



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Diseño de una nave industrial para la fabricación y embotellamiento de vino

MEMORIA PRESENTADA POR:

Manuel Pozo Ejarque

GRADO DE *Ingeniería Mecánica*

Convocatoria de defensa: Julio-2016

Diseño de una
nave industrial
para la
fabricación de
vinos.

Capítulo I: Memoria

[06/07/2016]

Manuel Pozo Ejarque



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

1. Contenido

1. Objeto.....	3
2. Situación demográfica.....	3
3. Estudio de mercado.	4
4. Dimensiones y características.	5
4.1 Parcela.....	5
4.2 Nave industrial	6
4.2.1 Bodega.....	6
4.2.2 Almacén de barricas.....	7
4.2.3 Embotellado y almacenaje	7
4.2.4 Oficinas.....	7
4.3 Muelles de carga	7
4.4 Muelles de descarga.....	8
4.5 Parking.....	8
4.6 Zona de despalillado.	8
4.7 Depósitos.....	8
5. Maquinaria.	8
5.1 Bascula	9
5.2 Toma de muestras.....	9
5.3 Tolva de recepción.	9
5.4 Desgranadora-Estrujadora.	10
5.5 Sistema de evacuador del raspón.	10
5.6 Bomba de vendimia.....	10
5.7 Prensa neumática.....	11
5.8 Cintas transportadoras.....	11
6. Calculo y dimensionado	12
6.1 Estructura	12
6.2 Losas.....	13
6.3 Muros de contención	14
6.4 Estantería	14
7. Datos de Calculo.....	15

7.1. Normativa y tipo de cálculo	15
7.2. Cargas	16
7.3. Paneles de viento	18
7.4. Materiales	30
7.4.1 Materiales de estructura.....	30
7.4.2 Materiales de cimentación.....	31
7.4.3 Materiales de placas de anclaje	31
7.5. Armado y comprobación.....	32
7.5.1 Opciones de armado de barras de la estructura.....	32
7.5.2 Opciones de comprobación de barras de acero	34
8. Placas de anclaje	48
8.1. Relación de placas de anclaje.....	48
8.2 Placa 1	49
8.3 Placa 2	52
8.4 Placa 3	55
8.5 Placa 4	59
8.6 Placa 5	62
8.7 Placa 6	65
8.8 Placa 7	68
8.9 Placa 8	71
8.10 Placa 9	74
8.11 Placa 10	77
8.12 Placa 11	80
8.13 Placa 12	83
8.14 Placa 13	86
8.15 Placa 14	89
8.16 Placa 15	92
8.17 Placa 16	95
8.18 Placa 17	98
8.19 Placa 18	101
8.20 Placa 19	104
8.21 Placa 20	107

8.22 Placa 21	110
8.23 Placa 22	113
8.24 Placa 23	116
8.25 Placa 24	119
8.26 Placa 25	122
8.27 Placa 27	125

2. Objeto.

En este proyecto se procederá al diseño de un edificio industrial para la producción, envasado y almacenaje de vino. Diseñaremos las siguientes tareas:

- Calculo de estructura.
- Muelle de descarga de uva.
- Muelle de carga de las botellas para transporte.
- Zona de almacenaje.
- Diseño de la línea de producción.
- Instalaciones.
- Cerramientos.
- Depósitos.
- Zona de oficinas y atención al público.
- Sotano para madurar el vino
- Parking
- Bascula

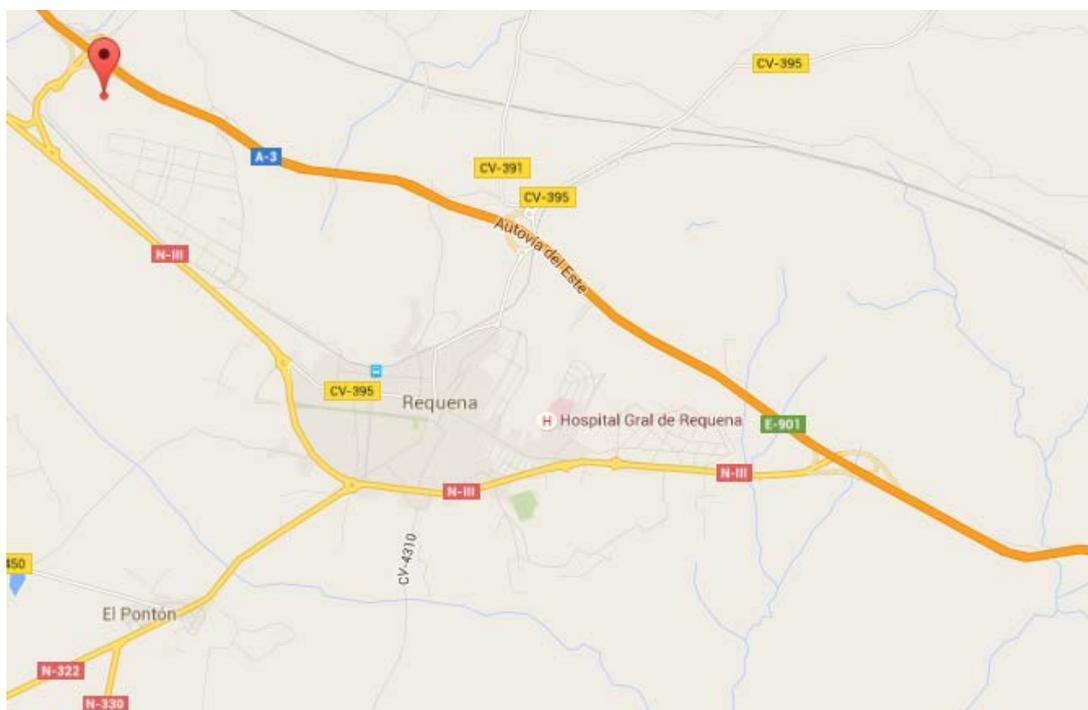
Se tendrá en cuenta a la hora del diseño los criterios de gravedad, para que la uva entre por la parte superior de la bodega y vaya descendiendo sucesivamente hasta la zona inferior donde el producto ya estará almacenado y listo para distribuir.

3. Situación demográfica.

La bodega estará situada en el polígono “El Romeral” en el término municipal de Requena (Valencia). En las parcelas D8 y D9, situación en coordenadas es 39°30'31.6"N 1°07'37.7"W.

La bodega estará situada a escasos 100 metros de la salida 285 Requena Oeste de la autovía A3 Madrid-Valencia y 40 km de la A7 autovía del Mediterráneo, también está próxima a las

nacionales N-322 y N-330 que conectan las ciudades manchegas de Albacete y Almansa sucesivamente. A 500m al norte está situada la parada de tren de alta velocidad Requena-Utiel, correspondiente a la línea Madrid-Valencia. Siendo próxima a los viñedos de la zona.



Situación de la parcela

4. Estudio de mercado.

El motivo de la situación es para que la bodega se integre en la D.O. Utiel-Requena, siendo esta una región en la que se obtienen grandes vinos gracias a la calidad de sus viñedos por el tipo de clima continental con influencia mediterránea.

En dicha D.O. se producen vinos con las variedades de uva Sauvignon Blanc para vinos Blancos y Cabernet Sauvignon, Merlot, Chardonnay, Tempranillo, Garnacha y Bobal para vinos tintos.

El municipio de Requena se acoge a la denominación del cava, siendo este el único municipio de la Comunidad Valenciana donde se puede producir cava.

El Consejo Regulador de la Denominación de Origen Utiel-Requena contempla que se pueden producir los diferentes tipos de vinos en la zona:

- Superior: tintos de 1º o 2º año sin envejecimiento, y blancos y rosados que poseen unas cualidades organolépticas muy elevadas. Poseen una graduación alcohólica superior a 11º en el caso de blancos y rosados y de 11,5º en los tintos.
- Tradición: variedad Bobal (autóctona de la DO Utiel-Requena). Solamente admitirá una mezcla de otras variedades en un máximo del 30%. Tendrá una graduación alcohólica mínima de 12% volumen. En cualquiera de sus tipificaciones finales podría además ser: crianza, reserva, gran reserva, superior o madurado en barrica.
- Madurado en barrica: sometido a un paso o estancia en barrica de roble o cono, cuyo periodo de permanencia en la misma/o, será inferior a 6 meses. Esa estancia, contribuirá a modificar sus características iniciales, transformando con ello sus cualidades cromáticas, aromáticas y gustativas primarias. Su graduación alcohólica será de un mínimo de 12% en volumen.
- Crianza (tinto): sometido a un proceso de envejecimiento mínimo de 2 años, de los que al menos 6 meses habrá permanecido en barrica de roble de 330 litros de capacidad máxima. Grado mínimo 12º.
- Reserva (tinto): sometido a un proceso de envejecimiento mínimo de 3 años, de los que al menos 1 año habrá permanecido en barrica de roble de 330 litros de capacidad máxima. Posteriormente debe tener un reposo en botella - botellero- de 2 años. Grado mínimo 12º.
- Gran reserva (tinto): sometido a un proceso de envejecimiento mínimo de 5 años, de los que al menos año y medio habrá permanecido en barrica de roble de 330 litros de capacidad máxima. Posteriormente debe tener un reposo en botella - botellero- de 3 años y medio. Grado mínimo 12º.
- Cavas: vinos espumosos por el método tradicional de 10.5º a 11,50º de alcohol.

5. Dimensiones y características.

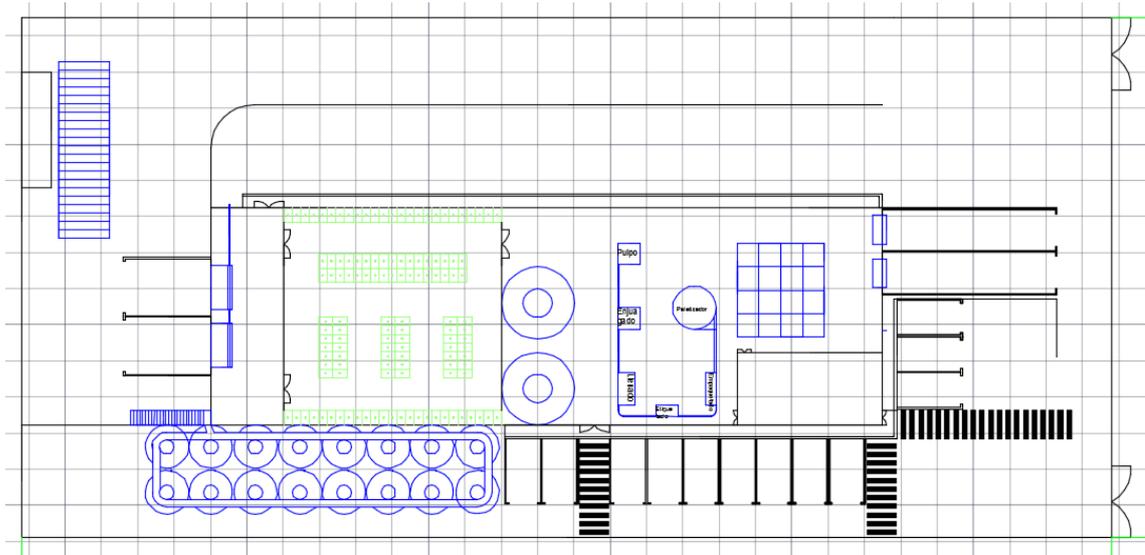
5.1 Parcela

La parcela es rectangular, cuyas dimensiones son de 75 metros de largo y 36 de ancho. Su superficie es irregular, con el fin de que la producción se ejecute teniendo en cuenta el criterio de la gravedad mencionado anteriormente, dividiéndose en 3 alturas:

-En su altura superior, en la cual se accederá subiendo una rampa, se encuentra la báscula, donde se pesara la carga y se examinara las cualidades de la uva y el muelle de descarga, donde se descargara la uva y un tornillo sinfín la introducirá a la línea de producción.

-En la altura intermedia se encuentra la nave industrial, depósitos, almacén, parking y oficinas.

- En su altura inferior se encuentra el muelle de carga, donde se cargaran los pallets en los camiones para su posterior distribución.



Dibujo en AutoCad de cómo será la parcela.

5.2 Nave industrial

La nave industrial tiene unas dimensiones:

- Longitud : 45m
- Crujía: 5m
- Luz: 15m
- Pendiente del techado: 13%
- Altura de pilares exteriores: 6m
- Altura de pilares interiores: 6.5m
- Altura de coronación: 7m
- Separación de pilares del pórtico de fachada: 3.75m

La nave industrial deberá contar un cuna junta de dilatación ya que su longitud supera los 45m

En dicha nave industrial se pueden apreciar la división de 4 partes, separadas entre paredes, ellas son:

5.2.1 Bodega

La bodega es la primera parte de la nave industrial tiene unas dimensiones de 75m²,



Ingeniero mecánico: Manuel Pozo Ejarque
 Universidad Politécnica de Valencia
 Campus de Alcoy

en la que tenemos dos tornillos sinfín, la máquina de despallado, en ella disponemos de 2 tolvas de acero inoxidable con 35m³ de capacidad cada una. En la base de dichas tolvas dispondremos de un tornillo sinfín que llevara la uva hacia el centro de las dos tolvas, donde pasara por una serie de máquinas, que realizaran el mosto y serán explicadas posteriormente en dicha memoria.

5.2.2 Almacén de barricas

El almacén de barricas será la segunda parte de la nave industrial cuyas dimensiones son de 225m² en el cual vamos a almacenar 540 barricas, aunque si la producción fuera superior tendríamos una capacidad máxima de 630 barricas distribuidas en 6 pisos a 126 barricas por piso. Se guardara unos pasillos suficientemente anchos para que el toro mecánico trabaje sin problemas.

5.2.3 Embotellado y almacenaje

La zona de embotellado y almacenaje es la tercera parte de nuestra nave industrial tiene unos 325m² en los cuales se situaran dos depósitos de 5m de diámetro y 3900m³ de volumen enterrados bajo tierra. La línea de producción con toda su maquinaria y unas estanterías para almacenar el producto ya finalizado y listo para su producción.

Con el fin de no apilar unos pallets encima de otros y así evitar la posible fractura de algunas de las botellas, debido a su fragilidad, procederemos a diseñar una estantería que tendrá 3 plantas y cada planta almacenara un total de 16 pallets. Se diseñaran las estanterías con una pendiente de 3º y con suelo de rodillos que estarán libres con el fin de que los pallets más antiguos se queden en el fondo y sean los primeros en cargas por los operarios carretilleros.

5.2.4 Oficinas

Las oficinas son la cuarta parte de nuestra nave industrial tienen una dimensión de 50m² en las que tendremos 5 salas distribuidas de en los dos pisos:

- Despacho de dirección.
- Despacho de enología.
- Sala de cata y venta.
- Cuarto de baño y duchas.
- Oficinas.

5.3 Muelles de carga

La fábrica dispone de 2 muelles de carga para camiones de 12m de largo. Las dimensiones de los muelles esta estandarizadas y su situación en la fabricas es estratégica pues están situadas en parte final del almacén, a su derecha tiene las oficinas y no están lejos de la entrada a la parcela. Su altura es 1,5m inferior a la nave industrial con el fin de igualar la altura de la nave a la del contenedor de carga.

5.4 Muelles de descarga.

La fábrica dispone de 2 muelles de descarga que están situados en la parte más alta de la fábrica, estos tienen una longitud de 3 metros cada uno, en dichos muelles se descargara la uva a las dos tolvas.

5.5 Parking

El parking dispone de 13 plazas y de encuentra situado a la entrada de la fábrica y de las oficinas.

5.6 Zona de despalillado.

El despalillado consiste en separar las uvas del raspón, ya que el raspón contiene mucho potasio y le restaría acidez al vino además de darle un sabor herbáceo.

El despalillado sobrante saladar por un tubo donde será empojado con aire comprimido hasta que llegue a un remolque donde se amontonara y se llevara a la planta de reciclaje.

5.7 Depósitos

Disponemos de 16 depósitos a la intemperie, los cuales tienen un diámetro de 3m y un volumen de 1400m² aproximadamente están situados en dos líneas paralelas entre sí y conectados en su superficie superior por una pasarela que servirá para supervisar el interior de ellos.



Fotografía de depósitos que contienen almacenado vino.

6. Maquinaria.

La maquinaria será diseñada por el Ingeniero Eléctrico Vicente Pozo Ejarque.

6.1 Bascula

La báscula será una placa de hormigón rectangular, tiene unas dimensiones de 10x3.5m y una capacidad de 60Tn, donde se pesaran y se analizaran las características de la uva.

6.2 Toma de muestras

El equipo de toma de muestras constara de los siguientes elementos:

- Columna soporte, con disposición para su colocación fija a una altura de 3.30m los que permite desarrollar su trabajo con comodidad.
- Brazo móvil toma de muestras, con movimiento mediante cilindros hidráulicos que permite tanto su giro horizontal como vertical y su desplazamiento telescópico.
- Sonda toma de muestras tubular provista de una hélice de elevación de materia y una de paleta de rotura en tambor perforado de hacer inoxidable.
- Accionamiento mediante moto-reductor con giro, para elevar y romper la muestra.
- Equipos Hidráulicos con propulsión por motor eléctrico directamente acoplado.
- Equipo con mandos centralizados, para el accionamiento de todos los movimientos hidráulicos y eléctricos.
- Refractómetro eléctrico, que medirá el índice de refracción de la luz al pasar por el mosto. La medida tiene una precisión de $\pm 1\%$, pudiéndose expresar en grados Baumè, Alcohol, Brix...



Fotografía de un remolque situado en la báscula y con el brazo de toma de muestras

7. Tolva de recepción.

Dispondremos de una tolva de recepción de la vendimia y regular la entrada de esta hacia la maquina despalilladora o desgranadora, con una capacidad de 35m³ construida íntegramente de hacer inoxidable.

En la base de la tolva tendremos las hélices del tornillo sinfín contrapuestas para llevar la uva hacia el centro de la tolva, donde dispondrá de la entrada a la desgranadora de 78.5x95cm, también construida de acero inoxidable, este sinfín trabajara a bajas revoluciones con lo cual la uva no será maltratada en exceso, ya que es muy importante desde el punto de vista enológico.

La tolva está construida en acero inoxidable AISI-304, con boca de descarga del mismo material. Discurre por su fondo dos tornillos sinfín de 500mm de diámetro y 400mm de paso con una longitud de 6000mm, accionándose con un motor de 75CV con reductor estanco por sinfín y un variador tipo correa con regulación.

7.1 Desgranadora-Estrujadora.

Se instalará un conjunto modular de desgranadora- estrujadora con un rendimiento de 8 TN/hora en vendimia manual y pudiendo llegar a 12 Tn en vendimia mecánica, accionando por un solo motor de 5.7Kw de potencia a una tensión de 380V. La longitud de la desgranadora será de 23 cm y una anchura de 146 cm.



7.2 Sistema de evacuador del raspón.

Se instalará un transportador neumático de raspón con las siguientes características:

- Rodete resistente con alabes estampados y soldados al mismo eléctricamente.
- Trompeta receptora a situar a la salida de la despalladora y acondicionada para acoplar la tubería de conducción del raspón.
- Accionamiento mediante motor eléctrico sustentando por elementos anti vibratorios.
- Potencia del motor: 12.5CV
- R.P.M: 3000
- Diametro de la tubería: 200mm
- Rendimiento en Kg. De uva/hora: 25/30.000



7.3 Bomba de vendimia.

Instalaremos una bomba de vendimia volumétrica a piston elíptico para uva entera, estrujada, con o sin escobajo, despallada y pasta fermentada. Motor a 70 r.p.m., a una potencia unitaria de 7.5CV, presión de funcionamiento hasta 8mts y una caudal de entre 7 y 15 TN/h

7.4 Prensa neumática

Para conseguir el máximo de caidad utilizaremos prensas de membrana o pulmón horizontales. Utilizaremos dos prensas neumáticas con redimiento unitario en vendimia despallada, de 17TN/ciclo y una duración de ciclo entre carga, presado y descarga de 3h.

Las características técnicas serán:

- Carga de vendimia fresca: 17000Kg
- Potencia del motor: 11.5kW
- Puerta corredera de 420X340.
- Alimentación monofásica 230V.
- Prensado auto programable.
- Doble camisa refrigerada.



Se trata de una cuba estanca, cilíndrica de acero inoxidable que se encuentra en su mitad inferior con un conjunto de tubos de desagüe que permiten la evacuación de mosto.

Los tubos de desagüe están conectados a una salida que estará equipada con un sistema de cierre manual. Todos estos se pueden desmontar, facilitando las operaciones de limpieza. Una ventanilla de inspección situada en el tambor de la prensa facilita la separación de la membrana sin vaciar el orujo.

El llenado manual se realizara con una puerta abierta y prensa detenida, mientras que el llenado automático por el eje central de rotación del cilindro. Una vez llenada la prensa iniciaremos el prensado de la uva mediante una presión ejercida en ella. Este ciclo de presiones se ira renovando varias veces a diferentes presiones.

Para la descarga de orujo se abrirá progresivamente la puerta de acuerdo con el programa que haya establecido el operador y se iniciara una rotación continua o intermitente de la cuba hasta una descarga continua de orujo.

7.5 Cintas transportadoras

Para evacuar el orujo generado en la prensa hasta el exterior se instalaran dos cintas transportadoras de banda rodante con unas dimensiones de 10m y 7m de longitud respectivamente y 0,6m de anchura.

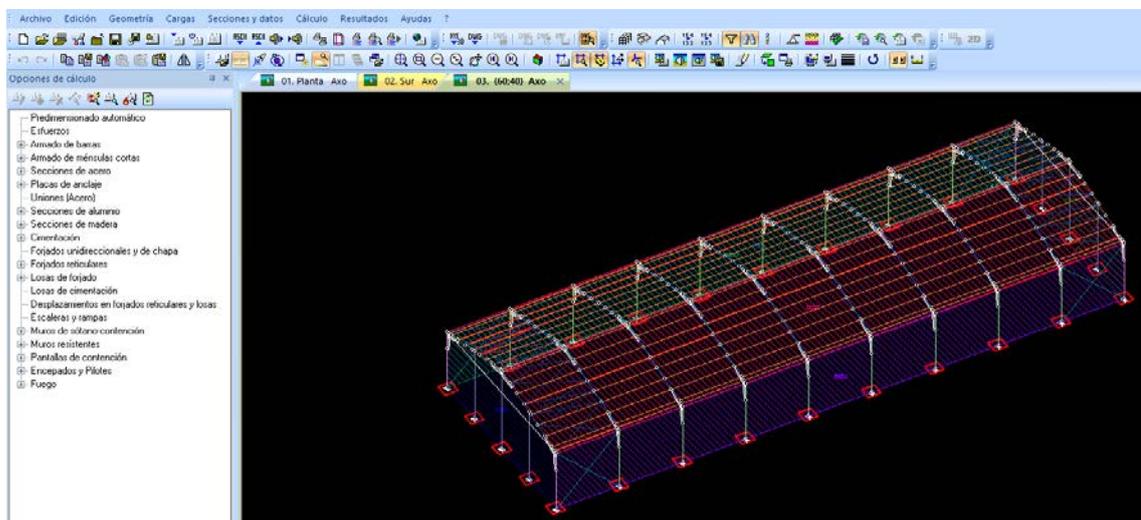
La primera cinta que recogerá directamente el orujo de la prensa será de tipo horizontal, accionada mediante un motor eléctrico de 4CV.

La segunda cinta se colocara a continuación de la primera y será de tipo plano inclinado, con una potencia de 5CV

8. Procedimiento de cálculo y dimensionado

8.1 Estructura

La estructura deberá de contar con una junta de dilatación ya que su longitud supera los 40m para ello la calcularemos en el programa tricalc.



La estructura dispone de 10 pórticos con una separación de 5 metros entre ellos:

- Los pórticos interiores están compuestos por dos pilares IPE 360 con una longitud de 6m, dos jácenas de IPE300 con una pendiente de 13% y una longitud de 7.55m
- El pórtico de la fachada de descarga ira apoyado en un muro de contención de 4 metros de altura y tiene 5 pilares de perfil IPE 450, dos exteriores de 2 metros de altura, 2 interiores de 2.5m de altura y uno central de 3m, dos jácenas similares a las de los demás pórticos y cuatro vigas de anclaje de 3.75m cada una y de perfil PHC 70.3.
- El pórtico de la fachada de carga está situado sobre un muro de contención de 1.5m donde están situados los muelles de carga, tiene 5 pilares de perfil IPE 450, dos exteriores de 6 metros de altura, 2 interiores de 6.5m de altura y uno central de 7m, dos jácenas similares a las de los demás pórticos y cuatro vigas de anclaje de 3.75m cada una y de perfil PHC 70.3.

- En el techado sobre las jácenas irán apoyadas 144 correas de 5 metros de longitud, de las cuales son 126 perfil ZF200.2.5 y 18 de perfil ZF275.3.0.
- Entre los pórticos P-1 y P-2 y P-9 y P-10 se situaran 16 arriostrados en los faldones de perfil L-100*100*8 y 16 arriostrados longitudinales en las fachadas laterales de L-80*80*8.
- Las vigas entre pórticos son PHC 80.3 con una longitud de 5 metros, siendo estas un total de 18 vigas.
- Entre pilares el pórtico 1 y 10 se situaran 4 vigas por cada pórtico de perfil PHC 70.3 y una longitud de 3.75m.



8.2 Losas

Calcularemos diferentes losas teniendo en cuenta los esfuerzos que deban soportar cada una.

Zona de depósitos:

La zona de depósitos debe de soportar la carga de 16 depósitos de aproximadamente 1 tonelada y con un volumen de 21.2m³ cada uno, ya que tienen unas dimensiones de $\varnothing=3\text{m}$ y $H=3\text{m}$.

Para calcular el peso específico de la carga del depósito,



utilizaremos la densidad del agua 1000kg/m³ , ya que esta es superior a la del alcohol que tiene el vino 0.793kg/m³, dependiendo de la cantidad de alcohol que tiene el vino su densidad suele variar entre 993-985Kg/m³ y al enjuagar cada deposito se llenaran de agua.

Peso max. de carga del deposito

$$1000 \text{ kg/m}^3 * 21.2 \text{ m}^3 = 21200 \text{ Kg} = 21,2 \text{ T}$$

Zona de nave:

Dicha losa deberá soportar el peso de la nave

8.3 Muros de contención

En la parcela se colocaran un total de 6 muros de contención en:

- Zona de carga: se situara un muro de contención de 1.5m de altura que además de contener la tierra soportara el peso de la estructura y dos en los laterales del foso de la zona de carga.
- Zona de descarga: se situara un muro de contención de 4m de altura que además de soportar la contención también soportara el peso propio de la estructura.
- Zona de cuesta: Se situara un muro de contención de pendiente ascendente de 0 a 4m que soportara la contención de la cuesta.
- Zona de depósitos: Se situara un muro de contención de 4 metros donde se apoyaran los depósitos.

8.4 Estantería

La estantería tendrá 3 alturas en las cuales irán montados los pallets, dicha carga tendrá una ligera pendiente de 2% y el suelo de rodillos libres que desplazarán los pallets hacia el fondo de la estantería donde se recogerán para su posterior carga en los camiones.

Las dimensiones son 6 metros de largo, 6.5metros de ancho y 6.2m de altura, en cada piso entraran un máximo de 16 pallets, 48 en total.

Calculo del peso de los pallets:

Cada pallet tiene una capacidad de carga máxima de 720 botellas, cuya capacidad es de 750ml y una densidad del vino de 0.99 g/ml además cada botella tiene un peso propio de 750g.

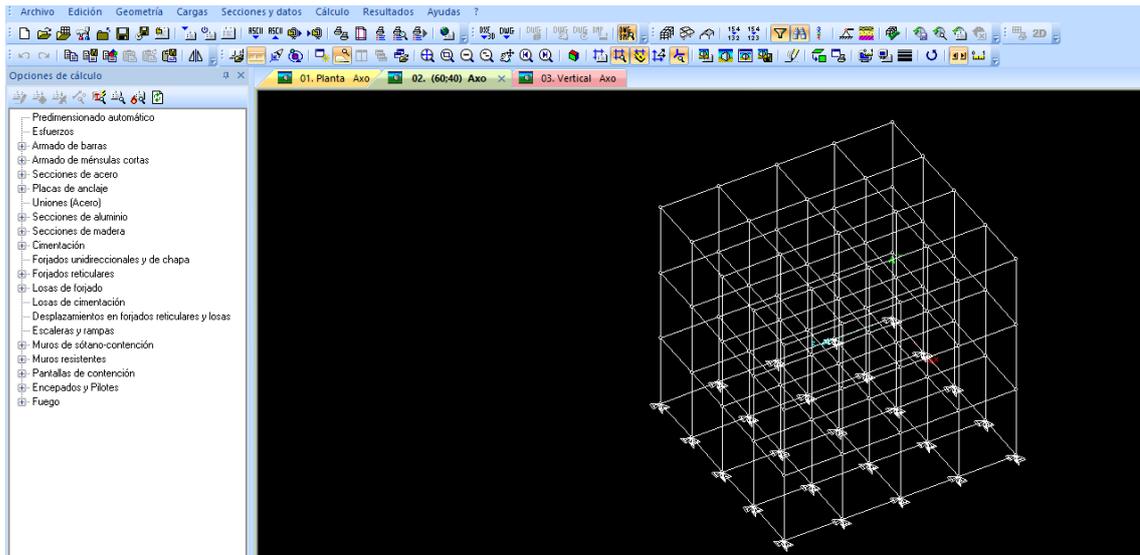
Peso específico de cada pallet

$$720 \text{ botellas} * (750 \text{ ml} * 0.99 \text{ g/ml} + 750 \text{ g}) = 1074600 \text{ g} = 1074.6 \text{ Kg}$$

Peso a soportar por cada planta de la estantería

$$1074.6 \text{ kg/pallets} * 16 \text{ pallets} = 17193.6 \text{ kg}$$

Hemos diseñado la estructura en el programa Tricalc



9. Datos de Cálculo

A continuación se adjuntan el informe sobre los datos de cálculo introducidos en el programa Tricalc.

7.1. Normativa y tipo de cálculo

- **Normativa**

Acciones: CTE DB SE-AE

Viento: CTE DB SE-AE

Hormigón: EHE-08

Acero: CTE DB SE-A

Otras: CTE DB SE-C, CTE DB SI

- **Método del cálculo de esfuerzos**

Método de altas prestaciones

- **Opciones de cálculo**

Indeformabilidad de todos forjados horizontales en su plano

Se considera un desplome lineal inicial de valor 1/400 en la dirección (1,000;0,000;0,000)

Se realiza un cálculo elástico de 1er. orden

7.2. Cargas

- **Hipótesis de carga**

NH	Nombre	Tipo	Descripción
0	G	Permanentes	Permanentes
1	Q1	Sobrecargas	Sobrecargas
2	Q2	Sobrecargas	Sobrecargas
7	Q3	Sobrecargas	Sobrecargas
8	Q4	Sobrecargas	Sobrecargas
9	Q5	Sobrecargas	Sobrecargas
10	Q6	Sobrecargas	Sobrecargas
3	W1	Viento	Viento
4	W2	Viento	Viento
25	W3	Viento	Viento
26	W4	Viento	Viento
22	S	Nieve	Nieve
21	T	Sin definir	Temperatura
23	A	Sin definir	Accidentales

- **Coefficientes de mayoración**

Tipo	Hipótesis	Hormigón	Aluminio/Otros/CT E
Cargas permanentes	0	1,35	1,35
Cargas variables	1	1,50	1,50
	2	1,50	1,50
	7	1,50	1,50
	8	1,50	1,50
	9	1,50	1,50
	10	1,50	1,50
Cargas de viento no simultáneas	3	1,50	1,50
	4	1,50	1,50
	25	1,50	1,50
	26	1,50	1,50
Cargas móviles no habilitadas			
Cargas de temperatura	21	1,50	1,50
Cargas de nieve	22	1,50	1,50
Carga accidental	23	1,00	1,00

- **Opciones de cargas**

Viento activo Sentido+- deshabilitado

Sismo no activo

Se considera el Peso propio de las barras

Hormigón/ Aluminio/ Eurocódigo / Código Técnico de la Edificación

Tipo de carga	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Gravitatorias	0,70	0,50	0,30
Móviles	0,70	0,50	0,30
Viento	0,60	0,50	0,00
Nieve	0,50	0,20	0,00
Temperatura	0,60	0,50	0,00

- **Opciones de cargas de viento**

Dirección 1:

Vector dirección: 1,00; 0,00; 0,00

Hipótesis: 3

Presión global del viento $q_b \cdot c_e$ (kg/m²): 70

Dirección 2:

Vector dirección: 0,00; 0,00; 1,00

Hipótesis: 4

Presión global del viento $q_b \cdot c_e$ (kg/m²): 70

Dirección 3:

Vector dirección: -1,00; 0,00; 0,00

Hipótesis: 25

Presión global del viento $q_b \cdot c_e$ (kg/m²): 70

Dirección 4:

Vector dirección: 0,00; 0,00; -1,00

Hipótesis: 26

Presión global del viento $q_b \cdot c_e$ (kg/m²): 70

Modo de reparto puntual en nudos

Superficie actuante: Fachada

7.3. Paneles de viento

Plano PLAN0005 [-1,0000; 0,0000; 0,0000; 0,0000]

PV02

Vector normal hacia el exterior: -1,0000; 0,0000; 0,0000; Xg-

Reparto: Puntual

Superficie actuante: Fachada

Repartir sobre barras ficticias: No

Repartir sobre tirantes: No

Polígono	Vértice	X (cm)	Y	Z
1	1	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	600,00	0,00
	3	0,00	600,00	4500,00
	4	0,00	0,00	4500,00

Dirección 1

- Vector dirección: 1,0000; 0,0000; 0,0000; Xg+
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

-Acción del viento [q_e / cp]: 70

-Coeficiente eólico, cp : 0,80 (Presión)

- Viento interior:

-Acción del viento [q_e / cp]: 58

-Coeficiente eólico, cp : 0,70 (Presión)

Dirección 2

- Vector dirección: 0,0000; 0,0000; 1,0000; Zg+
- Hipótesis: 4 (W2)

- Viento exterior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 70

-Coeficiente eólico, c_p : -0,60 (Succión)

- Viento interior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 58

-Coeficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Dirección 3

- Vector dirección: -1,0000; 0,0000; 0,0000; Xg-
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 70

-Coeficiente eólico, c_p : -0,60 (Succión)

- Viento interior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 58

-Coeficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Dirección 4

- Vector dirección: 0,0000; 0,0000; -1,0000; Zg-
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 70

-Coeficiente eólico, c_p : -0,60 (Succión)

- Viento interior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 58

-Coeficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Plano PLAN0007 [0,0000; 0,0000; -1,0000; 0,0000]

PV04

Vector normal hacia el exterior: 0,0000; 0,0000; -1,0000; Zg-

Reparto: Puntual

Superficie actuante: Fachada

Repartir sobre barras ficticias: No

Repartir sobre tirantes: No

Polígono	Vértice	X (cm)	Y	Z
1	1	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	600,00	0,00
	3	750,00	675,00	0,00
	4	1500,00	600,00	0,00
	5	1500,00	0,00	0,00

Dirección 1

- Vector dirección: 1,0000; 0,0000; 0,0000; Xg+
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 70

-Coeficiente eólico, c_p : -0,60 (Succión)

- Viento interior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 58

-Coeficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Dirección 2

- Vector dirección: 0,0000; 0,0000; 1,0000; Zg+
- Hipótesis: 4 (W2)

- Viento exterior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 70

-Coeficiente eólico, c_p : 0,80 (Presión)

- Viento interior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 58

-Coeficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Dirección 3

- Vector dirección: -1,0000; 0,0000; 0,0000; Xg-
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 70

-Coeficiente eólico, c_p : -0,60 (Succión)

- Viento interior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 58

-Coeficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Dirección 4

- Vector dirección: 0,0000; 0,0000; -1,0000; Zg-
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 70

-Coeficiente eólico, c_p : -0,60 (Succión)

- Viento interior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 58

-Coeficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Plano PLAN0012 [0,0000; 0,0000; 1,0000; -4500,0000]

PV05

Vector normal hacia el exterior: 0,0000; 0,0000; 1,0000; Zg+

Reparto: Puntual

Superficie actuante: Fachada

Repartir sobre barras ficticias: No

Repartir sobre tirantes: No

Polígono	Vértice	X (cm)	Y	Z
1	1	0,00	0,00	4500,0 0
	2	0,00	600,00	4500,0 0
	3	750,00	675,00	4500,0 0
	4	1500,0 0	600,00	4500,0 0
	5	1500,0 0	0,00	4500,0 0

Dirección 1

- Vector dirección: 1,0000; 0,0000; 0,0000; Xg+
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 70

-Coeficiente eólico, c_p : -0,60 (Succión)

- Viento interior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 58

-Coeficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Dirección 2

- Vector dirección: 0,0000; 0,0000; 1,0000; Zg+
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 70

-Coeficiente eólico, c_p : -0,60 (Succión)

- Viento interior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 58

-Coeficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Dirección 3

- Vector dirección: -1,0000; 0,0000; 0,0000; X_g -
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 70

-Coeficiente eólico, c_p : -0,60 (Succión)

- Viento interior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 58

-Coeficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Dirección 4

- Vector dirección: 0,0000; 0,0000; -1,0000; Z_g -
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 70

-Coeficiente eólico, c_p : 0,80 (Presión)

- Viento interior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 58

-Coeficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Plano PLAN0011 [1,0000; 0,0000; 0,0000; -1499,9999]

PV03

Vector normal hacia el exterior: 1,0000; 0,0000; 0,0000; Xg+

Reparto: Puntual

Superficie actuante: Fachada

Repartir sobre barras ficticias: No

Repartir sobre tirantes: No

Polígono	Vértice	X (cm)	Y	Z
1	1	1500,0 0	0,00	0,00
	2	1500,0 0	600,00	0,00
	3	1500,0 0	600,00	4500,0 0
	4	1500,0 0	0,00	4500,0 0

Dirección 1

- Vector dirección: 1,0000; 0,0000; 0,0000; Xg+
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

-Acción del viento [qe / cp]: 70

-Coeficiente eólico, cp: -0,60 (Succión)

- Viento interior:

-Acción del viento [qe / cp]: 58

-Coeficiente eólico, cp: 0,70 (Presión)

Dirección 2

- Vector dirección: 0,0000; 0,0000; 1,0000; Zg+
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

-Acción del viento [qe / cp]: 70

-Coeficiente eólico, cp: -0,60 (Succión)

- Viento interior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 58

-Coeficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Dirección 3

- Vector dirección: -1,0000; 0,0000; 0,0000; X_g -
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 70

-Coeficiente eólico, c_p : 0,80 (Presión)

- Viento interior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 58

-Coeficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Dirección 4

- Vector dirección: 0,0000; 0,0000; -1,0000; Z_g -
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

-Acción del viento [q_e / c_p]: 70

-Coeficiente eólico, c_p : -0,60 (Succión)

- Viento interior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 58

Coeficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Plano PLAN0013 [-0,0995; 0,9950; 0,0000; -597,0223]

PV00

Vector normal hacia el exterior: -0,0995; 0,9950; 0,0000

Reparto: Puntual

Superficie actuante: Fachada

Repartir sobre barras ficticias: No

Repartir sobre tirantes: No

Polígono	Vértice	X (cm)	Y	Z
1	1	0,00	600,00	0,00
	2	750,00	675,00	0,00
	3	750,00	675,00	4500,00
	4	0,00	600,00	4500,00

Dirección 1

- Vector dirección: 1,0000; 0,0000; 0,0000; Xg+
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 70

Coefficiente eólico, c_p : 0,80 (Presión)

- Viento interior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 58

Coefficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Dirección 2

- Vector dirección: 0,0000; 0,0000; 1,0000; Zg+
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 70

Coefficiente eólico, c_p : -0,60 (Succión)

- Viento interior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 58

Coefficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Dirección 3

- Vector dirección: -1,0000; 0,0000; 0,0000; Xg-
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 70

Coefficiente eólico, c_p : -0,60 (Succión)

- Viento interior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 58

Coefficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Dirección 4

- Vector dirección: 0,0000; 0,0000; -1,0000; Zg-
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 70

Coefficiente eólico, c_p : -0,60 (Succión)

- Viento interior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 58

Coefficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Plano PLAN0014 [0,0995; 0,9950; 0,0000; -746,2780]

PV01

Vector normal hacia el exterior: 0,0995; 0,9950; 0,0000

Reparto: Puntual

Superficie actuante: Fachada

Repartir sobre barras ficticias: No

Repartir sobre tirantes: No

Polígono	Vértice	X (cm)	Y	Z
1	1	1500,0 0	600,00	0,00
	2	750,00	675,00	0,00
	3	750,00	675,00	4500,0 0
	4	1500,0 0	600,00	4500,0 0

Dirección 1

- Vector dirección: 1,0000; 0,0000; 0,0000; Xg+
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 70

Coefficiente eólico, c_p : -0,60 (Succión)

- Viento interior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 58

Coefficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Dirección 2

- Vector dirección: 0,0000; 0,0000; 1,0000; Zg+
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 70

Coefficiente eólico, c_p : -0,60 (Succión)

- Viento interior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 58

Coefficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Dirección 3

- Vector dirección: -1,0000; 0,0000; 0,0000; X_g -
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 70

Coefficiente eólico, c_p : 0,80 (Presión)

- Viento interior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 58

Coefficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

Dirección 4

- Vector dirección: 0,0000; 0,0000; -1,0000; Z_g -
- Hipótesis: 4 (W2)
- Viento exterior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 70

Coefficiente eólico, c_p : -0,60 (Succión)

- Viento interior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 58

Coefficiente eólico, c_p : 0,70 (Presión)

7.4. Materiales

7.4.1 Materiales de estructura

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²

Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15

Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²

Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

7.4.2 Materiales de cimentación

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²

Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15

Hormigón: 1,50

7.4.3 Materiales de placas de anclaje

Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²

Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

7.5. Armado y comprobación

7.5.1 Opciones de armado de barras de la estructura

Recubrimientos(mm)

Vigas: 36

Pilares: 36

Cálculo de 1er. orden:

No se consideran los coeficientes de amplificación.

Yp: Pandeo se comprueba como traslacional.

Zp: Pandeo se comprueba como traslacional.

Se comprueba torsión en vigas.

Se comprueba torsión en pilares.

Redistribución de momentos en vigas del 15%.

Fisura máxima: 0,40 mm.

Momento positivo mínimo $qL^2 / 16$.

Se considera flexión lateral.

Tamaño máximo del árido: 20 mm.

Intervalo de cálculo: 30 cm.

Comprobación de flecha activa:

- Vanos:

Flecha relativa $L / 500$

Flecha combinada $L / 1000 + 5 \text{ mm}$

- Voladizos:

Flecha relativa $L / 500$

Flecha combinada $L / 1000 + 5 \text{ mm}$

Comprobación de flecha total:

○ Vanos:

Flecha relativa $L / 250$

Flecha combinada $L / 500 + 10 \text{ mm}$

○ Voladizos:

Flecha relativa $L / 250$

Flecha combinada $L / 500 + 10 \text{ mm}$

70% Peso estructura (de las cargas Permanentes)

20% Tabiquería (de las cargas Permanentes)

0% Tabiquería (de las Sobrecargas)

50% Sobrecarga a larga duración

3 meses Estructura / tabiquería

60 meses Flecha diferida

28 días Desencofrado

No se considera deformación por cortante

Armadura de montaje en vigas:

Superior: $\varnothing 12\text{mm}$ Resistente

Inferior: $\varnothing 12\text{mm}$ Resistente

Piel: $\varnothing 12\text{mm}$

Armadura de refuerzos en vigas:

\varnothing Mínimo: 12mm

\varnothing Máximo: 25mm

Número máximo: 8

Permitir 2 capas

Armadura de pilares:

\varnothing Mínimo: 12mm

∅ Máximo: 25mm

4 caras iguales

Igual ∅

Máximo número de redondos por cara en pilares rectangulares: 8

Máximo número de redondos en pilares circulares: 10

Armadura de estribos en vigas:

∅ Mínimo: 6mm

∅ Máximo: 12mm

Separación mínima 5 cm; máxima 60 cm; módulo 5 cm % de carga aplicada en la cara inferior (carga colgada):

0% en vigas con forjado(s) enrasado(s) superiormente

100% en vigas con forjado(s) enrasado(s) inferiormente

50% en el resto de casos

Armadura de estribos en pilares:

∅ Mínimo: 8mm

∅ Máximo: 12mm

Separación mínima 5 cm; máxima 60 cm; módulo 5 cm.

Se considera los criterios constructivos de NCSE-02.

Aplicar criterios constructivos según las opciones de sismo definidas.

Se comprueba la Biela de Nudo en pilares de última planta.

7.5.2 Opciones de comprobación de barras de acero

Barra(s) 509; 510; 511; 512; 513; 514; 515; 516

Cálculo de 1er. orden:

No se consideran los coeficientes de amplificación

- Vigas:

Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

o Pilares:

Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

o Diagonales:

Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

Esbeltez reducida máxima a compresión 2,00

Esbeltez reducida máxima a tracción 3,00

Se comprueba Pandeo Lateral : β : 1,00

Se comprueba Abolladura del alma

Intervalo de comprobación 30 cm

Subir sección por esbeltez

o Vanos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa L / 350

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa L / 300

o Voladizos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa L / 350

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa L / 300

Se considera deformación por cortante

Subir sección por flecha

Conjunto Pilares p. centrales

Cálculo de 1er. orden:

No se consideran los coeficientes de amplificación

- Vigas:

Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=0,70$)

- Pilares:

Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=0,70$)

- Diagonales:

Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=0,70$)

Esbeltez reducida máxima a compresión 2,00

Esbeltez reducida máxima a tracción 3,00

Se comprueba Pandeo Lateral : $\beta: 1,00$

Se comprueba Abolladura del alma

Intervalo de comprobación 30 cm

Subir sección por esbeltez

- Vanos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa L / 350

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa L / 300

- Voladizos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa L / 350

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa $L / 300$

Se considera deformación por cortante

Subir sección por flecha

Conjunto Faldones (Par) p. centrales

Cálculo de 1er. orden:

No se consideran los coeficientes de amplificación

- Vigas:

Y_p : Pandeo se comprueba como traslacional ($\beta=9,00$)

Z_p : Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)

- Pilares:

Y_p : Pandeo se comprueba como traslacional ($\beta=9,00$)

Z_p : Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)

- Diagonales:

Y_p : Pandeo se comprueba como traslacional ($\beta=9,00$)

Z_p : Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)

Esbeltez reducida máxima a compresión 2,00

Esbeltez reducida máxima a tracción 3,00

Se comprueba Pandeo Lateral : $\beta: 1,00$

Se comprueba Abolladura del alma

Intervalo de comprobación 30 cm

Subir sección por esbeltez

- Vanos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa $L / 350$

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa L / 300

- Voladizos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa L / 350

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa L / 300

Se considera deformación por cortante

Subir sección por flecha

Conjunto Pilares p. fachada

Cálculo de 1er. orden:

No se consideran los coeficientes de amplificación

- Vigas:

Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=0,70$)

Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

- Pilares:

Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=0,70$)

Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

- Diagonales:

Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=0,70$)

Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

Esbeltez reducida máxima a compresión 2,00

Esbeltez reducida máxima a tracción 3,00

Se comprueba Pandeo Lateral : $\beta: 1,00$

Se comprueba Abolladura del alma

Intervalo de comprobación 30 cm

Subir sección por esbeltez

- Vanos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa $L / 350$

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa $L / 300$

- Voladizos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa $L / 350$

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa $L / 300$

Se considera deformación por cortante

Subir sección por flecha

Conjunto Pilares intermedios p. fachada

Cálculo de 1er. orden:

No se consideran los coeficientes de amplificación

- Vigas:

Y_p : Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=0,70$)

Z_p : Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)

- Pilares:

Y_p : Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=0,70$)

Z_p : Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)

- Diagonales:

Y_p : Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=0,70$)

Z_p : Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)

Esbeltez reducida máxima a compresión 2,00

Esbeltez reducida máxima a tracción 3,00

Se comprueba Pandeo Lateral : β : 1,00

Se comprueba Abolladura del alma

Intervalo de comprobación 30 cm

Subir sección por esbeltez

- Vanos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa $L / 350$

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa $L / 300$

- Voladizos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa $L / 350$

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa $L / 300$

Se considera deformación por cortante

Subir sección por flecha

Conjunto Faldones (Par) p. fachada

Cálculo de 1er. orden:

No se consideran los coeficientes de amplificación

- Vigas:

Y_p : Pandeo se comprueba como traslacional($\beta=9,00$)

Z_p : Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

- Pilares:

Y_p : Pandeo se comprueba como traslacional($\beta=9,00$)

Z_p : Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

- Diagonales:

Yp: Pandeo se comprueba como traslacional($\beta=9,00$)

Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

Esbeltez reducida máxima a compresión 2,00

Esbeltez reducida máxima a tracción 3,00

Se comprueba Pandeo Lateral : β : 1,00

Se comprueba Abolladura del alma

Intervalo de comprobación 30 cm

Subir sección por esbeltez

- Vanos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa L / 350

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa L / 300

- Voladizos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa L / 350

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa L / 300

Se considera deformación por cortante

Subir sección por flecha

Conjunto Correas

Cálculo de 1er. orden:

No se consideran los coeficientes de amplificación

Al disponer de una cubierta lo suficientemente rígida no se calcula los coeficientes de pandeo

- Vigas:

Yp: Pandeo NO se comprueba

Zp: Pandeo NO se comprueba

- Pilares:

Yp: Pandeo NO se comprueba

Zp: Pandeo NO se comprueba

- Diagonales:

Yp: Pandeo NO se comprueba

Zp: Pandeo NO se comprueba

Esbeltez reducida máxima a compresión 2,00

Esbeltez reducida máxima a tracción 3,00

Pandeo Lateral NO se comprueba

Se comprueba Abolladura del alma

Intervalo de comprobación 30 cm

Subir sección por esbeltez

- Vanos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa $L / 350$

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa $L / 300$

- Voladizos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa $L / 350$

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa $L / 300$

Se considera deformación por cortante

Subir sección por flecha

Conjunto Correas de cumbrera

Cálculo de 1er. orden:

No se consideran los coeficientes de amplificación.

Al disponer de una cubierta lo suficientemente rígida, no se comprueba el pandeo.

- Vigas:

Yp: Pandeo NO se comprueba

Zp: Pandeo NO se comprueba

- Pilares:

Yp: Pandeo NO se comprueba

Zp: Pandeo NO se comprueba

- Diagonales:

Yp: Pandeo NO se comprueba

Zp: Pandeo NO se comprueba

Esbeltez reducida máxima a compresión 2,00

Esbeltez reducida máxima a tracción 3,00

Pandeo Lateral NO se comprueba

Se comprueba Abolladura del alma

Intervalo de comprobación 30 cm

Subir sección por esbeltez

- Vanos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa $L / 350$

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa $L / 300$

- Voladizos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa L / 350

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa L / 300

Se considera deformación por cortante

Subir sección por flecha

Conjunto Arriostramiento longitudinal

Cálculo de 1er. orden:

No se consideran los coeficientes de amplificación

- Vigas:

Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

- Pilares:

Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

- Diagonales:

Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

Esbeltez reducida máxima a compresión 2,00

Esbeltez reducida máxima a tracción 3,00

Pandeo Lateral NO se comprueba

Se comprueba Abolladura del alma

Intervalo de comprobación 30 cm

Subir sección por esbeltez

- Vanos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa L / 350

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa $L / 300$

- Voladizos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa $L / 350$

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa $L / 300$

Se considera deformación por cortante

Subir sección por flecha

Conjunto Arriostramiento faldones

Cálculo de 1er. orden:

No se consideran los coeficientes de amplificación

- Vigas:

Y_p : Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)

Z_p : Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)

- Pilares:

Y_p : Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)

Z_p : Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)

- Diagonales:

Y_p : Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)

Z_p : Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)

Esbeltez reducida máxima a compresión 2,00

Esbeltez reducida máxima a tracción 3,00

Pandeo Lateral NO se comprueba

Se comprueba Abolladura del alma

Intervalo de comprobación 30 cm

Subir sección por esbeltez

- Vanos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa $L / 350$

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa $L / 300$

- Voladizos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa $L / 350$

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa $L / 300$

Se considera deformación por cortante

Subir sección por flecha

Conjunto Arriostramiento transversal

Cálculo de 1er. orden:

No se consideran los coeficientes de amplificación

Vigas:

Y_p : Pandeo NO se comprueba

Z_p : Pandeo NO se comprueba

Pilares:

Y_p : Pandeo NO se comprueba

Z_p : Pandeo NO se comprueba

Diagonales:

Y_p : Pandeo NO se comprueba

Z_p : Pandeo NO se comprueba

Esbeltez reducida máxima a compresión 2,00

Esbeltez reducida máxima a tracción 3,00

Pandeo Lateral NO se comprueba

Se comprueba Abolladura del alma

Intervalo de comprobación 30 cm

Subir sección por esbeltez

Vanos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa $L / 350$

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa $L / 300$

Voladizos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa $L / 350$

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa $L / 300$

Se considera deformación por cortante

Subir sección por flecha

Conjunto Barras entre pórticos

Cálculo de 1er. orden:

No se consideran los coeficientes de amplificación

Vigas:

Y_p : Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

Z_p : Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

Pilares:

Y_p : Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

Z_p : Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

Diagonales:

Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional($\beta=1,00$)

Esbeltez reducida máxima a compresión 2,00

Esbeltez reducida máxima a tracción 3,00

Se comprueba Pandeo Lateral : β : 1,00

Se comprueba Abolladura del alma

Intervalo de comprobación 30 cm

Subir sección por esbeltez

Vanos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa L / 350

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa L / 300

Voladizos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa L / 350

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa L / 300

Se considera deformación por cortante

Subir sección por flecha

10. Placas de anclaje

8.1. Relación de placas de anclaje

Placa	Tipo	Pilar				Estado
		Número	Nombre	Sección	Ángulo	
1	1	1		_IPE 360	0,0°	Ok

Placa	Tipo	Pilar				Estado
		Número	Nombre	Sección	Ángulo	
2	2	5		_ IPE 450	90,0°	Ok
3	3	6		_ IPE 450	90,0°	Ok
4	2	8		_ IPE 450	90,0°	Ok
5	4	9		_ IPE 360	180,0°	Ok
6	5	12		_ IPE 360	0,0°	Ok
7	6	14		_ IPE 360	180,0°	Ok
8	7	16		_ IPE 360	0,0°	Ok
9	8	17		_ IPE 360	180,0°	Ok
10	7	18		_ IPE 360	0,0°	Ok
11	8	19		_ IPE 360	180,0°	Ok
12	7	20		_ IPE 360	0,0°	Ok
13	8	21		_ IPE 360	180,0°	Ok
14	7	22		_ IPE 360	0,0°	Ok
15	8	23		_ IPE 360	180,0°	Ok
16	7	24		_ IPE 360	0,0°	Ok
17	9	25		_ IPE 360	180,0°	Ok
18	7	26		_ IPE 360	0,0°	Ok
19	8	27		_ IPE 360	180,0°	Ok
20	5	28		_ IPE 360	0,0°	Ok
21	10	30		_ IPE 360	180,0°	Ok
22	1	32		_ IPE 360	0,0°	Ok
23	2	36		_ IPE 450	90,0°	Ok
24	11	37		_ IPE 450	0,0°	Ok
25	2	39		_ IPE 450	90,0°	Ok
26	4	40		_ IPE 360	180,0°	Ok

8.2 Placa 1

Placa tipo: 1

Pilar: 1
 Sección: _IPE 360
 Crecimiento: Centrada a 18;0 cm

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural
 Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 63

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión

Combinación		N _{Ed} (T)	M _{x,Ed} (T·m)	M _{z,Ed} (T·m)	N _{Rd} (T)	M _{x,Rd} (T·m)	M _{z,Rd} (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+2,24	+0,003	+0,125	+274,78	+0,403	+15,236	0,82%	Ok
Máxima tracción	2	-5,34	-2,081	+2,515	-8,548	-3,334	+4,025	62,49%	Ok
Máximo Mx+	1	+2,24	+0,003	+0,125	+274,78	+0,403	+15,236	0,82%	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máximo Mx-	2	-5,34	-2,081	+2,515	-8,548	-3,334	+4,025	62,49 %	Ok
Máximo Mz+	2	-5,34	-2,081	+2,515	-8,548	-3,334	+4,025	62,49 %	Ok
Pésima	2	-5,34	-2,081	+2,515	-8,548	-3,334	+4,025	62,49 %	Ok

Pernos de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,313	+7,823	+0,000	+22,744	4,00%	Ok
Máxima tracción	2	+2,863	+7,823	+18,800	+22,744	95,63%	Ok
Máximo Mx+	1	+0,313	+7,823	+0,000	+22,744	4,00%	Ok
Máximo Mx-	2	+2,863	+7,823	+18,800	+22,744	95,63%	Ok
Máximo Mz+	2	+2,863	+7,823	+18,800	+22,744	95,63%	Ok
Pésima	2	+2,863	+7,823	+18,800	+22,744	95,63%	Ok

Placa base

Placa base en flexión por compresión.

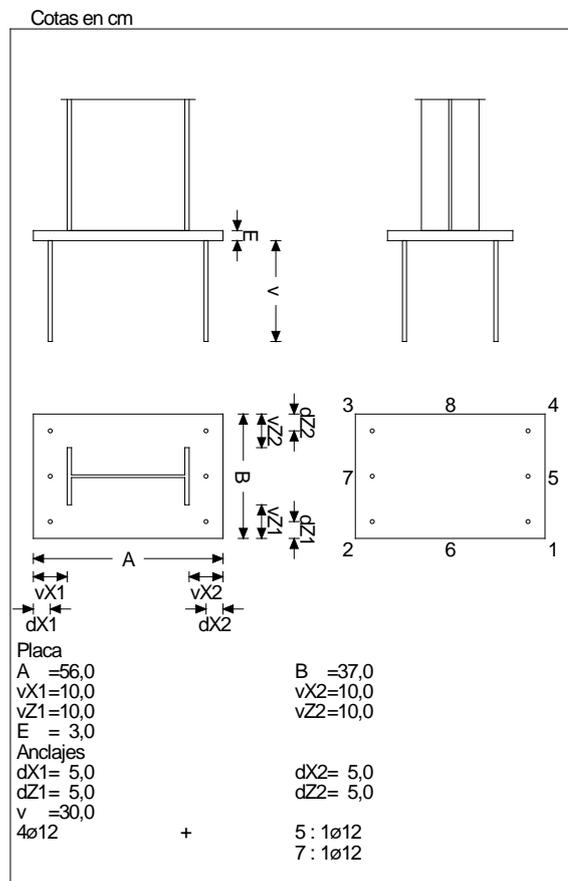
Placa base en flexión por tracción.

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	2	-2,8	+7,4	+0,983	+39,765	-0,325	16,61%	Ok
Máximo Mx-	2	+0,0	-11,1	-4,251	-20,471	-0,418	70,75%	Ok
Máximo Vz	2	+2,8	-8,5	-2,752	+108,029	+0,671	45,80%	Ok
Pésima	2	+0,0	-11,1	-4,251	-20,471	-0,418	70,75%	Ok

Combinación		Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo	2	-2,8	+8,5	+1,201	-12,810	-0,318	19,98%	Ok

Combinación	Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
	X (cm)	Z (cm)					
Mz+							
Máximo Mz-	2	+1,3	-11,1	-2,377	-147,841	-0,503	47,94% Ok
Máximo V_x	2	+0,0	-11,1	-2,322	-169,618	-0,418	55,00% Ok
Pésima	2	+0,0	-11,1	-2,322	-169,618	-0,418	55,00% Ok

Grafica



8.3 Placa 2

Placa tipo: 2

Pilar: 5
 Sección: _IPE 450
 Crecimiento: Centrada

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 38

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión.

Combinación		N _{Ed} (T)	M _{x,Ed} (T·m)	M _{z,Ed} (T·m)	N _{Rd} (T)	M _{x,Rd} (T·m)	M _{z,Rd} (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+1,824	+0,025	+0,093	+345,667	+4,757	+17,693	0,53%	Ok
Máxima tracción	4	-1,306	-0,007	+5,546	-2,540	-0,010	+10,798	51,41%	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máximo Mx+	1	+1,824	+0,025	+0,093	+345,667	+4,757	+17,693	0,53%	Ok
Máximo Mx-	4	-1,306	-0,007	+5,546	-2,540	-0,010	+10,798	51,41%	Ok
Máximo Mz+	2	-0,563	+0,003	+5,585	-1,129	+0,004	+11,206	49,83%	Ok
Pésima	4	-1,306	-0,007	+5,546	-2,540	-0,010	+10,798	51,41%	Ok

Pernos de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,051	+10,431	+0,006	+30,325	0,51%	Ok
Máxima tracción	4	+4,940	+10,431	+20,623	+30,325	95,93%	Ok
Máximo Mx+	1	+0,051	+10,431	+0,006	+30,325	0,51%	Ok
Máximo Mx-	4	+4,940	+10,431	+20,623	+30,325	95,93%	Ok
Máximo Mz+	2	+4,947	+10,431	+19,989	+30,325	94,51%	Ok
Pésima	4	+4,940	+10,431	+20,623	+30,325	95,93%	Ok

Placa base

Placa base en flexión por compresión.

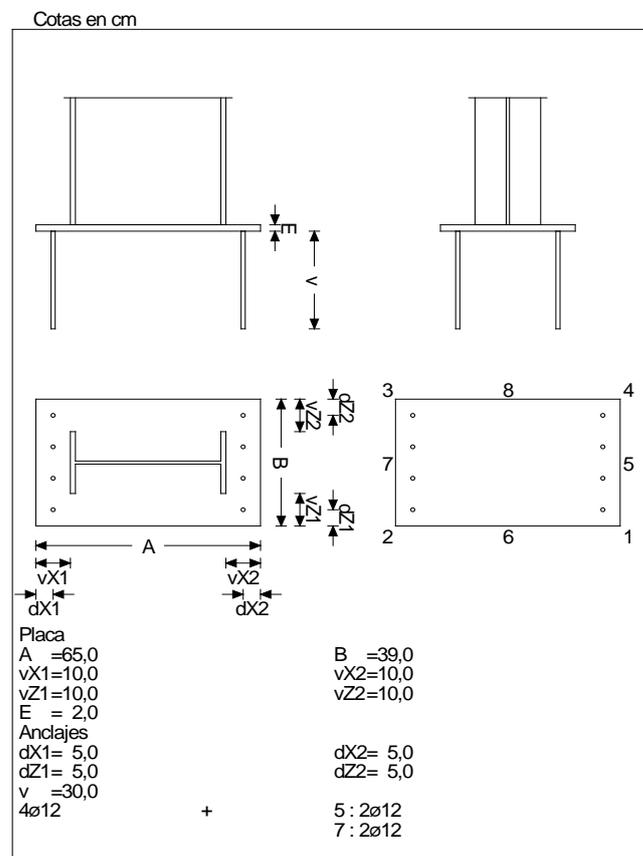
Placa base en flexión por tracción.

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	4	+22,5	-11,7	+0,861	+7,098	-0,378	43,54%	Ok
Máximo Mx-	2	-22,5	+11,7	-0,939	+20,753	+0,503	57,86%	Ok
Máximo Vz	2	-26,0	+9,5	-0,834	-59,213	+0,188	31,22%	Ok
Pésima	2	-22,5	+11,7	-0,939	+20,753	+0,503	57,86%	Ok

Combinación	Posición	$M_{z,Ed}$	$V_{x,Ed}$	T_{Ed}	Factor de
-------------	----------	------------	------------	----------	-----------

	X (cm)	Z (cm)	(T·m/m)	(T/m)	(T·m/m)	aprovechamiento	
Máximo Mz+	4	+22,5	-11,7	+0,908	+57,106	-0,378	43,54% Ok
Máximo Mz-	2	-26,0	+7,8	-1,449	-8,675	+0,265	54,26% Ok
Máximo Vx	2	-22,5	+11,7	-1,261	+60,259	+0,503	57,86% Ok
Pésima	2	-22,5	+11,7	-1,261	+60,259	+0,503	57,86% Ok

Grafica



8.4 Placa 3

Placa tipo: 3
 Pilar: 6
 Sección: _IPE 450
 Crecimiento: Centrada

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 43

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje tracción / compresión.

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+2,130	-0,000	+0,098	+359,674	+0,000	+16,517	0,59%	Ok
Máxima tracción	2	-3,681	+0,006	+6,069	-7,441	+0,013	+12,264	49,47%	Ok
Máximo Mx+	2	-3,681	+0,006	+6,069	-7,441	+0,013	+12,264	49,47%	Ok

Máximo Mx-	1	+2,130	-0,000	+0,098	+359,6 74	+0,000	+16,51 7	0,59%	Ok
Máximo Mz+	2	-3,681	+0,006	+6,069	-7,441	+0,013	+12,26 4	49,47%	Ok
Pésima	2	-3,681	+0,006	+6,069	-7,441	+0,013	+12,26 4	49,47%	Ok

Pernos de anclaje a cortante.

Combinación		V _{Ed} (T)	F _{vb,Rd} (T)	F _{t,Ed} (T)	F _{t,Rd} (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,023	+13,038	+0,000	+37,906	0,18%	Ok
Máxima tracción	2	+5,072	+13,038	+24,806	+37,906	85,64%	Ok
Máximo Mx+	2	+5,072	+13,038	+24,806	+37,906	85,64%	Ok
Máximo Mx-	1	+0,023	+13,038	+0,000	+37,906	0,18%	Ok
Máximo Mz+	2	+5,072	+13,038	+24,806	+37,906	85,64%	Ok
Pésima	2	+5,072	+13,038	+24,806	+37,906	85,64%	Ok

Placa base

Placa base en flexión por compresión.

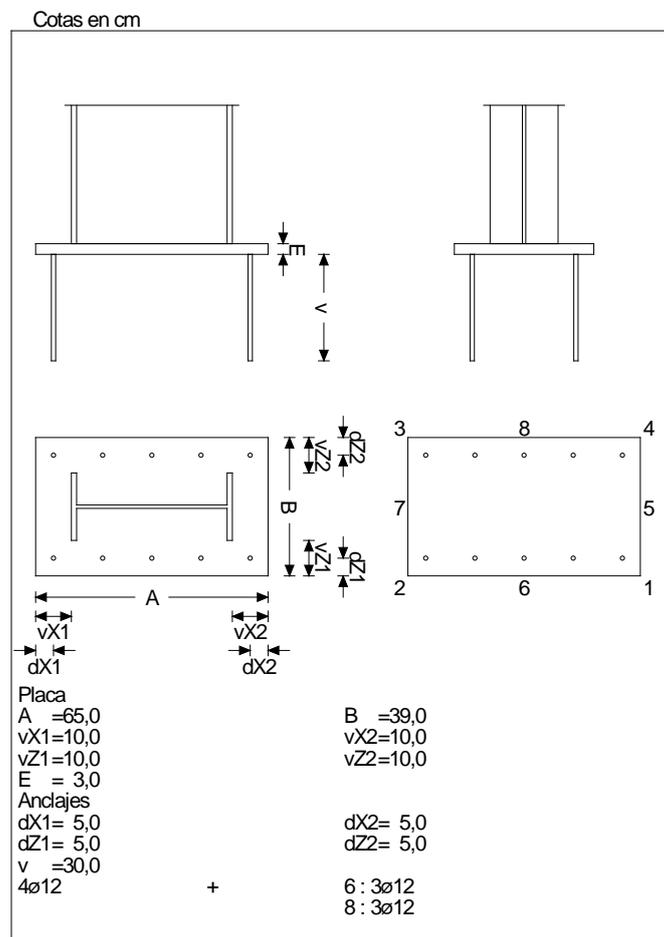
Placa base en flexión por tracción.

Combinación		Posición		M _{x,Ed} (T·m/m)	V _{z,Ed} (T/m)	T _{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	2	+21,0	-11,7	+1,793	+10,721	+0,197	29,84%	Ok
Máximo Mx-	2	-26,0	+7,8	-1,156	-63,489	+0,445	22,78%	Ok
Máximo Vz	2	-26,0	+9,5	-0,992	-81,245	+0,382	26,35%	Ok
Pésima	2	-22,5	+11,7	-0,695	+24,454	+1,170	59,84%	Ok

Combinación	Posición		M _{z,Ed} (T·m/m)	V _{x,Ed} (T/m)	T _{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento
	X (cm)	Z (cm)				

Combinación		Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)				σ	
Máximo M_{z+}	2	+21,0	-11,7	+1,236	+67,478	+0,197	21,88%	Ok
Máximo M_{z-}	2	-26,0	+9,5	-2,337	+28,251	+0,382	38,89%	Ok
Máximo V_x	2	+21,0	-11,7	+1,236	+67,478	+0,197	21,88%	Ok
Pésima	2	-22,5	+11,7	-1,336	+64,197	+1,170	59,84%	Ok

Gráfica



8.5 Placa 4

Placa tipo: 2
 Pilar: 8
 Sección: _IPE 450
 Crecimiento: Centrada

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 38

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión.

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+1,789	-0,024	+0,101	+339,0 32	-4,558	+19,17 2	0,53%	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima tracción	4	-1,271	+0,026	+5,562	-2,471	+0,035	+10,818	51,45 %	Ok
Máximo M_{x+}	4	-1,271	+0,026	+5,562	-2,471	+0,035	+10,818	51,45 %	Ok
Máximo M_{x-}	1	+1,789	-0,024	+0,101	+339,032	-4,558	+19,172	0,53%	Ok
Máximo M_{z+}	2	-0,542	+0,016	+5,603	-1,087	+0,021	+11,219	49,91 %	Ok
Pésima	4	-1,271	+0,026	+5,562	-2,471	+0,035	+10,818	51,45 %	Ok

Pernos de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,030	+10,431	+0,011	+30,325	0,31%	Ok
Máxima tracción	4	+4,951	+10,431	+20,637	+30,325	96,07%	Ok
Máximo M_{x+}	4	+4,951	+10,431	+20,637	+30,325	96,07%	Ok
Máximo M_{x-}	1	+0,030	+10,431	+0,011	+30,325	0,31%	Ok
Máximo M_{z+}	2	+4,958	+10,431	+20,020	+30,325	94,68%	Ok
Pésima	4	+4,951	+10,431	+20,637	+30,325	96,07%	Ok

Placa base

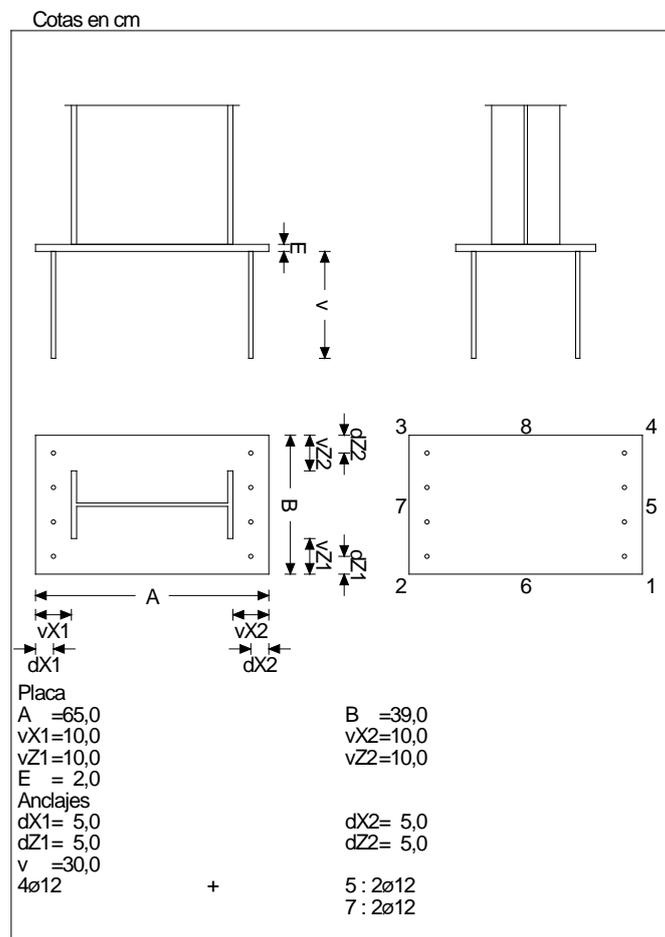
Placa base en flexión por compresión

Placa base en flexión por tracción

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo M_{x+}	4	+22,5	+11,7	+0,862	+7,095	+0,378	43,55%	Ok
Máximo M_{x-}	2	-22,5	+11,7	-0,953	+20,884	+0,509	58,56%	Ok
Máximo V_z	2	-26,0	+9,5	-0,844	-59,900	+0,192	31,60%	Ok
Pésima	2	-22,5	+11,7	-0,953	+20,884	+0,509	58,56%	Ok

Combinación	n	Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)				ϕ	Ok
Máximo $Mz+$	4	+22,5	+11,7	+0,908	-57,145	+0,378	43,55%	Ok
Máximo $Mz-$	2	-26,0	+7,8	-1,461	-8,890	+0,270	54,72%	Ok
Máximo Vx	2	-22,5	+11,7	-1,274	+61,055	+0,509	58,56%	Ok
Pésima	2	-22,5	+11,7	-1,274	+61,055	+0,509	58,56%	Ok

Gráfica



8.6 Placa 5

Placa tipo: 4
 Pilar: 9
 Sección: _IPE 360
 Crecimiento: Centrada a 18;0 cm

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 63

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+2,287	-0,009	+0,137	+268,702	-0,998	+16,067	0,85%	Ok
Máxima tracción	2	-5,417	+2,074	+2,288	-8,696	+3,328	+3,679	62,29%	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máximo Mx+	2	-5,417	+2,074	+2,288	-8,696	+3,328	+3,679	62,29%	Ok
Máximo Mx-	1	+2,287	-0,009	+0,137	+268,702	-0,998	+16,067	0,85%	Ok
Máximo Mz+	2	-5,417	+2,074	+2,288	-8,696	+3,328	+3,679	62,29%	Ok
Pésima	2	-5,417	+2,074	+2,288	-8,696	+3,328	+3,679	62,29%	Ok

Perno de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,310	+7,823	+0,000	+22,744	3,96%	Ok
Máxima tracción	2	+2,677	+7,823	+18,738	+22,744	93,07%	Ok
Máximo Mx+	2	+2,677	+7,823	+18,738	+22,744	93,07%	Ok
Máximo Mx-	1	+0,310	+7,823	+0,000	+22,744	3,96%	Ok
Máximo Mz+	2	+2,677	+7,823	+18,738	+22,744	93,07%	Ok
Pésima	2	+2,677	+7,823	+18,738	+22,744	93,07%	Ok

Placa base

Placa base en flexión por compresión.

Placa base en flexión por tracción.

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	2	-2,8	-7,4	+0,982	+39,371	+0,319	16,34%	Ok
Máximo Mx-	2	+0,0	+11,1	-4,075	-20,595	+0,345	67,82%	Ok
Máximo Vz	2	+2,8	+8,5	-2,671	+105,607	-0,684	44,46%	Ok
Pésima	2	+0,0	+11,1	-4,075	-20,595	+0,345	67,82%	Ok

8.7 Placa 6

Placa tipo: 5
 Pilar: 12
 Sección: _IPE 360
 Crecimiento: Centrada a 18;0 cm

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 58

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+1,714	-0,017	+1,146	+15,729	-0,152	+10,519	10,90 %	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima tracción	2	-4,692	-0,044	3,213	7,174	-0,068	-4,916	65,40 %	Ok
Máximo M_{x-}	2	-4,692	-0,044	3,213	7,174	-0,068	-4,916	65,40 %	Ok
Máximo M_{z+}	1	+1,714	-0,017	+1,146	+15,729	-0,152	+10,519	10,90 %	Ok
Máximo M_{z-}	2	-4,692	-0,044	3,213	7,174	-0,068	-4,916	65,40 %	Ok
Pésima	2	-4,692	-0,044	3,213	7,174	-0,068	-4,916	65,40 %	Ok

Pernos de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,567	+7,099	+2,975	+20,638	18,29%	Ok
Máxima tracción	2	+2,552	+7,099	+17,852	+20,638	97,74%	Ok
Máximo M_{x-}	2	+2,552	+7,099	+17,852	+20,638	97,74%	Ok
Máximo M_{z+}	1	+0,567	+7,099	+2,975	+20,638	18,29%	Ok
Máximo M_{z-}	2	+2,552	+7,099	+17,852	+20,638	97,74%	Ok
Pésima	2	+2,552	+7,099	+17,852	+20,638	97,74%	Ok

Placa base

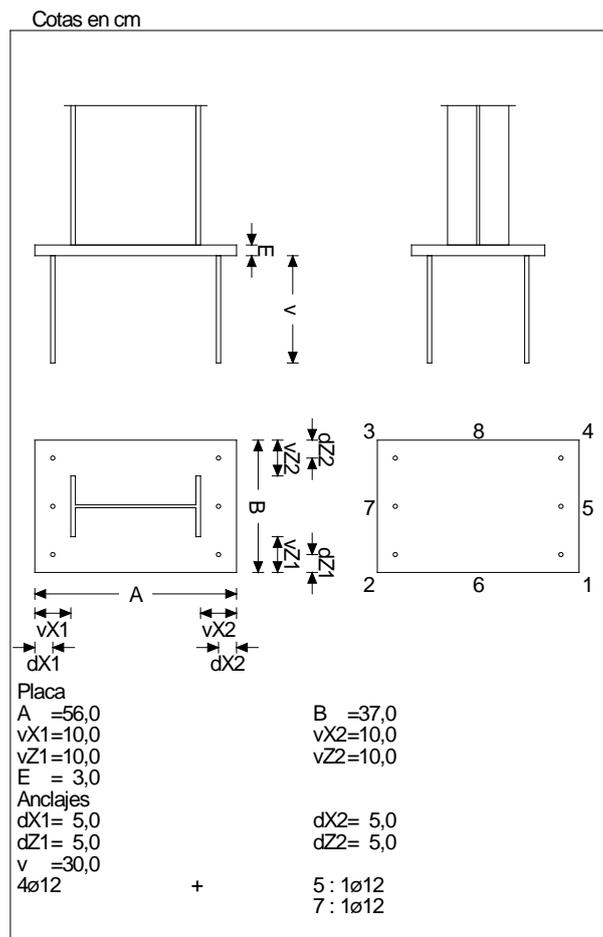
Placa base en flexión por compresión

Placa base en flexión por tracción

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo M_{x+}	2	+0,0	-11,1	+1,347	-4,929	+0,510	58,77%	Ok
Máximo M_{x-}	2	+39,2	-7,4	-0,549	+25,243	+0,144	20,55%	Ok
Máximo V_z	2	-2,8	+8,5	+1,215	+75,660	-0,509	58,64%	Ok
Pésima	2	+1,3	+11,1	+1,239	-40,967	-0,563	64,82%	Ok

Combinación	Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
	X (cm)	Z (cm)					
Máximo M_{z+}	2	-2,8	+1,227	-0,495	-0,509	58,64%	Ok
Máximo M_{z-}	2	+39,2	-1,023	+2,170	+0,144	38,32%	Ok
Máximo V_x	2	+0,0	+1,196	+85,750	+0,510	58,77%	Ok
Pésima	2	+1,3	+1,224	-41,671	-0,563	64,82%	Ok

Gráfica



8.8 Placa 7

Placa tipo: 6
 Pilar: 14
 Sección: _IPE 360
 Crecimiento: Centrada a 18;0 cm

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 58

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión.

Combinación		N _{Ed} (T)	M _{x,Ed} (T·m)	M _{z,Ed} (T·m)	N _{Rd} (T)	M _{x,Rd} (T·m)	M _{z,Rd} (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+1,707	+0,016	+1,162	+16,71 4	+0,148	+11,38 3	10,21%	Ok
Máxima tracción	2	-4,641	+0,059	-3,376	-7,553	+0,106	-5,495	61,44%	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máximo Mx+	2	-4,641	+0,059	-3,376	-7,553	+0,106	-5,495	61,44%	Ok
Máximo Mz+	1	+1,707	+0,016	+1,162	+16,714	+0,148	+11,383	10,21%	Ok
Máximo Mz-	2	-4,641	+0,059	-3,376	-7,553	+0,106	-5,495	61,44%	Ok
Pésima	2	-4,641	+0,059	-3,376	-7,553	+0,106	-5,495	61,44%	Ok

Pernos de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,575	+7,823	+3,072	+22,744	17,00%	Ok
Máxima tracción	2	+2,660	+7,823	+18,484	+22,744	92,05%	Ok
Máximo Mx+	2	+2,660	+7,823	+18,484	+22,744	92,05%	Ok
Máximo Mz+	1	+0,575	+7,823	+3,072	+22,744	17,00%	Ok
Máximo Mz-	2	+2,660	+7,823	+18,484	+22,744	92,05%	Ok
Pésima	2	+2,660	+7,823	+18,484	+22,744	92,05%	Ok

Placa base

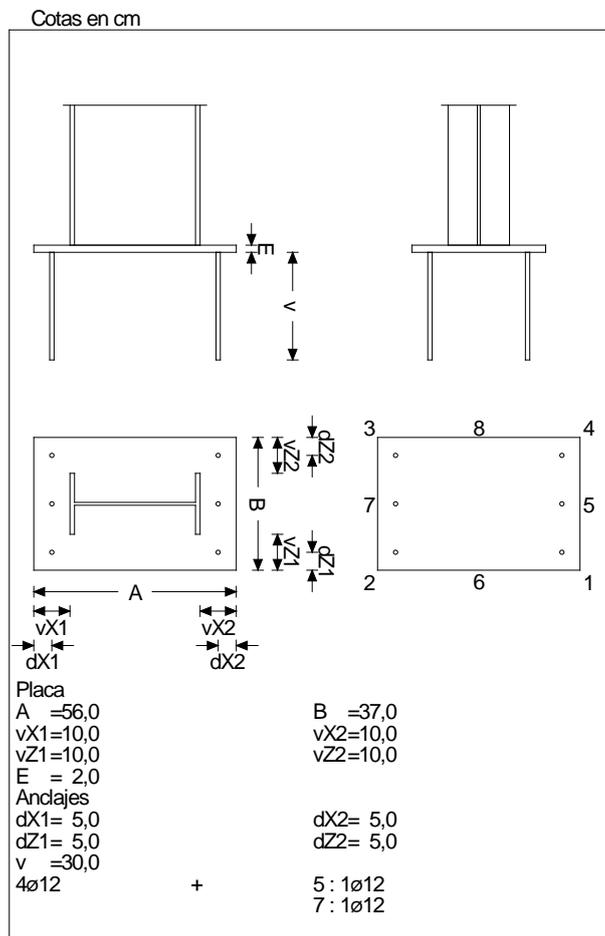
Placa base en flexión por compresión.

Placa base en flexión por tracción.

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	2	-2,8	+7,4	+0,996	+31,445	-0,302	37,30%	Ok
Máximo Mx-	2	+39,2	+7,4	-0,650	+28,000	-0,199	24,35%	Ok
Máximo Vz	2	-2,8	-8,5	+0,918	+57,292	+0,282	34,38%	Ok
Pésima	2	+1,3	-11,1	+0,838	-31,738	+0,401	46,14%	Ok

Combinación	Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento		
	X (cm)	Z (cm)						
Máximo M_{z+}	2	-2,8	-8,5	+1,077	+6,103	+0,282	40,35%	Ok
Máximo M_{z-}	2	+39,2	+7,4	-1,111	-4,551	-0,199	41,60%	Ok
Máximo V_x	2	+0,0	+11,1	+0,928	-60,709	-0,364	41,85%	Ok
Pésima	2	+1,3	-11,1	+0,922	+26,020	+0,401	46,14%	Ok

Gráfica



8.9 Placa 8

Placa tipo: 7
 Pilar: 16
 Sección: _IPE 360
 Crecimiento: Centrada a 18;0 cm

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 83

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión.

Combinación		N _{Ed} (T)	M _{x,Ed} (T·m)	M _{z,Ed} (T·m)	N _{Rd} (T)	M _{x,Rd} (T·m)	M _{z,Rd} (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+2,116	-0,001	+1,192	+31,72 2	-0,000	+17,87 0	6,67%	Ok
Máxima tracción	4	- 11,881	-0,007	-7,266	- 14,420	-0,000	-8,824	82,39 %	Ok
Máximo Mx-	2	- 11,019	-0,008	-6,781	- 14,360	+0,000	-8,837	76,73 %	Ok
Máximo	1	+2,116	-0,001	+1,192	+31,72	-0,000	+17,87	6,67%	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Mz+					2		0		
Máximo Mz-	4	11,881	-0,007	-7,266	14,420	-0,000	-8,824	82,39%	Ok
Pésima	4	11,881	-0,007	-7,266	14,420	-0,000	-8,824	82,39%	Ok

Pernos de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,512	+13,038	+3,345	+37,906	10,23%	Ok
Máxima tracción	4	+0,106	+13,038	+41,311	+37,906	78,66%	Ok
Máximo Mx-	2	+0,104	+13,038	+38,474	+37,906	73,29%	Ok
Máximo Mz+	1	+0,512	+13,038	+3,345	+37,906	10,23%	Ok
Máximo Mz-	4	+0,106	+13,038	+41,311	+37,906	78,66%	Ok
Pésima	4	+0,106	+13,038	+41,311	+37,906	78,66%	Ok

Placa base

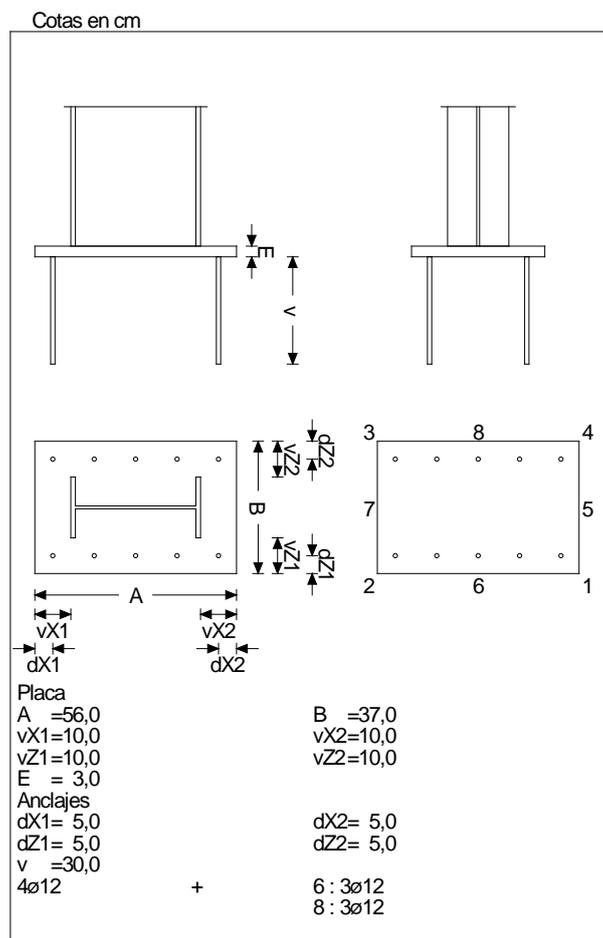
Placa base en flexión por compresión

Placa base en flexión por tracción.

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	4	+1,3	-11,1	+2,997	-22,941	-0,196	49,89%	Ok
Máximo Mx-	4	+39,2	-5,5	-1,660	+84,708	+0,491	27,64%	Ok
Máximo Vz	4	+2,8	-8,5	+2,332	121,893	-0,992	50,76%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-0,442	-45,252	+1,690	86,45%	Ok

Combinación		Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo M_{z+}	4	+1,3	-11,1	+2,114	+129,84 ₈	-0,196	42,11%	Ok
Máximo M_{z-}	4	+39,2	-7,4	-3,878	-22,118	+0,664	64,54%	Ok
Máximo V_x	4	+1,3	-11,1	+2,114	+129,84 ₈	-0,196	42,11%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-1,725	-61,438	+1,690	86,45%	Ok

Gráfica



8.10 Placa 9

Placa tipo: 8
 Pilar: 17
 Sección: _IPE 360
 Crecimiento: Centrada a 18;0 cm

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 83

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión

Combinación		N _{Ed} (T)	M _{x,Ed} (T·m)	M _{z,Ed} (T·m)	N _{Rd} (T)	M _{x,Rd} (T·m)	M _{z,Rd} (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+2,119	+0,002	+1,215	+30,97 7	+0,000	+17,74 7	6,84%	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima tracción	4	11,891	+0,006	-7,449	14,180	-0,000	-8,877	83,86 %	Ok
Máximo M_{x+}	2	11,028	+0,006	-6,954	14,108	-0,000	-8,893	78,16 %	Ok
Máximo M_{z+}	1	+2,119	+0,002	+1,215	+30,977	+0,000	+17,747	6,84%	Ok
Máximo M_{z-}	4	11,891	+0,006	-7,449	14,180	-0,000	-8,877	83,86 %	Ok
Pésima	4	11,891	+0,006	-7,449	14,180	-0,000	-8,877	83,86 %	Ok

Pernos de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,521	+13,038	+3,429	+37,906	10,46%	Ok
Máxima tracción	4	+0,147	+13,038	+42,046	+37,906	80,36%	Ok
Máximo M_{x+}	2	+0,066	+13,038	+39,192	+37,906	74,36%	Ok
Máximo M_{z+}	1	+0,521	+13,038	+3,429	+37,906	10,46%	Ok
Máximo M_{z-}	4	+0,147	+13,038	+42,046	+37,906	80,36%	Ok
Pésima	4	+0,147	+13,038	+42,046	+37,906	80,36%	Ok

Placa base

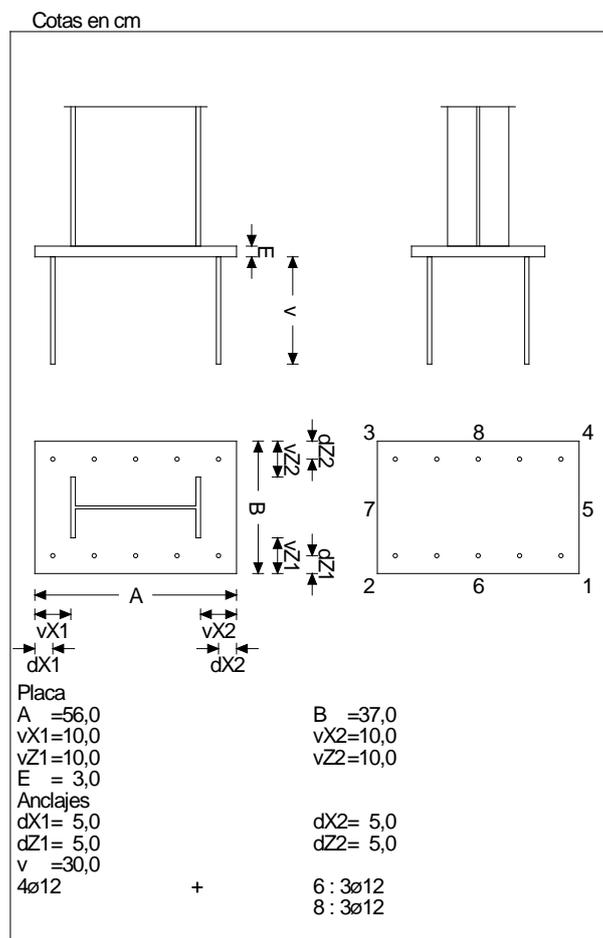
Placa base en flexión por compresión.

Placa base en flexión por tracción.

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo M_{x+}	4	+1,3	-11,1	+3,051	-23,351	-0,199	50,77%	Ok
Máximo M_{x-}	4	+39,2	-5,5	-1,702	+86,669	+0,504	28,33%	Ok
Máximo V_z	4	+39,2	-8,5	-1,372	+124,110	+0,629	40,25%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-0,468	-46,008	+1,725	88,28%	Ok

Combinación	n	Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo $Mz+$	4	+1,3	-11,1	+2,152	+132,156	-0,199	42,86%	Ok
Máximo $Mz-$	4	+39,2	-7,4	-3,966	-22,467	+0,680	66,01%	Ok
Máximo Vx	4	+1,3	-11,1	+2,152	+132,156	-0,199	42,86%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-1,773	-63,473	+1,725	88,28%	Ok

Gráfica



8.11 Placa 10

Placa tipo: 7
 Pilar: 18
 Sección: _IPE 360
 Crecimiento: Centrada a 18;0 cm

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 83

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión.

Combinación		N _{Ed} (T)	M _{x,Ed} (T·m)	M _{z,Ed} (T·m)	N _{Rd} (T)	M _{x,Rd} (T·m)	M _{z,Rd} (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+2,065	+0,000	+1,097	+34,55 0	-0,000	+18,33 3	5,98%	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima tracción	4	-11,894	-0,002	-7,392	-14,252	-0,000	-8,861	83,45 %	Ok
Máximo Mx+	1	+2,065	+0,000	+1,097	+34,550	-0,000	+18,333	5,98%	Ok
Máximo Mx-	4	-11,894	-0,002	-7,392	-14,252	-0,000	-8,861	83,45 %	Ok
Máximo Mz+	1	+2,065	+0,000	+1,097	+34,550	-0,000	+18,333	5,98%	Ok
Máximo Mz-	4	-11,894	-0,002	-7,392	-14,252	-0,000	-8,861	83,45 %	Ok
Pésima	4	-11,894	-0,002	-7,392	-14,252	-0,000	-8,861	83,45 %	Ok

Pernos de anclaje a cortante.

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,469	+13,038	+2,997	+37,906	9,25%	Ok
Máxima tracción	4	+0,149	+13,038	+41,844	+37,906	79,99%	Ok
Máximo Mx+	1	+0,469	+13,038	+2,997	+37,906	9,25%	Ok
Máximo Mx-	4	+0,149	+13,038	+41,844	+37,906	79,99%	Ok
Máximo Mz+	1	+0,469	+13,038	+2,997	+37,906	9,25%	Ok
Máximo Mz-	4	+0,149	+13,038	+41,844	+37,906	79,99%	Ok
Pésima	4	+0,149	+13,038	+41,844	+37,906	79,99%	Ok

Placa base

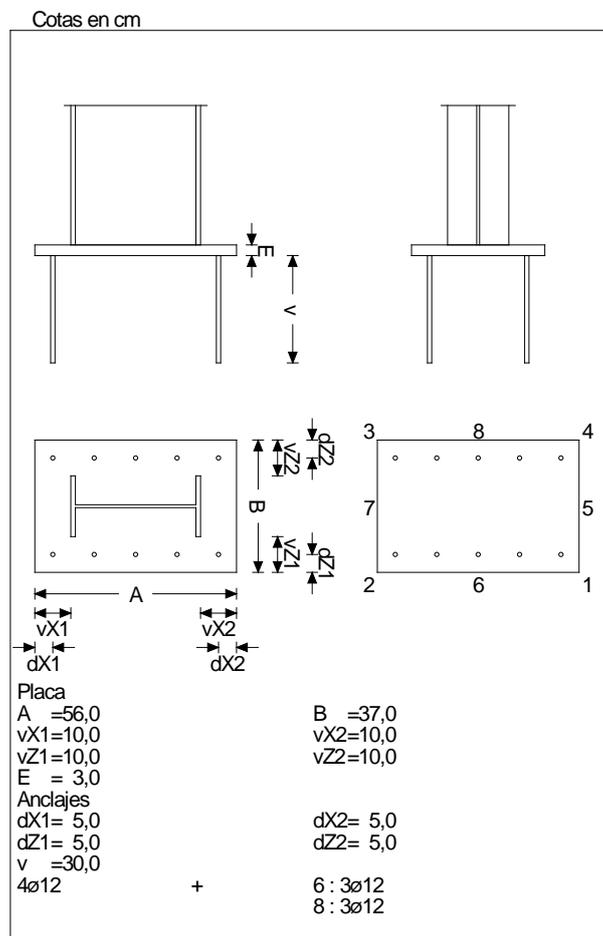
Placa base en flexión por compresión.

Placa base en flexión por tracción.

Combinación	n	Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	4	+1,3	-11,1	+3,036	-23,238	-0,198	50,53%	Ok
Máximo Mx-	4	+39,2	-5,5	-1,690	+86,117	+0,500	28,13%	Ok
Máximo Vz	4	+2,8	-8,5	+2,362	-123,465	-1,005	51,41%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-0,460	-45,801	+1,715	87,77%	Ok

Combinación	n	Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo $Mz+$	4	+1,3	-11,1	+2,141	+131,52 ₁	-0,198	42,65%	Ok
Máximo $Mz-$	4	+39,2	-7,4	-3,941	-22,372	+0,675	65,60%	Ok
Máximo Vx	4	+1,3	-11,1	+2,141	+131,52 ₁	-0,198	42,65%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-1,759	-62,887	+1,715	87,77%	Ok

Gráfica



8.12 Placa 11

Placa tipo: 8
 Pilar: 19
 Sección: _IPE 360
 Crecimiento: Centrada a 18;0 cm

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 83

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión.

Combinación		N _{Ed} (T)	M _{x,Ed} (T·m)	M _{z,Ed} (T·m)	N _{Rd} (T)	M _{x,Rd} (T·m)	M _{z,Rd} (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+2,068	+0,001	+1,123	+33,41 9	-0,000	+18,14 8	6,19%	Ok
Máxima tracción	4	- 11,945	+0,000	-7,530	- 14,108	-0,000	-8,893	84,67 %	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máximo Mx+	1	+2,068	+0,001	+1,123	+33,41 ₉	-0,000	+18,14 ₈	6,19%	Ok
Máximo Mz+	1	+2,068	+0,001	+1,123	+33,41 ₉	-0,000	+18,14 ₈	6,19%	Ok
Máximo Mz-	4	-11,945	+0,000	-7,530	-14,108	-0,000	-8,893	84,67%	Ok
Pésima	4	-11,945	+0,000	-7,530	-14,108	-0,000	-8,893	84,67%	Ok

Pernos de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,479	+13,038	+3,103	+37,906	9,52%	Ok
Máxima tracción	4	+0,192	+13,038	+42,454	+37,906	81,47%	Ok
Máximo Mx+	1	+0,479	+13,038	+3,103	+37,906	9,52%	Ok
Máximo Mz+	1	+0,479	+13,038	+3,103	+37,906	9,52%	Ok
Máximo Mz-	4	+0,192	+13,038	+42,454	+37,906	81,47%	Ok
Pésima	4	+0,192	+13,038	+42,454	+37,906	81,47%	Ok

Placa base

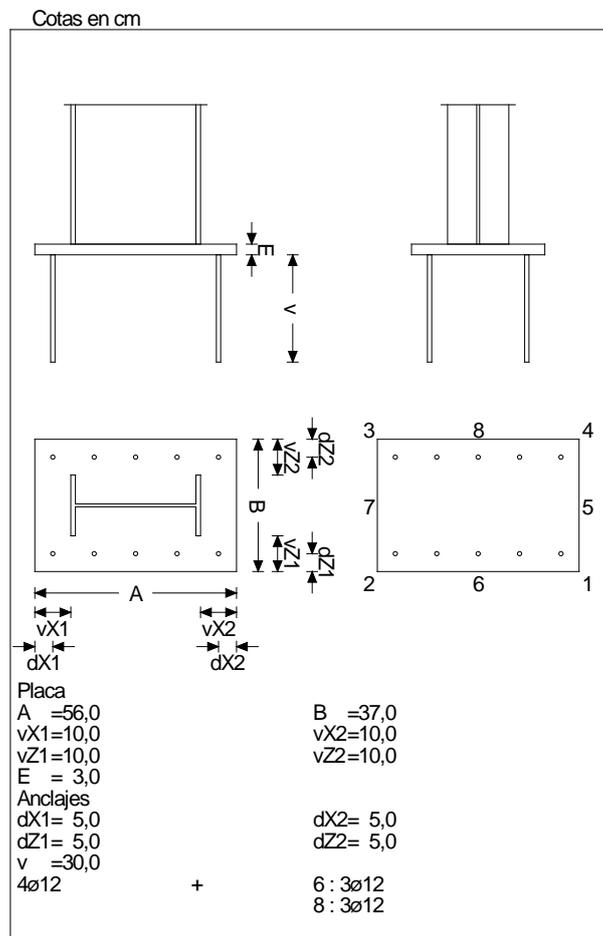
Placa base en flexión por compresión.

Placa base en flexión por tracción.

Combinación	n	Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	4	+1,3	-11,1	+3,080	-23,578	-0,201	51,27%	Ok
Máximo Mx-	4	+39,2	-5,5	-1,722	+87,647	+0,510	28,66%	Ok
Máximo Vz	4	+39,2	-8,5	-1,389	+125,58 ₈	+0,636	40,73%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-0,478	-46,440	+1,744	89,23%	Ok

Combinación	n	Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo M_{z+}	4	+1,3	-11,1	+2,172	+133,438	-0,201	43,27%	Ok
Máximo M_{z-}	4	+39,2	-7,4	-4,010	-22,672	+0,688	66,74%	Ok
Máximo V_x	4	+1,3	-11,1	+2,172	+133,438	-0,201	43,27%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-1,795	-64,374	+1,744	89,23%	Ok

Gráfica



8.13 Placa 12

Placa tipo: 7
 Pilar: 20
 Sección: _IPE 360
 Crecimiento: Centrada a 18;0 cm

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 83

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión.

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+2,059	+0,000	+1,086	+34,828	-0,000	+18,378	5,91%	Ok
Máxima tracción	4	-11,832	-0,001	-7,167	-14,528	-0,000	-8,800	81,44%	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máximo Mx+	1	+2,059	+0,000	+1,086	+34,828	-0,000	+18,378	5,91%	Ok
Máximo Mx-	4	-11,832	-0,001	-7,167	-14,528	-0,000	-8,800	81,44%	Ok
Máximo Mz+	1	+2,059	+0,000	+1,086	+34,828	-0,000	+18,378	5,91%	Ok
Máximo Mz-	4	-11,832	-0,001	-7,167	-14,528	-0,000	-8,800	81,44%	Ok
Pésima	4	-11,832	-0,001	-7,167	-14,528	-0,000	-8,800	81,44%	Ok

Pernos de anclaje a cortante.

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,461	+13,038	+2,964	+37,906	9,12%	Ok
Máxima tracción	4	+0,003	+13,038	+40,835	+37,906	76,97%	Ok
Máximo Mx+	1	+0,461	+13,038	+2,964	+37,906	9,12%	Ok
Máximo Mx-	4	+0,003	+13,038	+40,835	+37,906	76,97%	Ok
Máximo Mz+	1	+0,461	+13,038	+2,964	+37,906	9,12%	Ok
Máximo Mz-	4	+0,003	+13,038	+40,835	+37,906	76,97%	Ok
Pésima	4	+0,003	+13,038	+40,835	+37,906	76,97%	Ok

Placa base

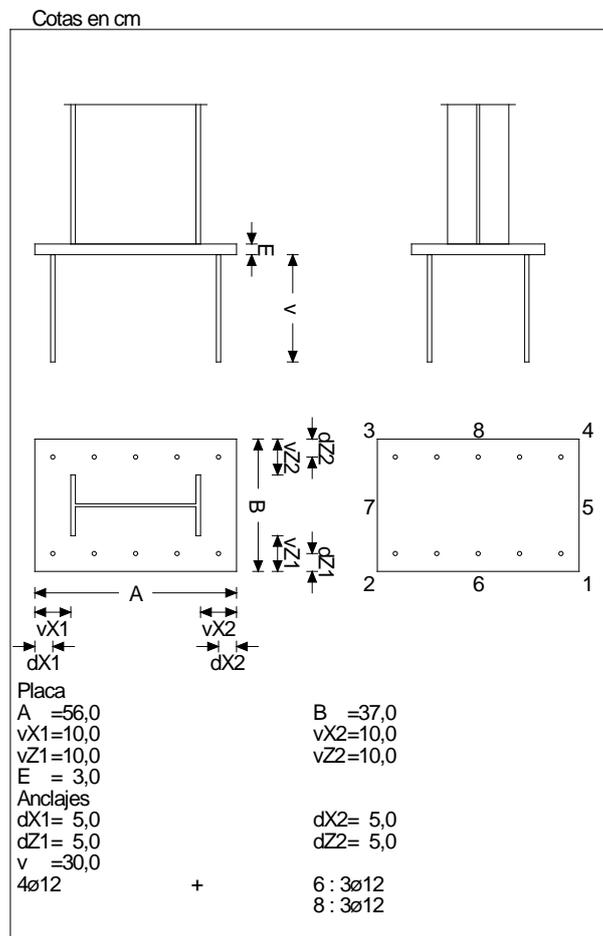
Placa base en flexión por compresión.

Placa base en flexión por tracción.

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	4	+1,3	-11,1	+2,963	-22,675	-0,194	49,31%	Ok
Máximo Mx-	4	+39,2	-5,5	-1,636	+83,532	+0,484	27,23%	Ok
Máximo Vz	4	+2,8	-8,5	+2,305	-120,487	-0,981	50,18%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-0,429	-44,751	+1,668	85,32%	Ok

Combinación		Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo M_{z+}	4	+1,3	-11,1	+2,090	+128,35 0	-0,194	41,62%	Ok
Máximo M_{z-}	4	+39,2	-7,4	-3,825	-21,882	+0,654	63,66%	Ok
Máximo V_x	4	+1,3	-11,1	+2,090	+128,35 0	-0,194	41,62%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-1,698	-60,316	+1,668	85,32%	Ok

Gráfica



8.14 Placa 13

Placa tipo: 8
 Pilar: 21
 Sección: _IPE 360
 Crecimiento: Centrada a 18;0 cm

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 83

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión.

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+2,061	+0,000	+1,109	+33,89 ₃	-0,000	+18,22 ₅	6,08%	Ok
Máxima tracción	4	-11,859	-0,001	-7,258	-14,420	-0,000	-8,824	82,24%	Ok
Máximo	1	+2,061	+0,000	+1,109	+33,89	-0,000	+18,22	6,08%	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Mx+					3		5		
Máximo Mx-	4	11,859	-0,001	-7,258	14,420	-0,000	-8,824	82,24%	Ok
Máximo Mz+	1	+2,061	+0,000	+1,109	+33,893	-0,000	+18,225	6,08%	Ok
Máximo Mz-	4	11,859	-0,001	-7,258	14,420	-0,000	-8,824	82,24%	Ok
Pésima	4	11,859	-0,001	-7,258	14,420	-0,000	-8,824	82,24%	Ok

Pernos de anclaje a cortante.

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,473	+13,038	+3,049	+37,906	9,37%	Ok
Máxima tracción	4	+0,096	+13,038	+41,236	+37,906	78,44%	Ok
Máximo Mx+	1	+0,473	+13,038	+3,049	+37,906	9,37%	Ok
Máximo Mx-	4	+0,096	+13,038	+41,236	+37,906	78,44%	Ok
Máximo Mz+	1	+0,473	+13,038	+3,049	+37,906	9,37%	Ok
Máximo Mz-	4	+0,096	+13,038	+41,236	+37,906	78,44%	Ok
Pésima	4	+0,096	+13,038	+41,236	+37,906	78,44%	Ok

Placa base

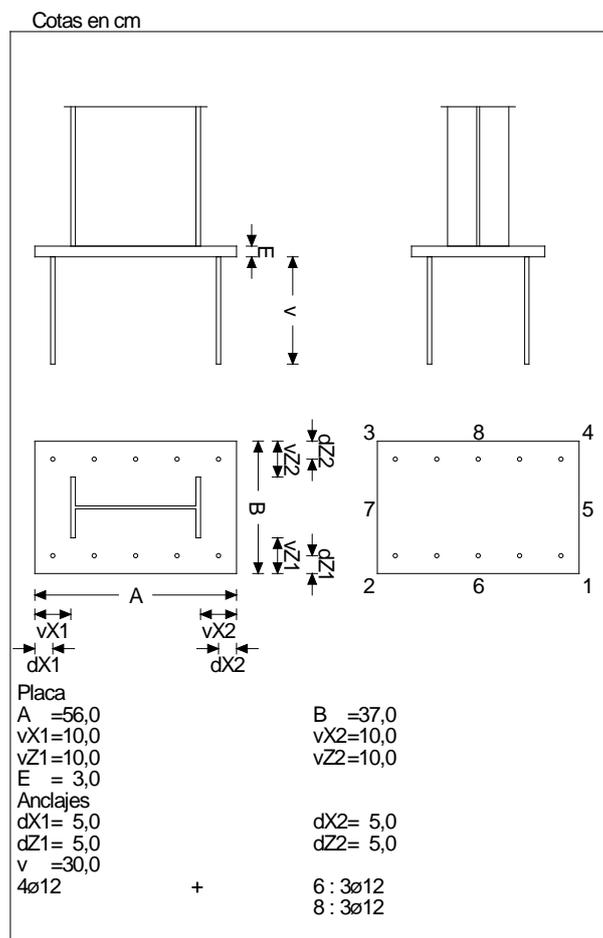
Placa base en flexión por compresión.

Placa base en flexión por tracción.

Combinación	n	Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	4	+1,3	-11,1	+2,992	-22,899	-0,196	49,80%	Ok
Máximo Mx-	4	+39,2	-5,5	-1,657	+84,553	+0,490	27,58%	Ok
Máximo Vz	4	+2,8	-8,5	+2,327	-121,670	-0,990	50,67%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-0,441	-45,169	+1,686	86,29%	Ok

Combinación		Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo M_{z+}	4	+1,3	-11,1	+2,110	+129,61 ₀	-0,196	42,03%	Ok
Máximo M_{z-}	4	+39,2	-7,4	-3,871	-22,077	+0,662	64,43%	Ok
Máximo V_x	4	+1,3	-11,1	+2,110	+129,61 ₀	-0,196	42,03%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-1,722	-61,325	+1,686	86,29%	Ok

Gráfica



8.15 Placa 14

Placa tipo: 7
 Pilar: 22
 Sección: _IPE 360
 Crecimiento: Centrada a 18;0 cm

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 83

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión.

Combinación		N _{Ed} (T)	M _{x,Ed} (T·m)	M _{z,Ed} (T·m)	N _{Rd} (T)	M _{x,Rd} (T·m)	M _{z,Rd} (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+2,056	+0,001	+1,081	+35,01 3	-0,000	+18,40 8	5,87%	Ok
Máxima tracción	4	- 11,777	-0,001	-7,188	- 14,444	-0,000	-8,819	81,54 %	Ok
Máximo	1	+2,056	+0,001	+1,081	+35,01	-0,000	+18,40	5,87%	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Mx+					3		8		
Máximo Mx-	4	11,777	-0,001	-7,188	14,444	-0,000	-8,819	81,54%	Ok
Máximo Mz+	1	+2,056	+0,001	+1,081	+35,013	-0,000	+18,408	5,87%	Ok
Máximo Mz-	4	11,777	-0,001	-7,188	14,444	-0,000	-8,819	81,54%	Ok
Pésima	4	11,777	-0,001	-7,188	14,444	-0,000	-8,819	81,54%	Ok

Pernos de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,462	+13,038	+2,944	+37,906	9,09%	Ok
Máxima tracción	4	+0,058	+13,038	+40,883	+37,906	77,48%	Ok
Máximo Mx+	1	+0,462	+13,038	+2,944	+37,906	9,09%	Ok
Máximo Mx-	4	+0,058	+13,038	+40,883	+37,906	77,48%	Ok
Máximo Mz+	1	+0,462	+13,038	+2,944	+37,906	9,09%	Ok
Máximo Mz-	4	+0,058	+13,038	+40,883	+37,906	77,48%	Ok
Pésima	4	+0,058	+13,038	+40,883	+37,906	77,48%	Ok

Placa base

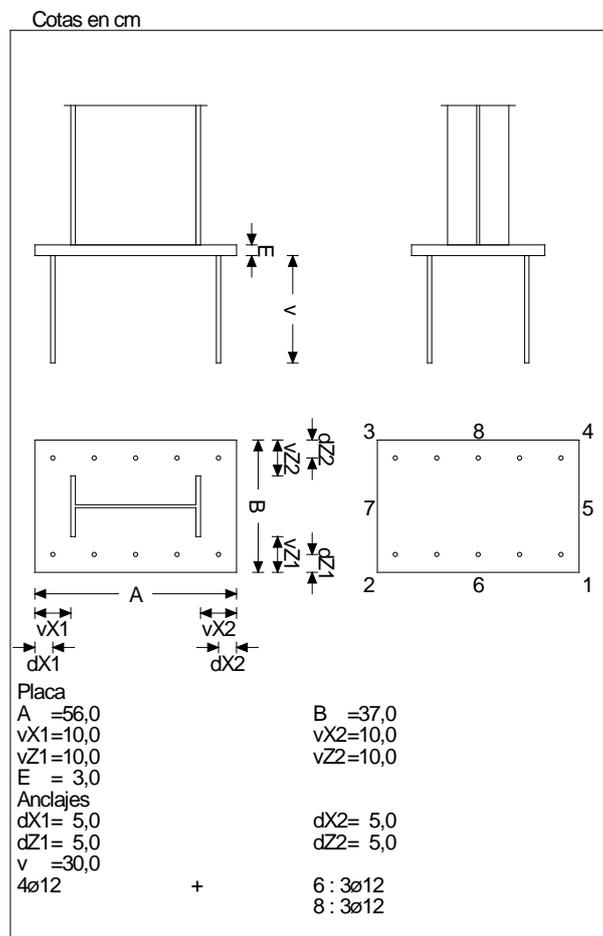
Placa base en flexión por compresión.

Placa base en flexión por tracción.

Combinación	n	Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	4	+1,3	-11,1	+2,966	-22,703	-0,194	49,37%	Ok
Máximo Mx-	4	+39,2	-5,5	-1,642	+83,786	+0,486	27,33%	Ok
Máximo Vz	4	+2,8	-8,5	+2,307	-120,630	-0,982	50,24%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-0,436	-44,787	+1,671	85,53%	Ok

Combinación		Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo M_{z+}	4	+1,3	-11,1	+2,092	+128,50 2	-0,194	41,67%	Ok
Máximo M_{z-}	4	+39,2	-7,4	-3,836	-21,893	+0,656	63,85%	Ok
Máximo V_x	4	+1,3	-11,1	+2,092	+128,50 2	-0,194	41,67%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-1,706	-60,709	+1,671	85,53%	Ok

Gráfica



8.16 Placa 15

Placa tipo: 8
 Pilar: 23
 Sección: _IPE 360
 Crecimiento: Centrada a 18;0 cm

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 83

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión.

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+2,059	+0,000	+1,108	+33,89 3	-0,000	+18,22 5	6,08%	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima tracción	4	11,832	-0,000	-7,332	14,276	-0,000	-8,856	82,88 %	Ok
Máximo Mx+	1	+2,059	+0,000	+1,108	+33,893	-0,000	+18,225	6,08%	Ok
Máximo Mx-	4	11,832	-0,000	-7,332	14,276	-0,000	-8,856	82,88 %	Ok
Máximo Mz+	1	+2,059	+0,000	+1,108	+33,893	-0,000	+18,225	6,08%	Ok
Máximo Mz-	4	11,832	-0,000	-7,332	14,276	-0,000	-8,856	82,88 %	Ok
Pésima	4	11,832	-0,000	-7,332	14,276	-0,000	-8,856	82,88 %	Ok

Pernos de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,472	+13,038	+3,046	+37,906	9,36%	Ok
Máxima tracción	4	+0,103	+13,038	+41,556	+37,906	79,09%	Ok
Máximo Mx+	1	+0,472	+13,038	+3,046	+37,906	9,36%	Ok
Máximo Mx-	4	+0,103	+13,038	+41,556	+37,906	79,09%	Ok
Máximo Mz+	1	+0,472	+13,038	+3,046	+37,906	9,36%	Ok
Máximo Mz-	4	+0,103	+13,038	+41,556	+37,906	79,09%	Ok
Pésima	4	+0,103	+13,038	+41,556	+37,906	79,09%	Ok

Placa base

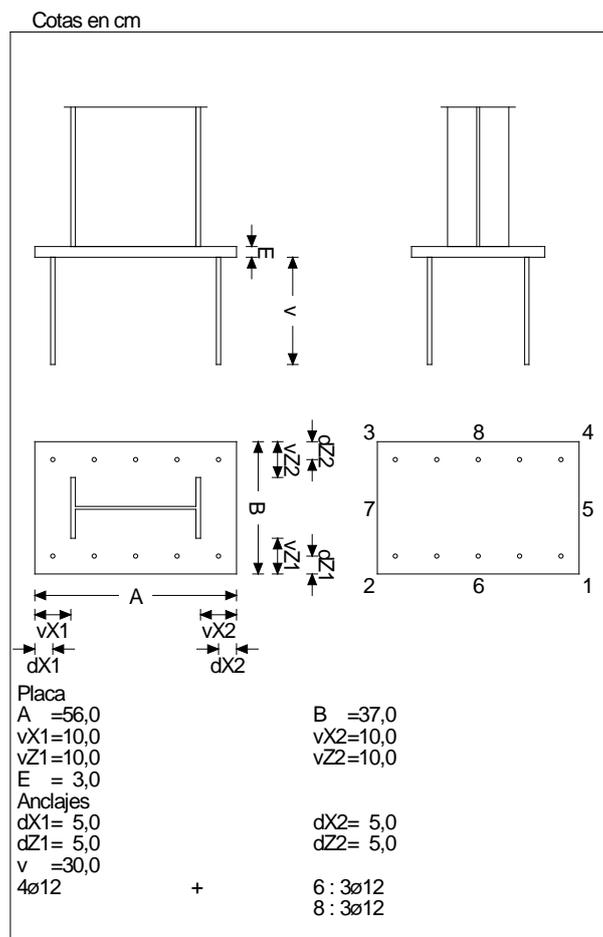
Placa base en flexión por compresión.

Placa base en flexión por tracción.

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	4	+1,3	-11,1	+3,015	-23,078	-0,197	50,18%	Ok
Máximo Mx-	4	+39,2	-5,5	-1,677	+85,479	+0,496	27,92%	Ok
Máximo Vz	4	+2,8	-8,5	+2,345	-122,614	-0,998	51,06%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-0,455	-45,491	+1,703	87,13%	Ok

Combinación		Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mz+	4	+1,3	-11,1	+2,127	+130,615	-0,197	42,36%	Ok
Máximo Mz-	4	+39,2	-7,4	-3,912	-22,222	+0,670	65,11%	Ok
Máximo Vx	4	+1,3	-11,1	+2,127	+130,615	-0,197	42,36%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-1,745	-62,360	+1,703	87,13%	Ok

Gráfica



8.17 Placa 16

Placa tipo: 7
 Pilar: 24
 Sección: _IPE 360
 Crecimiento: Centrada a 18;0 cm

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 83

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión

Combinación		N _{Ed} (T)	M _{x,Ed} (T·m)	M _{z,Ed} (T·m)	N _{Rd} (T)	M _{x,Rd} (T·m)	M _{z,Rd} (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+2,067	+0,001	+1,096	+34,55 0	-0,000	+18,33 3	5,98%	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima tracción	4	- 11,938	-0,000	-7,371	- 14,324	+0,000	-8,845	83,34 %	Ok
Máximo Mx+	1	+2,067	+0,001	+1,096	+34,55 0	-0,000	+18,33 3	5,98%	Ok
Máximo Mx-	4	- 11,938	-0,000	-7,371	- 14,324	+0,000	-8,845	83,34 %	Ok
Máximo Mz+	1	+2,067	+0,001	+1,096	+34,55 0	-0,000	+18,33 3	5,98%	Ok
Máximo Mz-	4	- 11,938	-0,000	-7,371	- 14,324	+0,000	-8,845	83,34 %	Ok
Pésima	4	- 11,938	-0,000	-7,371	- 14,324	+0,000	-8,845	83,34 %	Ok

Pernos de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,470	+13,038	+2,999	+37,906	9,25%	Ok
Máxima tracción	4	+0,156	+13,038	+41,788	+37,906	79,94%	Ok
Máximo Mx+	1	+0,470	+13,038	+2,999	+37,906	9,25%	Ok
Máximo Mx-	4	+0,156	+13,038	+41,788	+37,906	79,94%	Ok
Máximo Mz+	1	+0,470	+13,038	+2,999	+37,906	9,25%	Ok
Máximo Mz-	4	+0,156	+13,038	+41,788	+37,906	79,94%	Ok
Pésima	4	+0,156	+13,038	+41,788	+37,906	79,94%	Ok

Placa base

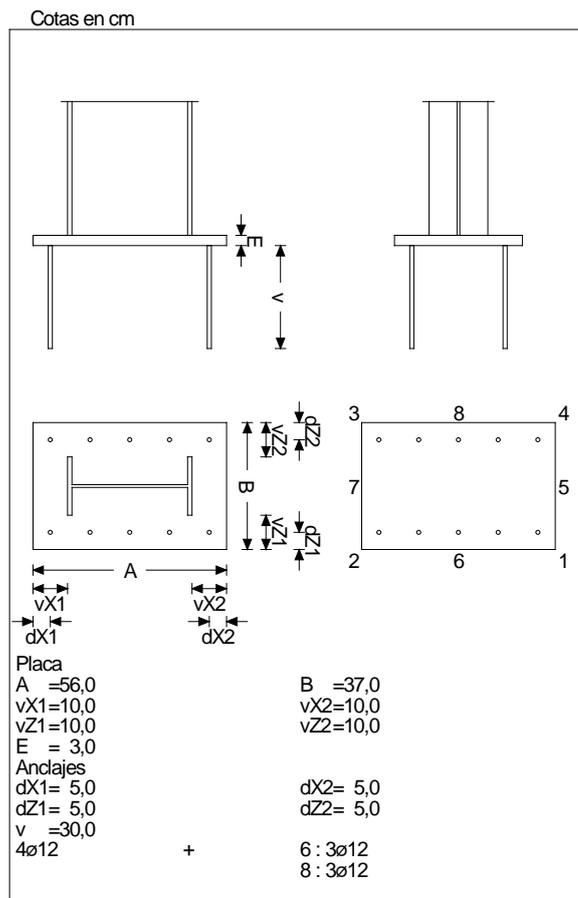
Placa base en flexión por compresión.

Placa base en flexión por tracción.

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	4	+1,3	-11,1	+3,032	-23,207	-0,198	50,46%	Ok
Máximo Mx-	4	+39,2	-5,5	-1,684	+85,867	+0,498	28,03%	Ok
Máximo Vz	4	+2,8	-8,5	+2,359	-123,301	-1,003	51,35%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-0,454	-45,755	+1,711	87,56%	Ok

Combinación	Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento		
	X (cm)	Z (cm)						
Máximo M_{z+}	4	+1,3	-11,1	+2,138	+131,34 7	-0,198	42,59%	Ok
Máximo M_{z-}	4	+39,2	-7,4	-3,930	-22,356	+0,673	65,42%	Ok
Máximo V_x	4	+1,3	-11,1	+2,138	+131,34 7	-0,198	42,59%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-1,752	-62,522	+1,711	87,56%	Ok

Gráfica



8.18 Placa 17

Placa tipo: 9
 Pilar: 25
 Sección: _IPE 360
 Crecimiento: Centrada a 18;0 cm

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 83

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión.

Combinación		N _{Ed} (T)	M _{x,Ed} (T·m)	M _{z,Ed} (T·m)	N _{Rd} (T)	M _{x,Rd} (T·m)	M _{z,Rd} (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+2,068	+0,000	+1,126	+33,323	-0,000	+18,132	6,21%	Ok
Máxima tracción	4	-11,943	-0,001	-7,601	-14,012	-0,000	-8,914	85,23%	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máximo Mx+	1	+2,068	+0,000	+1,126	+33,323	0,000	+18,132	6,21%	Ok
Máximo Mx-	4	-11,943	-0,001	-7,601	-14,012	0,000	-8,914	85,23%	Ok
Máximo Mz+	1	+2,068	+0,000	+1,126	+33,323	0,000	+18,132	6,21%	Ok
Máximo Mz-	4	-11,943	-0,001	-7,601	-14,012	0,000	-8,914	85,23%	Ok
Pésima	4	-11,943	-0,001	-7,601	-14,012	0,000	-8,914	85,23%	Ok

Pernos de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,480	+13,038	+3,112	+37,906	9,54%	Ok
Máxima tracción	4	+0,208	+13,038	+42,736	+37,906	82,13%	Ok
Máximo Mx+	1	+0,480	+13,038	+3,112	+37,906	9,54%	Ok
Máximo Mx-	4	+0,208	+13,038	+42,736	+37,906	82,13%	Ok
Máximo Mz+	1	+0,480	+13,038	+3,112	+37,906	9,54%	Ok
Máximo Mz-	4	+0,208	+13,038	+42,736	+37,906	82,13%	Ok
Pésima	4	+0,208	+13,038	+42,736	+37,906	82,13%	Ok

Placa base

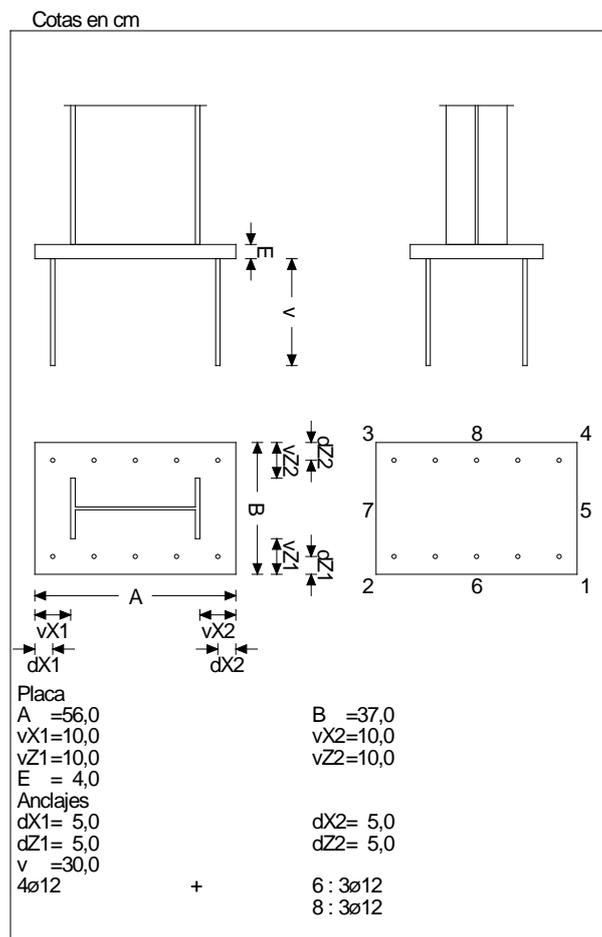
Placa base en flexión por compresión.

Placa base en flexión por tracción.

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	4	+1,3	-11,1	+3,153	-20,391	-0,247	29,52%	Ok
Máximo Mx-	4	+39,2	-3,7	-1,640	+75,999	+0,324	18,48%	Ok
Máximo Vz	4	+39,2	-8,5	-1,242	+111,426	+0,730	27,10%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-0,459	-18,451	+1,760	50,65%	Ok

Combinación	Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
	X (cm)	Z (cm)					
Máximo M_{z+}	4	+1,3	-11,1	+1,953	+121,338	-0,247	29,51% Ok
Máximo M_{z-}	4	+39,2	-8,5	-4,045	-50,624	+0,730	37,87% Ok
Máximo V_x	4	+1,3	-11,1	+1,953	+121,338	-0,247	29,51% Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-1,793	-51,681	+1,760	50,65% Ok

Gráfica



8.19 Placa 18

Placa tipo: 7
 Pilar: 26
 Sección: _IPE 360
 Crecimiento: Centrada a 18;0 cm

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 83

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje a tracción / compresión.

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+2,116	+0,002	+1,187	+31,869	-0,000	+17,894	6,64%	Ok
Máxima tracción	4	-11,846	+0,005	-7,195	-14,492	-0,000	-8,808	81,74%	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máximo Mx+	2	- 10,984	+0,006	-6,712	- 14,444	-0,000	-8,819	76,04 %	Ok
Máximo Mz+	1	+2,116	+0,002	+1,187	+31,86 9	-0,000	+17,89 4	6,64%	Ok
Máximo Mz-	4	- 11,846	+0,005	-7,195	- 14,492	-0,000	-8,808	81,74 %	Ok
Pésima	4	- 11,846	+0,005	-7,195	- 14,492	-0,000	-8,808	81,74 %	Ok

Pernos de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,511	+13,038	+3,329	+37,906	10,19%	Ok
Máxima tracción	4	+0,075	+13,038	+40,985	+37,906	77,81%	Ok
Máximo Mx+	2	+0,134	+13,038	+38,129	+37,906	72,87%	Ok
Máximo Mz+	1	+0,511	+13,038	+3,329	+37,906	10,19%	Ok
Máximo Mz-	4	+0,075	+13,038	+40,985	+37,906	77,81%	Ok
Pésima	4	+0,075	+13,038	+40,985	+37,906	77,81%	Ok

Placa base

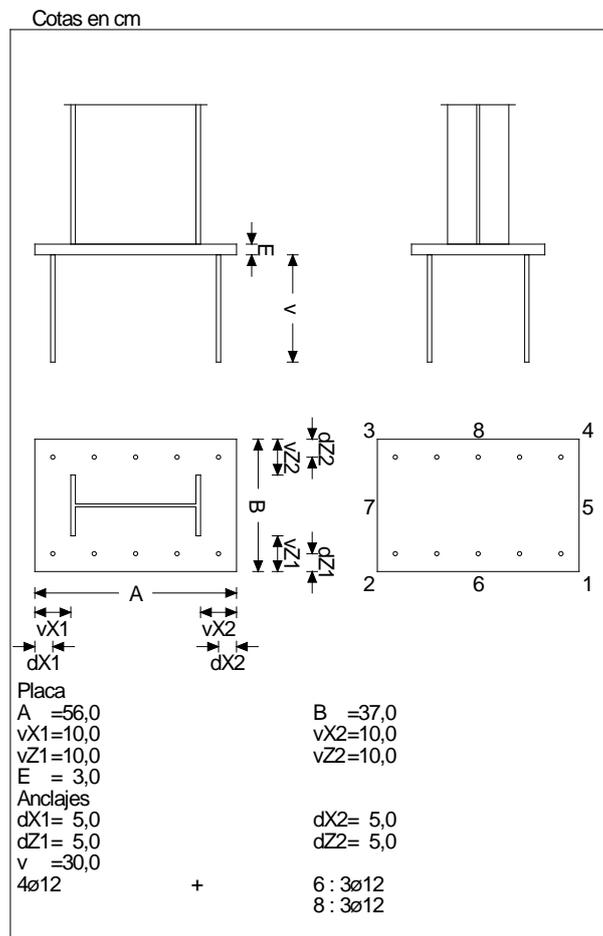
Placa base en flexión por compresión.

Placa base en flexión por tracción.

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	4	+1,3	-11,1	+2,974	-22,759	-0,194	49,49%	Ok
Máximo Mx-	4	+39,2	-5,5	-1,644	+83,906	+0,486	27,36%	Ok
Máximo Vz	4	+2,8	-8,5	+2,313	- 120,930	-0,984	50,36%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-0,433	-44,908	+1,674	85,68%	Ok

Combinación	Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento		
	X (cm)	Z (cm)						
Máximo M_{z+}	4	+1,3	-11,1	+2,097	+128,82 2	-0,194	41,77%	Ok
Máximo M_{z-}	4	+39,2	-7,4	-3,842	-21,956	+0,657	63,94%	Ok
Máximo V_x	4	+1,3	-11,1	+2,097	+128,82 2	-0,194	41,77%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-1,707	-60,676	+1,674	85,68%	Ok

Gráfica



8.20 Placa 19

Placa tipo: 8
 Pilar: 27
 Sección: _IPE 360
 Crecimiento: Centrada a 18;0 cm

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 83

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión.

Combinación		N _{Ed} (T)	M _{x,Ed} (T·m)	M _{z,Ed} (T·m)	N _{Rd} (T)	M _{x,Rd} (T·m)	M _{z,Rd} (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+2,117	-0,002	+1,217	+30,827	-0,000	+17,722	6,87%	Ok
Máxima tracción	4	-11,863	-0,006	-7,414	-14,204	+0,000	-8,871	83,52%	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máximo Mx-	2	- 11,00 1	-0,007	-6,918	- 14,13 2	+0,00 0	-8,887	77,84 %	Ok
Máximo Mz+	1	+2,11 7	-0,002	+1,21 7	+30,8 27	-0,000	+17,7 22	6,87%	Ok
Máximo Mz-	4	- 11,86 3	-0,006	-7,414	- 14,20 4	+0,00 0	-8,871	83,52 %	Ok
Pésima	4	- 11,86 3	-0,006	-7,414	- 14,20 4	+0,00 0	-8,871	83,52 %	Ok

Pernos de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,521	+13,038	+3,444	+37,906	10,48%	Ok
Máxima tracción	4	+0,130	+13,038	+41,878	+37,906	79,91%	Ok
Máximo Mx-	2	+0,083	+13,038	+39,031	+37,906	74,18%	Ok
Máximo Mz+	1	+0,521	+13,038	+3,444	+37,906	10,48%	Ok
Máximo Mz-	4	+0,130	+13,038	+41,878	+37,906	79,91%	Ok
Pésima	4	+0,130	+13,038	+41,878	+37,906	79,91%	Ok

Placa base

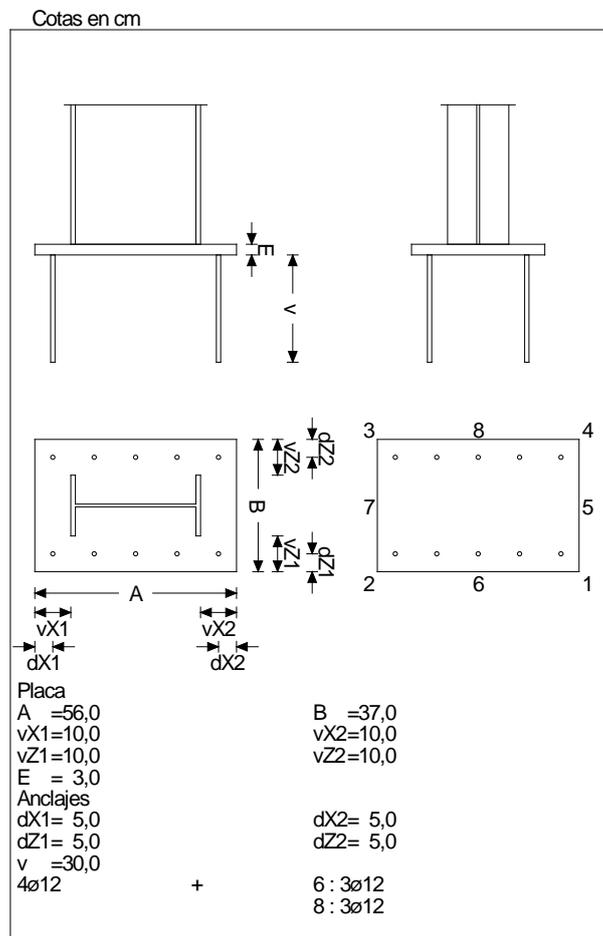
Placa base en flexión por compresión.

Placa base en flexión por tracción.

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	4	+1,3	-11,1	+3,039	-23,258	-0,199	50,57%	Ok
Máximo Mx-	4	+39,2	-5,5	-1,694	+86,27 8	+0,501	28,19%	Ok
Máximo Vz	4	+2,8	-8,5	+2,364	- 123,566	-1,006	51,45%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-0,464	-45,829	+1,718	87,90%	Ok

Combinación		Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo M_{z+}	4	+1,3	-11,1	+2,143	+131,62 ₉	-0,199	42,69%	Ok
Máximo M_{z-}	4	+39,2	-7,4	-3,948	-22,382	+0,677	65,71%	Ok
Máximo V_x	4	+1,3	-11,1	+2,143	+131,62 ₉	-0,199	42,69%	Ok
Pésima	4	+36,0	-11,1	-1,764	-63,126	+1,718	87,90%	Ok

Gráfica



8.21 Placa 20

Placa tipo: 5
 Pilar: 28
 Sección: _IPE 360
 Crecimiento: Centrada a 18;0 cm

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 63

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje tracción / compresión.

Combinación		N _{Ed} (T)	M _{x,Ed} (T·m)	M _{z,Ed} (T·m)	N _{Rd} (T)	M _{x,Rd} (T·m)	M _{z,Rd} (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+1,71 0	+0,01 6	+1,15 3	+15,5 51	+0,14 1	+10,4 78	11,00 %	Ok
Máxima tracción	2	-4,802	+0,06 0	-3,262	-7,221	+0,09 1	-4,904	66,50 %	Ok
Máximo Mx+	2	-4,802	+0,06 0	-3,262	-7,221	+0,09 1	-4,904	66,50 %	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máximo Mz+	1	+1,710	+0,016	+1,153	+15,551	+0,141	+10,478	11,00%	Ok
Máximo Mz-	2	-4,802	+0,060	-3,262	-7,221	+0,091	-4,904	66,50%	Ok
Pésima	2	-4,802	+0,060	-3,262	-7,221	+0,091	-4,904	66,50%	Ok

Pernos de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,570	+7,099	+3,002	+20,638	18,42%	Ok
Máxima tracción	2	+2,614	+7,099	+18,153	+20,638	99,66%	Ok
Máximo Mx+	2	+2,614	+7,099	+18,153	+20,638	99,66%	Ok
Máximo Mz+	1	+0,570	+7,099	+3,002	+20,638	18,42%	Ok
Máximo Mz-	2	+2,614	+7,099	+18,153	+20,638	99,66%	Ok
Pésima	2	+2,614	+7,099	+18,153	+20,638	99,66%	Ok

Placa base

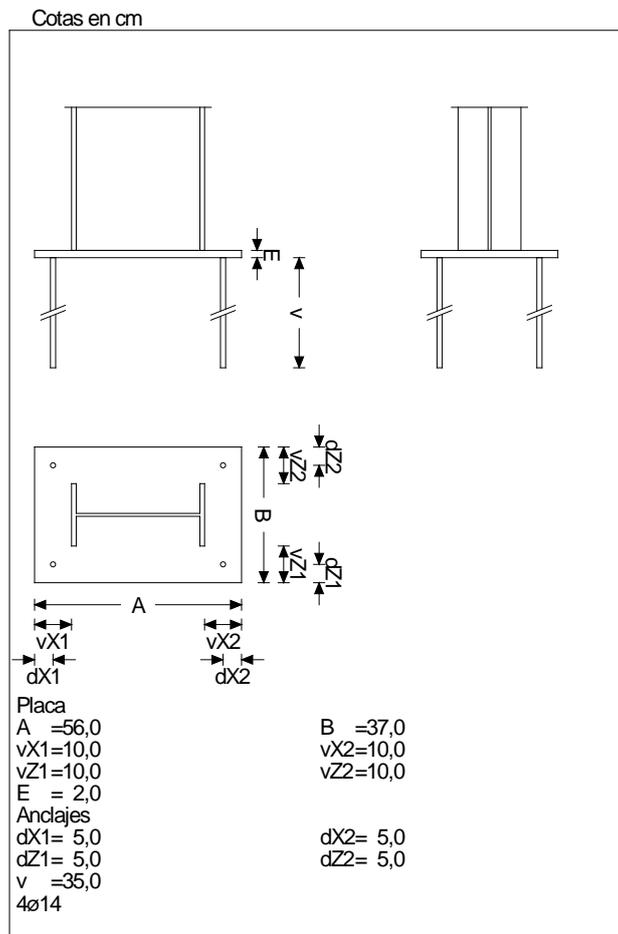
Placa base en flexión por compresión.

Placa base en flexión por tracción.

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	2	+0,0	+11,1	+1,370	-5,004	-0,519	59,75%	Ok
Máximo Mx-	2	+39,2	+7,4	-0,571	+26,110	-0,154	21,39%	Ok
Máximo Vz	2	-2,8	-8,5	+1,235	+76,936	+0,518	59,64%	Ok
Pésima	2	+1,3	-11,1	+1,260	-41,667	+0,573	65,94%	Ok

Combinación		Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo M_{z+}	2	-2,8	-8,5	+1,247	+0,513	+0,518	59,64%	Ok
Máximo M_{z-}	2	+39,2	+7,4	-1,053	-2,562	-0,154	39,43%	Ok
Máximo V_x	2	+0,0	+11,1	+1,216	-87,198	-0,519	59,75%	Ok
Pésima	2	+1,3	-11,1	+1,244	+42,347	+0,573	65,94%	Ok

Gráfica



8.22 Placa 21

Placa tipo: 10
 Pilar: 30
 Sección: _IPE 360
 Crecimiento: Centrada a 18;0 cm

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 63

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión.

Combinación		N _{Ed} (T)	M _{x,Ed} (T·m)	M _{z,Ed} (T·m)	N _{Rd} (T)	M _{x,Rd} (T·m)	M _{z,Rd} (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+1,70 3	-0,018	+1,15 0	+15,4 84	-0,153	+10,4 62	11,00 %	Ok
Máxima tracción	2	-4,723	-0,043	-3,152	-7,319	-0,068	-4,879	64,54 %	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máximo Mx-	2	-4,723	-0,043	-3,152	-7,319	-0,068	-4,879	64,54 %	Ok
Máximo Mz+	1	+1,703	-0,018	+1,150	+15,484	-0,153	+10,462	11,00 %	Ok
Máximo Mz-	2	-4,723	-0,043	-3,152	-7,319	-0,068	-4,879	64,54 %	Ok
Pésima	2	-4,723	-0,043	-3,152	-7,319	-0,068	-4,879	64,54 %	Ok

Pernos de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,571	+7,099	+3,002	+20,638	18,44%	Ok
Máxima tracción	2	+2,542	+7,099	+17,618	+20,638	96,79%	Ok
Máximo Mx-	2	+2,542	+7,099	+17,618	+20,638	96,79%	Ok
Máximo Mz+	1	+0,571	+7,099	+3,002	+20,638	18,44%	Ok
Máximo Mz-	2	+2,542	+7,099	+17,618	+20,638	96,79%	Ok
Pésima	2	+2,542	+7,099	+17,618	+20,638	96,79%	Ok

Placa base

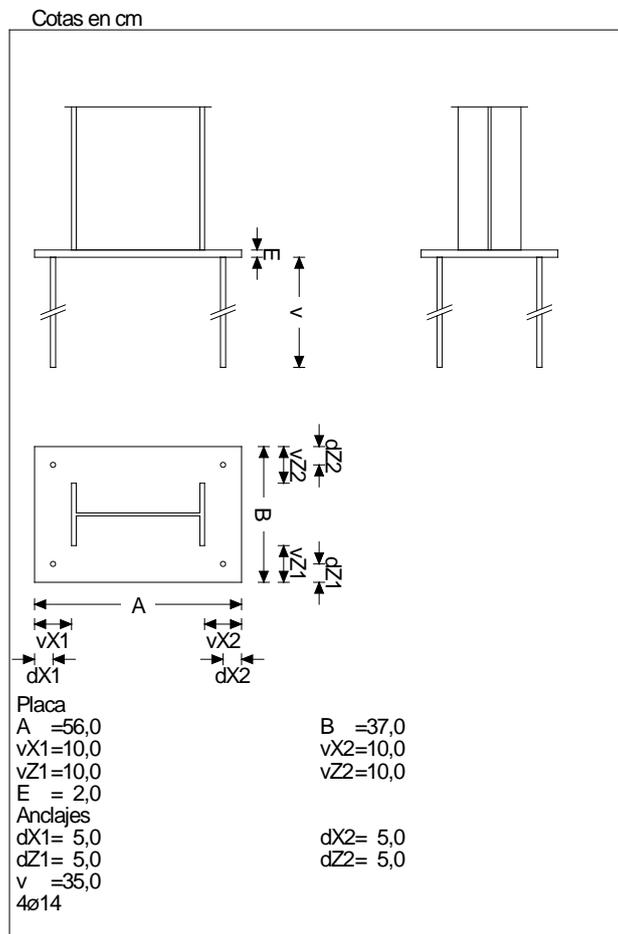
Placa base en flexión por compresión.

Placa base en flexión por tracción.

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	2	+0,0	-11,1	+1,329	-4,875	+0,504	58,02%	Ok
Máximo Mx-	2	+39,2	-7,4	-0,530	+24,474	+0,138	19,85%	Ok
Máximo Vz	2	-2,8	+8,5	+1,199	+74,669	-0,503	57,88%	Ok
Pésima	2	+1,3	+11,1	+1,223	-40,437	-0,556	63,99%	Ok

Combinación	Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento		
	X (cm)	Z (cm)						
Máximo M_{z+}	2	-2,8	+8,5	+1,211	-0,496	-0,503	57,88%	Ok
Máximo M_{z-}	2	+39,2	-7,4	-0,993	+2,034	+0,138	37,19%	Ok
Máximo V_x	2	+0,0	-11,1	+1,180	+84,620	+0,504	58,02%	Ok
Pésima	2	+1,3	+11,1	+1,208	-41,106	-0,556	63,99%	Ok

Gráfica



8.23 Placa 22

Placa tipo: 1
 Pilar: 32
 Sección: _IPE 360
 Crecimiento: Centrada a 18;0 cm

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 63

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción/ compresión.

Combinación		N _{Ed} (T)	M _{x,Ed} (T·m)	M _{z,Ed} (T·m)	N _{Rd} (T)	M _{x,Rd} (T·m)	M _{z,Rd} (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+2,270	-0,009	+0,128	+272,679	-1,038	+15,408	0,83%	Ok
Máxima tracción	2	-5,267	+2,076	+2,314	-8,519	+3,353	+3,744	61,82%	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máximo Mx+	2	-5,267	+2,07 6	+2,31 4	-8,519	+3,35 3	+3,74 4	61,82 %	Ok
Máximo Mx-	1	+2,27 0	-0,009	+0,12 8	+272, 679	-1,038	+15,4 08	0,83%	Ok
Máximo Mz+	2	-5,267	+2,07 6	+2,31 4	-8,519	+3,35 3	+3,74 4	61,82 %	Ok
Pésima	2	-5,267	+2,07 6	+2,31 4	-8,519	+3,35 3	+3,74 4	61,82 %	Ok

Pernos de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,307	+7,823	+0,000	+22,744	3,92%	Ok
Máxima tracción	2	+2,677	+7,823	+18,599	+22,744	92,63%	Ok
Máximo Mx+	2	+2,677	+7,823	+18,599	+22,744	92,63%	Ok
Máximo Mx-	1	+0,307	+7,823	+0,000	+22,744	3,92%	Ok
Máximo Mz+	2	+2,677	+7,823	+18,599	+22,744	92,63%	Ok
Pésima	2	+2,677	+7,823	+18,599	+22,744	92,63%	Ok

Placa base

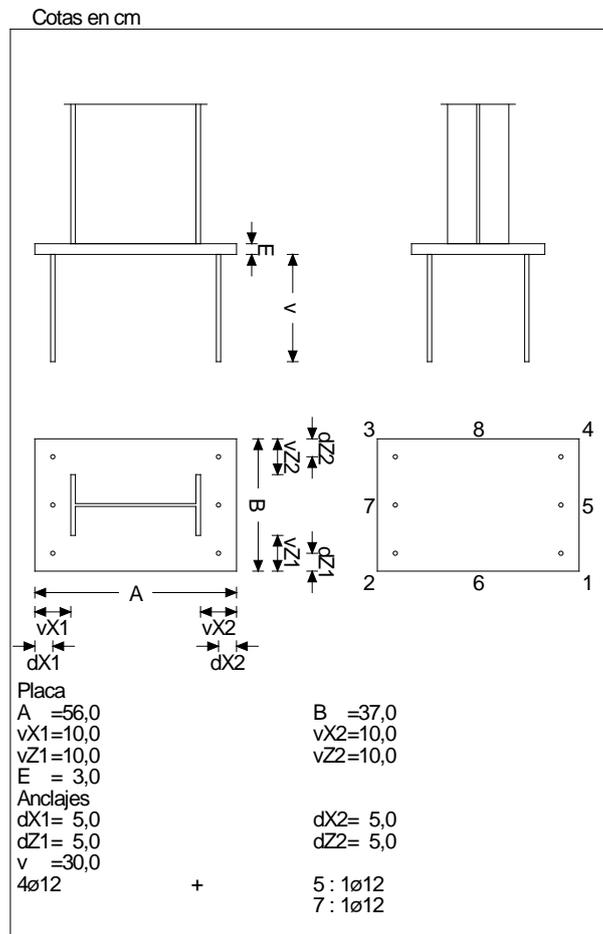
Placa base en flexión por compresión

Placa base en flexión por tracción.

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	2	-2,8	-7,4	+0,974	+39,143	+0,317	16,23%	Ok
Máximo Mx-	2	+0,0	+11,1	-4,094	-20,631	+0,352	68,14%	Ok
Máximo Vz	2	+2,8	+8,5	-2,681	+106,01 1	-0,684	44,63%	Ok
Pésima	2	+0,0	+11,1	-4,094	-20,631	+0,352	68,14%	Ok

Combinación	Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
	X (cm)	Z (cm)					
Máximo M_{z+}	2	-2,8	-8,5	+1,190	+12,836	+0,311	19,81% Ok
Máximo M_{z-}	2	+1,3	+11,1	-2,267	+142,51 ₁	+0,431	46,21% Ok
Máximo V_x	2	+0,0	+11,1	-2,214	+160,59 ₁	+0,352	52,08% Ok
Pésima	2	+0,0	+11,1	-2,214	+160,59 ₁	+0,352	52,08% Ok

Gráfica



8.24 Placa 23

Placa tipo: 2
 Pilar: 36
 Sección: _IPE 450
 Crecimiento: Centrada

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 38

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión.

Combinación		N _{Ed} (T)	M _{x,Ed} (T·m)	M _{z,Ed} (T·m)	N _{Rd} (T)	M _{x,Rd} (T·m)	M _{z,Rd} (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+1,813	+0,027	-0,108	+333,9 38	+5,021	- 19,835	0,54%	Ok
Máxima tracción	4	-1,305	-0,045	-5,508	-2,556	-0,088	- 10,793	51,06%	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máximo Mx+	1	+1,813	+0,027	-0,108	+333,938	+5,021	- 19,835	0,54%	Ok
Máximo Mx-	4	-1,305	-0,045	-5,508	-2,556	-0,088	- 10,793	51,06%	Ok
Máximo Mz-	2	-0,566	-0,034	-5,552	-1,142	-0,067	- 11,202	49,58%	Ok
Pésima	4	-1,305	-0,045	-5,508	-2,556	-0,088	- 10,793	51,06%	Ok

Pernos de anclaje a cortante.

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,027	+10,431	+0,018	+30,325	0,30%	Ok
Máxima tracción	4	+4,940	+10,431	+20,480	+30,325	95,60%	Ok
Máximo Mx+	1	+0,027	+10,431	+0,018	+30,325	0,30%	Ok
Máximo Mx-	4	+4,940	+10,431	+20,480	+30,325	95,60%	Ok
Máximo Mz-	2	+4,947	+10,431	+19,889	+30,325	94,28%	Ok
Pésima	4	+4,940	+10,431	+20,480	+30,325	95,60%	Ok

Placa base

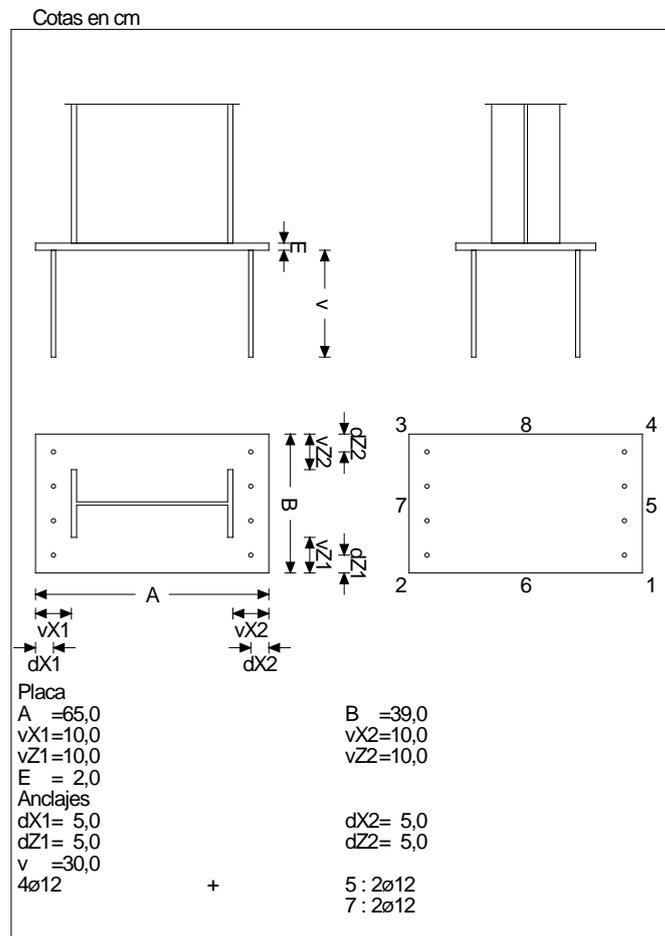
Placa base en flexión por compresión.

Placa base en flexión por tracción.

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	4	-22,5	-11,7	+0,855	-7,032	+0,375	43,21%	Ok
Máximo Mx-	2	+22,5	-11,7	-0,971	-20,878	+0,515	59,33%	Ok
Máximo Vz	2	+26,0	-9,5	-0,854	+60,606	+0,199	32,00%	Ok
Pésima	2	+22,5	-11,7	-0,971	-20,878	+0,515	59,33%	Ok

Combinación	Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento		
	X (cm)	Z (cm)						
Máximo M_{z+}	4	-22,5	-11,7	+0,902	+56,711	+0,375	43,21%	Ok
Máximo M_{z-}	2	+26,0	-7,8	-1,467	+9,285	+0,279	54,95%	Ok
Máximo V_x	2	+22,5	-11,7	-1,288	-62,006	+0,515	59,33%	Ok
Pésima	2	+22,5	-11,7	-1,288	-62,006	+0,515	59,33%	Ok

Gráfica



8.25 Placa 24

Placa tipo: 11
 Pilar: 37
 Sección: _IPE 450
 Crecimiento: Centrada

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 43

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión

Combinación		N _{Ed} (T)	M _{x,Ed} (T·m)	M _{z,Ed} (T·m)	N _{Rd} (T)	M _{x,Rd} (T·m)	M _{z,Rd} (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+2,118	+0,034	-0,024	+383,994	+6,167	-4,393	0,55%	Ok
Máxima tracción	4	-4,593	+5,606	+0,042	-6,533	+7,977	+0,058	70,30%	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máximo Mx+	2	-3,730	+5,620	+0,032	-5,418	+8,160	+0,046	68,84%	Ok
Máximo Mz+	4	-4,593	+5,606	+0,042	-6,533	+7,977	+0,058	70,30%	Ok
Máximo Mz-	1	+2,118	+0,034	-0,024	+383,994	+6,167	-4,393	0,55%	Ok
Pésima	4	-4,593	+5,606	+0,042	-6,533	+7,977	+0,058	70,30%	Ok

Pernos de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,017	+14,487	+0,000	+42,118	0,12%	Ok
Máxima tracción	4	+4,847	+14,487	+39,164	+42,118	99,87%	Ok
Máximo Mx+	2	+4,853	+14,487	+38,351	+42,118	98,54%	Ok
Máximo Mz+	4	+4,847	+14,487	+39,164	+42,118	99,87%	Ok
Máximo Mz-	1	+0,017	+14,487	+0,000	+42,118	0,12%	Ok
Pésima	4	+4,847	+14,487	+39,164	+42,118	99,87%	Ok

Placa base

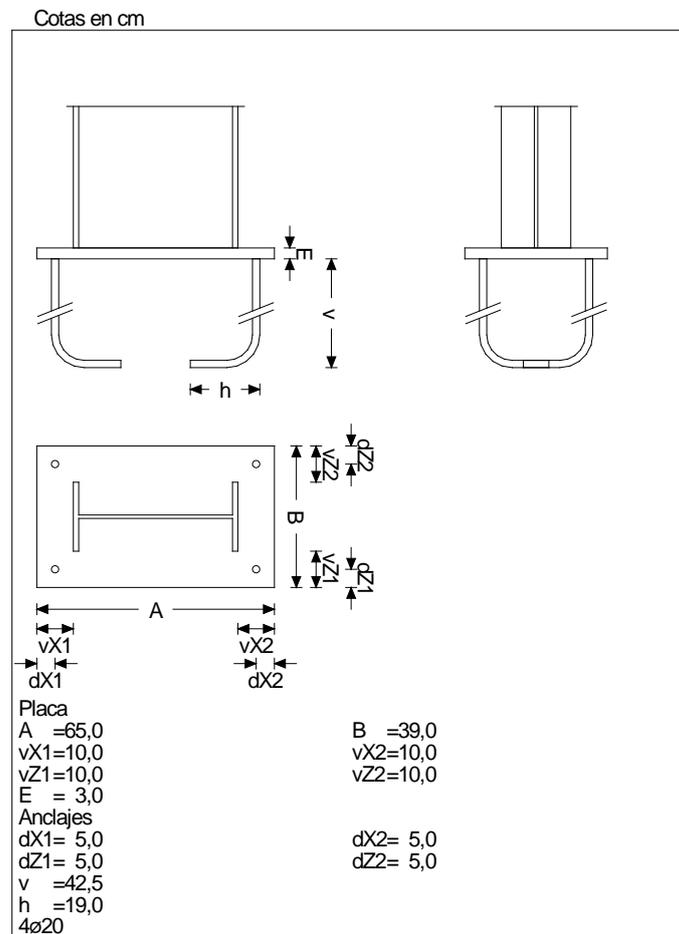
Placa base en flexión por compresión.

Placa base en flexión por tracción.

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	4	-22,5	-11,7	+3,234	+21,141	+1,375	70,35%	Ok
Máximo Mx-	2	-21,0	+11,7	-3,812	+13,550	-0,585	63,45%	Ok
Máximo Vz	4	-26,0	-9,5	+2,128	+118,669	+1,023	52,35%	Ok
Pésima	4	-22,5	-11,7	+3,234	+21,141	+1,375	70,35%	Ok

Combinación		Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo M_{z+}	4	-22,5	-11,7	+2,464	+166,25 ₁	+1,375	70,35%	Ok
Máximo M_{z-}	2	-21,0	+11,7	-2,041	+127,41 ₈	-0,585	41,32%	Ok
Máximo V_x	4	-22,5	-11,7	+2,464	+166,25 ₁	+1,375	70,35%	Ok
Pésima	4	-22,5	-11,7	+2,464	+166,25 ₁	+1,375	70,35%	Ok

Gráfica



8.26 Placa 25

Placa tipo: 2
 Pilar: 39
 Sección: _IPE 450
 Crecimiento: Centrada

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 38

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión.

Combinación		N _{Ed} (T)	M _{x,Ed} (T·m)	M _{z,Ed} (T·m)	N _{Rd} (T)	M _{x,Rd} (T·m)	M _{z,Rd} (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+1,757	-0,026	-0,100	+337,491	-4,895	19,238	0,52%	Ok
Máxima tracción	4	-0,917	+0,009	-5,524	-1,825	+0,013	11,005	50,22%	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máximo Mx+	4	-0,917	+0,00 ₉	-5,524	-1,825	+0,01 ₃	11,00 ₅	50,22%	Ok
Máximo Mx-	1	+1,75 ₇	-0,026	-0,100	+337,491	-4,895	19,23 ₈	0,52%	Ok
Máximo Mz-	2	-0,201	-0,001	-5,565	-0,411	-0,001	11,41 ₄	48,75%	Ok
Pésima	4	-0,917	+0,00 ₉	-5,524	-1,825	+0,01 ₃	11,00 ₅	50,22%	Ok

Pernos de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,035	+10,431	+0,014	+30,325	0,36%	Ok
Máxima tracción	4	+4,936	+10,431	+20,146	+30,325	94,77%	Ok
Máximo Mx+	4	+4,936	+10,431	+20,146	+30,325	94,77%	Ok
Máximo Mx-	1	+0,035	+10,431	+0,014	+30,325	0,36%	Ok
Máximo Mz-	2	+4,944	+10,431	+19,555	+30,325	93,46%	Ok
Pésima	4	+4,936	+10,431	+20,146	+30,325	94,77%	Ok

Placa base

Placa base en flexión por compresión.

Placa base en flexión por tracción.

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	4	-22,5	+11,7	+0,841	-6,911	-0,369	42,50%	Ok
Máximo Mx-	2	+22,5	-11,7	-0,950	-20,841	+0,507	58,40%	Ok
Máximo Vz	2	+26,0	-9,5	-0,842	+59,855	+0,190	31,53%	Ok
Pésima	2	+22,5	-11,7	-0,950	-20,841	+0,507	58,40%	Ok

8.27 Placa 27

Placa tipo: 4
 Pilar: 40
 Sección: _IPE 360
 Crecimiento: Centrada a 18;0 cm

Materiales y opciones de cálculo

Hormigón: HA25 255 Kg/cm²
 Acero corrugado: B500S 5098 Kg/cm² Dureza Natural

Nivel de control

Acero: Normal 1,15
 Hormigón: 1,50

Acero laminado: S275

Límite elástico: 2804 Kg/cm²
 Tensión de rotura: 4385 Kg/cm²

Coefficiente de minoración: 1,05; 1,05; 1,25

No se considera la compresión en los anclajes de esquina

Canto útil (cm): 63

Comprobación

Pernos de anclaje

Pernos de anclaje en tracción / compresión.

Combinación		N _{Ed} (T)	M _{x,Ed} (T·m)	M _{z,Ed} (T·m)	N _{Rd} (T)	M _{x,Rd} (T·m)	M _{z,Rd} (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+2,32 4	+0,00 3	+0,13 9	+269, 396	+0,29 8	+16,1 44	0,86%	Ok
Máxima tracción	2	-5,637	-2,079	+2,44 2	-8,907	-3,288	+3,86 0	63,30 %	Ok

Combinación		N_{Ed} (T)	$M_{x,Ed}$ (T·m)	$M_{z,Ed}$ (T·m)	N_{Rd} (T)	$M_{x,Rd}$ (T·m)	$M_{z,Rd}$ (T·m)	Factor de aprovechamiento	
Máximo Mx+	1	+2,32 4	+0,00 3	+0,13 9	+269, 396	+0,29 8	+16,1 44	0,86%	Ok
Máximo Mx-	2	-5,637	-2,079	+2,44 2	-8,907	-3,288	+3,86 0	63,30 %	Ok
Máximo Mz+	2	-5,637	-2,079	+2,44 2	-8,907	-3,288	+3,86 0	63,30 %	Ok
Pésima	2	-5,637	-2,079	+2,44 2	-8,907	-3,288	+3,86 0	63,30 %	Ok

Pernos de anclaje a cortante

Combinación		V_{Ed} (T)	$F_{vb,Rd}$ (T)	$F_{t,Ed}$ (T)	$F_{t,Rd}$ (T)	Factor de aprovechamiento	
Máxima compresión	1	+0,327	+7,823	+0,000	+22,744	4,17%	Ok
Máxima tracción	2	+2,760	+7,823	+19,042	+22,744	95,08%	Ok
Máximo Mx+	1	+0,327	+7,823	+0,000	+22,744	4,17%	Ok
Máximo Mx-	2	+2,760	+7,823	+19,042	+22,744	95,08%	Ok
Máximo Mz+	2	+2,760	+7,823	+19,042	+22,744	95,08%	Ok
Pésima	2	+2,760	+7,823	+19,042	+22,744	95,08%	Ok

Placa base

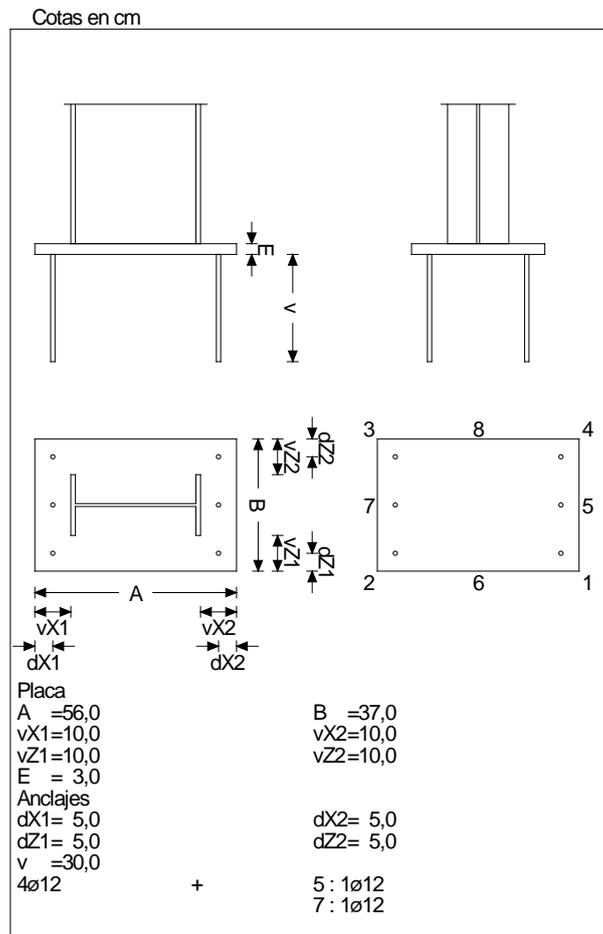
Placa base en flexión por compresión.

Placa base en flexión por tracción.

Combinación		Posición		$M_{x,Ed}$ (T·m/m)	$V_{z,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mx+	2	-2,8	+7,4	+0,996	+40,124	-0,327	16,73%	Ok
Máximo Mx-	2	+0,0	-11,1	-4,193	-20,445	-0,395	69,79%	Ok
Máximo Vz	2	+2,8	-8,5	-2,723	+106,98 9	+0,674	45,33%	Ok
Pésima	2	+0,0	-11,1	-4,193	-20,445	-0,395	69,79%	Ok

Combinación		Posición		$M_{z,Ed}$ (T·m/m)	$V_{x,Ed}$ (T/m)	T_{Ed} (T·m/m)	Factor de aprovechamiento	
		X (cm)	Z (cm)					
Máximo Mz+	2	-2,8	+8,5	+1,216	-13,042	-0,320	20,24%	Ok
Máximo Mz-	2	+1,3	-11,1	-2,331	145,472	-0,478	47,17%	Ok
Máximo Vx	2	+0,0	-11,1	-2,276	165,793	-0,395	53,76%	Ok
Pésima	2	+0,0	-11,1	-2,276	165,793	-0,395	53,76%	Ok

Gráfica



11. CALCULO

11.1 Introducción

El cálculo de la estructura ha sido realizado mediante el programa TRICALC de Cálculo Espacial de Estructuras Tridimensionales, versión 7.5, de la empresa ARKTEC, S.A., con domicilio en la calle Cronos, 63 – Edificio Cronos, E28037 de Madrid (ESPAÑA).

11.2 Geometría

Sistemas de coordenadas

Se utilizan tres tipos de sistemas de coordenadas:

SISTEMA GENERAL: Es el sistema de coordenadas utilizado para situar elementos en el espacio. Está constituido por el origen de coordenadas O_g y los ejes X_g , Y_g y Z_g , formando un triedro. Los ejes X_g y Z_g definen el plano horizontal del espacio, y los planos formados por X_gY_g y Y_gZ_g son los verticales.

SISTEMA LOCAL: Es el sistema de coordenadas propio de cada una de las barras de la estructura y depende de su situación y orientación en el espacio. Cada barra tiene un eje de coordenadas local para cada uno de sus nudos i y j , a los que se denominará $[O_i, X_i, Y_i, Z_i]$ y $[O_j, X_j, Y_j, Z_j]$, respectivamente. Los ejes locales se definen de la siguiente manera:

Ejes Locales en el NUDO i :

El origen de coordenadas O_i está situado en el nudo i .

El eje X_i se define como el vector de dirección j_i .

El eje Y_i se selecciona perpendicular a los ejes X_i y Z_g , de forma que el producto vectorial de Z_g con X_i coincida con Y_i .

El eje Z_i se determina por la condición de ortogonalidad que debe cumplir el triedro formado por X_i , Y_i y Z_i .

Ejes Locales en el NUDO j :

El origen de coordenadas O_j está situado en el nudo j .

El eje X_j se define como el vector de dirección i_j .

El eje Y_lj se selecciona perpendicular a los ejes X_lj y Z_g , de forma que el producto vectorial de Z_g con X_lj coincida con Y_lj .

El eje Z_lj se determina por la condición de ortogonalidad que debe cumplir el triedro formado por X_lj , Y_lj y Z_lj .

SISTEMA PRINCIPAL: Es el sistema de coordenadas que coincide con el sistema de ejes principales de inercia de la sección transversal de una barra. Se obtiene mediante una rotación de valor un ángulo β , entre los ejes Y local e Y principal de su nudo de menor numeración, medido desde el eje Y local en dirección a Z local.

El sistema de coordenadas general $[O_g, X_g, Y_g, Z_g]$ se utiliza para definir las siguientes magnitudes:

Coordenadas de los nudos.

Condiciones de sustentación de los nudos en contacto con la cimentación (apoyos, empotramientos, resortes y asientos).

Cargas continuas, discontinuas, triangulares y puntuales aplicadas en las barras.

Fuerzas y momentos en los nudos.

Desplazamientos en los nudos y reacciones de aquellos en contacto con el terreno, obtenidos después del cálculo.

El sistema de coordenadas principal $[O_p, X_p, Y_p, Z_p]$ se utiliza para definir las siguientes magnitudes:

Cargas de temperaturas, con gradiente térmico a lo largo del eje Y_p o Z_p de la sección.

Cargas del tipo momentos flectores y torsores en barras.

Resultados de sollicitaciones de una barra.

Gráficas de las sollicitaciones principales.

Definición de la geometría

La estructura se ha definido como una malla tridimensional compuesta por barras y nudos. Se considera barra al elemento que une dos nudos. Las barras son de directriz recta, de sección constante entre sus nudos, y de longitud igual a la distancia entre el origen de los ejes locales de sus nudos extremos.

Las **uniones de las barras** en los nudos pueden ser de diferentes tipos:

UNIONES RIGIDAS, en las que las barras transmiten giros y desplazamientos a los nudos.

UNIONES ARTICULADAS, en las que las barras transmiten desplazamientos a los nudos pero no giros.

UNIONES ELASTICAS, en las que se define un porcentaje a los tres giros, en ejes principales de barra.

Las **condiciones de sustentación** impuestas a los nudos de la estructura en contacto con la cimentación, condiciones de sustentación, permiten limitar el giro y/o desplazamiento en los ejes generales. Según las distintas combinaciones de los seis posibles grados de libertad por nudo, se pueden definir diferentes casos:

NUDOS LIBRES: desplazamientos y giros permitidos en los tres ejes de coordenadas.(-----).

NUDOS ARTICULADOS: sin desplazamientos, con giros permitidos en los tres ejes.(XYZ---).

NUDOS EMPOTRADOS: desplazamientos y giros impedidos. Empotramiento perfecto.(XYZXYZ).

APOYOS VERTICALES: desplazamientos permitidos respecto a los ejes Xg y Zg, y giros permitidos en los tres ejes.(-Y----).

APOYOS HORIZONTALES en X: desplazamientos permitidos respecto a los ejes Yg y Zg, y giros permitidos en los tres ejes.(X-----).

APOYOS HORIZONTALES en Z: desplazamientos permitidos respecto a los ejes Xg e Yg, y giros permitidos en los tres ejes.--Z---).

RESORTES o APOYOS ELASTICOS: desplazamientos respecto a los ejes Xg/Yg/Zg definidos por las constantes de rigidez Kdx/Kdy/Kdz, giros respecto a dichos ejes definidos por las constantes de rigidez Kgx/Kgy/Kgz. Es posible definir en un nudo condiciones de sustentación y resortes, en diferentes ejes.

Se han previsto **ASIENTOS** en nudos, teniéndose en cuenta para el cálculo de solicitaciones los esfuerzos producidos por el desplazamiento de dichos nudos.

Los códigos expresados al final de cada tipo de apoyo, se recogen en diferentes listados del programa.

Ejes de cálculo

Se permite considerar como ejes de cálculo o las barras que el usuario defina (las líneas que unen dos nudos) o el eje físico (geométrico) de las secciones de las barras (ver LISTADO DE OPCIONES).

En el primer caso, si se considera necesario, se podrán introducir de forma manual en el cálculo los efectos que puedan producir la diferencia de situación entre los ejes de cálculo y los ejes físicos de las secciones transversales de las barras, mediante la introducción de acciones adicionales, fuerzas y momentos, o mediante la modelización de los nudos como elementos con dimensión.

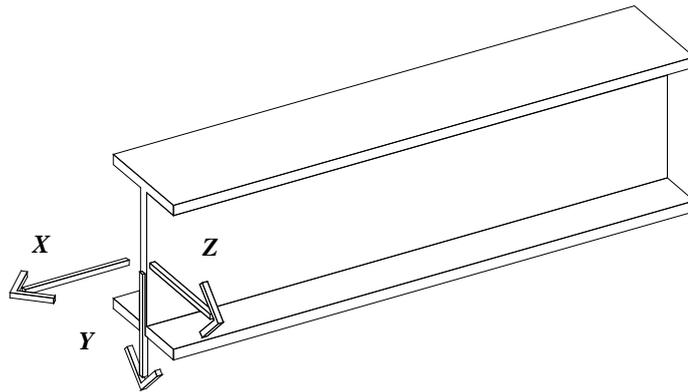
En el caso de considerar como ejes de cálculo los ejes geométricos de las piezas, se pueden utilizar como luz de las barras diferentes criterios, entre los que se encuentra el adoptado por la EHE-08, la distancia entre apoyos.

Barras y tirantes

Existe la posibilidad de trabajar con tirantes, de forma que el programa considere que las barras definidas como tales, sólo absorben esfuerzos de tracción no aportando ninguna rigidez cuando se someten a compresión. El cálculo de los tirantes debe hacerse en el cálculo en 2º orden, ya que sólo posteriormente a un cálculo en 1º orden es posible detectar las combinaciones en las que los tirantes están trabajando a compresión, y entonces eliminarlos de la matriz de rigidez de la estructura, y volver a calcular la estructura. La libertad de geometría para definir las barras-tirante dentro de la estructura es total: pueden unirse nudos a distinta cota, fachadas de naves, nudos en la misma planta,... sin necesidad de formar recuadros rectangulares arriostrados.

Criterio de signos de los listados de solicitaciones

Los listados de 'Solicitaciones' y 'Por Secciones', que se obtienen mayorados, se realizan según los ejes principales del nudo inicial de las barras (X_p , Y_p , Z_p). El criterio de signos utilizado es el siguiente:



Ejes Principales en el nudo inicial de una barra

Axiles F_x . Un valor negativo indicará compresión, mientras que uno positivo, tracción.

Cortantes V_y . Un valor positivo indicará que la tensión de cortadura de una rebanada, en la cara que se ve desde el nudo inicial, tiene el mismo sentido que el eje Y_p .

Cortantes V_z . Un valor positivo indicará que la tensión de cortadura de una rebanada, en la cara que se ve desde el nudo inicial, tiene el mismo sentido que el eje Z_p .

Momentos Flectores M_y (plano de flexión perpendicular a Y_p). En el caso de vigas y diagonales cuyo plano de flexión no sea horizontal (es decir, su eje Z_p no es horizontal), se utiliza el criterio habitual: los momentos situados por encima de la barra (la fibra traccionada es la superior) son negativos, mientras que los situados por debajo (la fibra traccionada es la inferior) son positivos.

En el caso de vigas y diagonales cuyo plano de flexión sea horizontal (su eje Z_p es horizontal), y en el caso de pilares, se utiliza el siguiente criterio: los momentos situados hacia el eje Z_p positivo son positivos, mientras que los situados hacia el eje Z_p negativo son negativos.

Momentos Flectores M_z (plano de flexión perpendicular a Z_p). En el caso de vigas y diagonales cuyo plano de flexión no sea horizontal (es decir, su eje Y_p no es horizontal), se utiliza el criterio habitual: los momentos situados por encima de la barra (la fibra traccionada es la superior) son negativos, mientras que los situados por debajo (la fibra traccionada es la inferior) son positivos.

En el caso de vigas y diagonales cuyo plano de flexión sea horizontal (su eje Y_p es horizontal), y en el caso de pilares, se utiliza el siguiente criterio: los momentos

situados hacia el eje Yp positivo son positivos, mientras que los situados hacia el eje Yp negativo son negativos.

Momentos Torsores Mx. El momento torsor será positivo si, vista la sección desde el eje Xp de la barra (desde su nudo inicial), ésta tiende a girar en el sentido de las agujas del reloj.

11.3 Cargas

Hipótesis de cargas

Hipótesis de cargas contempladas:

HIPOTESIS 0: CARGAS PERMANENTES.

HIPOTESIS 1 y 2, 7 y 8, 9 y 10: SOBRECARGAS ALTERNATIVAS.

HIPOTESIS 3, 4, 25 y 26: VIENTO.

Se considera la acción del viento sobre el edificio según cuatro direcciones horizontales perpendiculares. Dentro de cada dirección se puede tener en cuenta que el viento actúa en los dos sentidos posibles, es decir, en hipótesis 3 y -3, 4 y -4, 25 y -25, y 26 y -26.

HIPOTESIS 5, 6 y 24: SISMO.

Se considera la acción del sismo sobre el edificio según dos direcciones horizontales perpendiculares, una en hipótesis 5 definida por un vector de dirección $[x,0,z]$ dada y otra en hipótesis 6 definida por el vector de dirección perpendicular al anterior. Dentro de cada dirección se tiene en cuenta que el sismo actúa en los dos sentidos posibles, es decir, en hipótesis 5 y -5, y en hipótesis 6 y -6. Si se selecciona norma NCSE, las direcciones de actuación del sismo son las de los ejes generales; opcionalmente se puede considerar la actuación del sismo vertical en hipótesis 24 y -24 definida por el vector $[0,Yg,0]$.

Para verificar los criterios considerados para el cálculo del sismo (según NTE-ECS y NBE-PDS1/74 o según NCSE-94 ó NCSE-02): ver LISTADO DE OPCIONES.

HIPOTESIS 11 a 20: CARGAS MOVILES.

HIPOTESIS 21: TEMPERATURA.

HIPOTESIS 22: NIEVE.

HIPOTESIS 23: CARGA ACCIDENTAL.

Para verificar los coeficientes de mayoración de cargas y de simultaneidad, aplicados en cada hipótesis de carga: ver LISTADO DE OPCIONES.

Reglas de combinación entre hipótesis

HIPOTESIS 0: CARGAS PERMANENTES

Todas las combinaciones realizadas consideran las cargas introducidas en hipótesis 0.

HIPOTESIS 1 y 2, 7 y 8, 9 y 10: SOBRECARGAS ALTERNATIVAS

Se combinan las cargas introducidas en hipótesis 1 y 2, 7 y 8, 9 y 10 de forma separada y de forma conjunta. Dado su carácter alternativo, nunca se realizan combinaciones de cargas introducidas en hip. 1 y 2 con cargas introducidas en hip. 7 y 8, o cargas introducidas en hip. 7 y 8 con cargas en hip. 9 y 10.

HIPOTESIS 3, 4, 25 y 26: VIENTO

Nunca se considera la actuación simultánea de las cargas introducidas en estas hipótesis.

HIPOTESIS 5, 6 Y 24: SISMO

Nunca se considera la actuación de forma conjunta de las cargas introducidas en hip. 5 y 6 (salvo si se activa la opción “considerar la regla del 30%”), ni de éstas con la hip.24, sismo vertical.

HIPOTESIS 11 a 20: CARGAS MOVILES

No se realiza ninguna combinación en la que aparezca la acción simultánea de las cargas introducidas en estas hipótesis.

HIPOTESIS 21: TEMPERATURA

Las cargas de esta hipótesis se combinan con las introducidas en hipótesis 23. No se combinan con las que se introduzcan en hipótesis de viento y sismo.

HIPOTESIS 22: NIEVE

Las cargas de esta hipótesis no se combinan con las introducidas en hipótesis 23. Tampoco se combinan con las que se introduzcan en hipótesis de viento y sismo.

HIPOTESIS 23: CARGA ACCIDENTAL

Las cargas de esta hipótesis no se combinan con las introducidas en hipótesis 21 y 22. Tampoco se combinan con las que se introduzcan en hipótesis de viento y sismo.

Los coeficientes de combinación de hipótesis aplicados vienen definidos en el LISTADO DE OPCIONES. También es posible obtener el listado de las combinaciones realizadas en una estructura, material y estado límite concretos.

Las combinaciones de hipótesis efectuadas de forma automática por el programa, se desglosan en el apartado correspondiente a cada normativa y material.

Opciones

Se han utilizado las opciones de cargas recogidas en el listado de OPCIONES que acompaña a la estructura, en particular las relativas a:

Consideración o no automática del peso propio de las barras de la estructura.

Consideración de las cargas introducidas en la hipótesis 3, 4, 25 y 26 (Viento ACTIVO), y en las hipótesis 5, 6 y 24 (Sismo ACTIVO).

Sentido positivo y negativo(\pm) considerado en las hipótesis 3, 4, 25, 26, 5, 6 y 24.

Acción del sismo según la Norma NCSE-94 y NCSE-02

El cálculo de las cargas sísmicas se realiza mediante un análisis modal espectral de la estructura, método propuesto como preferente por la norma NCSE-94 (Art. "3.6.2. Análisis modal espectral") y NCSE-02 (Art. "3.6.2. Análisis mediante espectros de respuesta").

El programa introduce en la estructura, sobre cada plano horizontal donde haya un forjado unidireccional, reticular o de losa y para cada modo de vibración, dos cargas puntuales (según las dos direcciones de los ejes horizontales generales X y Z) aplicadas a una distancia (excentricidad definida por la norma) del centro de masas del plano, y dos momentos como resultado de situar dichas cargas en el nudo de mayor numeración del plano para que coincidan con un nudo de la estructura.

En el caso de forjados unidireccionales las cargas son del tipo 'Puntual en Nudo' y 'Momento en Nudo'. En el caso de forjados reticulares y de losa las cargas son del tipo 'Puntual en Plano' y 'Momento en Plano'. Sobre cada uno de los nudos donde no haya forjado horizontal se introducen las dos cargas puntuales horizontales según los ejes X y Z. Si existe sismo vertical, se añade una tercera carga puntual en la dirección del eje Y.

Si se han definido forjados horizontales, en el cálculo de las cargas sísmicas por el método dinámico se considera como hipótesis la indeformabilidad de los forjados horizontales en su plano. Se define como "grupo" el conjunto de nudos de una estructura incluidos dentro del perímetro de un forjado unidireccional, reticular o de losa horizontales. Todos los nudos incluidos en un mismo "grupo" tiene relacionados sus grados de libertad correspondientes a los desplazamientos en los ejes Xg y Zg, y al giro en eje Yg.

Análisis Modal Espectral

Este método, considerado de tipo 'dinámico', consta, fundamentalmente, de los siguientes pasos:

Obtención, para cada dirección de sismo a considerar por separado o globalmente, de los valores y vectores propios del sistema de ecuaciones

$$[[K] - \omega^2 [M]] \cdot \{\Phi\} = 0$$

donde

K: Matriz de rigidez en la dirección o direcciones consideradas

ω : Frecuencia angular de excitación (raíz cuadrada del valor propio)

M: Matriz de masa de la estructura

Φ : Vector propio

Obtención, para cada modo de vibración y cada dirección, de la aceleración impuesta a cada punto de la estructura, utilizando para ello una función de "respuesta espectral".

Obtención, para cada modo de vibración y cada dirección, de las cargas estáticas equivalentes impuestas a cada punto de la estructura (recuérdese que fuerza es igual a masa por aceleración), y en función de ellas, todos los esfuerzos.

Combinación, para cada dirección, de los desplazamientos, giros y esfuerzos obtenidos en los diferentes modos de vibración para obtener los desplazamientos, giros y sollicitaciones ponderados de cada dirección de sismo.

Direcciones de sismo consideradas

Tricalc considera, como direcciones de actuación del sismo, las de los ejes generales (X+, X-, Z+, Z-, Y+ y Y-). Dichas direcciones corresponden a las hipótesis del programa 5, 6 y 24, respectivamente. Ya que no es predecible la dirección en la que se sitúa el epicentro de un terremoto respecto al edificio, basta considerar dos direcciones horizontales de sismo independientes y ortogonales entre sí.

A los efectos de considerar la acción del sismo de una dirección en la otra, es posible utilizar un coeficiente de mayoración de las acciones sísmicas incrementado en el factor 1,12, o utilizar la regla del 30% (ver el LISTADO DE OPCIONES).

La consideración del sismo vertical ($Y+$, $Y-$) es opcional (vea el LISTADO DE OPCIONES).

Modelización y grados de libertad

Para la correcta evaluación de la acción sísmica, es necesario que la estructura se encuentre predimensionada y con todas las cargas introducidas.

A los efectos de evaluación de cargas sísmicas, la estructura se modeliza como un conjunto de barras con las masas concentradas en los nudos. Esta modelización es aceptable para la mayoría de las situaciones, aunque en algunos casos (sismo vertical de una gran viga cargada uniformemente, por ejemplo) no es correcto trasladar las cargas a los nudos. Se consideran sólo los nudos situados sobre la rasante cuyo movimiento en la dirección de estudio no esté coaccionado mediante un apoyo. Es decir, se considera que toda la estructura bajo la rasante se mueve solidariamente con el terreno durante el sismo.

La modelización de la estructura se puede realizar separadamente para cada dirección de estudio o bien globalmente. (ver el LISTADO DE OPCIONES).

Es opcional (ver el LISTADO DE OPCIONES) la consideración del giro alrededor de un eje vertical como grado de libertad. En este caso, se considera que los nudos situados en un forjado horizontal indeformable rotan alrededor del centro de rigideces de dicho forjado, mientras que el resto lo hacen sobre sí mismos.

También es opcional (ver LISTADO DE OPCIONES) considerar el giro alrededor de los ejes X y Z generales (opción 'SIN CONDENSACIÓN') o no (opción 'CON CONDENSACIÓN').

Si se habilita la consideración de forjados horizontales indeformables en su plano, (lo que equivale a considerar los forjados horizontales infinitamente rígidos en su plano) los forjados tendrán un único grado de libertad en las direcciones horizontales del sismo y en el giro alrededor del eje Y_g .

El terreno se considera un sólido rígido, lo cual, en general, está del lado de la seguridad. Para que esta simplificación sea correcta, se deben evitar estructuras cuya dimensión en planta supere la de la longitud de las ondas sísmicas, del orden de 100 metros.

Matriz de masa considerada: masa traslacional y masa rotacional

Tricalc calcula la matriz de masa, matriz diagonal en la que las masas de cada nodo, grado de libertad, se sitúan en la diagonal.

Los grados de libertad traslacionales (2 desplazamientos horizontales más, opcionalmente, un desplazamiento vertical) están asociados a masas traslacionales. Para el cálculo de dichas masas traslacionales, se considera la componente vertical de las cargas equivalentes aplicadas en los nudos. Tienen por tanto unidades de masa.

Es opcional (ver LISTADO DE OPCIONES) la consideración de un grado de libertad rotacional (rotación alrededor del eje vertical). Este grado de libertad está asociado a masas rotacionales. Para el cálculo de dichas masas rotacionales, se considera la componente vertical de las cargas equivalentes aplicadas en los nudos multiplicada por la distancia al cuadrado entre el punto de aplicación de la carga y la posición del eje de rotación considerado. Tienen por tanto unidades de masa por distancia al cuadrado.

En todo caso, ambos tipos de masa son multiplicados por los siguientes coeficientes:

0 +

$$\square \cdot [\text{máx.}(1+2, 7+8, 9+10) + (11+12+\dots+20)]/1$$

donde

'0' es la hipótesis de carga permanente.

'1+2', '7+8' y '9+10' son las parejas de cargas alternativas (sobrecargas de uso y tabiquería).

'11' a '20' son las hipótesis de cargas móviles (puentes grúa, por ejemplo).

'21' es la hipótesis de carga de nieve.

' \square ' es un factor, entre 0,3 y 0,6 (NCSE-94) ó 0,5 y 0,6 (NCSE-02), función del uso del edificio.

' \square ' es 1,0 ó 0,3 (NCSE-94), 0,5 ó 0,0 (NCSE-02) en función del tiempo de permanencia de la nieve (nº de días / año).

'NMov' es el número de cargas móviles activas.

Obtención de los valores y vectores propios

El programa calcula, para cada dirección de forma separada o conjuntamente para todos los grados de libertad considerados, los valores y vectores propios resultantes del sistema de ecuaciones:

$$([K] - \omega^2 [M]) \cdot \{\Phi\} = 0$$

Los valores propios, los valores de para los que el sistema es trivial, representan las frecuencias angulares de vibración propias de la estructura, en la dirección considerada (frecuencias naturales). En una estructura existen tantos modos de vibración como grados de libertad. Si bien la norma NCSE obliga a considerar tres modos de vibración en cada dirección cuando el estudio se realiza de forma separada en cada dirección, y cuatro globales cuando el estudio se realiza de modo global, Tricalc almacena y utiliza los 30 primeros modos de vibración, correspondientes a los 30 primeros períodos de vibración, ordenados de mayor a menor. De esos hasta 30 modos, se puede indicar cuántos se desea utilizar para la obtención de esfuerzos. Los períodos de vibración vienen dados por la expresión

$$T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega}$$

Obtención de la masa participante de cada modo

El tanto por ciento de masa participante, M_{pd} , en el modo de vibración 'k' y la dirección 'd', viene dado por la expresión:

$$\%M_{pd} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n M_{d,i} \cdot \Phi_{d,k,i} \right)^2}{\sum_{i=1}^n M_i \cdot \Phi_{k,i}^2} \cdot \frac{100}{\sum_{i=1}^n M_{d,i}}$$

$$\sum_{i=1}^n M_i \cdot \Phi_{k,i}^2 = \sum_{i=1}^n M_{x,i} \cdot \Phi_{x,k,i}^2 + \sum_{i=1}^n M_{y,i} \cdot \Phi_{y,k,i}^2 + \sum_{i=1}^n M_{z,i} \cdot \Phi_{z,k,i}^2 + \sum_{i=1}^n M_{yy,i} \cdot \Phi_{yy,k,i}^2 = 1.0$$

siendo

n: Número de grados de libertad.

$M_{x,i}$: Masa traslacional en la dirección 'x' del grado de libertad 'i'.

$M_{yy,i}$: Masa rotacional sobre el eje vertical 'y' del grado de libertad 'i'.

$\Phi_{x,k,i}$: Componente del vector propio correspondiente a la traslación 'x', modo de vibración 'k' y grado de libertad 'i'.

$\Phi_{yy,k,i}$: Componente del vector propio correspondiente a la rotación 'y', modo de vibración 'k' y grado de libertad 'i'.

Obtención de la aceleración característica

La aceleración lineal característica de un determinado período de vibración se calcula mediante una expresión función del período propio de vibración, de la zona sísmica, del tipo de terreno y de la amortiguación y ductilidad consideradas. Para ello se suelen utilizar gráficos de respuesta espectral normalizados para una aceleración del terreno de $1g$ ($9,806 \text{ m/s}^2$), en los que en eje X se sitúa el período de vibración natural del edificio, y en eje Y se obtiene la aceleración característica.

En la Norma NCSE los espectros de respuesta están normalizados para una aceleración del terreno de 1 m/s^2 .

Aceleración rotacional

Tricalc permite considerar, de forma opcional (ver LISTADO DE OPCIONES), acciones sísmicas rotacionales: es decir, que el terreno, además de desplazarse horizontal y verticalmente, puede rotar durante un sismo. Para ello, es necesario disponer de las aceleraciones angulares producidas por un sismo, por ejemplo mediante gráficos de respuesta espectral en los que en abscisas se entre por períodos o frecuencias naturales y en ordenadas se obtengan aceleraciones angulares (rad / s^2). Dado que dichos espectros no están actualmente disponibles (están fuera del alcance de la actual ciencia sismológica), Tricalc permite introducir un factor que multiplicado por la aceleración lineal producida en cada modo de vibración, obtiene la aceleración angular correspondiente.

Zonas sísmicas

La norma NCSE determina la situación de un edificio por dos valores: la aceleración sísmica básica y el coeficiente de contribución.

La aceleración sísmica básica es la aceleración horizontal sufrida por el terreno en un terremoto con un período de retorno de 500 años. Sus valores, en España, se sitúan entre 0 y $0,25g$, siendo 'g' la aceleración de la gravedad.

La aceleración sísmica de cálculo es la aceleración con la que se debe calcular la estructura. En NCSE-94 viene dada por un factor, entre 1,0 y 1,3, que multiplica la aceleración sísmica básica en función de la importancia de la edificación. Dicha importancia se determina mediante el período de vida estimado, 50 años para edificios de normal importancia y 100 años para edificios de especial importancia. En NCSE-02 viene también afectado por un coeficiente S de amplificación del suelo.

El coeficiente de contribución, K, tiene en cuenta la distinta contribución a la peligrosidad sísmica en cada punto de España de la sismicidad de la Península y de la proximidad a la falla Azores - Gibraltar. Sus valores se sitúan entre 1,0, para todo el territorio nacional salvo Andalucía occidental y sudoeste de Extremadura, y 1,5.

Combinación de los diferentes modos de vibración

Dado que el edificio vibra a la vez en todos sus modos, es necesario sumar los efectos combinados de todos ellos. Es lo que se denomina ‘superposición modal espectral’.

Tricalc utiliza la ‘Combinación Cuadrática Completa’, tal como indica la norma NCSE-94 (En NCSE-02 se indica el método de la Raíz Cuadrada de la Suma de Cuadrados modificado, que el programa no utiliza). Para cada nudo o barra, el efecto ponderado ‘S’, que puede ser el desplazamiento, la velocidad, la aceleración o un esfuerzo, viene dado por la expresión:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r |S_i| \cdot |S_j| \cdot \pi_{ij}}$$

$$\pi_{ij} \equiv \pi_{ji} = \frac{8 \cdot v^2 \cdot (1+f) \cdot f^{3/2}}{(1-f^2)^2 + 4 \cdot v^2 \cdot f \cdot (1+f)^2}; f = \frac{\omega_i}{\omega_j}$$

siendo:

r: número de modos de vibración.

v: coeficiente de amortiguación, en tantos por 1.

ω : frecuencia angular, de modo que f sea menor o igual a la unidad.

Tricalc permite además indicar cuántos modos de vibración se desean considerar en esta combinación.

Consideración de los efectos combinados de las direcciones de estudio

Dado que no se conoce ‘a priori’ la dirección del sismo más desfavorable, no basta con estudiar de forma independiente los efectos de la acción sísmica en dos direcciones ortogonales. La norma española NCSE sólo indica que, en el caso de calcular los modos de vibración de forma separada para cada dirección, se debe sumar al pésimo esfuerzo debido a una dirección el 30% del pésimo esfuerzo de la dirección ortogonal. Es la denominada, en la bibliografía clásica, ‘regla del 30%’, que puede utilizarse de forma opcional en el programa. La bibliografía actual, considera más

preciso multiplicar los efectos de cada dirección horizontal por un factor de 1,12. Para considerar este factor con el programa, basta introducir, como coeficientes de mayoración de las hipótesis horizontales de sismo ('5' y '6'), un valor de 1,12 en lugar de 1,0 como se suele definir (ver el LISTADO DE OPCIONES).

Centro de masas y centro de rigideces

La aplicación de las fuerzas sísmicas obtenidas en el centro de masas de cada grupo o forjado, provoca una torsión en cada forjado, si no coinciden los centros de masa y de rigidez del grupo. En todo caso, siempre se debe considerar (aunque en el programa es opcional) una excentricidad accidental, de valor según la normativa aplicada.

La norma NCSE considera además, una excentricidad adicional de un 1/20 de la máxima dimensión del plano, medido ortogonalmente a la dirección de sismo considerada.

Si se ha habilitado la consideración de la masa rotacional, y se ha definido una determinada aceleración rotacional (angular), se producen también unas rotaciones adicionales debidas a ellas.

Cálculo de esfuerzos

Una vez obtenidas las fuerzas estáticas equivalentes a la acción sísmica, en las hipótesis '5' (dirección X+, X-), '6' (dirección Z+, Z-) y '24' (eje vertical Y+, Y-) y en cada modo de vibración, se puede proceder al cálculo de esfuerzos en la forma habitual.

El programa obtiene así los desplazamientos, giros y esfuerzos de cada modo de vibración y dirección, combinándose posteriormente, en cada hipótesis de sismo, mediante la 'combinación cuadrática completa'. Por ejemplo: para obtener el momento flector Mz de la hipótesis '5' en una determinada sección, se obtienen los momentos Mz producidos por los modos de vibración de dicha hipótesis y se combinan aplicando la 'combinación cuadrática completa'.

11.4 Secciones

Definición de las características geométricas y mecánicas de los perfiles

Canto H Es el valor de la dimensión del perfil en el sentido paralelo a su eje Y principal, en mm.

Ancho B Es el valor de la dimensión del perfil en el sentido paralelo a su eje Z principal, en mm.

Área Ax Es el valor del área de la sección transversal de un perfil de acero, en cm². En una sección rectangular viene dada por la expresión:

$$A_x = B \cdot H$$

Área Ay Es el área a considerar en el cálculo de las tensiones tangenciales paralelas al eje Y principal de la sección transversal de un perfil de acero, en cm². Su valor se calcula con la expresión:

$$A_y = \frac{I_z \cdot e}{S_z}$$

siendo:

I_z: Inercia según el eje z.

e: Espesor del perfil en el punto en el que se producirá la máxima tensión tangencial debida al cortante F_y.

S_z: Momento estático de una sección correspondiente entre la fibra, paralela al eje Z principal, exterior y el punto donde se producirá la máxima tensión tangencial debida al cortante respecto al eje paralelo al eje Z principal que pase por el centro de gravedad de la sección.

El valor de A_y corresponde aproximadamente al área del alma en los perfiles en forma de I. En una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$A_y = \frac{2}{3} \cdot B \cdot H$$

Área Az Es el área a considerar en el cálculo de las tensiones tangenciales paralelas al eje Z principal de la sección transversal de un perfil de acero, en cm². Su valor se calcula con la expresión:

$$A_z = \frac{I_y \cdot e}{S_y}$$

siendo:

I_y : Inercia según el eje y.

e : Espesor del perfil en el punto en el que se producirá la máxima tensión tangencial debida al cortante F_z .

S_y : Momento estático de una sección correspondiente entre la fibra exterior y el punto donde se producirá la máxima tensión tangencial.

El valor de A_z corresponde aproximadamente al área de las alas en los perfiles en forma de I. En una sección rectangular tiene el mismo valor que A_y .

Momento de Inercia I_x Momento de Inercia a torsión, en cm⁴. El momento de inercia a torsión de una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$I_x = \left[\frac{1}{3} - 0,21 \cdot \frac{B}{H} \cdot \left(1 - \frac{B^4}{12 \cdot H^4} \right) \right] \cdot H \cdot B^3$$

siendo $H \square B$.

En las secciones en T se tiene en cuenta lo indicado en la tabla A3-1 de la norma EA-95 (Cap.3), que refleja que la Inercia a torsión de una pieza formada por dos rectángulos (de inercias a torsión I_{x1} e I_{x2}) en forma de T viene dada por la expresión

$$I_x = 1,1 \cdot (I_{x1} + I_{x2})$$

Momento de Inercia I_y Momento de Inercia se la sección respecto de un eje paralelo al eje Y principal que pase por su centro de gravedad, en cm⁴. Su valor para una sección rectangular v , tiene dado por la expresión:

$$I_y = \frac{H \cdot B^3}{12}$$

Momento de Inercia I_z Momento de inercia de la sección respecto de un eje paralelo al eje Z principal que pase por su centro de gravedad, en cm^4 . Su valor para una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$I_z = \frac{B \cdot H^3}{12}$$

Módulo Resistente W_t Módulo resistente a la torsión en cm^3 de una sección de acero. Es la relación existente entre el momento torsor y la tensión tangencial máxima producida por él. Para una sección abierta formada por varios rectángulos viene dado por la expresión (Tabla A3-1 de la norma EA-95 (Cap.3)):

$$W_t = \frac{I_x}{e_i}$$

Donde:

I_x : Inercia a torsión de la sección.

e_i : Espesor del rectángulo de mayor espesor.

Módulo Resistente Elástico $W_{Y,el}$ Es el módulo resistente a la flexión según un plano ortogonal al eje Y principal de una sección de acero, en cm^3 , que se calcula a partir del momento de inercia I_y . En secciones simétricas con respecto a un plano paralelo al eje Y principal de la barra, viene dado por la expresión:

$$W_{Y,el} = \frac{I_y}{B/2}$$

Su valor para una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$W_{Y,el} = H \cdot \frac{B^2}{6}$$

Módulo Resistente Elástico $W_{Z,el}$ Es el módulo resistente a la flexión según un plano ortogonal al eje Z principal de una sección de acero, en cm^3 , que se calcula a partir del momento de inercia I_z . En secciones simétricas con respecto a un plano paralelo al eje Z principal de la barra, viene dado por la expresión:

$$W_{Z,el} = \frac{I_z}{H/2}$$

Su valor para una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$W_{Z,el} = B \cdot H^2 / 6$$

Módulo Resistente Plástico $W_{Y,pl}$ Es el módulo resistente a la flexión plástica según un plano ortogonal al eje Y principal de una sección de acero, en cm^3 , que se calcula suponiendo todas las fibras de la sección trabajando al límite elástico.

Su valor para una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$W_{Y,pl} = H \cdot \frac{B^2}{4}$$

Módulo Resistente Plástico $W_{Z,pl}$ Es el módulo resistente a la flexión según un plano ortogonal al eje Z principal de una sección de acero, en cm^3 , que se calcula suponiendo todas las fibras de la sección trabajando al límite elástico.

Su valor para una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$W_{Z,pl} = B \cdot \frac{H^2}{4}$$

Secciones de inercia variable: cartelas

El programa permite la introducción de secciones de inercia variable (cartelas) de acero o madera (pero no de hormigón). Las cartelas sólo podrán definirse sobre barras a las que previamente se haya asignado un perfil con las siguientes características: Debe ser de forma en 'I' y de material 'Acero' o 'Madera', o de forma rectangular y de material 'Madera'. Las cartelas pueden definirse exclusivamente en el plano Y principal, es decir, en el plano del alma.

Es posible definir cuatro tipos de secciones de inercia variable:

Corte oblicuo del perfil. Consiste en cortar oblicuamente el alma del perfil y soldar la sección dando la vuelta a uno de los medios perfiles. Equivale a alargar o acortar el alma del perfil. Para que el perfil sea válido, el canto total del perfil acartelado debe ser al menos 3 veces el espesor del ala.

Cartabones. Consiste en soldar de una a tres piezas triangulares o trapezoidales perpendicularmente a una de las alas de un perfil base y de un mismo espesor. Para que el perfil sea válido, el canto del perfil acartelado debe ser al menos el del perfil base, y la suma de espesores de los cartabones no debe superar el ancho del perfil base.

Semiperfil. Consiste en soldar a un perfil base un perfil en forma de ‘T’ extraído de un perfil idéntico al base. Para que el perfil sea válido, el canto del perfil acartelado debe ser al menos el del perfil base.

Palastros. Consiste en soldar a un perfil base un perfil en forma de ‘T’ formado por dos chapas de un determinado espesor. Para que el perfil sea válido, el canto del perfil acartelado debe ser al menos el del perfil base.

Para realizar el cálculo de esfuerzos (o el cálculo de modos de vibración dinámicos), Tricalc divide las barras de sección variable en un número determinado de barras de sección uniforme. A la barra de sección variable completa se la denominará en este manual ‘Cartela Primaria’, mientras que a cada una de las barras de sección constante en las que se divide la cartela primaria se las denominará ‘Cartelas Secundarias’. De forma similar, a los nudos que se crean para definir estas cartelas secundarias se les denominará ‘Nudos Secundarios’.

11.5 Cálculo de solicitaciones

El cálculo de las solicitaciones en las barras se ha realizado mediante el método matricial espacial de la rigidez, suponiendo una relación lineal entre esfuerzos y deformaciones en las barras y considerando los seis grados de libertad posibles de cada nudo. Los muros resistentes se han calculado mediante el método de los elementos finitos. A título indicativo, se muestra a continuación la matriz de rigidez de una barra, donde se pueden observar las características de los perfiles que han sido utilizadas para el cálculo de esfuerzos.

$$\begin{matrix}
 \frac{E \cdot A_x}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & \frac{12 \cdot E \cdot I_z}{L^3} & 0 & 0 & 0 & \frac{-6 \cdot E \cdot I_z}{L^2} \\
 0 & 0 & \frac{12 \cdot E \cdot I_y}{L^3} & 0 & \frac{6 \cdot E \cdot I_y}{L^2} & 0 \\
 0 & 0 & 0 & \frac{G \cdot I_x}{L} & 0 & 0 \\
 0 & 0 & \frac{6 \cdot E \cdot I_y}{L^2} & 0 & \frac{4 \cdot E \cdot I_y}{L} & 0 \\
 0 & \frac{-6 \cdot E \cdot I_z}{L^2} & 0 & 0 & 0 & \frac{4 \cdot E \cdot I_z}{L}
 \end{matrix}$$

Donde E es el módulo de deformación longitudinal y G es el módulo de deformación transversal calculado en función del coeficiente de Poisson y de E . Sus valores se toman de la base de perfiles correspondiente a cada barra.

Es posible reducir el acortamiento por axil de los pilares mediante la introducción de un factor multiplicador del término ' $E \cdot Ax / L$ ' de la matriz anterior, como se recoge en el LISTADO DE DATOS DE CÁLCULO.

Es posible considerar la opción de indeformabilidad de forjados horizontales en su plano, como se recoge en el LISTADO DE DATOS DE CÁLCULO. Al seleccionar esta opción todos los nudos situados dentro del perímetro de cada forjado horizontal, unidireccional o reticular, quedan englobados en 'grupos' (uno por cada forjado), a los que individualmente se asignan 3 grados de libertad: El desplazamiento vertical $-Dy$ - y los giros según los ejes horizontales $-Gx$ y Gz -. Los otros tres grados de libertad (Dx, Dz y Gy) se suponen compatibilizados entre todos los nudos del "grupo": Los nudos que no pertenezcan a un forjado horizontal, ya sea por estar independientes o por estar en planos inclinados, se les asignan 6 grados de libertad.

Es posible considerar el tamaño del pilar en los forjados reticulares y losas, como se recoge en el LISTADO DE DATOS DE CÁLCULO. Al seleccionar esta opción, se considera que la parte de forjado o losa situada sobre el pilar (considerando para ello la exacta dimensión del pilar y su posición o crecimiento) es infinitamente rígida. Todos los nudos situados en el interior del perímetro del pilar comparten, por tanto, los 6 grados de libertad (Dx, Dy, Dz, Gx, Gy, Gz). Esto hace que en el interior de esta porción de forjado, no existan esfuerzos, y por tanto, los nervios y zunchos que acometen al pilar se arman con los esfuerzos existentes en la cara del pilar.

En base a este método se ha planteado y resuelto el sistema de ecuaciones o matriz de rigidez de la estructura, determinando los desplazamientos de los nudos por la actuación del conjunto de las cargas, para posteriormente obtener los esfuerzos en los nudos en función de los desplazamientos obtenidos.

En el caso de que la estructura se calcule bajo los efectos de las acciones sísmicas definidas por la Norma NCSE se realiza un cálculo de la estructura mediante el método del "Análisis Modal Espectral", recomendado por la misma. De esta forma pueden obtenerse los modos y períodos de vibración propios de la estructura, datos que pueden ser utilizados para la combinación de la estructura con cargas armónicas y la posibilidad de 'entrada en resonancia' de la misma.

Modelización de muros resistentes

Los muros resistentes se modelizan como elementos finitos tridimensionales de cuatro vértices. Los otros tipos elementos, ya sean vigas, pilares, diagonales, forjados reticulares y losas de forjado o cimentaciones se modelizan como elementos lineales tipo barra.

Una viga, un pilar o una diagonal está formada por dos nudos unidos mediante una 'barra'; un forjado reticular o una losa de forjado está constituido por una retícula de 'nervios' que, con sus intersecciones, forman un conjunto de 'nudos' y 'barras'. De forma similar, un muro resistente está formado por un conjunto de elementos finitos yuxtapuestos definidos por sus nudos o vértices.

Cuando en una estructura se definen vigas, pilares, diagonales, forjados y muros resistentes, el método de cálculo de esfuerzos consiste en formar un sistema de ecuaciones lineales que relacionen los grados de libertad que se desean obtener, los desplazamientos y giros de los nudos y de los nodos, con las acciones exteriores, las cargas, y las condiciones de borde, apoyos y empotramientos.

De forma matricial, se trata de la ecuación

$$[K] \cdot \{D\} = \{F\}$$

donde '[K]' es la matriz de rigidez de la estructura, '{D}' es el vector de desplazamientos y giros de los nudos y nodos, y '{F}' es el vector de fuerzas exteriores. Una vez resuelto el sistema de ecuaciones, y por tanto, obtenidos los desplazamientos y giros de los nudos y nodos de la estructura, es posible obtener los esfuerzos (en el caso de las vigas, pilares, diagonales y nervios de los forjados y losas) y las tensiones (en el caso de los muros resistentes) de toda la estructura.

Para obtener el sistema '[K] · {D} = {F}', se opera de igual forma que con una estructura formada exclusivamente por nudos y barras: cada parte de la estructura (barra, trozo de nervio o elemento finito) posee una matriz de rigidez elemental, $[K]_e$, que tras transformarla al sistema de ejes generales de la estructura, se puede sumar o ensamblar en la matriz general de la estructura. La única diferencia entre las barras y los elementos finitos es la dimensión y significado de cada fila o columna de sus matrices de rigidez elementales. Se puede decir, por tanto, que el método matricial espacial de cálculo de estructuras de barras es un caso particular del método de elementos finitos, en el que el elemento finito es una barra.

Elemento finito utilizado

Para la modelización de muros resistentes, el programa utiliza un elemento finito isoparamétrico cuadrilátero de 4 nudos. Cada nodo posee cinco grados de libertad (u , v , w , α_x y α_y), siendo los α_x y α_y la rotación de la placa. La matriz de rigidez elemental tiene, en coordenadas naturales, $4 \cdot 5 = 20$ filas y 20 columnas, no existiendo términos que relacionen los grados de libertad de tensión plana con los de flexión de placa. Por tanto, el elemento utilizado procede del

ensamblaje de un elemento cuadrilátero de cuatro nodos de tensión plana con otro también cuadrilátero de cuatro nodos de flexión de placa. Concretamente, para la flexión se ha utilizado el elemento cuadrilátero de cuatro nodos con deformaciones de cortante lineales CLLL (placa gruesa de Reissner-Mindlin basada en campos de deformaciones de cortante transversal impuestas).

Para la obtención de la matriz de rigidez, se utiliza una integración numérica mediante una cuadratura de Gauss-Legendre de 2 x 2 puntos. La posición de los 2 x 2 puntos de Gauss en coordenadas naturales, así como los pesos asignados a dichos puntos, es la siguiente:

$$G_{1,1} = \{1/\sqrt{3}, 1/\sqrt{3}\}; W_{1,1} = 1,0$$

$$G_{1,2} = \{1/\sqrt{3}, -1/\sqrt{3}\}; W_{1,2} = 1,0$$

$$G_{2,1} = \{-1/\sqrt{3}, 1/\sqrt{3}\}; W_{2,1} = 1,0$$

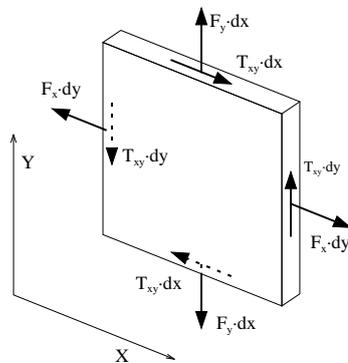
$$G_{2,2} = \{-1/\sqrt{3}, -1/\sqrt{3}\}; W_{2,2} = 1,0$$

Una vez obtenidos los desplazamientos de todos los nudos y nodos de la estructura (resolviendo el sistema $[K] \cdot \{D\} = \{F\}$), se obtienen las tensiones en los puntos de Gauss de cada elemento mediante una cuadratura de Gauss-Legendre de 2 x 2 puntos. Las tensiones nodales de cada elemento se obtienen extrapolando, mediante las funciones de forma del elemento, las de los puntos de Gauss. Este procedimiento produce valores nodales discontinuos entre elementos adyacentes, discontinuidades que se reducen según se hace la malla de elementos más tupida, hasta desaparecer en el límite.

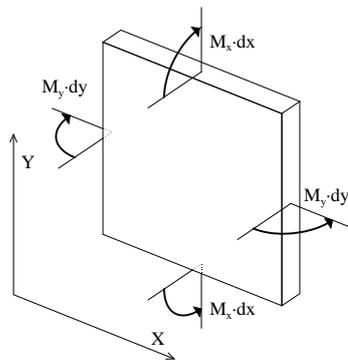
En el programa se realiza un 'alisado' de las tensiones nodales mediante una media cuadrática de las tensiones procedentes de cada elemento al que pertenece el nodo en cuestión. Este alisado se produce muro a muro; es decir, los nodos situados en el interior de un muro poseerán un único vector de tensiones, pero los situados en la frontera entre dos muros poseerán un vector diferente para cada muro al que pertenezca en nodo. Este se hace así porque normalmente, en las uniones entre muros (las uniones en horizontal se suelen realizar por cambios de dirección del muro, y las uniones en vertical se suelen realizar en los forjados), se producen saltos bruscos de las tensiones.

Las tensiones (esfuerzos) que se producen en un trozo de muro elemental de dimensiones dx, dy respecto al sistema de coordenadas principal del muro, son las siguientes:

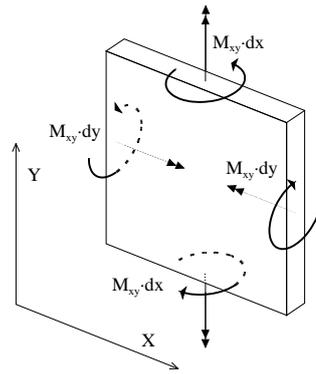
Tensión	Esfuerzo	Tipo	Descripción
σ_x	$F_x \cdot dy$	Tensión Plana	Axil horizontal
σ_y	$F_y \cdot dx$	Tensión Plana	Axil vertical
τ_{xy}	$T_{xy} \cdot dy, T_{yx} \cdot dx$	Tensión Plana	Cortante contenido en el plano
$\int z \cdot \sigma_y \cdot dz$	$M_x \cdot dx$	Flexión	Momento flector respecto a un eje horizontal
$\int z \cdot \sigma_x \cdot dz$	$M_y \cdot dy$	Flexión	Momento flector respecto a un eje vertical
$\int z \cdot \tau_{xy} \cdot dz$	$M_{xy} \cdot dy, M_{yx} \cdot dx$	Flexión	Momento Torsor respecto a un eje contenido en el plano.
$\int \tau_{xz} \cdot dz$	$T_{xz} \cdot dy$	Flexión	Cortante horizontal perpendicular al plano
$\int \tau_{yz} \cdot dz$	$T_{yz} \cdot dx$	Flexión	Cortante vertical perpendicular al plano



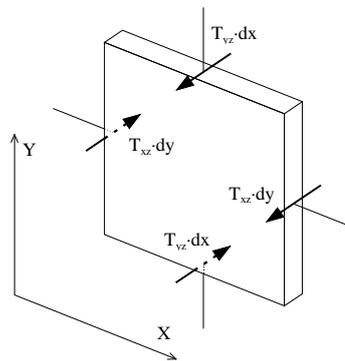
Axiles y cortantes de Tensión Plana.



Momentos Flectores de Flexión de placas.



Momentos Torsores de Flexión de placas.



Cortantes de Flexión de placas.

Principios fundamentales del cálculo de esfuerzos

El programa realiza el cálculo de esfuerzos utilizando como método de cálculo el método matricial de la rigidez para los elementos tipo barra y el método de los elementos finitos para los muros resistentes. En el método matricial, se calculan los desplazamientos y giros de todos los nudos de la estructura, (cada nudo tiene seis grados de libertad: los desplazamientos y giros sobre tres ejes generales del espacio, a menos que se opte por la opción de indeformabilidad de los forjados horizontales en su plano o la consideración del tamaño del pilar en forjados reticulares y losas), y en función de ellos se obtienen los esfuerzos (axiles, cortantes, momento torsor y flectores) de cada sección.

Para la validez de este método, las estructuras a calcular deben cumplir, o se debe suponer el cumplimiento de los siguientes supuestos:

Teoría de las pequeñas deformaciones: 1º y 2º orden

Se supone que la geometría de una estructura no cambia apreciablemente bajo la aplicación de las cargas. Este principio es en general válido, salvo en casos en los que la deformación es excesiva (puentes colgantes, arcos esbeltos, ...). Si se realiza un cálculo en 1º orden, implica además, que se desprecian los esfuerzos producidos por los

desplazamientos de las cargas originados al desplazarse la estructura. Si se realiza un cálculo en 2º orden, se consideran los esfuerzos originados por las cargas al desplazarse la estructura, siempre dentro de la teoría de las pequeñas deformaciones que implica que las longitudes de los elementos se mantienen constantes.

Este mismo principio establece que se desprecian los cambios de longitud entre los extremos de una barra debidos a la curvatura de la misma o a desplazamientos producidos en una dirección ortogonal a su directriz, tanto en un cálculo en 1º orden como en 2º orden.

Hay otros métodos tales como la teoría de las grandes deflexiones que sí recogen estos casos, que no son contemplados en Tricalc.

En el cálculo en 2º orden se permiten seleccionar las combinaciones a considerar, por el criterio de máximo desplazamiento y por el criterio de máximo axil, o también es posible la realización del cálculo en 2º orden para todas las combinaciones.

Linealidad

Este principio supone que la relación tensión - deformación, y por tanto, la relación carga - deflexión, es constante, tanto en 1º orden como en 2º orden. Esto es generalmente válido en los materiales elásticos, pero debe garantizarse que el material no llega al punto de fluencia en ninguna de sus secciones.

Superposición

Este principio establece que la secuencia de aplicación de las cargas no altera los resultados finales. Como consecuencia de este principio, es válido el uso de las "fuerzas equivalentes en los nudos" calculadas a partir de las cargas existentes en las barras; esto es, para el cálculo de los desplazamientos y giros de los nudos se sustituyen las cargas existentes en las barras por sus cargas equivalentes aplicadas en los nudos.

Equilibrio

La condición de equilibrio estático establece que la suma de todas las fuerzas externas que actúan sobre la estructura, más las reacciones, será igual a cero. Asimismo, deben estar en equilibrio todos los nudos y todas las barras de la estructura, para lo que la suma de fuerzas y momentos internos y externos en todos los nudos y nodos de la estructura debe ser igual a cero.

Compatibilidad

Este principio supone que la deformación y consecuentemente el desplazamiento, de cualquier punto de la estructura es continuo y tiene un solo valor.

Condiciones de contorno

Para poder calcular una estructura, deben imponerse una serie de condiciones de contorno. El programa permite definir en cualquier nudo restricciones absolutas (apoyos y empotramientos) o relativas (resortes) al desplazamiento y al giro en los tres ejes generales de la estructura, así como desplazamientos impuestos (asientos).

Unicidad de las soluciones

Para un conjunto dado de cargas externas, tanto la forma deformada de la estructura y las fuerzas internas así como las reacciones tienen un valor único.

Desplome e imperfecciones iniciales

Existe la posibilidad de considerar los efectos de las imperfecciones iniciales globales debidas a las desviaciones geométricas de fabricación y de construcción de la estructura. Tanto la Norma CTE DB SE-A en su artículo 5.4.1 Imperfecciones geométricas como el Eurocódigo 3 en su artículo 5.3.2 Imperfections for global analysis of frames, citan la necesidad de tener en cuenta estas imperfecciones. Estos valores son los siguientes:

- $L/200$ si hay dos soportes y una altura.
- $L/400$ si hay 4 o más soportes y 3 o más alturas.
- $L/300$ para situaciones intermedias.

Además se definen unos valores de deformación (e_0) para las imperfecciones locales debidas a los esfuerzos de compresión sobre los pilares. Estos valores vienen dados por la tabla 5.8 de la norma CTE.

11.6 Combinación de acciones.

Normativas

Las combinaciones de acciones para los elementos de hormigón armado se realizan según lo indicado en el EHE-08. En el caso del acero estructural, se pueden realizar de acuerdo a la EAE o el CTE. Para el resto de materiales se realizan de acuerdo con el CTE.

Combinaciones de acciones según EHE-08, EAE y CTE

Las combinaciones de acciones especificadas en la norma de hormigón EHE-08, la de acero estructural EAE y en el Código Técnico de la Edificación son muy similares, por lo que se tratan en este único epígrafe.

En el programa no existen cargas permanentes de valor no constante (G^*), y las sobrecargas (Q) se agrupan en las siguientes familias:

Familia 1

Sobrecargas alternativas. Corresponden a las hipótesis 1, 2, 7, 8, 9 y 10

Familia 2

Cargas móviles. Corresponden a las hipótesis 11 a 20, inclusive.

Familia 3

Cargas de viento. Corresponden a las hipótesis 3, 4, 25 y 26 (y a las de signo contrario si se habilita la opción "Sentido \pm ")

Carga de nieve. Corresponde a la hipótesis 22.

Carga de temperatura. Corresponde a la hipótesis 21.

Coefficientes de mayoración

En el caso de EHE-08, se utilizan los coeficientes de seguridad definidos en la casilla 'Hormigón'. Además, el coeficiente de seguridad para acciones favorables es 1,0 para la carga permanente y 0,0 para el resto.

En el caso de la EAE y el CTE, se utilizan los coeficientes de seguridad definidos en la casilla 'Otros / CTE / EAE'. Además, el coeficiente de seguridad para acciones favorables es 1,0 (EAE) o 0,8 (CTE) para la carga permanente y 0,0 para el resto.

E.L.U. Situaciones persistentes o transitorias

Carga permanente + sobrecargas de la familia 1 (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9 y 10)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 2 (Hipótesis 0 y de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 3 (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 25 y 26)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 2 (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10 y de 11 a 20)

$$\begin{aligned} \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2} \\ \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} \end{aligned}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 3 (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 y 26)

$$\begin{aligned} \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3} \\ \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F3} \cdot Q_{k,F3} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} \end{aligned}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 2 y 3 (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$\begin{aligned} \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3} \\ \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F3} \cdot Q_{k,F3} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2} \end{aligned}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1, 2 y 3 (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$\begin{aligned} \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3} \\ \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3} \\ \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F3} \cdot Q_{k,F3} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2} \end{aligned}$$

E.L.U. Situaciones accidentales (extraordinarias en CTE)

Carga permanente + sobrecargas de la familia 1 + carga accidental (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10 y 23)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 2 + carga accidental (Hipótesis 0, de 11 a 20 y 23)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 3 + carga accidental (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 23, 25 y 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 2 + carga accidental (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10, 23 y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 3 + carga accidental (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 23, 25 y 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 2 y 3 + carga accidental (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 23, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1, 2 y 3 + carga accidental (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 23, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

E.L.U. Situaciones sísmicas

Carga permanente + sobrecargas de la familia 1 + sismo (Hipótesis 0, 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 24)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 2 + carga sísmica (Hipótesis 0, 5, 6, 24 y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 3 + carga sísmica (Hipótesis 0, 3, 4, 5, 6, 21, 22, 24, 25 y 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 2 + cargas sísmicas (Hipótesis 0, 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 24 y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 3 + carga sísmica (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 24, 25 y 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 2 y 3 + cargas sísmicas (Hipótesis 0, 3, 4, 5, 6, 21, 22, 24, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1, 2 y 3 + cargas sísmicas (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 24, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

E.L.S. Estados Límite de Servicio

Carga permanente + sobrecargas de la familia 1 (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9 y 10)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_k$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Combinaciones cuasi permanentes (casi permanentes en CTE):

$$G_k + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 2 (Hipótesis 0 y de 11 a 20)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_k$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 3 (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 25 y 26)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_k$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 2 (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10 y de 11 a 20)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_{k,F1} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

$$G_k + Q_{k,F2} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

$$G_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 3 (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 y 26)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_{k,F1} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F3} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 2 y 3 (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 25 y 26, y de 11 a 20)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_{k,F2} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F3} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1, 2 y 3 (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 y 26, y de 11 a 20)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_{k,F1} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F2} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F3} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

11.7 Comprobación de secciones de acero

En el programa es posible definir si se desea utilizar el CTE DB SE-A ("Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad Estructural. Acero") o la EAE ("Instrucción Española de Acero Estructural"). En el Listado e Informe de Datos de Cálculo se indica la normativa seleccionada.

Criterios de comprobación

Se han seguido los criterios indicados en CTE DB SE-A o la EAE para realizar la comprobación de la estructura, en base al método de los estados límites.

Tipos de secciones

Se definen las siguientes clases de secciones:

Clase	Tipo	Descripción
1	Plástica	Permiten la formación de la rótula plástica con la capacidad de rotación suficiente para la redistribución de momentos.
2	Compacta	Permiten el desarrollo del momento plástico con una capacidad de rotación limitada.
3	Semicompacta o Elástica	En la fibra más comprimida se puede alcanzar el límite elástico del acero pero la abolladura impide el desarrollo del momento plástico
4	Esbelta	Los elementos total o parcialmente comprimidos de las secciones esbeltas se abollan antes de alcanzar el límite elástico en la fibra más comprimida.

Tenga en cuenta que una misma barra, puede ser de diferente clase en cada sección (en cada punto) y para cada combinación de solicitaciones.

En función de la clase de las secciones, el tipo de cálculo es:

Clase de Sección	Método para la determinación de las solicitaciones	Método para la determinación de la resistencia de las secciones
1 Plástica	Elástico	Plástico
2 Compacta	Elástico	Plástico
3 Semicompacta	Elástico	Elástico
4 Esbelta	Elástico	Elástico con resistencia reducida

La asignación de la clase de sección en cada caso, se realiza de acuerdo con lo indicado en el CTE DB SE-A o la EAE. En el caso de secciones de clase 4, el cálculo de sus parámetros resistentes reducidos (sección eficaz) se realiza asimilando la sección a un conjunto de rectángulos eficaces, de acuerdo con lo establecido en el CTE DB SE-A y la EAE.

Estado limite último de equilibrio

Se comprueba que en todos los nudos deben igualarse las cargas aplicadas con los esfuerzos de las barras. No se realiza la comprobación general de vuelco de la estructura.

Estabilidad lateral global y pandeo

El programa puede realizar un cálculo en 1º orden o en 2º orden. Las imperfecciones iniciales pueden ser tenidas en cuenta de forma automática, aunque también el usuario puede introducir las acciones equivalentes en las barras que sean necesarias.

La consideración de los efectos del pandeo se realiza de la siguiente forma:

Si la estructura es intraslacional (distorsión de pilares $r \leq 0,1$), basta realizar un análisis elástico y lineal en primer orden y de segundo orden, y considerar el pandeo de los pilares como intraslacionales.

Si la estructura es traslacional (distorsión de pilares $r > 0,1$), puede realizarse un análisis elástico y lineal considerando el pandeo como estructura traslacional, o bien:

Realizar un análisis elástico y lineal de 1º orden considerando el pandeo como estructura intraslacional pero habiendo multiplicado todas las acciones horizontales sobre el edificio por el coeficiente de amplificación $1 / (1 - r)$.

Realizar un análisis elástico y lineal de 2º orden considerando el pandeo como estructura intraslacional sin coeficiente de amplificación.

Se define para cada tipo de barra (vigas, pilares o diagonales) o cada barra individual y en cada uno de sus ejes principales independientemente, si se desea realizar la comprobación de pandeo, se desea considerar la estructura traslacional,

intraslacional o se desea fijar manualmente su factor de longitud de pandeo (factor que al multiplicarlo por la longitud de la barra se obtiene la longitud de pandeo), tal como se recoge en el LISTADO DE OPCIONES.

Si se deshabilita la comprobación de pandeo en un determinado plano de pandeo de una barra, no se realiza la comprobación especificada anteriormente en dicho plano. El factor reductor de pandeo de una barra, χ , será el menor de los factores de pandeo correspondientes a los dos planos principales de la barra.

Si se fija el factor de longitud de pandeo ' λ ' de una barra, se esa barra la estructura es traslacional cuando sea mayor o igual que 1,0 intraslacional en caso contrario.

La formulación para el cálculo de los coeficientes de pandeo es la recogida en CTE DB SE-A, y es la siguiente:

El cálculo del factor de pandeo en cada uno de en función de los factores de empotramiento η_1 (en la base del pilar) y η_2 (en su cabeza) es (cuando no es fijado por el usuario).

Estructuras traslacionales:

$$\beta = \frac{L_k}{L} = \sqrt{\frac{1 - 0,2 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,12 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{1 - 0,8 \cdot (\eta_1 + \eta_2) + 0,60 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}}$$

Estructuras intraslacionales:

$$\beta = \frac{L_k}{L} = \frac{1 + 0,145 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,265 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{2 - 0,364 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,247 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}$$

donde ' L_k ' longitud de pandeo, la longitud del pilar, o distancia entre sus dos nudos extremos.

Para secciones constantes y axil constante, la esbeltez reducida es

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

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

El factor reductor de pandeo de una barra, χ , se calcula de acuerdo con CTE DB SE-A o EAE.

Estado limite último de rotura

La comprobación a rotura de las barras, sometidas a la acción de las cargas mayoradas, se desarrolla de la siguiente forma:

Descomposición de la barra en secciones y cálculo en cada uno de ellas de los valores de momentos flectores, cortantes, axil de compresión y axil de tracción.

Cálculo de la tensión combinada en las siguientes secciones:

Sección de máxima compresión

Sección de máxima tracción

Sección de máximo momento flector según el eje Y_p

Sección de máximo momento flector según el eje Z_p

Sección de mayor tensión tangencial combinada

Sección de mayor tensión combinada, que puede coincidir con alguna de las anteriores, aunque no necesariamente.

Obtención de las seis combinaciones de solicitaciones más desfavorables para otras tantas secciones de la barra.

Resistencia de las secciones

La capacidad resistente de las secciones depende de su clase. Para secciones de clase 1 y 2 la distribución de tensiones se escogerá atendiendo a criterios plásticos (en flexión se alcanza el límite elástico en todas las fibras de la sección). Para las secciones de clase 3 la distribución seguirá un criterio elástico (en flexión se alcanza el límite elástico sólo en las fibras extremas de la sección) y para secciones de clase 4 este mismo criterio se establecerá sobre la sección eficaz.

En todos los casos, se considera $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$, salvo que se indique lo contrario.

Resistencia de las secciones a tracción. Se cumplirá:

$$N_{t,Ed} \leq N_{t,Rd}$$

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

Resistencia de las secciones a corte. En ausencia de torsión, se considera la resistencia plástica:

$$V_{Ed} \leq V_{c,Rd}$$

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

siendo A_v el área resistente a cortante, que el programa toma de la base de datos de perfiles.

Resistencia de las secciones a compresión sin pandeo. Se cumplirá

$$N_{c,Ed} \leq N_{c,Rd}$$

La resistencia de la sección, será, para secciones clase 1, 2 o 3:

$$N_{c,Rd} = N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

Para secciones clase 4:

$$N_{c,Rd} = N_{u,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd}$$

Resistencia de las secciones a flexión. Se cumplirá

$$M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$$

La resistencia plástica de la sección bruta, para secciones de clase 1 o 2, será

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd}$$

La resistencia elástica de la sección bruta, para secciones de clase 3, será

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = W_{el} \cdot f_{yd}$$

La resistencia elástica de la sección eficaz, para secciones de clase 4 será

$$M_{c,Rd} = M_{0,Rd} = W_{ef} \cdot f_{yd}$$

Resistencia de las secciones a torsión

Deberán considerarse las tensiones tangenciales debidas al torsor uniforme, $\tau_{t,Ed}$, así como las tensiones normales $\sigma_{w,Ed}$ y tangenciales $\tau_{w,Ed}$ debidas al bimomento y al esfuerzo torsor de torsión de alabeo.

En ausencia de cortante, se considera:

$$T_{Ed} \leq T_{c,Rd}$$

$$T_{c,Rd} = W_T \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

siendo W_T el módulo resistente a torsión, que el programa toma de la base de datos de perfiles.

Interacción de esfuerzos en secciones

Normalmente, en una misma sección y combinación de acciones, se dan varias sollicitaciones simultáneamente. El CTE considera los siguientes casos (la EAE considera expresiones más ajustadas. Véase el Manual de Normativas para más información):

Flexión compuesta sin cortante ni pandeo. Puede usarse, conservadoramente:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1 \quad (\text{secciones de clase 1 y 2})$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} \leq 1 \quad (\text{secciones de clase 3})$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rdz}} \leq 1 \quad (\text{secciones de clase 4})$$

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

Flexión y cortante. Si $V_{Ed} > 0,5 \cdot V_{c,Rd}$, se comprobará que:

$$M_{Ed} \leq M_{V,Rd}$$

$$M_{V,Rd} = \left(W_{pl} - \frac{\rho \cdot A_V^2}{4 \cdot t_w} \right) \cdot f_{yd} \not\geq M_{0,Rd}$$

para secciones I o H con flexión y cortante en el plano del alma

$$M_{V,Rd} = W_{pl} \cdot (1 - \rho) \cdot f_{yd} \not\geq M_{0,Rd} \quad \text{para el resto de casos}$$

$$\rho = \left(2 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$$

Flexión, axil y cortante sin pandeo. Si $V_{Ed} < 0,5 \cdot V_{c,Rd}$, basta considerar el caso 'Flexión compuesta sin cortante ni pandeo'. En caso contrario, se utilizará también dicho caso, pero el área de cortante se multiplicará por $(1 - \rho)$, tomando ρ del caso anterior.

Cortante y torsión. En la resistencia a cortante se empleará la resistencia plástica a cortante reducida por la existencia de tensiones tangenciales de torsión uniforme:

$$V_{c,Rd} \leq V_{pl,T,Rd}$$

En secciones huecas cerradas:

$$V_{pl,T,Rd} = \left(1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{f_{yd} / \sqrt{3}} \right) \cdot V_{pl,Rd}$$

Resistencia de las barras

Compresión y pandeo. Se cumplirá que

$$N_{c,Rd} \leq N_{pl,Rd}$$

$$N_{c,Rd} \leq N_{b,Rd}$$

La resistencia a pandeo por flexión en compresión centrada puede calcularse con:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

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

Compresión y flexión con pandeo

Las expresiones aquí reproducidas corresponden al criterio de ejes del CTE DB SE-A, cuya correspondencia con los ejes principales de *Tricalc* es:

Eje	B	Tri calc
Longitudinal de la barra	X	Xp
Paralelo a las alas	Y	Zp
Paralelo al alma	Z	Yp

En el caso del CTE, para toda pieza se comprobará:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Además, si no hay pandeo por torsión (secciones cerradas):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Además, si hay pandeo por torsión (secciones abiertas):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Ver el apartado 6.3.4.2 de CTE DB SE-A para más información.

En el caso de la EAE se comprobará:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \right) \gamma_{M1} \leq 1$$

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \right) \gamma_{M1} \leq 1$$

Ver el apartado 35.3 de la EAE para más información.

Estado limite de servicio de deformación

De acuerdo con el CTE DB SE y la EAE, se comprueba la máxima deformación vertical (flecha) de vigas y diagonales referente a:

Flecha producida por las sobrecargas con las combinaciones características.

Flecha producida por toda la carga con las combinaciones casi permanentes.

Estado limite último de abolladura del alma

Se realiza la comprobación de abolladura del alma por cortante de acuerdo con el artículo 6.3.3.3 de la norma CTE DB SE-A o el artículo 35.5 de la EAE, considerando la pieza de alma llena. El programa indica, caso de ser necesario, la distancia y espesor de los rigidizadores transversales a disponer para así cumplir esta comprobación.

Estado limite último de pandeo lateral de vigas

Esta comprobación es opcional en *Tricalc* y sólo se realiza en vigas y diagonales.

Se comprobará que $M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$. En el caso de barras traccionadas y flectadas, el momento M_{Ed} podrá sustituirse por $M_{ef,Ed}$ para esta comprobación de acuerdo con la expresión:

$$M_{ef,Ed} = W \cdot [M_{Ed}/W - N_{t,Ed}/A]$$

El momento resistente de pandeo lateral será:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_z \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

siendo W_z el módulo resistente de la sección, según su clase y χ_{LT} el factor reductor por pandeo lateral. El programa calcula e indica el coeficiente de seguridad a pandeo lateral ($M_{Ed} / M_{b,Rd}$).

Caso particular de las secciones de inercia variable: cartelas

Estado límite de rotura

Para el estado límite de rotura, se parte de las solicitaciones existentes en cada sección, que fueron calculadas suponiendo que cada cartela secundaria es de sección constante de valor la de la sección en su punto medio. A partir de dichos esfuerzos, se realizan las comprobaciones indicadas anteriormente utilizando las características geométricas del perfil real en cada sección de estudio (es decir, considerándola como una sección de inercia variable).

Estado límite de pandeo

Para el cálculo de la longitud de pandeo, la esbeltez λ y el coeficiente de pandeo χ , se considera la cartela primaria como una barra única con una sección equivalente de acuerdo con el artículo '6.3.2.3 Barras de sección variable' de la norma CTE DB SE-A. En la función de retocado de resultados de pandeo se utilizarán también estos criterios para el cálculo de la longitud, factor de pandeo χ , esbeltez λ y coeficiente reductor de pandeo χ .

Estado límite de deformación

Para el cálculo del estado límite de deformación, se estudia cada cartela secundaria por separado y considerándola de sección constante.

Perfiles Conformados

Dado que el CTE DB SE-A es insuficiente para comprobar este tipo de secciones, se utilizan los criterios de la norma europea EN 1993-1-3. Véase la memoria de cálculo correspondiente a los Eurocódigos Genéricos.

En el caso de la EAE, se utiliza lo indicado en su artículo 73º.

Parámetros de comprobación del acero

Ver LISTADO DE OPCIONES.

11.8 Cálculo de la cimentación

Este apartado se refiere al cálculo de la cimentación superficial mediante zapatas aisladas o combinadas y sus posibles vigas centradoras. Existen otros apartados en esta memoria referidos a la cimentación superficial mediante losas de cimentación, muros de sótano, muros resistentes y cimentaciones profundas mediante encepados y pilotes.

Geometría

Los sistemas de coordenadas utilizados como referencia son los siguientes:

SISTEMA GENERAL: constituido por el origen de coordenadas O_g y los ejes X_g , Y_g y Z_g . Los ejes X_g y Z_g son los horizontales y el eje Y_g es el eje vertical.

SISTEMA LOCAL: formado por un sistema de ejes $[X_l, Y_l, Z_l]$ con origen en el nudo en el que cada zapata se define y paralelos a los ejes X_g , Y_g y Z_g .

SISTEMA DE EJES PRINCIPAL: resultante de aplicar una rotación sobre los ejes locales de la zapata cuando ésta está girada respecto al eje Y_l .

Cargas

Se consideran las cargas aplicadas directamente sobre las vigas riostras y centradoras, y las reacciones obtenidas en los nudos de la estructura en contacto con el terreno, determinadas en la etapa de cálculo de la estructura.

Cálculo de la tensión admisible

Se realiza de acuerdo a lo establecido en CTE DB SE-C. El usuario podrá establecer la tensión admisible explícitamente o bien decidir que el programa la calcule en base al anejo F.1.1 del CTE DB SE-C.

Criterios de cálculo de zapatas aisladas

Se contemplan distintas distribuciones del diagrama de presiones bajo las zapatas en función de las cargas que inciden sobre éstas: en el caso de zapata centrada con carga vertical y sin momento, se considera un diagrama de distribución de presiones rectangular y uniforme; en el caso de zapata centrada con carga vertical y momentos y

en el caso de zapata en esquina o medianería con carga vertical y/o momentos, se considera un diagrama también rectangular y uniforme extendido a parte de la zapata de forma que el área de presiones sea cobaricéntrica con la resultante de acciones verticales.

En zapatas rectangulares $B \times L$ equivale a considerar una zapata equivalente $B^* \times L^*$, con

$$B^* = B - 2 \cdot e_B$$

$$L^* = L - 2 \cdot e_L$$

siendo e_B , e_L las excentricidades de la resultante respecto al baricentro de la zapata.

Criterios de cálculo de zapatas con vigas centradoras

Cuando dos zapatas están unidas por una viga centradora, se analiza el conjunto zapata-viga-zapata independientemente de que alguna de las zapatas se encuentre también unida con otra zapata mediante una viga, sin considerar interacciones con otros conjuntos viga-zapata-viga. A la viga se la puede asignar cualquier tipo de unión (incluso uniones elásticas), lo cual es tenido en cuenta por el programa.

El conjunto de zapatas y viga centradora se analiza como una viga invertida, con carga continua igual a la resultante de la presión del terreno en las dos zapatas, y con apoyos en los pilares, comprobándose que la tensión bajo las dos zapatas no supere la tensión admisible del terreno.

Criterios de cálculo de zapatas combinadas

El predimensionado de las zapatas combinadas se establece de forma que el cimiento pueda ser analizado como rígido, hipótesis que permite considerar una tensión uniforme sobre el terreno, tanto en las zonas alejadas de los pilares como en su proximidad. Por tanto, las condiciones de rigidez que cumplen las dimensiones de las zapatas combinadas son las siguientes:

Vuelos:

$$v \leq \frac{\pi}{4} \sqrt[4]{\frac{4 \cdot E_c \cdot I_c}{B \cdot k_{sB}}}$$

Vano central:

$$l \leq \frac{\pi}{2} \sqrt[4]{\frac{4 \cdot E_c \cdot I_c}{B \cdot k_{sB}}}$$

donde,

l la luz del vano (máxima) entre pilares;

v vuelo (máximo) en la dirección longitudinal y transversal;

B el ancho de la zapata (dirección transversal);

E_c el módulo de deformación del material de la zapata representativo del tipo de carga y su duración;

I_c el momento de inercia de la zapata en un plano vertical, transversal (perpendicular al plano de alineación de pilares), respecto a la horizontal que pasa por su centro de gravedad;

k_{sB} el módulo de balasto de cálculo, representativo de las dimensiones del cimiento.

Cálculo estructural del cimiento

Criterios de armado de zapatas simples rígidas y flexibles

Considerando los aspectos referentes a zapatas recogidos en la Instrucción EHE-08, se realizan las siguientes comprobaciones:

Comprobación a punzonamiento y cortante

La Instrucción EHE-08 define la sección de cálculo S_2 , situada a una distancia 'd' de la cara del pilar, y que tiene en cuenta la sección total del elemento de cimentación, donde d el canto útil de la zapata. Dichos valores se miden según la dirección en la que se realicen las comprobaciones.

En la comprobación a cortante se verifica que el cortante existente en la sección S_2 es menor o igual a Vu_2 (cortante de agotamiento por tracción en el alma en piezas sin armadura transversal).

En la comprobación a punzonamiento se verifica que la tensión tangencial producida por el cortante en un perímetro crítico situado alrededor del pilar y a una distancia $2 \cdot d$ de su cara no supera la máxima tensión tangencial τ_{rd} .

Comprobación a flexión

En la Instrucción EHE-08 se define la sección de cálculo S1, situada a $0,15b$, interior a la cara del pilar de lado b , para pilares de hormigón mientras que para pilares de acero se toma como referencia la sección en la cara del pilar. El cálculo de la armadura a flexión se realiza en dicha sección y de manera que no sea necesaria la armadura de compresión. La armadura mínima colocada cumple una separación máxima entre barras de 30 cm. y la siguiente cuantía geométrica mínima de la sección de hormigón:

B 400 S 1,0 ‰

B 500 S 0,9 ‰

Criterios de armado de zapatas tipo M o de hormigón en masa

Se dimensiona el canto para que exista en la base de la zapata una máxima tensión de tracción igual a la máxima tensión de cálculo del hormigón a flexotracción, a efectos de que no sea necesaria la colocación de armadura. Se coloca no obstante una armadura mínima recomendada a efectos de redistribución de esfuerzos en la base, compuesta por barras separadas 30 cm. Se realizan las siguientes comprobaciones:

Comprobación de punzonamiento

Se comprueba que la tensión tangencial resistida por un perímetro definido a distancia $h/2$ de la cara del pilar no sea mayor de $2 \cdot f_{ct,d}$, donde $f_{ct,d}$ es la resistencia de cálculo del hormigón a tracción, de valor:

$$f_{ck} \leq 50 \text{ MPa} \rightarrow f_{ct,d} = 0,21 \cdot f_{ck}^{2/3} / \gamma_c$$

$$f_{ck} > 50 \text{ MPa} \rightarrow f_{ct,d} = 0,41 \cdot f_{ck}^{1/2} / \gamma_c$$

donde f_{ck} es la resistencia característica del hormigón, en MPa.

Comprobación a cortante

Se comprueba que la tensión tangencial resistida por una sección paralela a cada uno de los lados y a distancia h de la cara del pilar, no es mayor que la resistencia de cálculo del hormigón a tracción, donde $f_{ctd,fi}$ tiene el valor definido anteriormente.

Criterios de armado de zapatas combinadas

Para el cálculo de la flexión longitudinal se considera el modelo de viga apoyada en los pilares, con vano central y dos voladizos, según el caso, determinándose las armaduras longitudinales superior e inferior. Las cuantías geométricas mínimas

consideradas en cada dirección (superior más inferior) son, en relación a la sección de hormigón (EHE-08 Art.42.3.5):

B 400 S 2,0 ‰

B 500 S 1,8 ‰

Para el cálculo de la sección transversal, la zapata se divide en cinco tramos, definidos al considerar un área delimitada al valor de un canto a cada lado de los pilares.

Tramo 1: se extiende desde el borde de la zapata hasta una línea separada a un canto del primer pilar.

Tramo 2: es el área situada debajo del primer pilar, de ancho dos veces el canto de la zapata.

Tramo 3: es el área comprendida entre los dos pilares, de ancho su separación menos dos veces el canto de la zapata.

Tramo 4: se sitúa debajo del segundo pilar, teniendo como ancho dos veces el canto de la zapata.

Tramo 5: es el tramo comprendido entre una línea a distancia de un canto desde el pilar, y el borde de la zapata.

A partir de una hipótesis de voladizo de longitud el mayor de los vuelos en sentido transversal se calcula la armadura longitudinal en los tramos 2 y 4. En los tramos 1, 3 y 5 se coloca una armadura que cubra al menos un momento igual al 20% del longitudinal, respetando las cuantías geométricas mínimas.

Para la comprobación de la armadura transversal se calculan unas dimensiones tales que no sea necesaria la disposición de estribos.

Parámetros de cálculo del cimiento

Ver LISTADO DE OPCIONES.

11.9 Cálculo y armado de zapatas de muros resistentes.

Los muros resistentes, independientemente de su material (hormigón armado, ladrillo, piedra granito, piedra arenisca, bloques de hormigón u otros) podrán contar con una zapata de hormigón como cimentación. La única diferencia es que si el muro

es de hormigón, en la zapata se deben colocar las esperas necesarias para anclar la armadura longitudinal vertical del muro.

La zapata del muro posee un sistema de coordenadas principales idéntico al del muro: un eje X horizontal, en la unión entre muro y zapata y contenido en el plano del muro, un eje Y vertical y contenido en el plano del muro y un eje Z horizontal, perpendicular al plano del muro (cumpliéndose que el producto vectorial de X por Y es Z).

Se calcula en todos los puntos de la base del muro los esfuerzos transmitidos por la estructura por unidad de longitud del muro, y en ese sistema de coordenadas. Estos esfuerzos, más el propio peso de la zapata, ambos sin mayorar se utilizan para dimensionar el ancho y canto de la zapata. Los mismos esfuerzos, mayorados, se utilizan para calcular el armado de la zapata.

También se calcula la resultante de todos los esfuerzos transmitidos por la estructura a la cimentación (más el peso propio de toda la zapata) para una comprobación de vuelco del muro alrededor de su eje Z principal.

Es aconsejable introducir valores para las dimensiones '*Vuelo X+*' y '*Vuelo X-*' para aumentar el área de las zapatas en las esquinas.

Cálculo de la tensión admisible sobre el terreno

Para el cálculo de la tensión admisible sobre el terreno, se tienen en cuenta las tensiones (en los ejes principales de la zapata) F_y (axil vertical, incluyendo en peso propio de la zapata), F_z (rasante horizontal perpendicular al muro) y M_x (momento flector alrededor del eje horizontal del muro).

Sea ' b ' el ancho de la zapata (la dimensión perpendicular al muro). Estos esfuerzos producen una excentricidad e_z respecto al eje central de la zapata, que nunca puede ser mayor de $b/2$.

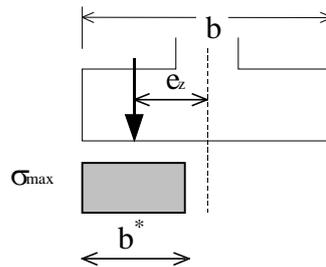
La tensión bajo el cimiento se considera uniforme y restringida a una parte de zapata (zapata equivalente) de forma que su baricentro coincida con la resultante de acciones.

Es decir, un ancho

$$b^* = b - 2 \cdot e_z$$

siendo entonces, la tensión sobre el terreno

$$\sigma = F_y / b^* = F_y / (b - 2 \cdot e_z)$$



que no podrá superar la tensión admisible del terreno.

La tensión máxima admisible podrá definirse por el usuario o bien podrá ser calculada por el programa en base a la carga de hundimiento (calculada según el anejo F del CTE DB SE-C) dividida por el coeficiente de seguridad al hundimiento establecido en las opciones.

Comprobación a deslizamiento

Puede, si se desea, activar la comprobación a deslizamiento de las zapatas es su dirección Z (perpendicular al muro).

Esta comprobación considera de forma opcional el empuje pasivo. La comprobación se realiza siguiendo los criterios de la norma seleccionada (CTE DB SE-C, Artículo "6.3.3.2 Estabilidad" ó NBE-AE-88, Artículo "8.7. Seguridad al deslizamiento"). El valor 'Profundidad de la parte superior de la zapata' sumado al cato de la zapata permite determinar la profundidad de la base de la zapata, teniendo en cuenta que se despreciará el empuje pasivo de la capa superior del terreno hasta una profundidad de 1 metro en el caso de NBE AE-88, y hasta 1/10 de dicha profundidad, pero no más de 0,5 metros, en el caso del CTE DB SE-C.

Comprobación a vuelco

Puede, si se desea, activar la comprobación a vuelco de las zapatas; tanto alrededor de su eje X como alrededor de su eje Z. En cada dirección, además, se comprueba el vuelco en ambos sentidos.

La comprobación a vuelco verifica que el 'Momento de Vuelco M_v ' es menor que el 'Momento Estabilizador de Vuelco M_e ', según la ecuación:

$$\frac{M_e}{M_v} \geq 1$$

Para cada combinación de acciones, producen momentos de vuelco la componente horizontal de las fuerzas y los momentos actuante; mientras que producen momentos estabilizadores la componente vertical de las fuerzas (incluyendo el peso propio de la zapata). Para las fuerzas horizontales, se considera que actúan a una altura de $2/3$ del canto de la zapata respecto a la base de la misma.

A los momentos de vuelco se les aplica el coeficiente de seguridad de acciones desestabilizadoras de vuelco (de valor 1,8 en general), mientras que a los momentos estabilizadores se les aplica el coeficiente de seguridad de acciones estabilizadoras de vuelco (de valor 0,9 en general).

Cálculo estructural del cimiento

El programa realiza las siguientes comprobaciones en cada una de las zapatas: resistencia a flexión, a cortante y comprobación de la adherencia. Todas las comprobaciones se realizan en la dirección Z de la zapata (ortogonal al plano del muro), ya que la rigidez en su plano que posee el muro resistente impide la flexión de la zapata en la otra dirección. En todo caso, se coloca una armadura paralela al muro de cuantía igual a $1/5$ de la cuantía en la dirección ortogonal pero no inferior a la cuantía mínima indicada por la norma. Como excepción, si la zapata posee vuelco en la dirección X del muro, también se realizan las mismas comprobaciones en dicha dirección.

Se considera un diagrama trapezoidal de tensiones, de acuerdo con las tensiones máximas sobre el terreno calculadas en ambos extremos de la zapata y mayoradas.

El canto de la zapata se predimensiona inicialmente en función del tipo de zapata fijado en las opciones (salvo que se haya fijado un canto constante, en cuyo caso ése será el canto de la zapata) y del máximo vuelco de la zapata de acuerdo con el siguiente criterio:

Zapata flexible: $< \frac{1}{2} \cdot \text{vuelco}$, pero no menor de 30 cm.

Zapata rígida: $> \frac{1}{2} \cdot \text{vuelco}$, pero no menor de 30 cm.

Zapata tipo M (Hormigón en masa): El canto necesario para no superar la resistencia a flexotracción del hormigón.

También se limita el canto mínimo de la zapata en función del anclaje en prolongación recta que necesita la armadura longitudinal vertical del muro, si éste es de hormigón.

Si la zapata es imposible de armar según el tipo especificado, el programa pasa automáticamente al siguiente tipo (en el orden indicado) para así aumentar el canto.

Aunque en las opciones de armado se fije otro diámetro mínimo mayor, el diámetro mínimo de la armadura de la zapata será de $\varnothing 12mm$.

Zapatas de hormigón armado

Salvo en el caso de las zapatas de hormigón en masa, las comprobaciones realizadas son:

Comprobación a flexión

Se define una sección de cálculo, S1, paralela al muro y situada a $0,15 \cdot t$ hacia el interior del muro (si es de hormigón) ó $0,25 t$ (si es de otro material), siendo t el espesor del muro. El canto de la sección será el de la zapata. En dicha sección se calcula la armadura a flexión, de forma que no sea necesaria armadura de compresión. La cuantía geométrica mínima de esta armadura será (Instrucción EHE-08)

$$B 400 S \text{ y } B 400 SD 1,0 \%$$

$$B 500 S \text{ y } B 500 SD 0,9 \%$$

y estará constituida por barras separadas no más de 30 cm.

Comprobación a cortante

Se define una sección de cálculo, S2, paralela al muro y situada a un canto útil del borde del muro. En dicha sección se comprueba la tensión tangencial del hormigón producida por el cortante, de forma que no sea necesaria armadura de cortante.

Zapatas de hormigón en masa

En las zapatas de hormigón en masa, las comprobaciones son:

Comprobación a flexión

Se define una sección de cálculo, S1, paralela al muro y situada a $0,15 \cdot t$ hacia el interior del muro, siendo t el espesor del muro. El canto de la sección será el de la zapata. En dicha sección se comprueba que, bajo un estado de tensiones del hormigón plana y lineal, la máxima tensión de tracción del hormigón no supera la resistencia a flexotracción, $f_{ct,d}$. Se coloca en todo caso una armadura mínima para evitar fisuraciones de cuantía igual a la cuantía mínima considerando que la zapata tiene un canto no mayor a $\frac{1}{2}$ vuelo.

Comprobación a cortante

Se define una sección de cálculo, S_2 , paralela al muro y situada a un canto del borde del muro. En dicha sección se comprueba que la tensión tangencial del hormigón producida por el cortante no supera el valor de $f_{ct,d}$.

11.10 Cálculo y armado de encepados y pilotes.

Este apartado se refiere al cálculo y armado de cimentaciones profundas mediante encepados y pilotes y las posibles vigas centradoras que los unen entre sí o a otros elementos de cimentación.

El programa permite calcular cimentaciones profundas formadas por encepados de 1, 2, 3 ó 4 pilotes unidos mediante vigas de cimentación. Dichos pilotes pueden ser hormigonados "in situ" ó prefabricados. Los encepados y pilotes tienen las siguientes características:

Todos los pilotes de un encepado son iguales, tanto en sección, longitud y armado.

El vuelo del encepado, definido como la distancia entre el eje de un pilote y los paramentos del encepado más próximos, es igual para todos los pilotes de un encepado.

Los encepados de un pilote son siempre cuadrados, con el eje del pilote situado en el centro de dicho cuadrado.

Los encepados de tres pilotes son triángulos equiláteros, con los ejes de los pilotes dispuestos también en un triángulo equilátero.

Los encepados de cuatro pilotes son rectangulares, con los ejes de los pilotes dispuestos también en un rectángulo.

Sistema de ejes. Coordenadas

Cada uno de los encepados tienen un sistema de ejes local $[X_l, Y_l, Z_l]$, formado por un sistema de ejes paralelos al sistema de ejes generales $[X_g, Y_g, Z_g]$ que pasan por el nudo.

Se define también un sistema de ejes principal, resultante de aplicar una rotación sobre los ejes locales del encepado. El sistema de ejes principal es el utilizado para expresar las dimensiones y armaduras de los encepados y pilotes. Cuando no existe ángulo de rotación entre el sistema de ejes local y principal, ambos sistema de ejes coinciden.

Cargas

Se consideran las cargas aplicadas directamente sobre los encepados, las vigas riostras y centradoras, y las reacciones obtenidas en los nudos de la estructura en contacto con el terreno, determinadas en la etapa de cálculo de la estructura.

Conceptos de cálculo

El cálculo de unas cimentaciones profundas mediante encepados, pilotes y vigas de cimentación engloba los siguientes aspectos:

La disposición, número, longitud y diámetro de los pilotes debe dimensionarse de forma que sean capaces de transmitir las cargas de la estructura al terreno.

Los pilotes deben ser capaces de soportar los esfuerzos a los que son sometidos. En el caso de pilotes perforados / hormigonados "in situ", se calcula el armado necesario, mientras que en el caso de pilotes prefabricados se comprueba el armado del modelo escogido.

Los encepados y vigas de cimentación deben dimensionarse y armarse de forma que resistan los esfuerzos a que son sometidos.

Carga admisible de los pilotes

Para calcular la carga admisible de un grupo de pilotes de un mismo encepado, se calcula previamente la carga de hundimiento de un pilote aislado.

Carga de hundimiento de un pilote aislado

La carga de hundimiento se define como la máxima carga vertical que puede transmitir un pilote aislado de una determinadas dimensiones al terreno. La transmisión de esta carga al terreno puede hacerse por dos mecanismos:

Por fricción o pilotes flotantes. La transmisión se realiza mediante el rozamiento entre el terreno (de resistencia media a baja) y el fuste del pilote.

Por punta o pilotes columna. La transmisión se realiza en la punta del pilote, asentado normalmente en un estrato más resistente que el terreno superior.

Ambos mecanismos no son excluyentes. En el programa se define esta carga de hundimiento mediante la expresión

$$Q_h = A_p \cdot r_p + A_f \cdot r_f$$

siendo

Ap Área de la punta

rp Resistencia unitaria en la punta

Af Área del fuste

rf Resistencia unitaria en el fuste

En el caso de utilizar la norma NBE AE-88, los valores de r_p y r_f deben ser establecidos por el usuario en las opciones.

En el caso de utilizar la norma CTE DB SE-C, los valores de r_p y r_f pueden ser establecidos por el usuario en las opciones o bien ser calculados por el programa en base al apartado 2.1 del Anejo F del CTE DB SE-C.

En el LISTADO DE OPCIONES se especifica si se utiliza la resistencia en punta y/o por fricción, así como los valores de 'rp' y 'rf' adoptados, que pueden variar con la profundidad.

Carga admisible de un grupo de pilotes

Para determinar la carga admisible de un grupo de pilotes, se suma la carga de hundimiento de todos los pilotes, afectados por un coeficiente de grupo y dividido por un factor de seguridad de carga admisible (coeficiente parcial de seguridad al hundimiento):

$$Q_{adm,g} = \frac{F_g}{\gamma_R} \cdot \sum_i Q_{hi}$$

En LISTADO DE OPCIONES se especifica el valor de dichos factores adoptados.

Cálculo de los esfuerzos transmitidos a cada pilote

La carga admisible de los pilotes debe ser menor que la carga transmitida por la estructura u otros elementos.

Para calcular la carga transmitida al pilote i, se utiliza la fórmula de Navier:

$$P_i = \frac{N}{n} + \frac{M_y \cdot x_i}{\sum x_i^2} + \frac{M_x \cdot y_i}{\sum y_i^2}$$

donde

N es la carga vertical transmitida por el encepado. Incluye las cargas verticales transmitidas por la estructura al encepado más el peso propio del encepado más pilote y el rozamiento negativo transmitido al pilote por el terreno

n es el número de pilotes del encepado

M_x, M_y son los momentos, en ejes principales del encepado, transmitidos por la estructura a los pilotes, más los momentos adicionales introducidos directamente en el encepado. No todos los momentos transmitidos por el pilar al encepado son transmitidos a los pilotes: una parte (definida en el LISTADO DE OPCIONES) es absorbida por las vigas de cimentación unidas al encepado

x_i, y_i son las distancias al centro de gravedad del encepado del pilote i en ejes principales del encepado

Rozamiento negativo

Este fenómeno se produce debido a asentamientos ó consolidaciones del terreno, que queda parcialmente 'colgado' de los pilotes, a los que transmite por tanto una tensión tangencial.

La carga unitaria transmitida al pilote por este fenómeno se calcula mediante la expresión

$$F_{s,neg} = \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot \sigma'_{vi} \cdot K_0 \cdot \text{tg} \delta \approx \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot \sigma'_{vi} \cdot 0,25$$

donde

i cada una de las unidades geotécnicas (estratos) consideradas a lo largo del pilote;

β parámetro dependiente del tipo de terreno (entre 0,25 y 0,80);

σ'_{vi} tensión efectiva en el punto del fuste considerado ($\sigma'_{vi} = \gamma' \cdot z_i$).

Encepados y vigas de cimentación

De los momentos transmitidos por la estructura al encepado, un porcentaje definible por el usuario y especificado en el LISTADO DE OPCIONES es transmitido a las vigas de cimentación. En el caso de encepados de un solo pilote, la totalidad de los momentos es transmitida a las vigas de cimentación; y si el encepado es de dos pilotes, la componente del momento paralela a la línea que une ambos pilotes es transmitida a las vigas de cimentación.

El reparto del momento entre las vigas de cimentación que acometen a un encepado se realiza en función de la proyección en la dirección perpendicular del momento de la rigidez a flexión de la viga de cimentación ($4 \cdot E \cdot I_z / L$). Es decir, se realiza un reparto mediante un método similar al de Cross.

Cálculo estructural del cimiento

Pilotes

Los pilotes se calculan y arman esencialmente como pilares, con las siguientes salvedades:

Coeficientes adicionales de seguridad

Es posible definir los coeficientes adicionales de seguridad siguientes (en el LISTADO DE OPCIONES se especifican los valores adoptados):

Un coeficiente reductor ($<1,0$) de la resistencia del hormigón por hormigonado vertical.

Un coeficiente de minoración ($<1,0$) de la resistencia del acero de las armaduras. Este coeficiente será normalmente 1,0 en pilotes prefabricados.

Un coeficiente de mayoración ($<1,0$) de las cargas.

Dada la inexactitud inherente a la construcción de un pilote hormigonado “in situ”, en el programa se define un coeficiente de reducción de las dimensiones de la sección del pilote a efectos resistentes.

Excentricidades y pandeo

Las excentricidades mínimas y la longitud de pandeo se fijan de forma específica (ver el LISTADO DE OPCIONES). Hay que tener en cuenta que las imprecisiones de replanteo e inclinación de pilotes son muy superiores a las de los pilares. Además, no es posible inspeccionar el pilote una vez ejecutado.

Por otra parte, el terreno en el que se introduce el pilote proporciona una determinada coacción lateral que reduce significativamente la longitud de pandeo respecto a la de un pilar de igual dimensión.

Proximidad de otras cimentaciones

La proximidad de otras cimentaciones provoca empujes horizontales a lo largo de parte del fuste del pilote, lo que se traduce en flexiones que se añaden a las

procedentes de la estructura. Para evaluar este momento adicional, se utiliza la expresión (en el LISTADO DE OPCIONES se especifican los valores adoptados)

$$M_h = Q_h \cdot k \cdot L / 16$$

donde

M_h es el momento adicional a considerar

Q_h es el empuje, en Kg/ml ó kN/ml, transmitido por la cimentación próxima al pilar

L es la longitud total de pilote

k es un factor menor de 1,0 que indica la parte de fuste del pilote afectada por este empuje.

Esfuerzos debidos al transporte y colocación

Los pilotes prefabricados pueden sufrir, debido a su peso propio y cómo se trasladan e izan hasta su posición, momentos flectores que deben ser tenidos en cuenta. Estos momentos no son adicionales, puesto que desaparecen una vez el pilote esté situado en su posición definitiva.

Este momento, que sólo se aplica a los pilotes prefabricados, se evalúa según la expresión (en el LISTADO DE OPCIONES se especifican los valores adoptados)

$$M = p \cdot L^2 / x$$

donde

p es el peso propio por metro lineal del pilote

L es la longitud del pilote

x es un factor definido por el usuario

Pilotes prefabricados

En el programa se define el modelo de pilote prefabricado a utilizar en cada caso, por lo que lo que se realiza es una comprobación del armado del pilote.

Encepados

Se utilizan los criterios específicos de encepados de la norma española de hormigón, EHE-08, en su artículo 58 (Elementos de Cimentación). Los únicos encepados calculados por el programa son los encepados rígidos de canto constante. Para que un encepado pueda considerarse rígido, debe cumplirse

$$V_{max} \leq 2h$$

siendo

V_{max} el máximo vuelo de los pilotes del encepado; definido como la distancia entre la cara del pilar o soporte y el eje del pilote

h es el canto del encepado, que no será menor de 40 cm ni del diámetro de los pilotes. También se comprueba que este canto permita el anclaje en prolongación recta y compresión de la armadura longitudinal de los pilotes

Además, la distancia entre la cara de los pilotes y la del encepado será no menor de 25 cm ni de $\frac{1}{2}$ del diámetro de los pilotes.

Los encepados rígidos se calculan por el método de 'bielas' de hormigón comprimidas y tirantes traccionados constituidos por barras de acero.

Encepados de un pilote

Los encepados de un pilote deben arriostrarse al menos por dos vigas de cimentación en dos direcciones sensiblemente ortogonales. Estas vigas son las encargadas de absorber los momentos transmitidos por la estructura y los derivados por la no coincidencia entre el eje del pilar y el del pilote.

Este encepado está formado por una única biela con nudos multicomprimidos (CCC), que se comprueban de acuerdo con el apartado de "cargas concentradas sobre macizos" de EHE-08. La comprobación se realiza según la expresión

$$N_d \leq A_c \cdot f_{3cd}$$

siendo

N_d el axil transmitido al pilote

A_c es el área cargada, que es la menor entre las secciones del pilar y el pilote

f_{3cd} es la resistencia a compresión del nudo de hormigón. En EHE-08 viene dada por la expresión

$$f_{3cd} = \sqrt{\frac{A_c}{A_{c1}}} \cdot f_{cd} \not\geq 3,3 \cdot f_{cd}$$

donde

A_{c1} es la mayor entre el área de la sección del pilar y la del pilote

f_{cd} es la resistencia a compresión del hormigón

Es necesario disponer una armadura horizontal en las caras superior e inferior del encepado y en ambas direcciones cuya cuantía mecánica sea al menos (en cada cara y dirección)

$$T_d = 0,25 \cdot N_d \cdot \left(\frac{a - a_1}{a} \right) = A_s \cdot f_{ytd}$$

siendo

a la dimensión mayor entre la de la sección del pilar y la del pilote

a_1 la dimensión menor entre la de la sección del pilar y la del pilote

f_{ytd} la tensión de tracción del tirante, que se limita respecto a la del acero a 400 MPa

Encepados de dos pilotes

Los encepados de dos pilotes deben arriostrarse al menos por una viga de cimentación en una dirección sensiblemente ortogonal a la línea que une ambos pilotes. Esta viga es la encargada de absorber los momentos según el eje paralelo a la línea que une los pilotes transmitidos por la estructura y los derivados por la no coincidencia del eje del pilar en la línea que une los pilotes. En todo caso no se permite que la proyección del eje del pilar sobre la línea que une los pilotes quede exterior a la zona delimitada por los ejes de los pilotes.

En general se forma un tirante horizontal que une los ejes de los pilotes en la zona inferior del encepado y dos bielas inclinadas que unen los pilotes al pilar. En casos extremos, en los que debido a un momento de gran magnitud, uno de los pilotes quede traccionado, el esquema de celosía formado por bielas y tirantes es algo más

complejo, con un tirante en la parte superior del encepado y una biela inclinada en sentido contrario.

En todo caso, bajo el pilar se forma un nudo multicomprimido (CCC) que se comprueba de forma análoga al encepado de un pilote, y sobre los pilotes se forman sendos nudos de unión entre bielas y tirantes (CCT).

Los nudos tipo CCT se comprueban de forma que el hormigón no supere la tensión de compresión f_{2cd} , que en EHE-08 es $f_{2cd} = 0,70 \cdot f_{cd}$.

Armadura principal

El programa evalúa la tensión T_d a la que está sometido el tirante (o tirantes), con lo que se calcula una armadura que cumpla $T_d < A_s \cdot f_{ytd}$. Esta armadura se ancla a partir del eje de los pilotes. En el caso más sencillo, en el que el eje del pilar es equidistante de los ejes de los pilotes y se sitúan en un mismo plano vertical, esta tensión se calcula con la expresión

$$T_d = \frac{N_d \cdot (v + 0,25 \cdot a)}{0,85 \cdot d}$$

siendo

N_d el axil del pilote más solicitado

v el vuelo de los pilotes

a la dimensión del pilar

d el canto útil del encepado

El o los tirantes tienen un ancho igual al ancho del pilote más dos veces la distancia entre el fondo del encepado y el eje de las armaduras del tirante.

Armadura secundaria

Además del armado del o los tirantes, se coloca la siguiente armadura

La armadura longitudinal superior e inferior tendrá una cuantía no menor de 1/10 de la de la cara opuesta, y se extenderá a lo largo del encepado.

Una armadura horizontal y vertical dispuesta en retícula en las caras laterales. La armadura vertical, que en el programa se identifica como armadura transversal, consta de cercos cerrados que atan la armadura longitudinal. La armadura horizontal, que en el programa se identifica como armadura de piel, consiste en cercos cerrados que atan

a la armadura vertical anterior. La cuantía de estas armaduras, referida al área de la sección de hormigón perpendicular a su dirección, es de al menos el 4‰. Si el ancho supera la mitad del canto, la sección de referencia se toma con un ancho igual a la mitad del canto. La capacidad mecánica total de la armadura vertical será no menor de $N_d/4,5$, siendo N_d el axil de cálculo del soporte.

Encepados de tres pilotes

En general se forman tres tirantes horizontales que unen los ejes de los pilotes en la zona inferior del encepado y tres bielas inclinadas que unen los pilotes al pilar. En casos extremos, en los que debido a un momento de gran magnitud, alguno de los pilotes quede traccionado, el esquema de celosía formado por bielas y tirantes es algo más complejo, con tirantes también en la parte superior del encepado y una biela inclinada en sentido contrario.

En todo caso, bajo el pilar se forma un nudo multicomprimido (CCC) que se comprueba de forma análoga al encepado de un pilote, y sobre los pilotes se forman nudos de unión entre bielas y tirantes (CCT).

Los nudos tipo CCT se comprueban de forma que el hormigón no supere la tensión de compresión f_{2cd} , que en EHE-08 es $f_{2cd} = 0,70 \cdot f_{cd}$.

Armadura principal

El programa evalúa la tensión T_d a la que están sometidos los tirantes, con lo que se calcula una armadura que cumpla $T_d < A_s \cdot f_{ytd}$. Esta armadura se ancla a partir del eje de los pilotes. En el caso más sencillo, en el que el eje del pilar está situado en el baricentro de los pilotes, esta tensión se calcula con la expresión

$$T_d = 0,68 \cdot \frac{N_d}{d} \cdot (0,58 \cdot l - 0,25 \cdot a)$$

siendo

N_d el axil del pilote más solicitado

l la distancia entre ejes de pilotes

a la dimensión del pilar

d el canto útil del encepado

Los tirantes conforman unas bandas o fajas situadas entre los ejes de los pilotes que tienen un ancho igual al ancho del pilote más dos veces la distancia entre el fondo del

encepado y el eje de las armaduras del tirante. Se iguala la armadura de los tres tirantes ó bandas, para facilitar la ejecución del mismo.

Armadura secundaria

Además del armado de los tirantes, se coloca la siguiente armadura

La armadura longitudinal superior e inferior de las bandas tendrá una cuantía no menor de 1/10 de la de la cara opuesta, y se extenderá a lo largo del encepado.

Una armadura vertical, que en el programa se identifica como armadura transversal, que consta de cercos cerrados que atan la armadura longitudinal de las bandas. La cuantía de estas armaduras, referida al área de la sección de hormigón de la banda perpendicular a su dirección, es de al menos el 4%. Si el ancho supera la mitad del canto, la sección de referencia se toma con un ancho igual a la mitad del canto. La capacidad mecánica total de esta armadura (en la dirección vertical) será no menor de $Nd/4,5$, siendo Nd el axil de cálculo del soporte.

Una armadura horizontal, que en el programa se identifica como armadura de piel, consiste en cercos cerrados que recorren perimetralmente el encepado y atan a la armadura vertical anterior. La cuantía de estas armaduras, referida al área de la sección de hormigón perpendicular a su dirección, es de al menos el 4%. Si el ancho supera la mitad del canto, la sección de referencia se toma con un ancho igual a la mitad del canto.

Encepados de cuatro pilotes

En general se forman cuatro tirantes horizontales que unen los ejes de los pilotes en la zona inferior del encepado y cuatro bielas inclinadas que unen los pilotes al pilar. En casos extremos, en los que debido a un momento de gran magnitud, alguno de los pilotes quede traccionado, el esquema de celosía formado por bielas y tirantes es algo más complejo, con tirantes también en la parte superior del encepado y bielas inclinadas en sentido contrario.

En todo caso, bajo el pilar se forma un nudo multicomprimido (CCC) que se comprueba de forma análoga al encepado de un pilote, y sobre los pilotes se forman nudos de unión entre bielas y tirantes (CCT).

Los nudos tipo CCT se comprueban de forma que el hormigón no supere la tensión de compresión f_{2cd} , que en EHE-08 es $f_{2cd} = 0,70 \cdot f_{cd}$.

Armadura Principal

El programa evalúa la tensión T_d a la que están sometidos los tirantes, con lo que se calcula una armadura que cumpla $T_d < A_s \cdot f_{ytd}$. Esta armadura se ancla a partir del eje de los pilotes. En el caso más sencillo, en el que el eje del pilar está situado en el baricentro de los pilotes, y el encepado es cuadrado, esta tensión se calcula con la expresión

$$T_d = \frac{N_d}{0,85 \cdot d} \cdot (0,50 \cdot l - 0,25 \cdot a)$$

siendo

N_d el axil del pilote más solicitado

l la distancia entre ejes de pilotes

a la dimensión del pilar

d el canto útil del encepado

Los tirantes conforman unas bandas o fajas situadas entre los ejes de los pilotes que tienen un ancho igual al ancho del pilote más dos veces la distancia entre el fondo del encepado y el eje de las armaduras del tirante. Se iguala la armadura de los cuatro tirantes ó bandas, para facilitar la ejecución del mismo.

Armadura secundaria

Además del armado de los tirantes, se coloca la siguiente armadura

La armadura longitudinal superior e inferior de las bandas tendrá una cuantía no menor de 1/10 de la de la cara opuesta, y se extenderá a lo largo del encepado.

Una armadura horizontal, entre las bandas, de cuantía no menor a ¼ de la de las bandas.

Una armadura vertical, que en el programa se identifica como armadura transversal, que consta de cercos cerrados que atan la armadura longitudinal de las bandas. La cuantía de estas armaduras, referida al área de la sección de hormigón de la banda perpendicular a su dirección, es de al menos el 4‰. Si el ancho supera la mitad del canto, la sección de referencia se toma con un ancho igual a la mitad del canto. La capacidad mecánica total de esta armadura (en la dirección vertical) será no menor de $N_d/4,5$, siendo N_d el axil de cálculo del soporte.

Una armadura horizontal, que en el programa se identifica como armadura de piel, consiste en cercos cerrados que recorren perimetralmente el encepado y atan a la armadura vertical anterior. La cuantía de estas armaduras, referida al área de la sección de hormigón perpendicular a su dirección, es de al menos el 4%. Si el ancho supera la mitad del canto, la sección de referencia se toma con un ancho igual a la mitad del canto.

Vigas de cimentación

Las vigas de cimentación pueden unir zapatas aisladas, combinadas, zapatas de muros de sótano, zapatas de muros resistentes y encepados. Para su dimensionado y armado se utilizan los criterios expuestos en el apartado “Cálculo de la cimentación” de esta memoria, con las precisiones que se indican a continuación en el caso de que la viga de cimentación esté unida a un encepado.

Las vigas de cimentación unidas a encepados, se consideran siempre unidas al centro de gravedad del encepado. Su armadura longitudinal es constante en toda su longitud, e igual en ambas caras. La armadura transversal es también constante en toda su longitud.

El momento de diseño es el momento transmitido por el encepado a la viga, tal como se ha indicado en el apartado “Encepados y vigas de cimentación”. El cortante de diseño es el provocado por los momentos existentes en los extremos de las vigas.

Materiales

Los materiales (hormigón y acero) y los coeficientes de seguridad utilizados en el cálculo de los encepados y pilotes son los mismos que los utilizados en las zapatas y vigas de cimentación. Como excepción, los pilotes prefabricados poseen sus propios materiales, que pueden ser distintos de los del resto de la cimentación.

Parámetros de cálculo del cimiento

Ver LISTADO DE OPCIONES.

11.11 Resistencia al fuego de la estructura.

El CTE DB SI es el Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio del Código Técnico de la Edificación. Sustituye a la norma NBE CPI. A efectos del programa *Tricalc*, sólo tiene interés la sección 6 (Resistencia al fuego de la estructura) y los anejos correspondientes a los diferentes materiales estructurales.

Vea el Informe de COMPROBACIÓN A FUEGO de la estructura para obtener los parámetros de cálculo de la resistencia al fuego utilizados.

Generalidades

Un incendio en un edificio afecta a su estructura de dos formas diferentes:

- Se modifica de forma importante la capacidad mecánica de los elementos estructurales.
- Aparecen acciones indirectas que dan lugar a tensiones que se suman a las debidas a otras acciones.

En el programa, de acuerdo con este DB, se utilizan únicamente métodos simplificados que sólo recogen el estudio de la resistencia al fuego de los elementos estructurales individuales ante la curva normalizada tiempo / temperatura.

Con los métodos simplificados indicados en esta memoria no es necesario tener en cuenta las acciones indirectas derivadas del incendio. Es decir, con el método simplificado propuesto en este DB, el incendio no supone una modificación de los esfuerzos de diseño sino una reducción de la capacidad resistente, siendo suficiente comprobar que dicha pérdida permite al elemento resistir el tiempo necesario sin que se colapse.

Determinación de los efectos de las acciones durante el incendio

De acuerdo con el artículo 5 de esta sección 6 del CTE DB SI (y el artículo 3.1 del Anejo 6 de la EHE-08), se puede estimar el efecto de las acciones de cálculo en situación de incendio a partir del efecto de las acciones de cálculo a temperatura normal, como:

$$E_{fi,d} = \eta_{fi} \cdot E_d$$

Siendo

E_d es el efecto de las acciones a temperatura normal de acuerdo con las situaciones persistentes o transitorias (apartado 4.2.2 del CTE DB SE);

$E_{fi,d}$ es el efecto de las acciones en situación de incendio;

η_{fi} factor de reducción o nivel de carga en situación de incendio.

En *Tricalc*, η_{fi} se define en las opciones de comprobación a fuego (ver el Informe de COMPROBACIÓN A FUEGO). Como simplificación, en los Eurocódigos (de los que este

DB SI no deja de ser una adaptación) se indica que puede usarse el valor $\eta_{fi} = 0,65$, excepto para áreas de almacenamiento, donde se recomienda un valor de 0,7. En el caso de la EHE-08, se indican como valores simplificados $\eta_{fi} = 0,6$ en casos normales y $\eta_{fi} = 0,7$ para áreas de almacenamiento.

Determinación de la resistencia al fuego

Los valores de los coeficientes de minoración del material en situación de incendio deben tomarse como

$$\gamma_{M,fi} = 1$$

En la utilización de algunas tablas de especificaciones de hormigón y acero se considera el coeficiente de sobredimensionado μ_{fi} , definido como:

$$\mu_{fi} = E_{fi,d} / R_{fi,d,0}$$

Siendo

$R_{fi,d,0}$ resistencia del elemento estructural en situación de incendio en el instante inicial $t=0$, a temperatura normal.

En *Tricalc*, el valor de μ_{fi} se calcula como

- En el caso de hormigón armado, será un valor definido en las opciones de comprobación a fuego (ver el Informe de COMPROBACIÓN A FUEGO).
- En el caso del acero, se utiliza la expresión general de μ_{fi} , siendo entonces igual al coeficiente de aprovechamiento obtenido según CTE DB SE-A para los esfuerzos $E_{fi,d}$.

Resistencia al fuego de los elementos de acero

Se admite que la situación de incendio no varía las coacciones exteriores, tipos de unión ni clases de las secciones.

Para los pilares con secciones de Clase 1, 2 o 3, *Tricalc* utiliza el modelo expuesto en el apartado D.2.2 del CTE DB SI.

Para las vigas y diagonales con secciones de Clase 1, 2 o 3, *Tricalc* utiliza el modelo expuesto en el apartado D.2.1 del CTE DB SI.

Para las secciones de Clase 4 y secciones abiertas conformadas en frío, de acuerdo con el parrafo D.1(4) del CTE DB SI, basta comprobar que la temperatura del acero no alcanza el valor $\theta_{crit} = 350^\circ$.

Cálculo de la resistencia a fuego en pilares

El CTE DB SI sólo cubre el caso de estructuras arriostradas (intraslacionales). Sin embargo, *Tricalc* utiliza este método también en caso de estructuras no arriostradas (traslacionales).

En soportes de pared no delgada (Clases 1, 2 o 3), la capacidad resistente de cálculo considerando pandeo de un elemento sometido a flexocompresión puede verificarse, a partir de las solicitaciones obtenidas de la combinación de acciones en caso de incendio, mediante las expresiones generales del DB SE-A usando los valores modificados dados a continuación:

- El límite elástico se reducirá multiplicándolo por el coeficiente $k_{y,0}$ de la Tabla D.2 del CTE DB SI (no reproducida en esta memoria).
- Como longitud de pandeo se tomará, en estructuras arriostradas y si el sector de incendio no abarca más de una planta, la mitad de la altura entre plantas intermedias, o el 0,7 de la altura de la última planta. En *Tricalc* se utilizará la misma longitud de pandeo que en situación no de incendio.
- Como curva de pandeo se utilizará la curva *c*, con independencia del tipo de sección transversal o el plano de pandeo.
- La esbeltez reducida se incrementará multiplicándola por el coeficiente $k_{\lambda,0}$ de la tabla D.2 antes mencionada.

Cálculo de la resistencia a fuego en vigas

El método consiste en obtener, de la tabla D.1 del CTE DB SI (no reflejada en esta memoria), la relación d/λ_p mínima a aportar por el aislamiento contra el fuego en función de la resistencia requerida en minutos, el factor de forma de la sección y el coeficiente de sobredimensionamiento de la viga, siendo:

d Espesor del aislamiento, en metros;

λ_p conductividad del aislante, en $W/(m \cdot K)$

Un valor $d/\lambda_p = 0$ o un valor de $\mu_{fi} < 0,4$ indica que no es necesario revestimiento protector frente al fuego. Un valor de $\mu_{fi} > 0,7$ implica un fallo de resistencia frente al fuego.

Cálculo de la temperatura del acero

El cálculo se realiza de forma incremental. Se supone que tanto el acero como el ambiente se encuentran al principio a 20°C. Pasado un determinado incremento de

tiempo (que en *Tricalc* es de 5 s) se calcula con la curva normalizada tiempo-temperatura la temperatura del gas que rodea al elemento. Con el ambiente a esa temperatura y el acero a 20°C se calcula el flujo de calor, alcanzándose otra temperatura en el acero al cabo de ese incremento de tiempo. A partir de aquí se considera otro incremento para el que habrá una temperatura de gas. Con esta última temperatura y la temperatura del acero del paso anterior, se recalcula el flujo de calor y con ello una nueva temperatura en el acero. Y así sucesivamente hasta llegar al tiempo de resistencia a fuego deseado (si es R60, por ejemplo, 60 minutos). La curva normalizada tiempo-temperatura se define en el artículo B.2 del CTE DB SI, expresión (B.1):

$$\theta_g = 20 + 345 \cdot \log_{10} (8 \cdot t + 1)$$

Siendo

θ_g temperatura del gas, en °C;

t tiempo desde el inicio del incendio, en minutos.

Alcoy, 6 de Julio de 2016

INGENIERO MECANICO

Manuel Pozo Ejarque

Diseño de una nave
industrial para la
fabricación y
embotellamiento de
vinos.

Capitulo II: Pliego de condiciones

[06/07/2016]

Manuel Pozo Ejarque

Contenido

1. Ingeniería civil.....	6
1.1 Objeto de este pliego.....	6
1.2 Descripción del trabajo.....	6
1.3 Leyes, normas, códigos y reglamentos.....	6
1.3.1 Cálculo estructural:.....	7
1.3.2 Construcción industrial:.....	7
1.3.3 Protección contra incendios:.....	7
1.3.4 Energía eléctrica.....	7
1.3.5 Materiales de construcción:.....	8
1.3.6 Medidas para la prevención de riesgos laborales:.....	8
1.3.7 Ruido y vibraciones:.....	8
1.3.8 Industria:.....	9
1.3.9 Municipal:.....	9
1.3.10 Ventilación y climatización.....	9
1.4 Las condiciones materiales.....	9
1.4.1 Agua.....	10
1.4.2 Arena.....	10
1.4.3 Suelta piedra o grava.....	11
1.4.4 Cemento.....	11
1.4.5 Yeso.....	11
1.4.6 Bloques y ladrillos.....	12
1.4.7 Madera.....	12
1.4.8 Acero y perfil laminado.....	13
1.4.9 Pintura.....	14
1.4.10 Vidrieras.....	14
1.5 Mano de obra.....	15
1.5.1 Mortero.....	15
1.5.2 Hormigón.....	16
1.5.3 Encofrado.....	16
1.5.4 Aplicación de pintura.....	17
1.5.5 Cerrajería y acabados.....	17

1.5.6 Materiales no especificados.....	18
1.6 Características de los materiales y servicios para cubiertas y fachadas.....	18
1.6.1 Materiales	18
1.6.2 Cubierta de panel.....	19
1.6.3 Características del panel	19
1.7 Ejecución de obras.....	20
1.7.1 Seguridad pública.....	20
1.7.2 Permisos y licencias.....	20
1.7.3 Inicio de obras.....	20
1.7.4 Ensayos y pruebas.....	20
1.7.5 Propositiones	20
1.7.7 Movimiento de tierras	20
1.7.8 Revisiones y replanteos de la obra	21
1.7.9 Excavación y trabajo hormigón.....	21
1.7.10 Encofrado y enlucidos.....	22
1.7.11 Taller de carpintería	22
1.7.12 Andamios	22
1.8 Ejecución del recinto de trabajo.....	22
1.8.1 Ventanas y puertas metálicas	22
1.8.2 Herrajes y cerraduras.....	23
1.8.3 Acristalamiento	23
1.9 Fontanería y saneamiento.....	23
1.9.1 Tubos de instalación y el saneamiento	23
1.9.2 Instalación	23
1.10 Instalaciones de iluminación.....	24
1.10.1 Los materiales utilizados.....	24
1.10.2 Tipos de luminarias	25
1.10.3 Cables para tensiones de servicio	25
2. Excavación.....	25
2.1 Excavación para Zapata, boca.....	25
2.2 Excavaciones para tuberías.....	26

2.3 Excavación para cable.....	26
2.4 Rellenado de las excavaciones.....	26
2.5 Protección de las excavaciones.....	26
2.6 Mediciones.....	26
3. Trabajos metalicos.....	27
3.1 Introducción.....	27
3.2 Materiales.....	27
3.2.1 Materiales base.....	27
3.2.2 Materiales de aportación.....	28
3.3 Mano de obra.....	28
3.4 Condiciones de la soldadura.....	28
3.4.1 Condiciones climatológicas.....	28
3.4.2 Preparación de las partes a soldar.....	28
3.4.3 Montaje de taller.....	28
3.4.4 Soldadura a tope.....	28
3.4.5 Soldadura en varias pasadas.....	29
3.5 Condiciones de montaje.....	29
3.5.1 Arriostrados.....	29
3.5.2 Tensión de montaje.....	29
3.5.3 Alineación.....	29
3.5.4 Tolerancias en el montaje de las estructuras.....	29
3.6 Mediciones.....	30
4. Trabajos de Hormigón.....	30
4.1 Introducción.....	30
4.2 Materiales.....	30
4.2.1 Cementos.....	30
4.2.2 Armaduras.....	31
4.2.3 Agua.....	31
4.2.4 Aridos.....	31
4.3 Encofrados.....	34
4.4 Instalación de armaduras.....	34

4.5 Pernos de anclaje.....	35
4.6 Dosificación.....	35
4.7 Transporte de hormigón.....	36
4.8 Vertido del hormigón en obra.....	36
4.9 Fraguado y endurecimiento.....	37
4.10 Curado del hormigón.....	37
4.11 Desencofrado.....	37
4.12 Losas.....	38
4.13 De hormigón de limpieza.....	38
4.14 Mediciones.....	38
5. Trabajos de electricidad.....	39
5.1 Introducción.....	39
5.2 General.....	39
5.2.1 Mano de obra.....	39
5.2.2 Herramientas.....	39
5.2.3 Planos.....	39
5.2.4 Normas.....	39
5.2.5 Materiales.....	40
5.2.6 Calidad de ejecución.....	40
5.2.7 Fichas.....	40
5.3 El sistema de puesta a tierra.....	40
5.4 Tendido de cable subterráneo.....	40
5.5 Conexión de cables.....	41
5.6 Equipos de alumbrado.....	41
5.7 Paneles de distribución.....	41
5.7.1 Componentes y materiales de la instalación.....	41
5.7.2 Generador fotovoltaico.....	41
5.7.3 Soporte de módulos.....	42
5.7.4 Cableado.....	42
5.7.5 Protecciones y puesta a tierra.....	42
5.7.6 Cajas de conexión.....	42

6. Medición y remuneración del trabajo.....	42
6.1 Normas generales.....	42
6.2 Mediciones.....	43
6.3 Movimiento de tierras.....	43
6.4 Pintura.....	43
6.5 Electricidad.....	43
6.6 Construcciones auxiliares y temporales.....	43
6.7 Conservación de la construcción durante el período de garantía.....	43
7. Condiciones económicas	44
7.1 Condiciones de pago.....	44
7.2 Seguros.....	44
8. Bibliografía	44

1. Ingeniería civil.

1.1 Objeto de este pliego.

El objetivo de este pliego de condiciones es reunir información de todos los requisitos legales y prescripciones técnicas, tanto para materiales como para la ejecución de la obra de un edificio industrial para la producción, envasado y almacenamiento de vino en una parcela en la ciudad de Requena en España.

1.2 Descripción del trabajo.

En este pliego se darán todas las especificaciones necesarias que se deben dar en dicha obra. Ellas son:

- 1 – Memoria y anejos.
- 2 - Planos.
- 3 – Pliego de condiciones.
- 4 - Medición y presupuesto.

Todas las obras deben someterse a las disposiciones de este proyecto y ser supervisadas por el jefe de proyecto de la obra durante el proceso.

1.3 Leyes, normas, códigos y reglamentos.

El contratista se compromete a cumplir con las leyes y reglamentos del estado español. Todas las instalaciones deben realizarse en conformidad con la legislación vigente en España. Ellas son:

1.3.1 Cálculo estructural:

- CTE DB-SE-A Acero, "Documento Básico Seguridad Estructural Acero".
- EHE-08, "Estrucutral de la Instrucción Española de hormigón", aprobado por el Real Decreto 1247/2008, de 22 de agosto.
- CTE DB-SE-AE, "Documento Básico Seguridad Estructural Acciones de la Edificación".

1.3.2 Construcción industrial:

- NCSE-02, "Normas sismorresistentes"

1.3.3 Protección contra incendios:

- CTE DB-SI, "Documento Básico Seguridad en Caso de Incendio".
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, aprueba el Reglamento de seguridad de incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 1942/1993 de 5 de noviembre, instalación de protección contra incendios.

1.3.4 Energía eléctrica

- Decreto 842/2002, "entubadas de Reglamento de Baja tensión" REBT.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico.
- Directriz 89/336/EWG, EMC para baja frecuencia de EN 50081-1, 55011B, EN 500082-1, EN61000-3-4.

- Directriz 73/23/CEE, para la operación en funcionamiento en paralelo de generación de energía fotovoltaica con la baja frecuencia de at 501178.

1.3.5 Materiales de construcción:

- RL-88, "Pliego general de condiciones para la recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción"
- RY-85, "Pliego general de condiciones para la recepción de yesos y escayolas"
- Normas UNE de especificaciones publicadas por AENOR.

1.3.6 Medidas para la prevención de riesgos laborales:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales.
- "Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo"
- Decreto 2414/61, de 30 de noviembre, por el que se aprueba el "Reglamento de Actividades Isalumbres, Nocivas, Molestas y Peligrosas, y Ordenes de desarrollo".
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, de disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, de requisitos mínimos para los puestos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 14 de abril, se establecen los requisitos de seguridad y salud mínima establecidas en la construcción.

1.3.7 Ruido y vibraciones:

- Real decreto 1316 de 1989, "Sobre la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo"
- Normas UNE relativas a protectores auditivos.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Artículo 31: Ruido, vibraciones y trepidaciones. (Orden del Ministerio de Trabajo de 9/3/71).

1.3.8 Industria:

- Ley 21/1992, de 16 de julio, de industria.
- Decreto 122/1999, de 18 de mayo para el registro industrial.
- Decreto 358/2000 de 18 de julio para tramitación.
- "Libro de Ordenes y Asistencias"

1.3.9 Municipal:

- "Plan General de Ordenación Urbana de Requena"
- "Ordenanzas y Normas Regulatoras del Excmo. Ayuntamiento de Requena"
- "Condiciones Técnicas Municipales"

El contratista debe observar y cumplir con normas laborales y otras disposiciones legales.

1.3.10 Ventilación y climatización.

- Orden de 9.3.71 (Ministerio de Trabajo), Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Art 30: Ventilación, temperatura y humedad.
- Orden de 16.7.81 (Ministerio de Presidencia). Instrucciones Técnicas Complementarias de Reglamento de instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria. IT.IC.02: Exigencias ambientales y conformidad.
- Norma UNE 100-011. Ventilación para una calidad del aire aceptable en los locales.

1.4 Las condiciones materiales.

El Jefe de obra debe supervisar y aprobar los materiales y rechazar aquellos que no cumplen las condiciones establecidas en este pliego.

Debe existir un libro de actas para grabar que todo el material, que se almacenará en un lugar apropiado.

El Jefe de obra puede desechar los materiales que no se rijan a los requisitos del pliego.

Todos los materiales utilizados cumplen las condiciones específicas de cada uno en las secciones siguientes:

1.4.1 Agua.

Se utiliza agua como tanto amasar para el curado de morteros y hormigones hidráulicos, teniendo en cuenta los requisitos del artículo 6 "Instrucción del hormigón Estructural EHE-08".

El agua utilizada para el amasado para curar el hormigón in situ, no debe contener ningún ingrediente dañino en tales cantidades que afectan las propiedades del hormigón o la protección del refuerzo contra la corrosión, tal como indica en el artículo 27 del EHE-08

1.4.2 Arena.

La arena utilizada será limpia, aspera, suelta, crujiente al tacto y libre de partículas de piedra tierra o sustancias orgánicas. Si no cumple con estas condiciones debe ser lavada correctamente y tamizada.

La arena se utilizará siempre seca para hacer las dosis correspondientes y si esta húmeda, se deberá tener en cuenta a la hora de añadirle el agua.

La arena está libre de sustancias que pueden reaccionar adversamente con el álcalis que contiene cemento. Se considera si esto es tan cierto que: $S_c < R_c = < 70$ o eso: $S_c < (R_c / 2) + 35 = < 70$ donde:

SC : Sílice soluble en hidróxido de sodio.

RC : La reducción de la alcalinidad del hidróxido.

Las pérdidas de arena, sometidas a la acción del magnesio de soluciones de sulfato de sodio o cinco ciclos estarán por debajo, respectivamente el diez por ciento (10%) y el quince por ciento (15%) por peso. La plasticidad de la arena no será menor al ochenta.

1.4.3 Suelta piedra o grava.

Piedra suelta en el trabajo serán las procedente de canteras o natural y grandes piedras, dura, silicea, superficie compacta y consistente.

La cantidad de sustancias nocivas no excede los límites:

- Grupos de arcilla: veinte y cinco por ciento por peso.

-Partículas suaves: cinco por ciento por peso.

El arido grueso debe estar libre de cualquier sustancia que puede reaccionar desfavorablemente con los álcalis, se considera que esto es verdadero cuando coincide con la consideración dada a la arena; Sc y Rc, se expresarán en litros de milimoles de solución normal.

Pérdidas de arido grueso, sometidas a la acción de soluciones de sodio o sulfato de magnesio 5 ciclos, será más bajo, respectivamente, el doce por ciento (12%) y dieciocho por ciento (18%) por peso.

1.4.4 Cemento.

Se cumplirán las recomendaciones y requisitos contenidos en las “Instrucciones para el diseño de las obras de hormigón armado y masa EHE -08” y “Instrucción para la recepción de Cementos RC-08”.

El cemento será recibido en el mismo embalaje de fábrica con sus sellos y almacenado hasta su utilización en un lugar ventilado, sin humedad en el suelo y las paredes.

Para comprobar el fraguado , será ensayado en una probeta, teniendo en cuenta los límites que exponemos a continuación:

-Comienzo del fraguado 30 minutos.

-Terminación del fraguado de 3 a 12 horas.

Comprobará, en el mes antes de su empleo, que los diferentes elementos de cemento cumplen los requisitos de las especificaciones generales para la recepción de obras oficial de conglomerados hidráulicos. Para propósito estará autorizado a reducir los controles de configuración de pruebas, estabilidad, resistencia al agua caliente y mortero normal a los siete días mencionados en las especificaciones de la licitación.

1.4.5 Yeso.

El yeso se empleara cocido, molido, limpio sustancias y no presente signos de humedad. Será de la calidad especificada en los documentos del proyecto, siguiendo la

norma UNE 41022 y 41023 y cumple con los requisitos de "Pliego General de Condiciones para la recepción de yesos y escayolas"

El yeso se empleara buen estado, mezclado con agua, formando una pasta cremosa al tacto, que se pega a las manos de quien lo posee, preparando rápidamente y adquiriendo dureza y gran resistencia. El yeso no debe estar expuesto al sol, para evitar principios de fragmentación.

El coeficiente de rotura de la pasta del yeso se encontrara por debajo de 80kg/cm² en 28 días.

-

1.4.6 Bloques y ladrillos.

El contratista deberá presentar muestras, certificaciones y cualquier otra información solicitada por el Jefe de obra.

Los ladrillos serán homogéneos en toda su masa, no deberán desmoronándose por fricción entre ellos, no presentan grietas, cavidades o cualquier desperfecto.

Los ladrillos presentarán regularidad absoluta de la forma y dimensión, permitiendo telares obtención de espesor uniforme y cursos iguales. Los ladrillos cuando golpeado por un cuerpo presentan un sonido metálico.

No se fragmentaran al contacto con el agua y debe no absorber más del quince por ciento (15%) de su peso en líquido después de 24 horas. Los ladrillos deben cumplir ciertas cargas de ruptura a la compresión de 85 kg / cm².

1.4.7 Madera.

Cualquiera que sea su origen, la madera utilizada en la construcción provisional como final, como el encofrado, andamios, etc., deben cumplir con las condiciones siguientes:

- Carece de estrías e irregularidades; no tener evidencia de trastornos que causan la descomposición de la madera.
- En el tiempo de uso estará seco, haciendo hincapié en las destinadas a la realización de obras definitivas.

1.4.8 Acero y perfil laminado.

Fundición de hierro deberá ser de calidad, libre de escoria, deformaciones, grietas y otras imperfecciones, será flexible en frío y quebradizo de ninguna manera. Vendrá de apoyo previa aprobación de la fábrica del ingeniero a cargo de la obra.

Piezas de hierro fundido gris se regirán a los requisitos de la norma UNE.36003 y debe tener un voltaje promedio aceptable superior a ciento cincuenta kilogramos por centímetro cuadrado (150 kg / cm²) en tracción y seiscientos kilogramos por centímetro cuadrado a 600 kg / cm² en compresión.

Con espesor uniforme. El acero empleado en perfiles laminado cumplirá con similares características y condiciones de trabajo mínimas serán:

- Límite de fluencia... 26 kg / cm².
- Límite elástico... 2.600 kg/cm²
- Carga de rotura... 4.200 kg / cm²
- Elongación... 23%

El acero que se utiliza en perfiles laminado tendrá grano fino y homogéneo, de superficie lisa, sin grietas, ni signos de inferioridad en su resistencia especificada. Bien calibrado sea cual sea su perfil y bien enmarcados extremos sin rebabas.

Las chapas utilizadas en la construcción de refuerzos deben cumplir las mismas condiciones que el acero laminado. Las barras no tendrán ningún punto en sus restricciones de la parte superior al 2,5%. La superficie será limpia y libre de rebabas.

El material será el tipo S235 JR, deben cumplir requisitos dimensionales básicos documento seguridad estructural acero y características mecánicas.

En los elementos con uniones soldadas se fijaran con medios adecuados para garantizar la inmovilidad durante la soldadura y el enfriamiento. El ingeniero encargado de obra requería que los trabajos de soldadura sean realizados por trabajadores cualificados, según norma UNE 14010.

En uniones atornilladas, los asientos de las cabezas y las tuercas serán perfectamente planos y limpios. Sera necesario colocar arandelas debajo de las uniones de las tuercas. Antes del montaje final se asegurará que estén preparados elementos y materiales no hayan sufrido daños durante el transporte, almacenamiento o manejo de sitio.

Las barras corrugadas son barras con crestas superficiales de acero laminado de dureza natural o endurecida por deformación en frío. Llevarán la marca registrada de calidad EU y poseerán un aspecto definido por su tipo de ser reconocido y garantizado por el fabricante de las siguientes características, según norma UNE 7010 y 7051.

El contratista debe tener certificados de las calidades para ser presentado a petición del Jefe de la obra. El material debe ser suministrado sin ninguna capa de pintura.

Condiciones de recepción se regirán según las normas UNE 7230 a 7236.

1.4.9 Pintura.

Se requiere pinturas de calidad. El acabado de pintura será de acrílico polivinílico de composición contribuye a lograr mejores características de la deformidad y resistencia a la corrosión, envejecimiento y desgaste según ASTM-822.

El Jefe de la obra anotará los distintos colores de pintura a cada parte de la obra.

En cualquier caso y como regla general, los colores deberán cumplir las siguientes características:

- Fácil de extender y cubrir rápidamente las superficies a las que se aplican.
- La Facultad de unirse a los otros componentes de la pintura.
- Inafectado por la acción de aceites o de otros colores.

Los aceites y barnices satisfarán las siguientes condiciones:

- Inafectado por la acción de los colores.
- Mantener la fijeza de los colores.
- Transparencia y brillo perfecto.

1.4.10 Vidrieras.

No serán aceptados cristales con agua y crestas que significan calidad 2ª y 3ª. Serán de espesor uniforme y perfectamente planas.

Los vidrios planos serán de los tipos definidos en UNE 43015.

Los vidrios de seguridad son de los tipos definidos en UNE 43016.

Las fibras de vidrios son de los tipos definidos en UNE 43012.

Los vidrios provienen de la fusión de mezclas de arena como base y sodio o hidróxido de potasio. Se resisten perfectamente la acción del viento o la lluvia, será homogéneas sin presentar manchas, burbujas, agua, betas u otros defectos.

Los vidrios deberán pasar los ensayos que estarán fijados en la UNE 43009 a 43026, en cualquier caso tener que admitir dos veces la resistencia flexión superior causada por el empuje del viento y con un mínimo de tensión de 450 kg / cm².

1.5 Mano de obra.

La mano de obra utilizada en los materiales utilizados debe cumplir con condiciones específicas que se detallan a continuación:

1.5.1 Mortero

El mortero utilizado en el trabajo tiene la dosis que se indican a continuación. La fabricación puede hacerse por medios mecánicos o por el amasado a mano; el batido mínimo será de medio minuto.

	A	B
Cemento	300kg	600kg
Agregado fino	1m	0,88 m

El Jefe de obra abordará el control de estas cantidades o modificación, con la autorización correspondiente para que se cumplan debido al buen desempeño de perfecta realización de la obra.

Cuando el mortero se amasa a mano, la mezcla es de arena con cemento mezclado antes de verter el agua y continuó la paliza después de echar en la forma y la cantidad especificada por el Jefe de la obra, hasta una pasta suave, de color y consistencia uniforme.

El tipo de mezcladora debe adoptarse con la aprobación del supervisor técnico y compruebe el perfecto funcionamiento será evidente para reunir que las condiciones

sistema de mortero. En ambos casos, la cantidad de agua para cada caso, el enredo componentes predeterminados como necesarios, el estado de la atmósfera y se vierte el mortero de destino.

La consistencia del mortero es jugosa pero sin formar en la superficie una capa de agua cuando un espesor apreciable de recipiente se introduce y agita ligeramente. Puede usarse el mortero ordinario para bajar el líquido hidráulico; el mortero utilizado en los revestimientos debe tener una consistencia más fuerte que los demás, especialmente cuando las superficies son verticales o ligeramente áspera, sin, sin llegar a agrietarse cuando se aplican a lanzar puñados fuertemente contra la pared.

1.5.2 Hormigón

Los hormigones están formados por cemento Portland artificial, agua, árido fino, árido grueso y otros productos que sirvan para establecer, endurecer y para adquirir resistencia. Los materiales utilizados cumplen con las condiciones que han sido previamente definidas en las secciones correspondientes de materiales.

Hormigones reúnen las condiciones necesarias para el diseño y ejecución de obras de masa reforzado o armado.

Todo aditivo presentado bajo un nombre comercial deberá establecer su uso y evaluar sus efectos sobre las propiedades del concreto con la aprobación técnica. Los fabricantes velarán por el cumplimiento de las disposiciones del documento.

1.5.3 Encofrado

Implican la formación y eliminación de los cuadros destinados a contener o forma el hormigón, mortero o similar.

Los materiales utilizados serán de metal, madera o cualquier otro material que cumpla con condiciones similares de eficacia.

La madera que se utiliza en los encofrados de construcción cumplirán con las especificaciones que se indican a continuación:

- Proceda de troncos sanos.
- Deberá estar secada en aire, protegida de las inclemencias del tiempo, por más de dos años.

- No deberán mostrar ningún signo visible de carcinoma, podredumbre o ataque fungicida.
- Estar libre de grietas, hendiduras, manchas u otros defectos que podrían dañar su fuerza y su perfecta colocación.
- Contener el menor número posible de nudos, que en cualquier caso deben tener un diámetro de menos de seis veces la parte de la dimensión más pequeña.
- Tener sus fibras rectas y no estriadas, paralelo a la mayor dimensión de la pieza.
- Deberán tener los anillos anuales aparentemente regulares.

La forma y dimensiones de los materiales que sean utilizados en los encofrados, expedidas por el supervisor de la obra como el material de que tengan a su disposición y siempre deberán cumplir con las debidas garantías de seguridad para la perfecta resistencia y evitar el riesgo de posibles accidentes.

1.5.4 Aplicación de pintura

La estructura de acero se pinta en estricta conformidad con las normas de desarrollo siguiendo unos determinados procedimientos de seguridad e higiene, tiempo entre capa y capa, tiempo de puesta en servicio, que en sus informes y especificaciones de trabajo vigentes, o en su defecto el fabricante de la pintura; el contratista debe presentar primero un procedimiento para la aprobación del Jefe de la obra.

Las superficies acabadas tendrán que presentar una textura homogénea y tonos de color que permanecerán invariables según el electo.

Cuando se pinte la madera, primero será impregnada con aceite de linaza luego procederemos a lijar, limpiar y se le pondrá masilla para eliminar irregularidades de la superficie, finalmente se le aplicara dos capas de acabado de esmalte.

1.5.5 Cerrajería y acabados.

Los materiales básicos utilizados serán de acero y de aluminio su colocación se llevará a cabo en la última fase de la obra, así como la carpintería.

Terrazo incluye, cara, constituida por una capa de hormigón o mortero de cemento, mármol triturado u otras piedras y generalmente cuadrada; una capa intermedia de cemento mortero rico y agregado fino; y una capa base de mortero menos rico en cemento y arena gruesa, que forma la parte posterior. Pisada de cara debe ser pulida o lavada.

El soporte para azulejos del revestimiento vertical, debe cumplir con todas las condiciones de buena cerámica, deben presentar buena porosidad y adherencia, estando limpia de esmalte en sus cantos y la cara posterior; debe ser roto fácilmente para permitir el escafilado.

Pavimento continuo de cemento se hará en un hormigón base, previamente limpiado y picados si fuera necesario, en el hogar, bien preparado y cemento mortero húmedo regado sera vertido y dosificado según las especificaciones técnicas. Así colocarse juntas de dilatación.

Los enfoscados deberán realizarse en lugares limpios y humedecidos anteriormente, dando 2 cm de espesor. Se tendrá que tener un cuidado perfecto en el fraguado de la escayola, tratando de regular en tiempo de exposición a la intemperie ya sea al sol, lluvia, heladas...

Los encolados que se ejecutan en el exterior se le agregara alumbre a la lechada de cal en proporción de 1kg de alumbre por 25 kg de agua.

1.5.6 Materiales no especificados

No se utilizarán los materiales a emplear en este trabajo sin ser especificados en estos términos sin ser reconocido por el ingeniero a cargo de la obra, que puede admitir o rechazar si no reúnen las condiciones que consideran aplicables.

1.6 Características de los materiales y servicios para cubiertas y fachadas.

1.6.1 Materiales

Los materiales deben cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- Chapa plegada.
- Elementos de sujeción.
- Canales y tapajuntas.

-Caballetes de ventilación.

-Pinturas y en general todo lo necesario para una correcta y completa finalización del cerramiento.

1.6.2 Cubierta de panel

Los paneles que usaremos en las cubiertas tendrán perfiles de acero conformado en frío y un aislante en el dentro que será de lana mineral, para proteger el interior de la nave de las inclemencias del tiempo.

Los paneles son completamente recuperables. En caso de reemplazo su montaje y desmontaje es rápido, simple.

Todo el conjunto contiene accesorios diseñados específicamente para cada obra, lo que permite adaptar la solución a los cerramientos de manera integral, respondiendo a cualquier necesidad.

En la formación de la cubierta será fijada y ejecutado antes del sistema de recolección de agua. Los tornillos y los ganchos se colocan de modo que las perforaciones se encuentran en las crestas. Las piezas se colocarán un mínimo de 15 cm en la dirección de la pendiente y onda media en su entorno.

1.6.3 Características del panel

Sus características principales son:

-Resistencia a la corrosión.

-Durabilidad al aire libre.

-Flexibilidad y resistencia a la manipulación.

-Dureza aceptable.

-Buena relación entre dichas propiedades y precio.

-T = base de material grueso. Los datos se refieren al soporte galvanizado.

-Galvanizado acero EN 10142 y 10147.

CARACTERÍSTICAS	APLICACIÓN ESTÁNDAR
Espesor de recubrimiento	ECCA T-1

Brillo	ECCA T-2
Dureza	ECCA T-4
Flexibilidad	ECCA T-7
Aerosol de sal	B-17 IME: 36150
Adherencia cuadrícula	ECCA T-6
Comportamiento del fuego	NORMA UNE-23727

1.7 Ejecución de obras.

1.7.1 Seguridad pública

Durante la realización de la obra, el contratista tendrá el cuidado extremo en todas las operaciones y velará por el uso de equipos de protección personal EPI.

1.7.2 Permisos y licencias

El contratista será el encargado de obtener todos los permisos y licencias necesarios para la correcta realización de las obras rigiéndose a la legalidad vigente que comprende este proyecto.

1.7.3 Inicio de obras

Las obras deben comenzar durante 15 días naturales desde la fecha de adjudicación de la obra. El Jefe de obra deberá ser avisado por escrito de la fecha prevista para la iniciación de las obras a la mayor brevedad posible.

1.7.4 Ensayos y pruebas

Todos los elementos de seguridad y los materiales deberán ser examinados tal como marque su calendario correspondiente y se le realizarán los ensayos que el Jefe de obra crea oportunos.

1.7.5 Proposiciones

Siempre que el proveedor nos oferte materiales distintos a los contratados anteriormente, se deberá estudiar si fuese posible ese cambio.

1.7.7 Movimiento de tierras

Los movimientos de tierra se llevan a cabo según las instrucciones dadas por el Director Facultativo de las obras.

1.7.8 Revisiones y replanteos de la obra

El Director facultativo de las Obras revisará y en su caso replanteará sobre el terreno las obras.

Los medios necesarios tales como cuerdas, estacas y demás necesarios para el objeto, deberán ser proporcionados por el contratista.

Bajo ninguna circunstancia puede ser alterada o modificada la situación de los puntos de referencia y debe asegurarse su conservación para ser marcado, zócalos, paredes o columnas.

El Jefe de obra deberá autorizar el relleno de las excavaciones para los cimientos y podrá ordenar la demolición de las obras realizadas si no cumplen las condiciones de este pliego.

1.7.9 Excavación y trabajo hormigón

Antes de iniciar los trabajos de excavación de la cimentación, el contratista deberá estudiar las dificultades que surjan y si encuentra cualquier problema con respecto al proyecto notificar al supervisor de la obra de esclarecimiento.

No va a cambiar la posición o el tamaño de cualquier excavación sin notificar a la dirección técnica. Antes de comenzar los trabajos que se limpiará la tierra de todos los objetos que puedan obstaculizar un buen replanteo.

El contratista revisará el perfecto perfilado de las excavaciones, evitando anchos, disminución injustificada y anchuras que ponen en peligro la estabilidad de la obra.

La excavación de tierra en tanto exploración, excavación y pozos, puede ser manual o mecánica, a criterio de adjudicación obras.

En las zangas que vayan a emplearse a tuberías y saneamiento, se debe tener mucho cuidado en la comprobación de pendientes en el fondo, que se debe realizar con precisión. Después de abrir la zanja y comprobar la pendiente se alisa y se prensa el fondo donde irán las tuberías.

El Jefe de obra deberá comprobar que las unidades de hormigón armado se realiza en la forma, dimensiones, materiales, dosificación y modo de aplicación particular se muestra en los planos de la obra, y que los refuerzos de acero, calidad, longitud, forma, separaciones, número de barras y secciones contenidas en los planos de la estructura.

1.7.10 Encofrado y enlucidos

Todos los trabajos y fábrica subterránea en particular que no serán cubiertas por el contratista hasta que haya recibido autorización de Director técnico.

Las paredes que deban enlucirse no se cubrirán hasta que la Dirección de la obra de su autorización.

Se deberá rasgar previamente los enlucidos de hormigón siempre que estén todavía frescos, para obtener una adherencia óptima. Se humedecerá la superficie para aplicar el mortero, sin tener un exceso de agua que pueda deshacer el mortero.

El mortero se colocara sobre la superficie de manera que se quede pegado a ella y se le presionara la paleta con fuerza para realizar el enlucido y permanecerán húmedos el tiempo necesario para que no aparezcan grietas en la superficie.

1.7.11 Taller de carpintería

La carpintería se hace con arreglo a lo establecido anteriormente en el proyecto, así como con las disposiciones de la Dirección de obras.

Este tipo de trabajo debe ser realizado cuidadosamente, el Director Facultativo presenta los modelos más importantes con el fin de obtener su aprobación.

1.7.12 Andamios

Se colocaran barreras de un metro de altura, para evitar caídas. Los tableros serán de al menos 20 cm de ancho y 7 cm de ancho.

Deberán de observarse que cumplan todas las reglas, siendo la responsabilidad de cualquier accidente del propio contratista.

1.8 Ejecución del recinto de trabajo.

1.8.1 Ventanas y puertas metálicas

El Director Facultativo deberá tener constancia del tipo de materiales empleados en las puestas y en los ventanales.

Se podrán utilizar todo tipos de perfiles metálicos, siempre que se aparezcan en los detalles de los planos de la obra.

1.8.2 Herrajes y cerraduras

El contratista presentará todas las muestras de cada tipo de cerraduras y herrajes que vayan a ser utilizadas, de las que el Director de la obra deberá de elegir.

Los herrajes deberán de colocarse y ajustarse a la carpintería y poder tener una facilidad en posibles sustituciones posteriores.

1.8.3 Acristalamiento

Vidrio y cristal utilizados deben soportar perfectamente los agentes climáticos externos, así como agentes químicos. No deberán cambiar de color por el efecto del sol y no presentaran grietas, burbujas u otros defectos. Teniendo siempre un corte limpio, una superficie plana y con esquinas pulidas y achaflanadas.

1.9 Fontanería y saneamiento.

1.9.1 Tubos de instalación y el saneamiento

Se emplearan tuberías y accesorios de PVC tanto para los desagües de aparatos sanitarios como para las tuberías de agua potable.

1.9.2 Instalación

Toda la instalación de agua estará enterrada o empotrada en la pared. Se colocaran los elementos necesarios tales como llaves de paso, manómetros, válvulas, ect en el lugar indicado por la Dirección Técnica, de manera que su utilización sea cómoda y sencilla y su reparación y/o sustitución no contemple un gran trabajo.

El montaje de las tuberías debe de estar centrado, siendo los tramos rectos tangentes a las curvas. La uniones ya sean por juntas bridas u otros tipos deberán de presentar una correcta alineación.

Se realizarán zanjas para las tuberías que se utilicen para sistemas de drenaje y que circulen enterradas en el pavimento siendo estas sus características:

- El ancho será de 30cm superior al diámetro de la tubería.
- La tubería deberá quedar centrada en la zanja.
- Se utilizarán tubos de PVC para las tuberías que discurren en interiores y de acero galvanizado para las exteriores.
- Se protegerán de los forjados, todas las bajantes que pasen cerca de ellos.
- Las arquetas estarán situadas en la solera y tendrán una tapa practicable.

1.10 Instalaciones de iluminación.

1.10.1 Los materiales utilizados

Los materiales utilizados deberán aparecer en el pliego, ser adquiridos por el contratista y supervisados por el Jefe de Obra.

Todos los cables deberán estar empotrados en la pared o en el falso techo, discurrendo en el interior de un tubo aislado de suficiente resistencia mecánica y nunca llegando a llenar más del 50% del diámetro del tubo para posibles instalaciones posteriores.

Se deberá de tener protecciones automáticas que corten la corriente en caso de anomalías en la intensidad, previniendo así la aparición de arcos durante la interrupción.

Todos los empalmes se deberán de realizar con fichas de empalme en sus respectivos cuadros de derivaciones.

Ninguna pieza, conductor y demás elemento de la instalación deberá superar los 35°C al superar una hora de funcionamiento a la máxima intensidad de corriente.

Se evitara las curvas en la medida de lo posible, utilizando piezas especiales para cambios bruscos, siempre en el interior de las cajas de derivaciones.

Los materiales podrán rechazar incluso después de ser montados si no cumplen las condiciones y la calidad exigida.

1.10.2 Tipos de luminarias

Se utilizarán lámparas de bajo consumo, que suministren la luminiscencia necesaria para la correcta visión en toda la superficie de trabajo, siendo su colocación simétrica y de reparto intensivo.

El Director de obra tiene el derecho a variar los tipos de luminaria, siempre que el contratista le presente un cambio razonable y suponga un ahorro, sin perder calidad y potencia indicada.

Todas las luminarias deberán regirse al “Pliego de Condiciones Constructivas del Ministerio de Industria”.

Se instalará un grupo electrógeno que sirva para encender el alumbrado de emergencia de 220V.

1.10.3 Cables para tensiones de servicio

Deberán ser fáciles de instalar, de peso ligero, con una cubierta exterior resistente a la abrasión y presentado una alta resistencia a la humedad y productos químicos.

Todos los cables deben acogerse a la Norma UNE 21029.

Si la temperatura es menor a 0°C los cables deberán de montarse templados.

2. Excavación.

2.1 Excavación para Zapata, boca...

La dirección facultativa decidirá sobre el terreno si las paredes verticales de las excavaciones actúan como encofrado o si se le autoriza al contratista a hacer una sobre excavación para montar los encofrados. Para paredes verticales se debe de sobre excavar 3cm por cada lado y si fuera necesario un una sobre excavación para montar los encofrados se deberá sobre excavar como máximo 25cm.

2.2 Excavaciones para tuberías.

Como ya nombramos anteriormente las zanjas deberán de ser 30cm más anchas que el diámetro de la tubería y 10cm por debajo de la tubería y deberá de ser aprobado por la Dirección técnica.

2.3 Excavación para cable.

Tendrán un sobre ancho de 5cm por cada lado, en caso de variar este sobre ancho deberá aparecer indicado en los planos.

2.4 Rellenado de las excavaciones.

El relleno de las excavaciones debe de ser del mismo o mayor grado de compactación que el terreno, siendo su superficie totalmente sellada para impedir las filtraciones.

Las tuberías no se podrán enterrar con rocas mayores a 5cm y con una profundidad de 15cm por encima del tubo, siendo rellena con la tierra procedente de la excavación.

2.5 Protección de las excavaciones.

Se deberá almacenar en montones todo el material extraído de las excavaciones, dejando paso de al menos 1 metro entre la excavación y el montón de material extraído.

Las excavaciones deben estar protegidas de los agentes externos. Si la excavación se derrumbara o inundará sería responsabilidad del contratista al no ser que la Dirección Facultativa considere que la tormenta fuese de gran magnitud.

2.6 Mediciones.

Todas las mediciones deberán ejecutarse siguiendo los siguientes párrafos:

-El desmonte se medirá en su estado natural, tal como aparece en los planos de referencia y los perfiles topográficos.

-El terraplenado deberá ser medido nada más terminar su compactación.

-La carga y transporte al vertedero deberán ser medidos siguiendo con los desmontes de terreno que no son aptos.

-Las zanjas y los pozos deberán ser medidos siguiendo los planos y el nivel del terreno, siendo aprobado por la Dirección facultativa y propuesto por el contratista. Si el contratista deberá prever la posibilidad de que sea necesario un sobreaancho.

3. Trabajos metalicos.

3.1 Introducción.

En este capítulo se reunirán las especificaciones para la ejecución de obra y trabajos metálicos, como pueden ser:

- Estructura metálica
- Soportes metálicos.

3.2 Materiales.

3.2.1 Materiales base

El material empleado en la obra será S-275JR, si no fuese así el material deberá estar especificado en los planos.

Las propiedades del material S-257JR son:

Acero de construcción S275 J2		
Composición química		
Carbono	C	≤ 0,21 %
Manganeso	Mn	≤ 1,60 %
Fósforo	P	≤ 0,045 %
Azufre	S	≤ 0,045 %
Propiedades mecánicas		
Resistencia a la tracción		
	d<3 mm	430÷580 Mpa
	3<d<100 mm	410÷560 Mpa
	100<d<250 mm	380÷540 Mpa
Límite elástico		
	d<16 mm	275 Mpa
	16<d<40 mm	265 Mpa
	40<d<100 mm	235 Mpa
	100<d<250 mm	205 Mpa
Propiedades tecnológicas		
Coste		0,90 €/kg
Soldabilidad		[5]
Resistencia a la corrosión		[1]

3.2.2 Materiales de aportación

El director de la obra deberá aprobar el tipo y la marca del material de aportación que se emplee en la obra, que deberá cumplir con todas las normas UNE y estar homologados por el código CE.

3.3 Mano de obra.

Los soldadores contratados deberán ser aprobados y tener un registro de identificación realizado por el contratista.

Todos los trabajos deberán estar correctamente identificados con el código del soldador que realice el trabajo, mediante un punzón de acero y deberán ser registradas por el contratista.

El contratista tiene la obligación de realizar ensayos de soldadura a cada procedimiento diferente de soldadura.

3.4 Condiciones de la soldadura.

3.4.1 Condiciones climatológicas

Se deberá limpiar y secar el material que se vaya a soldar, siempre que este aparezca húmedo.

3.4.2 Preparación de las partes a soldar

Cuando se proceda a realizar la soldadura se observará que la superficie no presente grasa, pintura, etc, realizando un cepillado para limpiarlo.

3.4.3 Montaje de taller

Se deberán corregir todas aquellas desalineaciones que sean superiores a 3mm, sin que ambas partes se descentren más de dos grados.

Se deberán evitar las tensiones residuales producidas por las soldaduras. Si fuese imposible evitar las tensiones, la soldadura se realizará en elementos a compresión.

La prefabricación de piezas deberá hacerse con suficiente precisión y ser revisada en la fábrica en un montaje de muestra, con el fin de que no se tengan que hacer modificaciones durante el montaje de la estructura final.

3.4.4 Soldadura a tope

Para aquellas uniones en las que sus piezas tengan un espesor menor o igual a 6mm, se permitirá que la soldadura por un solo lado, utilizando un electrodo que penetre completamente y no será necesaria la preparación de los bordes. La separación entre bordes no superará la mitad del espesor de la pieza más delgada.

Para aquellas uniones en que las piezas tengan un espesor entre 6 y 8mm, tendrán que prepararse los bordes con antelación con disposición en X o V, dependiendo de la accesibilidad de los lados. Su separación no será mayor a 3 mm.

Se realizara un saneado de raíz, en todas las juntas en X, antes de realizar la soldadura por el lado contrario. Pudiendo realizarse con herramientas de abrasión o por arco.

Se depositaran tantos cordones serán necesarios para el relleno de la junta, limpiando la escoria y demás impurezas en cada paso, para una correcta fijación entre los cordones.

3.4.5 Soldadura en varias pasadas

Siempre que sea necesario se le golpeará al cordón, cuando este frío, con martillo de boca redonda, realizándolo cuidadosamente para evitar incrustaciones, desprendimientos o deformaciones.

3.5 Condiciones de montaje.

3.5.1 Arriostrados

Utilizaremos arriostras siempre que sea necesario para soportar las cargas de la estructura, dichas Los arriostras tendrán una verticalidad apropiada teniendo una tolerancia de ± 2 mm de desviación por metro lineal, sin pasar de un máximo de 30mm.

3.5.2 Tensión de montaje

Deberán estar previstas todas las cargas que surjan durante el montaje debidas al acopio del montaje, equipo, ect y poder resistir las tensiones causadas.

3.5.3 Alineación

El montaje de la estructura deberá estar completamente alineado, durante el punteado y posterior soldadura.

3.5.4 Tolerancias en el montaje de las estructuras

No serán admitidos errores que sobrepasen ± 1 mm en las placas de asiento en altura y desviaciones de ± 2 mm en los planos de las placas de asiento.

El propietario seleccionara un punto base sobre el que se establecerán los niveles correspondientes, siendo el contratista el que se asegure de que dichos puntos no sufran cualquier daño, por si la Dirección de las obras debe comprobar el replanteo.

El contratista deberá informar a la Direccion facultativa cualquier anomalía de la posición y el nivel de la obra civil con respecto a los planos.

3.6 Mediciones.

- Las mediciones se realizarán sobre plano
- El material montado se medirá en peso (Kg), tal como se indica en el Bedec.
- El precio de las radiografías incluirá los equipos, materiales, etc necesarios para su realización.
- El contratista se hará cargo de los gastos surgidos en la instalación de calzos y placas de asiento.

4. Trabajos de Hormigón.

4.1 Introducción.

La Dirección de obras será la encargada de realizar los pedidos del hormigón y de comprobar que reúne todas las condiciones que se presentan en el pliego.

4.2 Materiales.

Los materiales deberán acogerse al Real Decreto 163/1992(modificado por el Real Decreto 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, y en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento establecido en el artículo 9.

4.2.1 Cementos

Se utilizarán cementos de tipo portland, que alcance las condiciones resistentes exigidas.

Se deberán realizar ensayos para comprobar la calidad de los cementos en los casos siguientes:

- Si modificamos la procedencia del pedido.
- Si supera las 4 semanas de almacenaje.
- Cada 12 semanas y cada 200t.

Los ensayos a realizar serán los siguientes:

- Ensayo de compresión a los 3 y 8 días.
- Ensayo de expansión.

-Ensayo principio de fraguado.

-Ensayo final de fraguado.

-Ensayo de peso específico real.

Se rechazaran todas aquellas partidas que no cumplan con todos los requisitos.

Se deberá proteger el cemento de los agentes externos como el viento y la lluvia, almacenándolo de manera que su acceso sea sencillo para una posible inspección e identificación. Cuando esté almacenado en sacos lo colocaremos apilado sobre unos palets o tarimas, con el fin de evitar que la humedad del suelo modifique sus características.

4.2.2 Armaduras

Se empleara acero corrugado de 32mm.El acero usado en las armaduras tendrá un límite elástico de 42kg/mm². En su almacenaje se tendrá en cuenta la colocación, con el fin de evitar posibles corrosiones , manchas oxidaciones...

4.2.3 Agua

Se desechara cualquier agua que en alguna ocasión haya producido algún tipo de grietas, corrosión o cualquier otra perturbación a la hora de realizar el fraguado.

4.2.4 Áridos

El contratista tiene la responsabilidad legal de que se cumplan las especificaciones técnicas sobre los áridos descritas en este pliego.

Los áridos deberán alcanzar la resistencia y durabilidad adecuada del hormigón y cumplir con lo establecido en el artículo 28 “Áridos de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08”.

Los áridos estarán compuestos por partículas duras, con una forma y tamaño estables y presentarse limpios y libres de terrones que puedan afectar a la resistencia o durabilidad de morteros y hormigones, que cumplan los valores de la siguiente tabla:

Requisitos	Valores límites		Norma de ensayo NCh
	Grava	Arena	
1. Material fino menor que 0,080 mm (Nota 1):			
a) para hormigón sometido a desgaste % máximo	0,5	3,0	1223
b) para todo otro hormigón % máximo	1,0	5,0	
2. Impurezas orgánicas (Nota 2) referidas a color límite según patrón	-	amarillo claro	166
3. Granulometría	Ver tabla 3	Ver tabla 2	165
4. Partículas desmenuzables % máximo	5,0	3,0	1327
5. Partículas blandas % máximo	5,0	-	Ver anexo E
6. Cloruros como Cl^- (Notas 3 y 6) (kg/m^3 de hormigón):			
a) para hormigón armado*) máximo		1,20	1444
b) para hormigón pretensado máximo		0,25	
7. Sulfatos y sulfuros como SO_4^{2-} (Notas 4, 5 y 6) (kg/m^3 de hormigón):			
a) sulfatos solubles en agua máximo		0,60	1444
b) sulfuros oxidables máximo		1,80	
8. Carbón y lignito:			
a) para hormigón a la vista % máximo	0,5	0,5	Ver anexo E
b) para todo otro hormigón % máximo	1	1	
9. Resistencia a la desintegración (pérdida de masa en 5 ciclos de inmersión y secado) (Nota 7):			
a) con sulfato de sodio % máximo	12	10	1328
b) con sulfato de magnesio % máximo	18	15	
10. Resistencia al desgaste. Máquina de Los Angeles:			
a) para hormigón sometido a desgaste % máximo	40	-	1369
b) para todo otro hormigón % máximo	50	-	

-Arena:

La granulometría de la arena está determinada por NCh165 y debe cumplir los límites de granulometría establecidos por la tabla:

Tamices, mm	% acumulado
10	100
5	95-100
2.5	80-100

1.25	50-85
0.630	25-60
0.315	10-30
0.160	2-10

Las arenas que no cumplan con los requisitos granulométricos pueden ser utilizadas siempre que las mezclas de prueba cumplan con los requisitos establecidos por las especificaciones del pliego.

-Grava

La granulometría de los aridos gruesos esta determinada por NCh165 y debe cumplir los limites de granulometría establecidos por la tabla:

Grados/ tamices	6 3-40	5 0-25	5 0-5	4 0-20	4 0-5	2 5-5	2 0-5	1 2.5-5	1 0-2.5
80	100	-	-	-	-	-	-	-	-
63	90-100	100	100	-	-	-	-	-	-
50	35-70	90-100	90-100	100	100	-	-	-	-
40	0-15	30-70	-	90-100	90-100	100	-	-	-
25	-	0-15	30-70	20-55	-	90-100	100	-	-
20	0-5	-	-	0-15	30-70	-	90-100	100	-
12.5	-	0-5	10-30	-	-	20-60	-	90-100	100
10	-	-	-	0-5	10-30	-	20-55	40-70	90-100
5	-	-	0-5	-	0-5	0-10	0-10	0-15	10-30
2.5	-	-	-	-	-	0-5	0-5	0-5	0-10
1.25	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5

Las gravas que no cumplan ninguno de los grados presentados en la tablas, podrán ser empleadas siempre que las mezclas cumplan con los requisitos establecidos por las especificaciones establecidas en el pliego.

Se realizarán ensayos obligatorios, con una frecuencia establecida por el contratista, para comprobar los siguientes requisitos:

- Granulometría
- Impureza orgánica
- Densidad
- Absorción de agua.
- Humedad y esponjamiento.

4.3 Encofrados.

Los encofrados deberán presentar la rigidez necesaria para que no se produzcan excesivas deformaciones al estar expuesto a las cargas. La Dirección técnica será la encargada de ordenar las correcciones de las deformaciones que sean ocasionadas por un encofrado inadecuado, de las cuales se harán a cuenta del contratista. Se le realizarán chaflanes de 2.5cm a todas las esquinas.

4.4 Instalación de armaduras.

El doblado del acero para las armaduras se realizará en frío y siguiendo los planos.

La dirección facultativa será la encargada de autorizar la posición y método de soldadura de las barras de acero de la armadura.

Las barras de acero estarán en perfecto estado, sin presentar corrosión, aceite, grietas, etc.

La dirección de obras aprobará la posición de la armadura, que deberá fijarse rígidamente mediante el empleo de piezas espaciadoras de material.

Los enderezamientos de codos estarán terminalmente prohibidos.

Todos los doblados de armaduras deberán cumplir las siguientes condiciones:

$$r = \frac{D * LE}{3 * RC}$$

$$r = 5 * D$$

Siendo:

R= radio interior

LE= Límite elástico

RC= Resistencia característica del hormigón

4.5 Pernos de anclaje.

La dirección de obra aprobará la fabricación de los pernos que deberán contener dos tuercas de apriete, casquillo y arandelas y regirse a las especificaciones de los planos.

Se protegerán los pernos con algún tipo de papel o plástico a fin de que no se llenen de hormigón durante el proceso de vertido. Cuando será retirado el encofrado se procederá a una limpieza exhaustiva, cepillándolos, engrasándolos y protegiéndolos con un trapo.

Se instalarán los pernos de anclaje teniendo en cuenta que:

- El error de nivel no supere $\pm 3\text{mm}$.
- Los pernos de un mismo equipo no tendrán un error en sus distancias superior a $\pm 1\text{mm}$.
- Un grupo de pernos de un mismo equipo presentarán un error total inferior a $\pm 2\text{mm}$.

Al realizar el hormigonado se deberá comprobar la posición de los pernos, a fin de controlar posibles movimientos y si superasen los errores mencionados anteriormente, el contratista deberá avisar a la Dirección de obra, que será la encargada de decidir si acepta o rechaza la obra ejecutada.

4.6 Dosificación.

La dosificación del hormigón tiene como objeto encontrar las proporciones de los diferentes componentes necesarios a mezclar para alcanzar las características de consistencia, compacidad, resistencia, etc.

Ningún tipo de método de dosificación puede tener en cuenta la gran cantidad de factores que influyen a la hora de conseguir las propiedades del hormigón, por lo tanto se calculará teóricamente, pero también tendrá un proceso experimental.

La cantidad y proporción de los componentes, la EHE indica las siguientes limitaciones:

- Máxima relación agua/cemento y mínimo contenido de cemento.

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	CLASE DE EXPOSICIÓN												
		I	Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
Máxima relación a/c	Masa	0,65	—	—	—	—	—	—	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,50
	Armado	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,50
	Pretensado	0,60	0,60	0,55	0,50	0,45	0,45	0,45	0,50	0,45	0,45	0,55	0,50	0,50
Mínimo contenido de cemento (kg/m ³)	Masa	200	—	—	—	—	—	—	275	300	325	275	300	275
	Armado	250	275	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300
	Pretensado	275	300	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300

-Resistencias mínimas compatibles con los requisitos de durabilidad.

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	CLASE DE EXPOSICIÓN												
		I	Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
Resistencia mínima (N/mm ²)	Masa	20	—	—	—	—	—	—	30	30	35	30	30	30
	Armado	25	25	30	30	30	35	30	30	30	35	30	30	30
	Pretensado	25	25	30	30	35	35	35	30	35	35	30	30	30

La dirección técnica autorizara el uso de aditivos, exigiendo los ensayos que estimen necesarios.

4.7 Transporte de hormigón.

Se dispondrán de los medios apropiados para realizar el transporte del hormigón desde la hormigonera hasta el lugar del vertido sin ocasionar disgregación o deterioro alguno de su calidad. Los requisitos que deben cumplir dichos medios serán:

-Tener la forma o los medios mecánicos que impidan la disgregación durante el transporte y vertido

-Tener estanqueidad total, con el fin de evitar la pérdida de agua o lechada.

Los envíos de hormigón irán acompañados de un documento que nos indicara:

-Tipo de Hormigón.

-Hora de vertido desde la hormigonera al camión o medio de transporte empleado.

No se admitirán hormigones que hayan superado 40min desde su finalización en la planta hasta la finalización del vertido en la obra.

4.8 Vertido del hormigón en obra.

El vertido del hormigón en el interior del encofrado de realizar cuidadosamente desde gran altura, hasta un máximo de 2 metros de caída libre y sin desplazar horizontalmente la masa con el fin de evitar que se produzca la segregación de la mezcla.

Para permitir una correcta compactación se colocara por capas horizontales de espesor reducido, sucesivamente sin que la capa anterior haya comenzado a fraguar. Se eliminaran los huecos, quedando completamente cerrada la masa.

Se utilizara un vibrador de aguja, con un cilindro metálico de 35 a 125mm de diámetro y con una frecuencia establecida entre 3000 y 1200 ciclos por minuto, reduciendo así entre un 15-20% de aire en el hormigón sin compactar. El contratista será el encargado de decidir el tipo de cilindro y número de ciclos a emplear encada momento.

4.9 Fraguado y endurecimiento.

Se tendrá especialmente cuidado con:

-El hormigón no sea sometido a sobrecargas y vibraciones con el fin de evitar posibles apariciones de fisuras o grietas.

-La temperatura de la superficie será superior a -1°C .

4.10 Curado del hormigón.

Al sobrepasar las 16 horas, se deberá mantener constantemente húmeda la superficie, durante un tiempo mínimo de 11 días.

4.11 Desencofrado.

Se procederá a desencofrar los costeros de las vigas una vez pasado 3 días, mientras que los costeros de pilares o muros deberán permanecer encofrados durante 7 días y la parte inferiores de vigas, losas, ect, serán retirados al pasar 14 días. La dirección técnica podrá reducir estos periodos siempre que surja alguna circunstancia especial, siendo esta la fórmula de cálculo para la reducción del periodo:

$$D = \frac{400}{\left(\frac{Q}{G} + 0.5\right) * (T + 10)}$$

Siendo:

D: Número de días.

G: Carga que actúa sobre el elemento a desencofrar.

Q: Carga que actúa posteriormente.

T=Temperatura.

La Dirección técnica será la encargada de dar su autorización al contratista para que dé comienzo los trabajos de desencofrado.

Al retirar los encofrados se sanearán las marcas de encofrado y se rellenarán los agujeros. Si los agujeros son de gran tamaño el director de obra podrá exigir la demolición de la obra y su reconstrucción, siendo ésta a cuenta del contratista.

4.12 Losas.

Las losas deberán ser uniformes, sin presencia de grietas. El director de las obras autorizará el sellado de aquellas pequeñas fisuras de retracción plástica, de corta longitud y que no afecten a la superficie de la losa.

El contratista se hará cargo de los gastos de la reconstrucción de las losas que no cumplan las tolerancias exigidas.

4.13 De hormigón de limpieza.

Se suministrará un hormigón de limpieza **HL-150/B/20** con una dosificación mínima de cemento de 1500kg/m³, de consistencia blanda, con tamaño máximo del árido de 20mm.

El hormigón de limpieza se instalará donde indiquen los planos.

4.14 Mediciones

Las mediciones se realizarán sobre plano. Cualquier variación de los planos serán a cuenta del contratista. Siendo sus mediciones:

- Armadura: Peso teórico por metro lineal.
- Hormigón: Volumen (no se reducirá el volumen de la armadura).
- Encofrado: Metro cuadrado de superficie de encofrado.

5. Trabajos de electricidad.

5.1 Introducción.

En este capítulo se reunirán las especificaciones para la ejecución de obra y trabajos eléctricos.

5.2 General.

5.2.1 Mano de obra

El propietario deberá exigir al contratista las titulaciones adecuadas de los empleados.

El Jefe de obra deberá de conocer las condiciones facultativas, cuales le serán entregadas por el propietario.

Si los trabajos de instalación precisaran ser realizados por una subcontrata, esta deberá regirse a todos los requisitos de la normativa vigente, “ ITC-BT_03 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, para la instalación que se proyecta”

5.2.2 Herramientas

El contratista debe de tener en su poder las herramientas que se necesiten para el montaje de la instalación, siendo estas de Clase II o Clase III, también deberá tener equipos de protección individual y instrumentos de medición.

5.2.3 Planos

La dirección facultativa será la encargada de suministrar los siguientes tipos de planos:

- Diagrama unifilar.
- Detalles de fuerza y alumbrado.
- Planta de implantación de equipos.
- Esquemas funcionales de los equipos complejos.
- Lista de cables.

5.2.4 Normas.

Durante los trabajos de instalaciones ser realizaran las pruebas y los ensayos convenientes que aparezcan vigentes en los Reglamentos Electrotécnicos de Alta y Baja Tensión.

5.2.5 Materiales.

Los materiales serán revisados e inspeccionados por el contratista, vigilando que estos estén en perfectas condiciones.

Los precios unitarios deben incluir mano de obra, equipos, maquinaria y demás utensilios necesarios para el correcto montaje de los materiales.

5.2.6 Calidad de ejecución.

El director de la obra será el encargado de exigir la mayor calidad, tanto en materiales como en técnica.

5.2.7 Fichas.

El contratista deberá de realizar fichas del equipo montado, donde irán apuntados los precios auxiliares y una vez finalizadas serán entregadas con la certificación final.

5.3 El sistema de puesta a tierra.

En los sistemas de puesta a tierra, es necesario medir los valores de la resistencia de puesta a tierra, los cuales deben ser inferiores a los valores establecidos por la norma (NTC 4552), de tal forma que garanticen un sistema seguro.

Con el fin de obtener un buen nivel de conexión y eliminar la incidencia que pueda tener el terreno en los puntos de conexión se deben realizar las uniones con soldadura exotérmica, tanto las uniones entre conductores y las uniones entre varilla y conductores. Los conductores deben instalarse directamente enterrados entre el piso de tal forma que se tenga un nivel de conductividad a tierra.

Al finalizar los trabajos de instalación de puesta a tierra y bajo la supervisión del propietario, se deberá proceder a la medición de todas las resistencias y cada una de las picas por separado y en conjunto, mediante un medidor P.A.T., anotando todos los valores en un estadillo.

5.4 Tendido de cable subterráneo.

Los cables subterráneos se tendrán y se alinearán sobre el lecho de arena.

Los cables deberán de ser deslizados sobre rodillos con el fin de evitar posibles daños sobre la cubierta de estos y empleando fundas metálicas para el agarre con el fin de evitar lesiones en el aislante.

Se fijarán placas de identificación de latón en los extremos del cable.

El contratista deberá de marcar en el plano la situación de los empalmes que hayan sido enterrados con el fin de localizarlos en posteriores modificaciones.

5.5 Conexionado de cables.

Los cables deberán ser peinados con sumo cuidado. La entrada a la prensa será recta, a su salida los cables serán guiados con mazos hasta la llegada a los bornes de conexión.

La realización de los trabajos de conexionado de cables deberán ser realizados de forma que especifica el fabricante.

5.6 Equipos de alumbrado.

Se ejecutara la instalación de equipos de alumbrado de la siguiendo correspondientemente los planos, combando que estos funcionan perfectamente.

Anteriormente a la colocación de las lámparas, estas serán limpiadas y se rechazaran todas aquellas que sean defectuosas.

5.7 Paneles de distribución.

5.7.1 Componentes y materiales de la instalación.

Los materiales deberán tener un aislamiento de clase II.

Los materiales que estén situados en la intemperie deberán estar bien protegidos de los agentes externos.

Se utilizaran EPI, asegurando la protección de las personas hacia los equipos eléctricos.

Las etiquetas de seguridad deberán estar escritas en castellano.

5.7.2 Generador fotovoltaico.

Los generadores fotovoltaicos que se instalen en dicha obra deberán de regirse a las siguientes especificaciones:

-La estructura deberá estar conectada a tierra.

-Los módulos deberán de cambiarse cada 25 años y el suministrador de ellos deberá de ofrecer una garantía de 10 años.

-En el módulo se deberá de leer claramente el modelo, el fabricante y identificación individual.

-Todos los módulos deberán de ser de el mismo modelo.

5.7.3 Soporte de módulos.

La estructura que soporta los módulos deber de resistir el peso de dichos módulos, además de las sobrecargas de viento y nieve, siguiendo la normativa básica de la edificaciones CTE DB-SE-AE.

La orientación de la estructura deberá estar especificada en los planos y esta debe de ser la óptima para recoger la máxima energía solar.

5.7.4 Cableado

Los cables deberán de ser de sección mínima indicada en la memoria y calculada bajo el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Todo el cableado de corriente continua deberá tener un doble aislamiento, tal y como lo exige la norma UNE 21123.

Todos los conductores serán suficientemente largos para no generar esfuerzos en los elementos ni posibilidad de enganche.

5.7.5 Protecciones y puesta a tierra.

Las protecciones deberán de cumplir lo que se establece en los artículo 10 y 11 y la puesta a tierra deberá cumplir con el artículo 12 del Real Decreto 1663/2000

5.7.6 Cajas de conexión

Las cajas deberán de ser aislantes, con un grado mínimo de protección del tipo IP 750, tal como se estipula en la norma UNE 202324.

6. Medición y remuneración del trabajo.

6.1 Normas generales.

Las unidades de obra se abonaran tal y como se especifica en el cuadro de precios unitarios.

Aunque no figuren detallados todos los precios de materiales, medios auxiliares ... se considerara que están incluidos en el precio.

6.2 Mediciones.

Se regirán de acuerdo a lo estipulado en los planos y se realizara una vista de medición final, acompañada de los perfiles y secciones si son necesarios y os demás documentos que la justifiquen.

6.3 Movimiento de tierras.

Toda la excavación se medirá y abonara por metros cúbicos medidos sobre los planos de perfiles. Se aplicara el precio de unidad de abra que corresponda con el Cuadro de precios.

6.4 Pintura.

Las pinturas se abonaran por metro cuadrado, midiendo su superficie y los entrantes y salientes.

6.5 Electricidad.

Se abonaran por unidades completamente acabadas e instadas en funcionamiento.

6.6 Construcciones auxiliares y temporales.

Las construcciones axilares que sean necesarias para la construcción, serán a cuenta del contratista.

6.7 Conservación de la construcción durante el período de garantía.

Todas las obras de conservación que sean necesarias durante el periodo de garantía correrán a cuenta del contratista.

7. Condiciones económicas

7.1 Condiciones de pago.

- Se abonara el 15% al recibir los planos para la aprobación.
- Se abonara 25% al acopio de los materiales y recepción de los planos aprobados.
- Se abonara 40% a la aceptación del material en campo.
- Se abonara el 20% a la entrega de toda la documentación técnica y legal requerida en forma correcta.

7.2 Seguros.

Se contratara una póliza de responsabilidad civil por daños causados a terceros donde figure como asegurado el contratista. Dicho seguro debe de cubrir los daños accidentales causados a terceros con motivo de la realización de las obras de construcción de la planta y responsabilidad civil convencional.

8. Bibliografía

<http://www.apingenieria.cl>

<http://ocw.unican.es/enseanzas-tecnicas/>

<http://procedimientosconstruccion.blogs.upv.es/>

www.wikipedia.org

www.ieca.es/

www.contrataciondelestado.es

Reglamento eléctrico de baja tensión.

<http://www.idrd.gov.co/especificaciones>

www.codigotecnico.org

Alcoy, 6 de Julio de 2016

INGENIERO MECANICO

Manuel Pozo Ejarque

Diseño de una bodega
para la fabricación y
embotellamiento de
vinos

Capítulo III: Mediciones y presupuesto

[06/07/2016]

Manuel Pozo Ejarque



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

1. Mediciones

1.1 Secciones de acero

Tipos de acero

Tipo de acero	Límite elástico (Kg/cm ²)	Tensión de rotura (Kg/cm ²)
S275	2804	4385

Pilares

N	Tipo de acero	Serie	Perfil	Longitud(cm)	Peso-ud(kg)	Total(kg)
20	S275	_IPE	360	540	308,34	6166,80
4	S275	_IPE	450	638	495,09	1980,36
2	S275	_IPE	450	675	523,80	1047,60
40	S275	_IPE	*360	30	17,88	715,20

Vigas

N	Tipo de acero	Serie	Perfil	Longitud(cm)	Peso-ud(kg)	Total(kg)
8	S275	PHC	70.3	375	22,76	182,08
18	S275	PHC	80.3	500	35,05	630,90
126	S275	_ZF	200.2,5	500	37,34	4704,84
18	S275	_ZF	275.3,0	500	53,26	958,68

Diagonales

N	Tipo de acero	Serie	Perfil	Longitud(cm)	Peso-ud(kg)	Total(kg)
4	S275	_IPE	300	38	16,04	64,16
4	S275	_IPE	300	62	26,16	104,64
20	S275	_IPE	300	65	27,43	548,60
20	S275	_IPE	300	88	37,14	742,80
36	S275	_IPE	300	100	42,20	1519,20
20	S275	_IPE	*300	11	4,08	81,60
20	S275	_IPE	*300	15	8,67	173,40
20	S275	_IPE	*300	35	13,74	274,80
20	S275	_IPE	*300	50	28,34	566,80
20	S275	_IPE	*300	88	44,44	888,80
20	S275	_IPE	*300	100	42,09	841,80
20	S275	_IPE	*300	100	49,27	985,40
24	S275	_L	100x100x8	510	62,22	1493,28
8	S275	_L	100x100x8	539	65,76	526,08
8	S275	_L	100x100x8	554	67,59	540,72
4	S275	_L	80x80x8	708	68,18	272,72
4	S275	_L	80x80x8	740	71,26	285,04
8	S275	_L	80x80x8	781	75,21	601,68

Totales

	S275	Totales
Pilares	9909,96	9909,96
Vigas	6476,50	6476,50
Diagonales	10511,52	10511,52
Placas de anclaje	1205,71	1205,71
Totales	28103,69	28103,69

1.2. Cimentación

Riostras

Barra	Acero		Hormigón		Hormigón pob.		Encofrado		Totales
	kg	€	m³	€	m³	€	m²	€	€
517	25,84	32,82	0,105	8,64	0,035	2,88	0,840	23,34	67,68
518	20,93	26,58	0,135	11,11	0,045	3,70	1,080	30,00	71,39
519	20,93	26,58	0,133	10,94	0,044	3,62	1,062	29,50	70,64
520	25,84	32,82	0,100	8,23	0,033	2,71	0,798	22,17	65,93
521	26,20	33,27	0,268	22,05	0,089	7,32	2,145	59,59	122,23
522	25,51	32,40	0,255	20,98	0,085	6,99	2,040	56,67	117,04
523	33,10	42,04	0,240	19,74	0,080	6,58	1,920	53,34	121,70
524	33,10	42,04	0,240	19,74	0,080	6,58	1,920	53,34	121,70
525	33,10	42,04	0,240	19,74	0,080	6,58	1,920	53,34	121,70
526	33,10	42,04	0,240	19,74	0,080	6,58	1,920	53,34	121,70
527	33,10	42,04	0,240	19,74	0,080	6,58	1,920	53,34	121,70
528	25,51	32,40	0,257	21,14	0,086	7,08	2,055	57,09	117,71
529	26,55	33,72	0,272	22,38	0,091	7,49	2,175	60,42	124,01
530	25,84	32,82	0,104	8,56	0,034	2,80	0,828	23,00	67,18
531	20,93	26,58	0,133	10,94	0,044	3,62	1,062	29,50	70,64
532	20,93	26,58	0,134	11,02	0,045	3,70	1,068	29,67	70,97
533	25,84	32,82	0,103	8,47	0,034	2,80	0,822	22,84	66,93
534	26,55	33,72	0,272	22,38	0,091	7,49	2,175	60,42	124,01
535	25,51	32,40	0,257	21,14	0,086	7,08	2,055	57,09	117,71
536	33,10	42,04	0,240	19,74	0,080	6,58	1,920	53,34	121,70
537	33,10	42,04	0,240	19,74	0,080	6,58	1,920	53,34	121,70
538	33,10	42,04	0,240	19,74	0,080	6,58	1,920	53,34	121,70
539	33,10	42,04	0,240	19,74	0,080	6,58	1,920	53,34	121,70
540	33,10	42,04	0,240	19,74	0,080	6,58	1,920	53,34	121,70
541	25,51	32,40	0,255	20,98	0,085	6,99	2,040	56,67	117,04
542	26,20	33,27	0,270	22,21	0,090	7,40	2,160	60,00	122,88
Totales	725,62	921,58	5,453	448,57	1,817	149,47	43,605	1211,37	2730,99

Zapatas

Nudo	Acero		Hormigón		Hormigón pob.		Encofrado		Totales
	kg	€	m³	€	m³	€	m²	€	€
1	58,27	74,00	2,744	263,09	0,392	37,58			374,67
2	25,01	31,76	1,711	164,05	0,380	36,43			232,24

Nudo	Acero		Hormigón		Hormigón pob.		Encofrado		Totales
	kg	€	m³	€	m³	€	m²	€	€
3	29,32	37,24	2,000	191,76	0,400	38,35			267,35
4	25,01	31,76	1,711	164,05	0,380	36,43			232,24
5	58,27	74,00	2,744	263,09	0,392	37,58			374,67
6	40,59	51,55	2,369	227,14	0,364	34,90			313,59
7	40,59	51,55	2,369	227,14	0,364	34,90			313,59
8	120,39	152,90	5,832	559,17	0,648	62,13			774,20
9	120,39	152,90	5,832	559,17	0,648	62,13			774,20
10	120,39	152,90	5,832	559,17	0,648	62,13			774,20
11	120,39	152,90	5,832	559,17	0,648	62,13			774,20
12	120,39	152,90	5,832	559,17	0,648	62,13			774,20
13	120,39	152,90	5,832	559,17	0,648	62,13			774,20
14	120,39	152,90	5,832	559,17	0,648	62,13			774,20
15	120,39	152,90	5,832	559,17	0,648	62,13			774,20
16	120,39	152,90	5,832	559,17	0,648	62,13			774,20
17	120,39	152,90	5,832	559,17	0,648	62,13			774,20
18	120,39	152,90	5,832	559,17	0,648	62,13			774,20
19	120,39	152,90	5,832	559,17	0,648	62,13			774,20
20	58,27	74,00	2,744	263,09	0,392	37,58			374,67
21	58,27	74,00	2,744	263,09	0,392	37,58			374,67
22	58,27	74,00	2,744	263,09	0,392	37,58			374,67
23	24,37	30,95	1,625	155,80	0,361	34,61			221,36
24	29,32	37,24	2,000	191,76	0,400	38,35			267,35
25	25,01	31,76	1,711	164,05	0,380	36,43			232,24
26	66,84	84,89	2,944	282,27	0,421	40,37			407,53
Totales	2042,09	2593,50	102,144	9793,51	13,18 6	1264,23			13651,2 4

Barra 517

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
8	0,00	0,00	3,47	4,41	3,47	4,41
12	7,58	9,63	0,00	0,00	7,58	9,63
16	14,79	18,78	0,00	0,00	14,79	18,78
Totales	22,37	28,41	3,47	4,41	25,84	32,82

Barra 518

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
8	0,00	0,00	4,51	5,73	4,51	5,73
12	16,42	20,85	0,00	0,00	16,42	20,85
Totales	16,42	20,85	4,51	5,73	20,93	26,58

Barra 519

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
8	0,00	0,00	4,51	5,73	4,51	5,73

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
	Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg
12	16,42	20,85	0,00	0,00	16,42	20,85
Totales	16,42	20,85	4,51	5,73	20,93	26,58

Barra 520

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
	Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg
8	0,00	0,00	3,47	4,41	3,47	4,41
12	7,58	9,63	0,00	0,00	7,58	9,63
16	14,79	18,78	0,00	0,00	14,79	18,78
Totales	22,37	28,41	3,47	4,41	25,84	32,82

Barra 521

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
	Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg
8	0,00	0,00	5,20	6,60	5,20	6,60
12	21,00	26,67	0,00	0,00	21,00	26,67
Totales	21,00	26,67	5,20	6,60	26,20	33,27

Barra 522

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
	Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg
8	0,00	0,00	4,51	5,73	4,51	5,73
12	21,00	26,67	0,00	0,00	21,00	26,67
Totales	21,00	26,67	4,51	5,73	25,51	32,40

Barra 523

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
	Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg
8	0,00	0,00	3,47	4,41	3,47	4,41
12	10,74	13,64	0,00	0,00	10,74	13,64
16	18,89	23,99	0,00	0,00	18,89	23,99
Totales	29,63	37,63	3,47	4,41	33,10	42,04

Barra 524

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
	Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg
8	0,00	0,00	3,47	4,41	3,47	4,41
12	10,74	13,64	0,00	0,00	10,74	13,64
16	18,89	23,99	0,00	0,00	18,89	23,99
Totales	29,63	37,63	3,47	4,41	33,10	42,04

Barra 525

Acero	Armadura longitudinal	Armadura transversal	Totales
-------	-----------------------	----------------------	---------

Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg	€
8	0,00	0,00	3,47	4,41	3,47	4,41
12	10,74	13,64	0,00	0,00	10,74	13,64
16	18,89	23,99	0,00	0,00	18,89	23,99
Totales	29,63	37,63	3,47	4,41	33,10	42,04

Barra 526

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg	€
8	0,00	0,00	3,47	4,41	3,47	4,41
12	10,74	13,64	0,00	0,00	10,74	13,64
16	18,89	23,99	0,00	0,00	18,89	23,99
Totales	29,63	37,63	3,47	4,41	33,10	42,04

Barra 527

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg	€
8	0,00	0,00	3,47	4,41	3,47	4,41
12	10,74	13,64	0,00	0,00	10,74	13,64
16	18,89	23,99	0,00	0,00	18,89	23,99
Totales	29,63	37,63	3,47	4,41	33,10	42,04

Barra 528

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg	€
8	0,00	0,00	4,51	5,73	4,51	5,73
12	21,00	26,67	0,00	0,00	21,00	26,67
Totales	21,00	26,67	4,51	5,73	25,51	32,40

Barra 529

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg	€
8	0,00	0,00	5,55	7,05	5,55	7,05
12	21,00	26,67	0,00	0,00	21,00	26,67
Totales	21,00	26,67	5,55	7,05	26,55	33,72

Barra 530

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg	€
8	0,00	0,00	3,47	4,41	3,47	4,41
12	7,58	9,63	0,00	0,00	7,58	9,63
16	14,79	18,78	0,00	0,00	14,79	18,78
Totales	22,37	28,41	3,47	4,41	25,84	32,82

Barra 531

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
8	0,00	0,00	4,51	5,73	4,51	5,73
12	16,42	20,85	0,00	0,00	16,42	20,85
Totales	16,42	20,85	4,51	5,73	20,93	26,58

Barra 532

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
8	0,00	0,00	4,51	5,73	4,51	5,73
12	16,42	20,85	0,00	0,00	16,42	20,85
Totales	16,42	20,85	4,51	5,73	20,93	26,58

Barra 533

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
8	0,00	0,00	3,47	4,41	3,47	4,41
12	7,58	9,63	0,00	0,00	7,58	9,63
16	14,79	18,78	0,00	0,00	14,79	18,78
Totales	22,37	28,41	3,47	4,41	25,84	32,82

Barra 534

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
8	0,00	0,00	5,55	7,05	5,55	7,05
12	21,00	26,67	0,00	0,00	21,00	26,67
Totales	21,00	26,67	5,55	7,05	26,55	33,72

Barra 535

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
8	0,00	0,00	4,51	5,73	4,51	5,73
12	21,00	26,67	0,00	0,00	21,00	26,67
Totales	21,00	26,67	4,51	5,73	25,51	32,40

Barra 536

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
8	0,00	0,00	3,47	4,41	3,47	4,41
12	10,74	13,64	0,00	0,00	10,74	13,64
16	18,89	23,99	0,00	0,00	18,89	23,99
Totales	29,63	37,63	3,47	4,41	33,10	42,04

Barra 537

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
	Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg
8	0,00	0,00	3,47	4,41	3,47	4,41
12	10,74	13,64	0,00	0,00	10,74	13,64
16	18,89	23,99	0,00	0,00	18,89	23,99
Totales	29,63	37,63	3,47	4,41	33,10	42,04

Barra 538

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
	Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg
8	0,00	0,00	3,47	4,41	3,47	4,41
12	10,74	13,64	0,00	0,00	10,74	13,64
16	18,89	23,99	0,00	0,00	18,89	23,99
Totales	29,63	37,63	3,47	4,41	33,10	42,04

Barra 539

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
	Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg
8	0,00	0,00	3,47	4,41	3,47	4,41
12	10,74	13,64	0,00	0,00	10,74	13,64
16	18,89	23,99	0,00	0,00	18,89	23,99
Totales	29,63	37,63	3,47	4,41	33,10	42,04

Barra 540

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
	Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg
8	0,00	0,00	3,47	4,41	3,47	4,41
12	10,74	13,64	0,00	0,00	10,74	13,64
16	18,89	23,99	0,00	0,00	18,89	23,99
Totales	29,63	37,63	3,47	4,41	33,10	42,04

Barra 541

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
	Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg
8	0,00	0,00	4,51	5,73	4,51	5,73
12	21,00	26,67	0,00	0,00	21,00	26,67
Totales	21,00	26,67	4,51	5,73	25,51	32,40

Barra 542

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
	Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg
8	0,00	0,00	5,20	6,60	5,20	6,60
12	21,00	26,67	0,00	0,00	21,00	26,67
Totales	21,00	26,67	5,20	6,60	26,20	33,27

Zapata 1

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
	Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg
12	58,27	74,00	0,00	0,00	58,27	74,00
Totales	58,27	74,00	0,00	0,00	58,27	74,00

Zapata 2

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
	Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg
12	25,01	31,76	0,00	0,00	25,01	31,76
Totales	25,01	31,76	0,00	0,00	25,01	31,76

Zapata 3

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
	Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg
12	29,32	37,24	0,00	0,00	29,32	37,24
Totales	29,32	37,24	0,00	0,00	29,32	37,24

Zapata 4

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
	Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg
12	25,01	31,76	0,00	0,00	25,01	31,76
Totales	25,01	31,76	0,00	0,00	25,01	31,76

Zapata 5

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
	Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg
12	58,27	74,00	0,00	0,00	58,27	74,00
Totales	58,27	74,00	0,00	0,00	58,27	74,00

Zapata 6

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
	Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg
12	40,59	51,55	0,00	0,00	40,59	51,55
Totales	40,59	51,55	0,00	0,00	40,59	51,55

Zapata 7

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
	Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg
12	40,59	51,55	0,00	0,00	40,59	51,55
Totales	40,59	51,55	0,00	0,00	40,59	51,55

Zapata 8

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
12	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90
Totales	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90

Zapata 9

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
12	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90
Totales	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90

Zapata 10

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
12	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90
Totales	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90

Zapata 11

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
12	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90
Totales	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90

Zapata 12

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
12	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90
Totales	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90

Zapata 13

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
12	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90
Totales	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90

Zapata 14

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
12	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90
Totales	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90

Zapata 15

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
-------	-----------------------	--	----------------------	--	---------	--

Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg	€
12	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90
Totales	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90

Zapata 16

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg	€
12	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90
Totales	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90

Zapata 17

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg	€
12	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90
Totales	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90

Zapata 18

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg	€
12	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90
Totales	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90

Zapata 19

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg	€
12	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90
Totales	120,39	152,90	0,00	0,00	120,39	152,90

Zapata 20

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg	€
12	58,27	74,00	0,00	0,00	58,27	74,00
Totales	58,27	74,00	0,00	0,00	58,27	74,00

Zapata 21

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg	€
12	58,27	74,00	0,00	0,00	58,27	74,00
Totales	58,27	74,00	0,00	0,00	58,27	74,00

Zapata 22

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(ø)	kg	€	kg	€	kg	€
12	58,27	74,00	0,00	0,00	58,27	74,00

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
Totales	58,27	74,00	0,00	0,00	58,27	74,00

Zapata 23

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
12	24,37	30,95	0,00	0,00	24,37	30,95
Totales	24,37	30,95	0,00	0,00	24,37	30,95

Zapata 24

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
12	29,32	37,24	0,00	0,00	29,32	37,24
Totales	29,32	37,24	0,00	0,00	29,32	37,24

Zapata 25

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
12	25,01	31,76	0,00	0,00	25,01	31,76
Totales	25,01	31,76	0,00	0,00	25,01	31,76

Zapata 26

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
12	66,84	84,89	0,00	0,00	66,84	84,89
Totales	66,84	84,89	0,00	0,00	66,84	84,89

Totales

	Acero		Hormigón		Hormigón pob.		Encofrado		Totales
	kg	€	m³	€	m³	€	m²	€	€
Riostras	725,62	921,58	5,453	448,57	1,817	149,47	43,605	1211,37	2730,99
Zapatas	2042,09	2593,50	102,144	9793,51	13,186	1264,23			13651,24
Totales	2767,71	3515,08	107,597	10242,08	15,003	1413,70	43,605	1211,37	16382,23

Riostras

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales	
Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
8	0,00	0,00	106,16	134,88	106,16	134,88
12	371,40	471,68	0,00	0,00	371,40	471,68
16	248,06	315,02	0,00	0,00	248,06	315,02
Totales	619,46	786,70	106,16	134,88	725,62	921,58

Zapatas

Acero	Armadura longitudinal		Armadura transversal		Totales		
	Diámetro(Ø)	kg	€	kg	€	kg	€
	12	2042,09	2593,50	0,00	0,00	2042,09	2593,50
Totales		2042,09	2593,50	0,00	0,00	2042,09	2593,50

1.3. Total de mediciones

	Acero corrugado	Hormigón	Hormigón pobre	Encofrado	Acero laminado
	kg	m ³	m ³	m ²	kg
Barras					28103,69
Cimentación	2767,71	107,597	15,003	43,605	
Totales	2767,71	107,597	15,003	43.605	28103,69

2. Presupuesto

Los capítulos de estructura y cerramientos han sido calculados en mefhis y el capítulo de zapatas y riostras ya nos lo ha calculado el programa Tricalc. Posteriormente juntaremos los tres capítulos para calcular el presupuesto líquido.

2.1 ESTRUCTURA						
Nº Orden	Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1	E4415315	kg	Pilar portico 1, acero S275JR según UNE-EN 10025-2, para pilares formados por pieza simple, en perfiles laminados en caliente IPE-360, trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura			
	A0125000	h	Oficial 1a soldador	1,00	15,93	15,93
	A0135000	h	Ayudante soldador	0,50	14,76	7,38
	%NAAA		Despeses auxiliars	0,03	0,46	0,01
	C200P000	h	Equipo+elem.aux.p/soldadura eléctrica	1,00	3,27	3,27
	D0C2Z0008	kg	Kg. Acero laminado S275JR en perfiles simples, trabajo en taller	159,70	1,35	215,60
	C1503500	h	Camión grúa 5t	1,00	48,42	48,42
			Costes directos			290,61
			Coste Total			290,61
2	E4435315	kg	Pilar portico 2 a 10, acero S275JR según UNE-EN 10025-2, para pilares formadas por pieza simple, en perfiles laminados en caliente serie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM y UPN, trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura			
	A0125000	h	Oficial 1a soldador	18,00	15,93	286,74
	A0135000	h	Ayudante soldador	9,00	14,76	132,84
	%NAAA		Despeses auxiliars	0,03	0,42	0,01
	D0C2Z0008	kg	Kg. Acero laminado S275JR en perfiles simples, trabajo en taller	5.550,12	1,35	7.492,66
	C200P000	h	Equipo+elem.aux.p/soldadura eléctrica	18,00	3,27	58,86
	C1503500	h	Camión grúa 5t	18,00	48,42	871,56
			Costes directos			7.971,11
			Coste Total			7.971,11
3	E4435315	kg	Pilares interiores portico 1, acero S275JR según UNE-EN 10025-2, para pilaress formadas por pieza simple, en perfiles laminados en caliente IPE-450, trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura			
	A0125000	h	Oficial 1a soldador	2,00	15,93	31,86
	A0135000	h	Ayudante soldador	1,00	14,76	14,76
	%NAAA		Despeses auxiliars	0,03	0,42	0,01

	D0C2Z0008	kg	Kg. Acero laminado S275JR en perfiles simples, trabajo en taller	369,37	1,35	498,65
	C200P000	h	Equipo+elem.aux.p/soldadura eléctrica	2,00	3,27	6,54
	C1503500	h	Camión grúa 5t	2,00	48,42	96,84
			Costes directos			551,82
			Coste Total			551,82
4	E4435315	kg	Pilar central portico 1, acero S275JR según UNE-EN 10025-2, para pilares formadas por pieza simple, en perfiles laminados en caliente IPE-450, trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura			
	A0125000	h	Oficial 1a soldador	1,00	15,93	15,93
	A0135000	h	Ayudante soldador	0,50	14,76	7,38
	%NAAA		Despeses auxiliars	0,03	0,42	0,01
	D0C2Z0008	kg	Kg. Acero laminado S275JR en perfiles simples, trabajo en taller	213,40	1,35	288,09
	C200P000	h	Equipo+elem.aux.p/soldadura eléctrica	1,00	3,27	3,27
	C1503500	h	Camión grúa 5t	1,00	48,42	48,42
			Costes directos			314,68
			Coste Total			314,68
5	E4435315	kg	Pilar central portico 10, acero S275JR según UNE-EN 10025-2, para pilares formadas por pieza simple, en perfiles laminados en caliente IPE-450, trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura			
	A0125000	h	Oficial 1a soldador	1,00	15,93	15,93
	A0135000	h	Ayudante soldador	0,50	14,76	7,38
	%NAAA		Despeses auxiliars	0,03	0,42	0,01
	D0C2Z0008	kg	Kg. Acero laminado S275JR en perfiles simples, trabajo en taller	523,80	1,35	707,13
	C200P000	h	Equipo+elem.aux.p/soldadura eléctrica	1,00	3,27	3,27
	C1503500	h	Camión grúa 5t	1,00	48,42	48,42
			Costes directos			733,72
			Coste Total			733,72
5	E4435315	kg	Pilares interiores portico 10, acero S275JR según UNE-EN 10025-2, para pilares formadas por pieza simple, en perfiles laminados en caliente IPE-450, trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura			
	A0125000	h	Oficial 1a soldador	2,00	15,93	31,86
	A0135000	h	Ayudante soldador	1,00	14,76	14,76
	%NAAA		Despeses auxiliars	0,03	0,42	0,01
	D0C2Z0008	kg	Kg. Acero laminado S275JR en perfiles simples, trabajo en taller	990,18	1,35	1.336,74
	C200P000	h	Equipo+elem.aux.p/soldadura eléctrica	2,00	3,27	6,54
	C1503500	h	Camión grúa 5t	2,00	48,42	96,84

			Costes directos			1.389,91
			Coste Total			1.389,91
6	E44A5315	kg	Jacenas porticos 1 a 10, acero S275JR según UNE-EN 10025-2, para jacenas formadas con perfiles laminados en caliente serie IPE300 , trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura			
	A0125000	h	Oficial 1a soldador	15,00	15,93	238,95
	A0135000	h	Ayudante soldador	7,50	14,76	110,70
	%NAAA		Despeses auxiliars	0,03	1,09	0,03
	D0C4Z0008	kg	kg Acero S275JR en vigas , trabajo en taller	7.857,64	1,81	14.222,33
	C200P000	h	Equipo+elem.aux.p/soldadura eléctrica	15,00	3,27	49,05
	C1503500	h	Camión grúa 5t	15,00	48,42	726,30
	C1504S00	h	Camión cesta h=10-19m	15,00	53,59	803,85
	C1504S00	h	Camión cesta h=10-19m	15,00	53,59	803,85
			Costes directos			14.621,06
			Coste Total			14.621,06
7	E44A5315	kg	Vigas entre porticos, acero S275JR según UNE-EN 10025-2, para vigas formadas con perfiles laminados en caliente seriePHC-80,3 , trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura			
	A0125000	h	Oficial 1a soldador	6,00	15,93	95,58
	A0135000	h	Ayudante soldador	3,00	14,76	44,28
	%NAAA		Despeses auxiliars	0,03	1,09	0,03
	D0C4Z0008	kg	kg Acero S275JR en vigas , trabajo en taller	630,90	1,35	851,72
	C200P000	h	Equipo+elem.aux.p/soldadura eléctrica	6,00	3,27	19,62
	C1503500	h	Camión grúa 5t	6,00	48,42	290,52
	C1504S00	h	Camión cesta h=10-19m	6,00	53,59	321,54
	C1504S00	h	Camión cesta h=10-19m	6,00	53,59	321,54
			Costes directos			1.011,22
			Coste Total			1.011,22
6	E44A5315	kg	Vigas entre pilares, acero S275JR según UNE-EN 10025-2, para vigas formadas con perfiles laminados en caliente serie PHC-70,3 , trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura			
	A0125000	h	Oficial 1a soldador	3,00	15,93	47,79
	A0135000	h	Ayudante soldador	1,50	14,76	22,14
	%NAAA		Despeses auxiliars	0,03	1,09	0,03
	D0C4Z0008	kg	kg Acero S275JR en vigas , trabajo en taller	7.857,64	1,81	14.222,33
	C200P000	h	Equipo+elem.aux.p/soldadura eléctrica	3,00	3,27	9,81
	C1503500	h	Camión grúa 5t	3,00	48,42	145,26
	C1504S00	h	Camión cesta h=10-19m	3,00	53,59	160,77
	C1504S00	h	Camión cesta h=10-19m	3,00	53,59	160,77
			Costes directos			14.302,10

			Coste Total			14.302,10
7	E44B2152	kg	Arriostrados Acero S235JRC según UNE-EN 10025-2, para correa formada por pieza simple, en perfiles conformados en frío serie L, U, C, Z y omega, con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura			
	A0125000	h	Oficial 1a soldador	4,00	15,93	63,72
	A0135000	h	Ayudante soldador	2,00	14,76	29,52
	%NAAA		Despeses auxiliars	0,03	0,86	0,02
	B44ZB051	kg	Acero S235JRC, pieza simp., perf.conf.L,U,C,Z,omega,cortado medida+antiox.	3.759,20	0,92	3.458,46
	C200P000	h	Equipo+elem.aux.p/soldadura eléctrica	4,00	3,27	13,08
	C1503500	h	Camión grúa 5t	4,00	48,42	193,68
	C1504S00	h	Camión cesta h=10-19m	4,00	53,59	214,36
	C1504S00	h	Camión cesta h=10-19m	4,00	53,59	214,36
			Costes directos			3.564,81
			Coste Total			3.564,81
7	E44B2152	kg	Correas Acero S235JRC según UNE-EN 10025-2, para correa formada por pieza simple, en perfiles conformados en frío serie L, U, C, Z y omega, con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura			
	A0125000	h	Oficial 1a soldador	34,00	15,93	541,62
	A0135000	h	Ayudante soldador	17,00	14,76	250,92
	%NAAA		Despeses auxiliars	0,03	0,86	0,02
	B44ZB051	kg	Acero S235JRC, pieza simp., perf.conf.L,U,C,Z,omega,cortado medida+antiox.	1,00	0,92	0,92
	C200P000	h	Equipo+elem.aux.p/soldadura eléctrica	0,04	3,27	0,11
	C1503500	h	Camión grúa 5t	17,00	48,42	823,14
	C1504S00	h	Camión cesta h=10-19m	1,00	53,59	53,59
	C1504S00	h	Camión cesta h=10-19m	1,00	53,59	53,59
			Costes directos			793,60
			Coste Total			793,60
			Coste total estructura			37.573,52
			TREINTA Y SIETE MIL QUINIENTOS SETENTA Y TRES EURO Y CINCUENTA Y DOS CENTIMOS			

2.2 CIMENTACIÓN

Nº Orden	Código	Unidad	Descripción	Medición	Precio	Importe
5	E535C624	m2	Cubierta con placas formadas por 2 planchas de acero con aislamiento de poliuretano, con un espesor total de 40 mm, con la cara exterior grecada de color estándar, diferente de blanco y la cara interior lisa, espesor de las planchas (ext/int) 0,6/0,5 mm, junta longitudinal machihembrada con nervio, con fijación oculta con tapajuntas, con una pendiente de 7 a 30%			
	A012M000	h	Oficial 1a montador	16,00	16,18	258,88
	A013M000	h	Ayudante montador	8,00	14,70	117,60
	%NAAA		Despeses auxiliars	0,03	6,18	0,15
	B0A5AA00	u	Tornillo autorosc., arand.	508,00	0,15	76,20
	B0C5C624	m2	Placa 2 plan. acero+poliuretano e=40mm grecada color estándar (no blanco), e (ex/in)=0.6/0.5mm junta m	475,00	17,70	8.407,50
			Costes directos			8.860,33
			Coste Total			8.860,33
6	E63C21A1	m2	Cerramiento de placas conformadas lisas de hormigón armado de 12 cm de espesor, de 3 m de anchura y 8 m de longitud como máximo, con acabado liso, de color a una cara, colocadas			
	A0121000	h	Oficial 1a	20,00	15,67	313,40
	A0140000	h	Peón	10,00	14,31	143,10
	%NAAA		Despeses auxiliars	0,02	1,46	0,02
	B63C21A0	m2	Placa conf. lisa horm. arm. e=12cm, anch. <=3m, long. <=8m, acabado liso, color, 1 cara	720,00	55,17	39.722,40
	C150G800	h	Grúa autopropulsada 12t	20,00	48,98	979,60
			Costes directos			41.158,52
			Coste Total			41.158,52
7	EAM11AA5	m2	Cerramiento de vidrio luna incolora templada de 10 mm de espesor, con una hoja batiente, colocado con fijaciones mecánicas			
	A012E000	h	Oficial 1a vidriero	3,00	22,37	67,11
	A013E000	h	Ayudante vidriero	1,50	20,27	30,41

	%NAAA		Despeses auxiliars	0,03	42,64	1,07
	BAM11A A5	m2	Cerramiento vidrio luna incol.temp.e=10mm,1bat.+fij.mecánicas	5,00	232,82	1.164,1 0
			Costes directos			1.262,6 8
			Coste Total			1.262,6 8
8	EAN5111 1	u	Premarco para ventana, de tubo de acero galvanizado de sección 40x20 mm, para un hueco de obra aproximado de 60x60 cm			
	BAN5120 0	m	Premarco tubo acero galv.40x20mm	60,00	3,52	211,20
			Costes directos			211,20
			Coste Total			211,20
9	EANV3D A3	u	Premarco para puerta, de tubo de acero galvanizado de sección 60x20 mm, para un hueco de obra aproximado de 330x250 cm			
	BAN5140 0	m	Premarco tubo acero galv.60x20mm	30,00	4,51	135,30
			Costes directos			135,30
			Coste Total			135,30
10	EARA122 1	u	Puerta basculante de una hoja, de 3 m de anchura y 3 m de altura de luz de paso, con marco y estructura de perfilera de acero galvanizado, acabada con paneles de madera para barnizar, compensada con contrapeso lateral protegido dentro de caja registrable, con guías y cerradura, anclada con mortero de cemento 1:4, elaborado en obra con hormigonera de 165 l			
	A012100 0	h	Oficial 1a	3,50	15,67	54,85
	A014000 0	h	Peón	3,50	14,31	50,09
	%NAAA		Despeses auxiliars	0,03	104,94	2,62
	BARA122 1	u	Puerta basculante 1hoja,3mx3m,marco.metál.+acab.mad.p/barniz.,contrapeso,+ guías/cerrad.	2,00	1.071, 58	2.143,1 6
	D070182 1	m3	Mortero cemento pórtland+caliza CEM II/B-L,arena piedra granit.,380kg/m3 cemento,1:4,10N/mm2, elab.e	0,04	87,36	3,49
			Costes directos			2.254,2 1
			Coste Total			2.254,2 1
11	EARB110 1	m2	Puerta enrollable con hoja ciega de perfiles articulados de plancha de acero galvanizado, compensada con muelles helicoidales de acero, con guías laterales y cerradura, anclada con mortero de cemento 1:4, elaborado en obra con hormigonera de 165 l			
	A012100 0	h	Oficial 1a	3,00	15,67	47,01

	A014000 0	h	Peón	3,00	14,31	42,93
	%NAAA		Despeses auxiliars	0,03	17,99	0,45
	BARB110 1	m2	Puerta enroll.hoja ciega perf.plancha acero,galv.	8,00	57,35	458,80
	D070182 1	m3	Mortero cemento pórtland+caliza CEM II/B-L,arena piedra granit.,380kg/m3 cemento,1:4,10N/mm2, elab.e	0,04	87,36	3,49
			Costes directos			552,68
			Coste Total			552,68
12	EARC110 1	m2	Puerta extensible de ballesta con hoja de perfiles de acero galvanizado, corredera sobre una guía inferior y conducida por una guía superior, con cerradura, anclada con mortero de cemento 1:4, elaborado en obra con hormigonera de 165 l			
	A012100 0	h	Oficial 1a	1,00	15,67	15,67
	A014000 0	h	Peón	1,00	14,31	14,31
	%NAAA		Despeses auxiliars	0,03	15,00	0,38
	BARC110 1	m2	Puerta extensible,acero galv.,sobre guia inf.	3,00	84,79	254,37
	D070182 1	m3	Mortero cemento pórtland+caliza CEM II/B-L,arena piedra granit.,380kg/m3 cemento,1:4,10N/mm2, elab.e	0,00	87,36	0,26
			Costes directos			284,99
			Coste Total			284,99
			Coste total cerramientos			54.719,92
			CINCUENTA Y CUATRO MIL SETECIENTOS DIEZ Y NUEVE EUROS Y NOVENTA Y DOS CENTIMOS			

2.3 Cimentación

Coste total cimentacion	168382.23
CIENTO SESENTA Y OCHO MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS Y VEINTITRES CENTIMOS	

2.4 Presupuesto liquido

Descripción	Porcentaje	Importe €
Presupuesto de ejecución material	S	260675.67
Gastos generales	13%	33887.83
Beneficio Industrial	6%	15640.54
Presupuesto Bruto	S	310204.04
I.V.A	21%	65142.85
Presupuesto Liquido	S	375346.89

La suma del presente presupuesto es la cantidad de:

TRESCIENTOS SETENTA Y CINCO MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS Y OCHENTA Y NUEVE CENTIMOS.

Alcoy, 6 de Julio de 2016
INGENIERO MECANICO
Manuel Pozo Ejarque