



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

TRABAJO FINAL DEL

REALIZADO POR

TUTORIZADO POR

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Trabajo de fin de grado

DISEÑO Y CÁLCULO DE UN MIRADOR CON ESTRUCTURA METÁLICA EN LA VALL DELS ALCALANS

PARTE PRIMERA: MEMORIA

Alumno: Noelia López Montero

Tutor: Vicente Barres Fabado.



Gracias a mis padres, a mis hermanos y a mi novio por el apoyo incondicional durante estos años, y a mis amigos por alegrar esos momentos más complicados.



RESUMEN

El proyecto consiste en el diseño de un mirador de estructura metálica en la cima de de una montaña del municipio de Montroy, Valencia. Este mirador se encontrará al lado de las ruinas de la Torre de Montroy, las cuales, juntos con las torres de Montserrat y Llombai, formaban la muralla con la que defendían la Vall dels Alcalans.

En este proyecto quedará recogida toda aquella información necesaria para la ejecución de dicha obra. La estructura será metálica y tendrá un montaje de fácil resolución, todos los materiales y maquinaria necesarios estarán homologados y cumpliendo las normas vigentes que les afectan. La elaboración del trabajo tiene como finalidad el aprovechamiento de la superficie máxima y asegura la seguridad tanto de los trabajadores como de las personas visitantes una vez acabada la obra, puesto que la actividad de esta estructura será turística.

Contenido

1.	Memoria descriptiva	6
1.1.	Objeto del proyecto	6
1.1.1.	Agentes.....	6
1.2.	Información previa	6
1.2.1.	Antecedentes.....	6
1.2.2.	Emplazamiento y descripción del solar.....	6
1.2.3.	Historia del emplazamiento	7
1.3.	Descripción del proyecto	7
1.3.1.	Descripción general del proyecto	7
1.3.2.	Uso característico	8
1.3.3.	Relación con el entorno	8
2.	Memoria constructiva	9
2.1.	Sustentación de la construcción.....	9
2.2.	Sistema estructural.....	9
2.3.	Sistema de acabados	9
2.3.1.	Barandilla de vidrio	9
2.3.2.	Rejilla Tramex	10
3.	Cumplimiento del CTE	12
3.1.	Seguridad en caso de Incendio CTE-DBSI.....	12
3.2.	Seguridad de Utilización CTE-DBSUA.....	12
3.2.1.	Seguridad frente al riesgo de caídas	12
3.2.2.	Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento	12
3.2.3.	Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento	12
3.2.4.	Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.....	13
3.2.5.	Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación	13
3.2.6.	Seguridad frente al riesgo de ahogamiento	13
3.2.7.	Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento.....	13
3.2.8.	Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.....	13
3.3.	Ahorro de energía CTE-DBHE	14
3.4.	Aislamiento acústico CTE-DBHR	14
4.	Anexos a la memoria	15
	Anexo I: Cálculo Estructural.....	15
	Anexo II: Seguridad Contra Incendios	15
	Anexo III: Estudio de Seguridad y Salud	15



Anexo IV: Gestión de Residuos	15
Anexo V: Estudio Impacto Ambiental.....	15

1. Memoria descriptiva

1.1. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto será tanto el diseño como el cálculo de un mirador de estructura metálica ubicado en la montaña donde se encuentra el castillo de la Vall del Alcalans.

1.1.1. Agentes

El promotor de dicha construcción será la misma propiedad.

Mientras que la autora del proyecto será la técnico Noelia López Montero, graduada en Ingeniería Mecánica.

1.2. Información previa

1.2.1. Antecedentes

Este proyecto ha surgido como necesidad de construir en el pueblo de Montroy un atractivo turístico y ofrecer tanto a los habitantes como a los turistas un mirador junto al castillo del pueblo, un punto donde poder observar las maravillosas vistas que brinda dicha montaña.

El proyecto ha sido planteado, calculado y diseñado por ingenieros de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación (CTE).

1.2.2. Emplazamiento y descripción del solar

La zona donde se ubicará dicho mirador será en el municipio de Montroy, junto al castillo, hoy llamado “Torre de Montroy”, que se encuentra en la cima del cerro situado al oeste de dicha población, sobre la Vall dels Alcalans, esta torre está considerada una joya patrimonial y declarada bien de interés cultural (BIC), se ubica en una parcela de propiedad municipal que consta con aproximadamente unos 3.140 m² de superficie.

1.2.3. Historia del emplazamiento

Antes de llevar a cabo el diseño del proyecto, haremos hincapié en la historia de la Torre de Montroy.

El emplazamiento de dicha Torre está muy relacionado con el castillo de Montserrat y el castillo dels Alcalans, estos tres divisan perfectamente, formando así la estructura defensiva del valle donde se asentaban las alquerías de Montroy, Montserrat, Real de Montroy y más lejos con la torre de Aledua de Llombay. Con otras palabras, la Torre de Montroy formaba parte del segundo cinturón defensivo de la ciudad de Valencia.

De la construcción sólo queda su torre central, la cual es prismática y está construida por cuatro muros gruesos de tapial. Sigue la tipología de otras torres: muros gruesos junto con pórtico central con arco de medio punto.



1.3. Descripción del proyecto

1.3.1. Descripción general del proyecto

El presente proyecto trata de la proyección de un mirador con estructura metálica. Debido a su necesidad, planteamos dicho mirador de unos 25 m², es decir una base de 5x5 m, para así que la gente pueda moverse libremente por dicha estructura.

Contaremos con 4 pilares ubicados equitativamente dejando en cada borde un voladizo de 1,25 m, dichos pilares estarán clavados al suelo con sus respectivas zapata. En nuestra plataforma contaremos con un suelo compuesto por tramex y una barandilla totalmente transparente de cristal.



Para el acceso, planteamos una rampa la cual se construirá con una losa de hormigón apoyada en el terreno. Dicha losa será de 9 metros de longitud y con una inclinación menor del 6%; para que así pueda ser accesible para todos los públicos (niños, minusválidos, personas mayores con algún elemento de ayuda...).

1.3.2. Uso característico

El mirador del presente proyecto tendrá diferentes usos, desde un uso turístico, recreativo, hasta un uso forestal, ya que se puede observar a mucha distancia y así poder visualizar gran masa montañosa y por ejemplo ubicar algún incendio o ver la población de vegetación, etc.

1.3.3. Relación con el entorno

Esta construcción como hemos comentado anteriormente se sitúa en la cima de la montaña sobre la Vall dels Alcalans, por tanto, ya que sería el único mirador de la zona podemos decir qué destacaría en sus proximidades.

2. Memoria constructiva

2.1. Sustentación de la construcción

Consideraremos los datos sobre el terreno que obtenemos a partir del estudio geotécnico realizado en la zona en la cual realizaremos la obra.

Observando este estudio, podemos decir que la tensión admisible del terreno es de $2,5 \text{ kg/cm}^2$, por tanto tendremos que tenerlo en cuenta para nuestros cálculos. Por otro lado, cabe decir que las zapatas serán aisladas de HA25 255 kg/cm^2 con unas barras para la armadura de acero corrugado B500S 5098 kg/cm^2 . Haremos las 4 zapatas de nuestra estructura de las mismas dimensiones y en todas contaremos con una base de hormigón de limpieza con un espesor de 10cm.

2.2. Sistema estructural

Para el desarrollo de los cálculos de nuestra estructura hemos seguido el CTE-DBAE para considerar todas las acciones y sobrecargas descritas en él, y el EAE-2011 para los elementos de acero de la estructura.

Ya que se trata de una estructura metálica, haremos uso de perfiles conformados con acero S275, exceptuando las zapatas como ya hemos nombrado antes y la losa de hormigón armado que conformará la rampa, esta será de hormigón HA25 255 kg/cm^2 con barras corrugadas para el armado de B500S 5098 kg/cm^2 . La tornillería y placas de anclaje necesarias para nuestra estructura estarán hechas con el mismo tipo de acero, mientras que las uniones irán todas soldadas.

2.3. Sistema de acabados

2.3.1. Barandilla de vidrio

El CTE establece un apartado sobre unas normas de seguridad dedicadas a elementos fabricados de vidrio. En el caso del vidrio templado el cual utilizaremos para la barandilla tendrá que cumplir la parte 1 y 2 de la norma UNE-EN 12150.

Una de las ventajas de este material es que es conformado en caliente con el fin de reblandecerlo y después se enfría rápidamente, con esto se consigue que el vidrio tenga más resistencia tanto a impactos como al calor. Con este proceso se conseguirá una resistencia 10 veces mayor a la de un vidrio normal sin ningún proceso.

2.3.1.1. *Altura de las barandillas*

Según la norma, esta altura dependerá de la altura de caída que haya desde la base del apoyo hasta el forjado.

En cuanto a las barandillas de cristal si esta altura al suelo es superior a 6 metros, la de la barandilla tendrá que ser de 1,1 metros. Mientras que si la altura es menos de 6 metros podrá ser de hasta 0,9 metros.

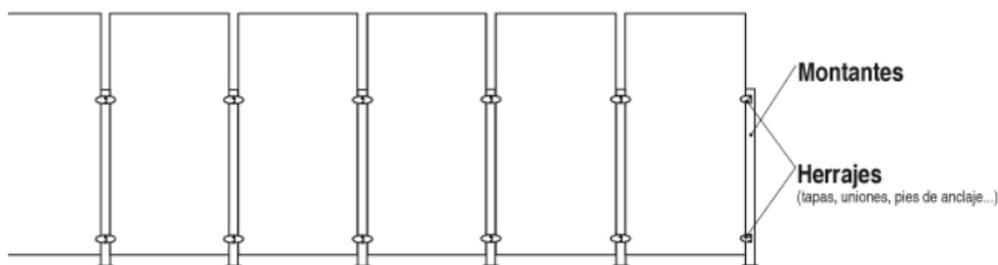
2.3.1.2. *Espesor barandilla de vidrio para terraza*

Estas barandillas en terraza deben resistir una fuerza horizontal distribuida uniformemente, que esta fuerza cambiará dependiendo del uso al que vaya a ser destinada la estructura.

Este espesor se elegirá dependiendo de las dimensiones, los apoyos y las cargas de viento que se puedan aplicar sobre estas. Sin proyecto previo, no se puede crear una regla específica, pero se tendrá en cuenta que cuanto mayor sean los anclajes menos será el espesor necesario.

La resistencia de la barandilla estará establecido por el CTE. La fuerza horizontal citada anteriormente se aplicará sobre el borde superior de la barandilla o a 1,2 metros de altura, siendo los valores de referencia de la resistencia de 1,6 KN/m para un uso público, 0,8 KN/m para uso privado y 3 KN/m para usos especiales como por ejemplo una terraza accesible para grandes aglomeraciones.

La forma de montaje que tendrá esta barandilla será la siguiente:



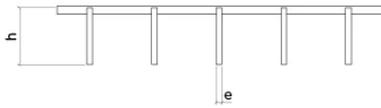
2.3.2. *Rejilla Tramex*

Utilizaremos unas rejillas de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV), que es un material que va garantizar sus características tanto cualitativas como mecánicas. Es un sistema respetuoso con el medio ambiente y carece de componentes no permitidos.

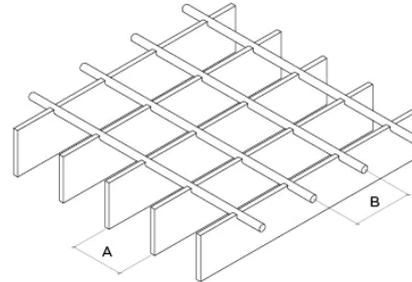
Se considerará una malla de 30x30 mm para placas de 1000x1000 mm para una carga útil repartida de 500 kg/m², ya que está diseñada para el paso de personas. Sobre este suelo no podrán aplicarse presiones concentradas como por ejemplo el paso de

camiones, coches, carretillas... para estos se fabricará otro tipo de malla usando unos elementos especiales para garantizar la seguridad.

Para el presente proyecto se utilizará una rejilla pretensada compuesta por pletinas portantes y separadoras, este tipo de tramex aportará un excelente comportamiento mecánico a parte de un gran valor estético.

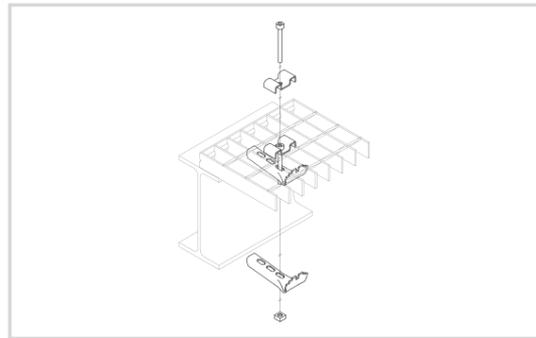
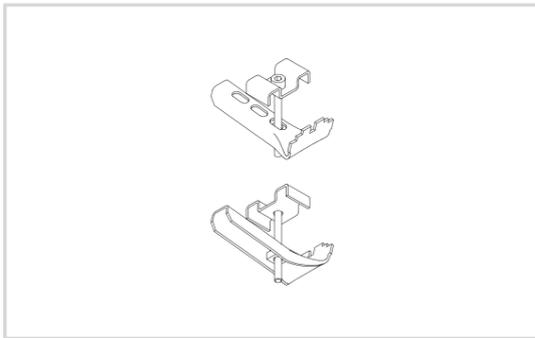


Vista lateral



Vista isométrica

El montaje será según el fabricante, acorde con el catálogo de grupo relesa:



3. Cumplimiento del CTE

3.1. Seguridad en caso de Incendio CTE-DBSI

La estructura objeto del presente proyecto cumple con lo indicado en el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, que aprueba el reglamento de seguridad contra Incendios en establecimientos industriales tal y como se puede comprobar en el Anejo II de Seguridad contra Incendios, adjunto a este proyecto.

3.2. Seguridad de Utilización CTE-DBSUA

3.2.1. Seguridad frente al riesgo de caídas

Mirando la Tabla 1.2 del CTE sobre la clase exigible a los suelos en función de su localización, ya que puesto que es un mirador pertenece a una zona exterior, tendremos una clase 3. Por tanto, con esto sacamos con la Tabla 1.1 sobre la clasificación de los suelos según su resbalabilidad, obtenemos una resistencia de deslizamiento mayor de 45.

En cuanto a la rampa que da acceso a nuestra plataforma, puesto que es una rampa accesible y la longitud supera los 6 metros, tendrá una pendiente del 6% como máximo.

Ya que nuestra rampa es de 9 m de longitud y no supera los 15, no hará falta disponer de mesetas por lo que la losa de la rampa será toda una. La anchura será de 1,5 m y estará libre de obstáculos.

Puesto que la inclinación es del 6% hará falta pasamanos, como mínimo a un lado, ya que está apoyada sobre el terreno y no habría altura con este. Pero por tema estético lo colocaremos a los dos lados, dispondremos de dos pasamanos uno que estará a unos 70 cm de la losa y el otro a 100 cm ya que así seguimos cumpliendo con la accesibilidad.

3.2.2. Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento

No procede ya que no tenemos los casos nombrados en la norma.

3.2.3. Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento

No procede ya que no tenemos los casos nombrados en la norma.

3.2.4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

No procede ya que como hemos dicho no contamos con instalación eléctrica y en caso de que falle la iluminación dispuesta en la zona por el ayuntamiento, no nos supondrá ningún riesgo.

3.2.5. Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación

No procede ya que como dice la norma se aplicará si los establecimientos están previstos para más de 3000 ocupantes de pie. En nuestro caso nunca llegaremos a esa ocupación.

3.2.6. Seguridad frente al riesgo de ahogamiento

No procede ya que no se dará esta situación.

3.2.7. Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento

No procede, no es accesible para vehículo por tanto no nos veremos en dicha situación.

3.2.8. Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo

Según el SUA 8, será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo si la frecuencia esperada de impactos (N_e) supera al riesgo admisible (N_a).

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \text{ (nº Impactos / año)}$$

- N_g : densidad de impactos sobre el terreno, se obtiene con la figura 1.1 del mapa de densidad de impactos sobre el terreno, nos sale una densidad de 2,00.
- A_e : superficie de captura equivalente del edificio aislado en m^2 , ésta se calculará el lado por $3H$ siendo H la altura, en nuestro caso la altura es de unos 3 m aproximadamente, por tanto:

$$A_e = (5 + 3 \cdot 3) \cdot (5 + 3 \cdot 3) = 196 \text{ m}^2$$

- C_1 : coeficiente relacionado con el entorno que lo obtendremos con la tabla 1.1, tenemos un coeficiente de 2 (aislado sobre una colina).

Por tanto:

$$N_e = 2 \cdot 196 \cdot 2 \cdot 10^{-6} = 0,000784$$

Por otro lado calcularemos el riesgo admisible:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5} \cdot 10^{-3}$$

- C_2 : coeficiente según el tipo de construcción, tabla 1.2, obtenemos 0,5 ya que se trata de una estructura metálica.
- C_3 : coeficiente según el contenido del edificio, tabla 1.3, como no corresponde a ninguno de los expuestos, pondremos otros, por tanto el coeficiente será 1.
- C_4 : coeficiente según el uso del edificio, tabla 1.4, lo clasificaremos como uso público con concurrencia, por tanto el coeficiente será 3.
- C_5 : coeficiente según la necesidad de las actividades realizadas, tabla 1.5, lo clasificaremos también como otros, por tanto, el coeficiente es 1.

$$N_a = \frac{5,5}{0,5 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1} \cdot 10^{-3} = 0,00367$$

$$N_e \leq N_a \quad \rightarrow \quad 0,000784 \leq 0,00367 \quad \text{CUMPLE}$$

Ya que la condición que marca la norma se cumple, no hará falta la instalación de un sistema de protección contra el rayo.

3.3. Ahorro de energía CTE-DBHE

Nuestra estructura estaría exenta de este estudio ya que se trataría de una construcción aislada con una superficie útil total inferior a 50 m².

3.4. Aislamiento acústico CTE-DBHR

Según la Tabla 3 del Anexo II de la Ley 7/2002, del 3 de diciembre, de protección contra la contaminación acústica, al tratarse de una estructura exterior, tomaremos que es un uso terciario por tanto los niveles de ruido máximo que imponen esta norma son: de día 65 dB, de tarde 65 dB y de noche 55dB.

Tabla 3

Niveles de recepción externos para infraestructuras

Uso dominante	Nivel sonoro dB(A)		
	Día (Ld)	Tarde (Le)	Noche (Ln)
Sanitario y docente.	45	45	35
Residencial.	55	55	45
Terciario.	65	65	55
Industrial.	70	70	60

Puesto que la actividad es simplemente turística, es muy difícil que se superen esos niveles en ningún momento del día, por tanto, no pondríamos ningún tipo de protección acústica.



4. Anexos a la memoria

Anexo I: Cálculo Estructural

Anexo II: Seguridad Contra Incendios

Anexo III: Estudio de Seguridad y Salud

Anexo IV: Gestión de Residuos

Anexo V: Estudio Impacto Ambiental



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Trabajo de fin de grado

DISEÑO Y CÁLCULO DE UN MIRADOR CON ESTRUCTURA METÁLICA EN LA VALL DELS ALCALANS

PRIMERA PARTE: MEMORIA
ANEXO I: CALCULO ESTRUCTURAL

Alumno: Noelia López Montero

Tutor: Vicente Barres Fabado



Contenido

1. Cálculo de acciones.....	3
1.1. Cálculo de las cargas permanentes	3
1.2. Sobrecarga de uso	5
1.3. Determinación de la carga de nieve.....	6
1.4. Cálculo de la acción del viento.....	7
1.4.1. Determinación de la presión dinámica del viento (qb)	8
1.4.2. Determinación coeficiente de exposición (C_e).....	9
1.4.3. Determinación coeficiente eólico (C_p).....	9
2. Comprobación de acciones.....	11
3. Análisis del cálculo estructural en TRICALC	12
4. Comprobación de los elementos estructurales.....	13
4.1. Comprobación de los pilares.....	13
4.1.1. Comprobación pilares delanteros	14
4.1.2. Comprobación pilares traseros	21
4.2. Comprobación de las vigas.....	28
4.2.1. Comprobación vigas longitudinales centrales	28
4.2.2. Comprobación vigas transversales y exteriores.....	35
5. Diseño de las zapatas.....	41
6. Cálculo placas de anclaje	44
7. Comprobación de las uniones.....	50
7.1. Uniones Pilar HEB160 – Viga IPE240.....	50
8. Diseño rampa	53
8.1. Características de los materiales	54
8.1.1. Hormigón.....	54
8.1.2. Acero en barras	54

1. Cálculo de acciones

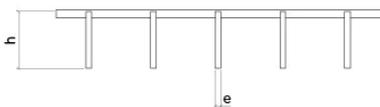
1.1. Cálculo de las cargas permanentes

Para el cálculo de las cargas permanentes que actúan sobre nuestra estructura, tenemos que ceñirnos al Código Técnico de la Edificación, en concreto al documento de Acciones en la Edificación (CTE-DBSE-AE). En dicho documento sacamos que la acción gravitatoria aplicada sobre la superficie, se considerará aplicada sobre las vigas.

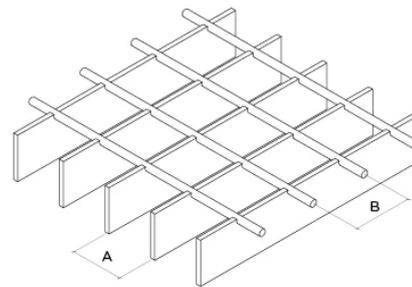
Tal y como cita la norma, las acciones permanentes se dividirán en peso propio, pretensado y acciones del terreno.

Para el mirador del presente proyecto, tendremos en cuenta como peso propio el peso de la estructura, es decir, el peso de las vigas que sujetarán la base que contaremos con vigas IPE240 para las longitudinales y vigas IPE160 para todas las demás.

Por otro lado, contaremos con el peso del tramex que utilizaremos en este caso de suelo de nuestra superficie del mirador, las placas de tramex serán de 1000x1000 mm y se considerará una malla de 30x30 mm para que pueda soportar la carga útil repartida de 500 kg/m² debida al paso de personas.



Vista lateral



Vista isométrica

Por último para tener en cuenta en peso propio será el peso de la barandilla, la cual contaremos con una barandilla de vidrio templado que estará anclada a la base de la estructura.

En cuanto a la rampa de entrada, será una losa de hormigón de 9 m de largo y 1,5 m de ancho, el peso de esta no lo tendremos en cuenta ya que irá apoyado sobre el suelo.

En la siguiente tabla resumimos los valores de las cargas permanentes que estimaremos para el cálculo de las acciones permanentes sobre nuestra estructura.

	Carga estimada
Vigas longitudinales	31,47 kg/m = 0,309 KN/m
Vigas transversales y bordes	16,20 kg/m = 0,159 KN/m
Tramex	35,50 kg/m=0,348 KN/m
Barandilla	26,00 kg/m=0,255 KN/m
TOTAL	1,071 KN/m

Las cargas que soportará cada viga vendrá definida por: $Q = \text{Ámbito} \cdot q$

- Vigas centrales transversales:

$$CP_{central} = \text{Ámbito} \cdot q = 1 \cdot 1,071 = 1,071 \text{ KN}$$

- Vigas centrales longitudinales:

$$CP_{central} = \text{Ámbito} \cdot q = 2,5 \cdot 1,071 = 2,678 \text{ KN}$$

- Vigas laterales:

$$CPlateral = \text{Ámbito} \cdot q = 0,5 \cdot 1,071 = 0,536 \text{ KN}$$

1.2. Sobrecarga de uso

La base del mirador será accesible para todos los públicos, por tanto, según la tabla 3.1 del apartado 3 del CTE-DBAE el valor de la sobrecarga de uso que deberemos aplicar sobre dicha base será una subcategoría de uso C3 “Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición; museos; etc.”

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁸⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Tabla 1: Sobrecargas de uso CTE-DBAE

Las cargas que provocará la sobrecarga de uso se calculará exactamente igual que las cargas permanentes:

- Vigas centrales:

$$SU_{\text{centro}} = \text{Ámbito} \cdot q = 0,5 \cdot 5 = 2,5 \text{ KN/m}^2$$

- Vigas laterales:

Para las vigas laterales también consideraríamos la carga lineal, ya que al tratarse de un mirador la gente irá más por los bordes de su plataforma para así disfrutar más las vistas, por tanto:

$$SU_{\text{lateral}} (\text{uniforme}) = \text{Ámbito} \cdot q = 0,5 \cdot 5 = 1 \text{ KN/m}^2$$

$$S_{lateral} (lineal) = \text{Ámbito} \cdot q = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ KN}$$

❖ Barandillas

El Código Técnico de la Edificación establece la resistencia de la barandilla. Se aplicará la fuerza sobre el borde superior o a 1,2m de altura, siendo los valores de referencia de resistencia 0,8kN/m para uso privado, 1,6kN/m para uso público y 3,0kN/m para aplicaciones especiales como en el caso de supuestas grandes aglomeraciones

Según la Instrucción se considerará en el proyecto una fuerza horizontal de 1,6 KN/m si se contempla la posibilidad de que la estructura estuviera completamente cargada longitudinalmente en el borde del tablero de vidrio.

1.3. Determinación de la carga de nieve

Para determinar la carga de nieve tendremos que mirar la tabla E.2 del anexo E del CTE-DBAE, en la cual nos indica que depende la zona en la cual vayamos a realizar nuestra construcción y la altitud a la que estemos tendremos una carga de nieve u otra.



Figura E.2 Zonas climáticas de invierno

Ilustración 1: Zonas climáticas de invierno según el CTE-DBAE

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m²)

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Tabla 2: Sobrecarga de nieve CTE-DBAE

En este caso, el emplazamiento de la construcción será en el municipio de Montroy, situado en Valencia, por lo que podemos decir que estaremos en una zona climática 5.

La altitud de la población de Montroy es de 441 metros, por lo tanto como no aparece el valor tal cual interpolaremos con los valores de la tabla para sacar dicha carga a esa altura.

Para interpolar nos tenemos que fijar en los valores superior e inferior al que estamos buscando, es decir, en este caso miraremos:

Altitud (m)	Carga nieve (KN/m ²)
400	0,4
441	Y
500	0,4

Como en este caso en ambos valores coincide la misma carga, podemos decir directamente que para una altura de 441 metros la carga de nieve será de **0,4 KN/m²**.

1.4. Cálculo de la acción del viento

Como sabemos, la acción del viento generalmente es una fuerza que actúa de forma perpendicular a la superficie de cada uno de los puntos expuestos de la estructura, según el CTE-DBAE:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

q_b : presión dinámica del viento

C_e : coeficiente de exposición

C_p : coeficiente eólico o de presión

En nuestro caso en concreto, el suelo de la plataforma será de placas de tramex, esto quiere decir que a través de él el aire podrá circular sin problema, por lo que este únicamente afectará a los pilares y a las vigas.

1.4.1. Determinación de la presión dinámica del viento (q_b)

Para determinar este valor, recurriremos a la figura D.1 del anexo D del CTE-DBAE y miraremos en función de la situación geográfica donde nos encontremos.



Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b

Como vemos en la imagen, el coeficiente tendrá diferentes valores según la zona geográfica, según el anexo D:

- Zona A: $0,42 \text{ KN/m}^2$
- Zona B: $0,45 \text{ KN/m}^2$
- Zona C: $0,52 \text{ KN/m}^2$

En este caso, el municipio de Montroy pertenece a la zona A, por tanto:

$$q_b = 0,42 \text{ KN/m}^2$$

1.4.2. Determinación coeficiente de exposición (C_e)

Este coeficiente varía con respecto a la altura del punto considerado y el grado de aspereza del entorno. Para saber esto, miraremos la tabla 3.4 del punto 3.3.3 del CTE-DBAE.

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Tabla 3: Coeficiente exposición según CTE

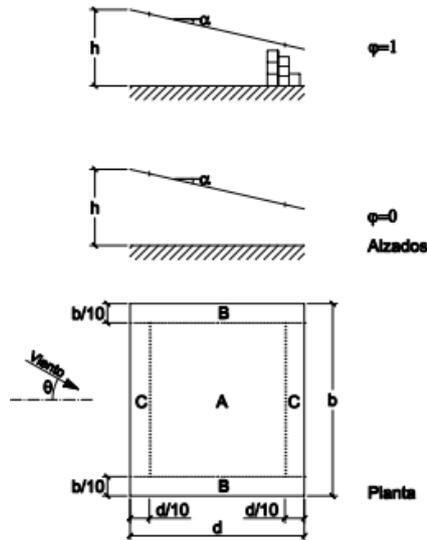
Para hallar este coeficiente, tomaremos el punto más elevado de la estructura, este punto serán aproximadamente 2 metros, por lo que tomaremos la columna aproximada de 3 metros.

La estructura estará construida en la falda de una montaña, por tanto, el grado de aspereza será III “zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas”. Por tanto nuestro valor será:

$$C_e = 1,6$$

1.4.3. Determinación coeficiente eólico (C_p)

La estructura del presente proyecto la trataremos como una marquesina a un agua ya que es lo que más se asemeja a nuestro proyecto al ser una estructura diáfana y sin nada por debajo que pueda afectar al coeficiente eólico, por tanto siguiendo la tabla D.10 del anejo D del CTE-DBAE:



Coeficientes de presión exterior					
$C_{p,10}$					
Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción φ	Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,5	1,8	1,1
	Arriba	0	-0,6	-1,3	-1,4
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,8	2,1	1,3
	Arriba	0	-1,1	-1,7	-1,8
	Arriba	1	-1,6	-2,2	-2,5
10°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,2	2,4	1,6
	Arriba	0	-1,5	-2,0	-2,1
	Arriba	1	-2,1	-2,6	-2,7
15°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,4	2,7	1,8
	Arriba	0	-1,8	-2,4	-2,5
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
20°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,7	2,9	2,1
	Arriba	0	-2,2	-2,8	-2,9
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
25°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	2,0	3,1	2,3
	Arriba	0	-2,6	-3,2	-3,2
	Arriba	1	-1,5	-2,5	-2,8
30°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	2,2	3,2	2,4
	Arriba	0	-3,0	-3,8	-3,6
	Arriba	1	-1,5	-2,2	-2,7

Tomaremos como pendiente de la cubierta la pendiente de la montaña sobre la cual montaremos nuestra estructura, dicha pendiente es de unos 23,6° aproximadamente, por tanto, tomaremos los datos de $\alpha=25^\circ$. Y de factor de obstrucción cogemos 0 ya que como hemos dicho antes no tendrá obstáculos por debajo.

Coeficientes de presión exterior (25°)		
A	B	C
2,0	3,1	2,3
-2,6	-3,2	-3,2

2. Comprobación de acciones

Una vez calculadas todas las cargas, debemos realizar varias combinaciones de las acciones supuestas sobre la estructura, utilizaremos las tablas 11.a, 11.b y 12.1 del capítulo 3 del EAE.

Tabla 12.1. Coeficientes parciales para las acciones, aplicables para la evaluación de los estados límite últimos

TIPO DE ACCIÓN	Situaciones persistentes o transitorias		Situaciones accidentales	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,50$	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Accidental	-	-	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

Tabla 11.a. Coeficientes de simultaneidad para las sobrecargas de uso en edificios

USO DEL ELEMENTO	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Zonas residenciales y domésticas	0,7	0,5	0,3
Zonas de oficinas	0,7	0,5	0,3
Zonas de reunión	0,7	0,7	0,6
Zonas comerciales	0,7	0,7	0,6
Zonas de almacenamiento	1,0	0,9	0,8
Zonas de tráfico, peso del vehículo ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Zonas de tráfico, 30 kN < peso del vehículo ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
Cubiertas no accesibles	0,0	0,0	0,0

Tabla 11.b. Coeficientes de simultaneidad para la acción de la nieve

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Edificios emplazados a una altitud $H > 1000$ metros sobre el nivel del mar	0,7	0,5	0,2
Edificios emplazados a una altitud $H \leq 1000$ metros sobre el nivel del mar	0,5	0,2	0,0

Para el estudio de la estructura del presente proyecto, tomaremos 6 combinaciones posibles de las múltiples opciones. A continuación, recogemos estas combinaciones tanto para estados límites últimos (ELU) como para estados límites de servicio (ELS).

	ELU	ELS
Caso 1	$1,35 \cdot CP$	CP
Caso 2	$1,35 \cdot CP + 1,5 \cdot N$	CP + N
Caso 3	$1,35 \cdot CP + 1,5 \cdot SU$	CP + SU
Caso 4	$1,35 \cdot CP + 1,5 \cdot V_x$	CP + V_x
Caso 5	$1,35 \cdot CP + 1,5 \cdot V_y$	CP + V_y
Caso 6	$1,35 \cdot CP + 1,5 \cdot V_x + 1,5 \cdot 0,5 \cdot N$	CP + $V_x + 0,5 \cdot N$

Tabla 4: Combinaciones acciones

3. Análisis del cálculo estructural en TRICALC

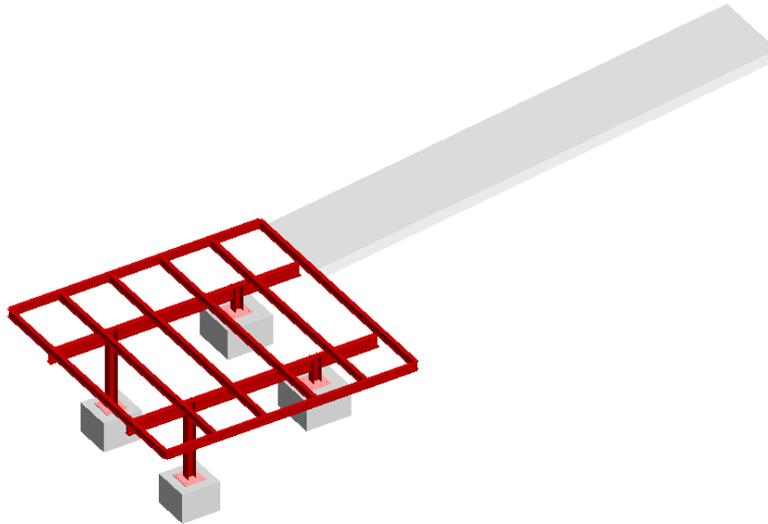
Para el cálculo de la estructura del mirador del presente proyecto se ha utilizado el software de análisis estructural TRICALC.

Primero hemos modelizado nuestra estructura en dicho programa y a continuación hemos introducido las cargas o acciones que actúan sobre ellas.

Para su diseño se han estimado los siguientes perfiles:

- Vigas centrales: IPE160
- Vigas laterales: IPE240
- Pilares: HEB200
- Rampa: Losa de hormigón armado HA25 con barras corrugadas B500S.

A continuación, se muestran unas imágenes del modelo de este análisis.



4. Comprobación de los elementos estructurales

Una vez hayamos obtenido los datos de solicitaciones en cada uno de los elementos estructurales desde TRICALC, los utilizaremos para la posterior comprobación tanto de vigas como de pilares.

4.1. Comprobación de los pilares

Para este proyecto utilizaremos un solo tipo de sección de pilar como podemos observar en el esquema de solicitaciones, en ellos apoyarán las vigas centrales. A pesar de que será el mismo perfil para los 4 pilares puesto que nuestra estructura estará dispuesta sobre una montaña inclinada dividiremos el cálculo de pilares en dos, los delanteros (longitud de 1,6m) y los traseros (longitud de 0,54m).

4.1.1. Comprobación pilares delanteros

Exportamos los datos del cálculo de las solicitaciones obtenidas del programa de cálculo TRICALC con la combinación más desfavorable, los resultados de dicha combinación serán:

- $M_z = 0,392 \text{ KNm}$
- $M_y = 14,318 \text{ KNm}$
- $T = 0 \text{ KNm}$
- $V_y = 0 \text{ KN}$
- $V_z = 0,098 \text{ KN}$
- $N = 3,36 \text{ KN}$

Comprobación de los ELU

- Comprobación a resistencia

Con el programa de cálculo y el catálogo de perfiles obtenemos que necesitaremos un perfil HEB160.

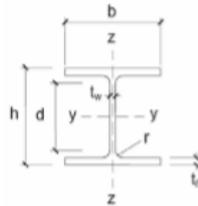


Tabla I.3- PERFILES HEB

Perfil	Dimensiones							Peso p	Términos de sección										
	h	b	t _w	t _f	r	d	u		Eje y-y				Eje z-z				I _T	I _a	S _y
									A	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	(mm ²)			
HEB 100	100	100	6,0	10,0	12	56	567	200	26,0	450	90	41,6	167	33	25,3	9,34	3375	52,1	P
HEB 120	120	120	6,5	11,0	12	74	686	262	34,0	864	144	50,4	318	53	30,6	14,9	9410	82,6	P
HEB 140	140	140	7,0	12,0	12	92	805	331	43,0	1509	216	59,3	550	79	35,8	22,5	22480	123	P
HEB 160	160	160	8,0	13,0	15	104	918	418	54,3	2492	311	67,8	889	111	40,5	33,2	47940	177	P
HEB 180	180	180	8,5	14,0	15	122	1040	502	65,3	3831	426	76,6	1363	151	45,7	46,5	93750	241	P
HEB 200	200	200	9,0	15,0	18	134	1150	601	78,1	5696	570	85,4	2003	200	50,7	63,4	171100	321	P
HEB 220	220	220	9,5	16,0	18	152	1270	701	91,0	8091	736	94,3	2843	258	55,9	84,4	295400	414	P
HEB 240	240	240	10,0	17,0	21	164	1380	816	106,0	11259	938	103	3923	327	60,8	110	486900	527	P
HEB 260	260	260	10,0	17,5	24	177	1500	912	118,4	14919	1150	112	5135	395	65,8	130	753700	641	P
HEB 280	280	280	10,5	18,0	24	196	1620	1010	131,4	19270	1380	121	6595	471	70,9	153	1130000	767	P
HEB 300	300	300	11,0	19,0	27	208	1730	1148	149,1	25166	1680	130	8563	571	75,8	192	1688000	934	P
HEB 320	320	300	11,5	20,5	27	225	1770	1246	161,3	30823	1930	138	9239	616	75,7	241	2069000	1070	P
HEB 340	340	300	12,0	21,5	27	243	1810	1315	170,9	36656	2160	146	9690	646	75,3	278	2454000	1200	P
HEB 360	300	300	12,5	22,5	27	261	1850	1393	180,6	43193	2400	155	10140	676	74,9	320	2883000	1340	P
HEB 400	400	300	13,5	24,0	27	298	1930	1521	197,8	57680	2880	171	10819	721	74,0	394	3817000	1620	P
HEB 450	450	300	14,0	26,0	27	344	2030	1678	218,0	79887	3550	191	11721	781	73,3	500	5258000	1990	P
HEB 500	500	300	14,5	28,0	27	390	2120	1834	238,6	107176	4290	212	12624	842	72,7	625	7018000	2410	C
HEB 550	550	300	15,0	29,0	27	438	2220	1952	254,1	136691	4970	232	13077	872	71,7	701	8856000	2800	C
HEB 600	600	300	15,5	30,0	27	486	2320	2080	270,0	171041	5700	252	13530	902	70,8	783	10965000	3210	C

HEB160			
W_y	311 cm ³	i_y	67,8 mm
W_z	111 cm ³	i_z	40,5 mm
I_y	2492 cm ⁴	A_{vz}	17,595 cm ²
I_z	889 cm ⁴	A	54,3 cm ²
h	160 mm	b	160 mm
t_f	13,0 mm	t_w	8,0 mm

Tabla 5: Características IPE240

Ya que como vemos tenemos dos cortantes en direcciones "y" y "z", habrá que comprobar si sería necesario tener en cuenta la interacción del momento flector con el cortante "z".

$$V_{ed} \leq \frac{1}{2} \cdot V_{PL,Rd}$$

- Calculamos V_z :

$$A_{vy} = 1,04 \cdot h \cdot t_w \rightarrow A_{vy} = 1,04 \cdot 160 \cdot 8 = 1331,2 \text{ mm}^2$$

$$V_{PL,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{A_{vy} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} \rightarrow V_{PL,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1331,2 \cdot 275}{1,05} = 348,648 \text{ KN}$$

$$\frac{1}{2} \cdot V_{PL,Rd} = \frac{1}{2} \cdot 348,648 = 174,324 \text{ KN}$$

$$0,098 \text{ KN} \leq 174,324 \text{ KN} \quad \text{CUMPLE}$$

Con este resultado podemos comprobar que no será necesario considerar la acción del cortante en "z", en cambio, podríamos tenerlo en cuenta simplemente para obtener unos resultados más precisos.

A continuación, realizaremos los mismos cálculos pero en este caso para el cortante del eje "y".

- Calculamos V_y :

$$A_{vz} = 17,595 \text{ cm}^2 = 1759,5 \text{ mm}^2$$

$$V_{PL,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{A_{vz} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} \rightarrow V_{PL,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1759,5 \cdot 275}{1,05} = 266,055 \text{ KN}$$

$$\frac{1}{2} \cdot V_{PL,Rd} = \frac{1}{2} \cdot 266,055 = 133,028 \text{ KN}$$

$$0 \text{ KN} \leq 133,028 \text{ KN} \quad \text{CUMPLE}$$

Una vez las comprobaciones de los cortantes hechos vemos que no es necesario considerar dichas acciones ya que los pilares se diseñan para resistir axiles y no cortantes o acciones horizontales.

Ahora pasaremos a calcular las tensiones en el pilar. Este perfil se orientará de tal manera que la inercia mayor de la sección pueda resistir al momento más grande.

- Tensión normal:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{W_y} + \frac{M_z}{W_z} \leq f_{yd} \quad (\text{siendo } f_{yd} = 262 \text{ MPa})$$

$$\sigma = \frac{3,36 \cdot 10^3 \text{ N}}{5430 \text{ mm}^2} + \frac{14,318 \cdot 10^6 \text{ Nm}}{311000 \text{ mm}^3} + \frac{0,392 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{111000 \text{ mm}^3} = 50,189 \text{ MPa}$$

$$50,189 \text{ MPa} \leq 262 \text{ MPa} \quad \text{CUMPLE}$$

- Tensión tangencial:

$$\tau_{vz} = \frac{V_z}{A_{vz}} = \frac{0,098 \cdot 10^3 \text{ N}}{1759,5 \text{ mm}^2} = 0,0557 \text{ MPa}$$

- Von Mises:

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau_{vz}^2} \leq f_{yd}$$

$$SVM = \sqrt{50,189^2 + 3 \cdot 0,0557^2} = 50,189 \text{ MPa}$$

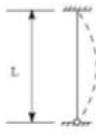
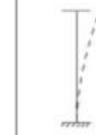
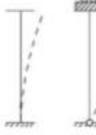
$$50,189 \text{ MPa} \leq 262 \text{ MPa} \quad \text{CUMPLE A RESISTENCIA}$$

- Comprobación por radio de giro

Para esta comprobación, calcularemos la longitud de pandeo del pilar, la cual será:

$$L_k = \beta \cdot L$$

El valor canónico de la longitud de pandeo β lo obtendremos a partir de la siguiente tabla.

Con empotramiento lateral			Sin empotramiento lateral		
(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)
					
1,0	0,7	0,5	2,0	2,0	1,0

Mediante la tabla obtendremos el valor de β , como los pilares estarán empotrados y anclados a las zapatas por la parte inferior y soldados a las vigas por la parte superior, consideraremos que $\beta = 0,5$. Sabiendo esto, calculamos la longitud de pandeo en cada eje.

$$L_{ky} = 0,5 \cdot 1,6 = 0,8 \text{ m}$$

$$L_{kz} = 0,5 \cdot 1,6 = 0,8 \text{ m}$$

Para finalmente saber si cumple la condición de radio de giro se deberá cumplir lo siguiente:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} \rightarrow i_y \geq \frac{1,6 \cdot 10^3 \text{ mm}}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{275 \text{ N/mm}^2}{210.000 \text{ N/mm}^2}}$$

$$40,5 \text{ mm} \geq 9,215 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE}$$

$$i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} \rightarrow i_z \geq \frac{1,6 \cdot 10^3 \text{ mm}}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{275 \text{ N/mm}^2}{210.000 \text{ N/mm}^2}}$$

$$67,8 \text{ mm} \geq 9,215 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE}$$

- Comprobación a pandeo

Para comprobar el pandeo, nos guiaremos gracias al apartado 35.2.2.1 del EAE-2011, el pilar deberá cumplir:

$$\frac{N}{X \cdot f_{yd} \cdot A} + \frac{1}{1 - \frac{X_{LT} \cdot N}{N_{cri y}}} \cdot \frac{C_{my} \cdot M_y}{W_y \cdot f_{yd}} + \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cri z}}} \cdot \frac{C_{mz} \cdot M_z}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Según esta norma, los perfiles de secciones cerradas no sufrirán torsión, por tanto el coeficiente de pandeo lateral será, $X_{LT} = 1$. En nuestro caso estamos tratando con perfiles HEB que son de sección abierta, pero aun así tomaremos este valor de coeficiente de pandeo lateral ya que nuestro torsor es 0 y por tanto, despreciable.

Los coeficientes C_{my} y C_{mz} , dependerán de la distribución que tenga el momento flector según los ejes principales. En nuestro caso tenemos los perfiles sometidos a cargas transversales a su directriz, por tanto: $C_{my} = C_{mz} = C_m = 1$.

- Carga crítica

Ahora calcularemos la carga máxima que podrá soportar la sección, se calculará con la ecuación:

$$N_{cri} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_k^2}$$

Como tendremos longitud de pandeo tanto en el eje z como en el eje y, calcularemos la carga crítica para ambas longitudes:

$$N_{cri y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 2492 \cdot 10^4}{1600^2} = 2,01999 \cdot 10^6 N = 2019,99 KN$$

$$N_{cri z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 889 \cdot 10^4}{1600^2} = 7,1975 \cdot 10^6 N = 7197,5 KN$$

- Esbeltez reducida

En los elementos secundarios la esbeltez no será mayor que 2,7 mientras que en los elementos principales esta no será superior a 2, por tanto:

$$\lambda = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cri}}} \leq 2$$

Como hemos dicho antes, tendremos carga crítica en ambos ejes, por tanto tendremos que calcular la esbeltez con las diferentes cargas y nos quedaremos con la más desfavorable.

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cri y}}} = \sqrt{\frac{5430 \cdot 275}{2,01999 \cdot 10^6}} = 0,8598 \leq 2 \quad \text{CUMPLE}$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cri z}}} = \sqrt{\frac{5430 \cdot 275}{7,1975 \cdot 10^6}} = 0,4554 \leq 2 \quad \text{CUMPLE}$$

En este caso diremos que $\lambda = \lambda_y$, ya que la esbeltez en el eje “y” es más desfavorable,

- Factor de reducción con pandeo

Guiándonos con las tablas 35.1.2.b y 35.1.2.a del EAE obtendremos el coeficiente de imperfección α .

Sección transversal	Límites	Pandeo alrededor del eje	Curva de pandeo	
			S 235 S 275 S 355 S 420	S 460
<p>Secciones de perfiles laminados</p>	$h/b > 1,2$	y-y z-z	a	a ₀
			b	a
	$h/b \leq 1,2$	y-y z-z	b	a
			c	a
<p>Secciones de vigas en I armadas soldadas</p>	$t_f \leq 40$ mm	y-y z-z	b	b
	$t_f > 40$ mm	y-y z-z	c	d
<p>Secciones de perfiles huecos</p>	Acabados en caliente	cualquiera	a	a ₀
	Conformados en frío	cualquiera	c	c
<p>Secciones de vigas en cajón armadas soldadas</p>	En general (excepto caso recuadro inferior)	cualquiera	b	b
	Soldadura gruesa $\lambda > 0,5t_f$ $b/t_f < 30$ $h/t_w < 30$	cualquiera	c	c
<p>Secciones de perfiles en U, en T y</p>		cualquiera	c	c
<p>Secciones de perfiles angulares</p>		cualquiera	b	b

Tabla 35.1.2.a. Valores del coeficiente de imperfección

Curva de pandeo	a ₀	a	b	c	d
Coeficiente de imperfección α	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Partimos de perfiles laminados, y sabemos que $h/b = 160/160 = 1$, que $t_f = 13\text{mm} < 100\text{mm}$, el acero utilizado para el perfil es S275JR, y por último, también sabemos que el pandeo se encuentra en el eje y, por tanto, la curva de pandeo será la “b”, asique, $\alpha = 0,34$.

Ahora podemos resolver la siguiente ecuación:

$$\phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,8598 - 0,2) + 0,8598^2]$$

$$\phi = 0,9818$$

$$X = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{0,9818 + \sqrt{0,9818^2 - 0,8598^2}}$$

$$X = 0,6869$$

A continuación ya podemos pasar a comprobar si nuestro pilar cumple a pandeo. Consideraremos despreciables los cálculos para las cargas debidas al axil ya que son muy bajas.

$$\frac{1}{1 - \frac{X_{LT} \cdot N}{N_{cri y}}} \cdot \frac{C_{my} \cdot M_y}{W_y \cdot f_{yd}} + \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cri z}}} \cdot \frac{C_{mz} \cdot M_z}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{1}{1 - \frac{1 \cdot 3,36 \cdot 10^3}{2019,99 \cdot 10^3}} \cdot \frac{1 \cdot 0,392 \cdot 10^6}{311000 \cdot 262} + \frac{1}{1 - \frac{3,36 \cdot 10^3}{7,1975 \cdot 10^6}} \cdot \frac{1 \cdot 14,318 \cdot 10^6}{111000 \cdot 262} \leq 1$$

$$0,9971 \leq 1 \quad \text{CUMPLE A PANDEO}$$

- Comprobación por abolladura

Si se cumple la siguiente condición no hará falta comprobar la resistencia a abolladura en dicha sección.

$$\frac{h}{t_w} \leq 70\varepsilon$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0,92$$

$$\frac{160}{8} \leq 70 \cdot 0,92 \rightarrow 20 \leq 64,4 \quad \text{CUMPLE ABOLLADURA}$$

Comprobación de los ELS

Una vez hechas las comprobaciones de los ELU, pasaremos a comprobar la flecha del pilar, ésta no deberá ser mayor que L/250 para la combinación de cargas que hemos usado para los otros cálculos. Por tanto:

$$f_{max} = \frac{L}{250} = \frac{1,6}{250} = 0,0064 \text{ m} = 6,4 \text{ mm}$$

Pasamos a calcular la flecha debida al momento en ambos ejes y tomaremos el resultado de esta como la suma de las deformaciones resultantes.

$$F_y = \frac{M_y}{L} = \frac{14,318}{1,6} = 8,949 \text{ KN}$$

$$f_{My} = \frac{F_y \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I_y} = \frac{8,949 \cdot 10^3 \cdot 1600^3}{3 \cdot 210000 \cdot 2492 \cdot 10^4} = 2,335 \text{ mm}$$

$$F_z = \frac{M_z}{L} = \frac{0,392}{1,6} = 0,245 \text{ KN}$$

$$f_{Mz} = \frac{F_z \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I_z} = \frac{0,245 \cdot 10^3 \cdot 1600^3}{3 \cdot 210000 \cdot 889 \cdot 10^4} = 0,179 \text{ mm}$$

Por tanto, la deformación total será:

$$f_{tot} = \sqrt{f_{My}^2 + f_{Mz}^2} = \sqrt{2,335^2 + 0,179^2} = 2,342 \text{ mm}$$

$$f_{max} \geq f_{tot} \rightarrow 6,4 \text{ mm} \geq 2,342 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE A DEFORMACIÓN}$$

4.1.2. Comprobación pilares traseros

Exportamos los datos del cálculo de las sollicitaciones obtenidas del programa de cálculo TRICALC con la combinación más desfavorable, los resultados de dicha combinación serán:

- **My = 8,826 KNm**
- **Mz = 1,3729 KNm**
- **T = 0 KNm**
- **Vy = 1,7652 KN**
- **Vz = 18,5346 KN**
- **N = 2,68 KN**

Comprobación de los ELU

- Comprobación a resistencia

Con el programa de cálculo y el catálogo de perfiles obtenemos que necesitaremos un perfil HEB160.

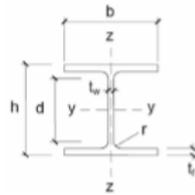


Tabla I.3- PERFILES HEB

Perfil	Dimensiones							Peso p (N/m)	Términos de sección											
	h (mm)	b (mm)	t _w (mm)	t _f (mm)	r (mm)	d (mm)	u (mm)		Eje y-y				Eje z-z				I _T (mm ⁴)	I _a (mm ⁴)	S _y (mm ³)	
									A (mm ²)	I _y (mm ⁴)	W _y (mm ³)	i _y (mm)	I _z (mm ⁴)	W _z (mm ³)	i _z (mm)					
HEB 100	100	100	6,0	10,0	12	56	567	200	26,0	450	90	41,6	167	33	25,3	9,34	3375	52,1	P	
HEB 120	120	120	6,5	11,0	12	74	686	262	34,0	864	144	50,4	318	53	30,6	14,9	9410	82,6	P	
HEB 140	140	140	7,0	12,0	12	92	805	331	43,0	1509	216	59,3	550	79	35,8	22,5	22480	123	P	
HEB 160	160	160	8,0	13,0	15	104	918	418	54,3	2492	311	67,8	889	111	40,5	33,2	47940	177	P	
HEB 180	180	180	8,5	14,0	15	122	1040	502	65,3	3831	426	76,6	1363	151	45,7	46,5	93750	241	P	
HEB 200	200	200	9,0	15,0	18	134	1150	601	78,1	5696	570	85,4	2003	200	50,7	63,4	171100	321	P	
HEB 220	220	220	9,5	16,0	18	152	1270	701	91,0	8091	736	94,3	2843	258	55,9	84,4	295400	414	P	
HEB 240	240	240	10,0	17,0	21	164	1380	816	106,0	11259	938	103	3923	327	60,8	110	486900	527	P	
HEB 260	260	260	10,0	17,5	24	177	1500	912	118,4	14919	1150	112	5135	395	65,8	130	753700	641	P	
HEB 280	280	280	10,5	18,0	24	196	1620	1010	131,4	19270	1380	121	6595	471	70,9	153	1130000	767	P	
HEB 300	300	300	11,0	19,0	27	208	1730	1148	149,1	25166	1680	130	8563	571	75,8	192	1688000	934	P	
HEB 320	320	300	11,5	20,5	27	225	1770	1246	161,3	30823	1930	138	9239	616	75,7	241	2069000	1070	P	
HEB 340	340	300	12,0	21,5	27	243	1810	1315	170,9	36656	2160	146	9690	646	75,3	278	2454000	1200	P	
HEB 360	300	300	12,5	22,5	27	261	1850	1393	180,6	43193	2400	155	10140	676	74,9	320	2883000	1340	P	
HEB 400	400	300	13,5	24,0	27	298	1930	1521	197,8	57680	2880	171	10819	721	74,0	394	3817000	1620	P	
HEB 450	450	300	14,0	26,0	27	344	2030	1678	218,0	79887	3550	191	11721	781	73,3	500	5258000	1990	P	
HEB 500	500	300	14,5	28,0	27	390	2120	1834	238,6	107176	4290	212	12624	842	72,7	625	7018000	2410	C	
HEB 550	550	300	15,0	29,0	27	438	2220	1952	254,1	136691	4970	232	13077	872	71,7	701	8856000	2800	C	
HEB 600	600	300	15,5	30,0	27	486	2320	2080	270,0	171041	5700	252	13530	902	70,8	783	10965000	3210	C	

HEB160			
W_y	311 cm ³	i_y	67,8 mm
W_z	111 cm ³	i_z	40,5 mm
I_y	2492 cm ⁴	A_{vz}	17,595 cm ²
I_z	889 cm ⁴	A	54,3 cm ²
h	160 mm	b	160 mm
t_f	13,0 mm	t_w	8,0 mm

Tabla 6: Características IPE240

Ya que como vemos tenemos dos cortantes en direcciones "y" y "z", habrá que comprobar si sería necesario tener en cuenta la interacción del momento flector con el cortante "z".

$$V_{ed} \leq \frac{1}{2} \cdot V_{PL,Rd}$$

- Calculamos V_z :

$$A_{vy} = 1,04 \cdot h \cdot t_w \rightarrow A_{vy} = 1,04 \cdot 160 \cdot 8 = 1331,2 \text{ mm}^2$$

$$V_{PL,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{A_{vy} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} \rightarrow V_{PL,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1331,2 \cdot 275}{1,05} = 348,648 \text{ KN}$$

$$\frac{1}{2} \cdot V_{PL,Rd} = \frac{1}{2} \cdot 348,648 = 174,324 \text{ KN}$$

$$0,098 \text{ KN} \leq 174,324 \text{ KN} \quad \text{CUMPLE}$$

Con este resultado podemos comprobar que no será necesario considerar la acción del cortante en "z", en cambio, podríamos tenerlo en cuenta simplemente para obtener unos resultados más precisos.

A continuación, realizaremos los mismos cálculos pero en este caso para el cortante del eje "y".

- Calculamos V_y :

$$A_{vz} = 17,595 \text{ cm}^2 = 1759,5 \text{ mm}^2$$

$$V_{PL,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{A_{vz} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} \rightarrow V_{PL,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1759,5 \cdot 275}{1,05} = 266,055 \text{ KN}$$

$$\frac{1}{2} \cdot V_{PL,Rd} = \frac{1}{2} \cdot 266,055 = 133,028 \text{ KN}$$

$$1,7652 \text{ KN} \leq 133,028 \text{ KN} \quad \text{CUMPLE}$$

Una vez las comprobaciones de los cortantes hechos vemos que no es necesario considerar dichas acciones ya que los pilares se diseñan para resistir axiles y no cortantes o acciones horizontales.

Ahora pasaremos a calcular las tensiones en el pilar. Este perfil se orientará de tal manera que la inercia mayor de la sección pueda resistir al momento más grande.

- Tensión normal:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{W_y} + \frac{M_z}{W_z} \leq f_{yd} \quad (\text{siendo } f_{yd} = 262 \text{ MPa})$$

$$\sigma = \frac{2,68 \cdot 10^3 \text{ N}}{5430 \text{ mm}^2} + \frac{8,826 \cdot 10^6 \text{ Nm}}{311000 \text{ mm}^3} + \frac{1,3729 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{111000 \text{ mm}^3} = 41,241 \text{ MPa}$$

$$41,241 \text{ MPa} \leq 262 \text{ MPa} \quad \text{CUMPLE}$$

- Tensión tangencial:

$$\tau_{vz} = \frac{V_z}{A_{vz}} = \frac{18,5346 \cdot 10^3 \text{ N}}{1759,5 \text{ mm}^2} = 10,534 \text{ MPa}$$

- Von Mises:

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau_{vz}^2} \leq f_{yd}$$

$$SVM = \sqrt{41,241^2 + 3 \cdot 10,534^2} = 45,097 \text{ MPa}$$

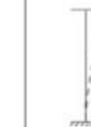
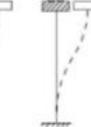
$$45,097 \text{ MPa} \leq 262 \text{ MPa} \quad \text{CUMPLE A RESISTENCIA}$$

- Comprobación por radio de giro

Para esta comprobación, calcularemos la longitud de pandeo del pilar, la cual será:

$$L_k = \beta \cdot L$$

El valor canónico de la longitud de pandeo β lo obtendremos a partir de la siguiente tabla.

Con empotramiento lateral			Sin empotramiento lateral		
(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)
					
1,0	0,7	0,5	2,0	2,0	1,0

Mediante la tabla obtendremos el valor de β , como los pilares estarán empotrados y anclados a las zapatas por la parte inferior y soldados a las vigas por la parte superior, consideraremos que $\beta = 0,5$. Sabiendo esto, calculamos la longitud de pandeo en cada eje.

$$L_{ky} = 0,5 \cdot 0,54 = 0,27 \text{ m}$$

$$L_{kz} = 0,5 \cdot 0,54 = 0,27 \text{ m}$$

Para finalmente saber si cumple la condición de radio de giro se deberá cumplir lo siguiente:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} \rightarrow i_y \geq \frac{0,54 \cdot 10^3 \text{ mm}}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{275 \text{ N/mm}^2}{210.000 \text{ N/mm}^2}}$$

$$40,5 \text{ mm} \geq 3,11 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE}$$

$$i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} \rightarrow i_z \geq \frac{0,54 \cdot 10^3 \text{ mm}}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{275 \text{ N/mm}^2}{210.000 \text{ N/mm}^2}}$$

$$67,8 \text{ mm} \geq 3,11 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE}$$

- Comprobación a pandeo

Para comprobar el pandeo, nos guiaremos gracias al apartado 35.2.2.1 del EAE-2011, el pilar deberá cumplir:

$$\frac{N}{X \cdot f_{yd} \cdot A} + \frac{1}{1 - \frac{X_{LT} \cdot N}{N_{cri y}}} \cdot \frac{C_{my} \cdot M_y}{W_y \cdot f_{yd}} + \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cri z}}} \cdot \frac{C_{mz} \cdot M_z}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Según esta norma, los perfiles de secciones cerradas no sufrirán torsión, por tanto el coeficiente de pandeo lateral será, $X_{LT} = 1$. En nuestro caso estamos tratando con perfiles HEB que son de sección abierta, pero aun así tomaremos este valor de coeficiente de pandeo lateral ya que nuestro torsor es 0 y por tanto, despreciable.

Los coeficientes C_{my} y C_{mz} , dependerán de la distribución que tenga el momento flector según los ejes principales. En nuestro caso tenemos los perfiles sometidos a cargas transversales a su directriz, por tanto: $C_{my} = C_{mz} = C_m = 1$.

- Carga crítica

Ahora calcularemos la carga máxima que podrá soportar la sección, se calculará con la ecuación:

$$N_{cri} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_k^2}$$

Como tendremos longitud de pandeo tanto en el eje z como en el eje y, calcularemos la carga crítica para ambas longitudes:

$$N_{cri y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 2492 \cdot 10^4}{540^2} = 177,1249 \cdot 10^6 \text{ N} = 177124,9 \text{ KN}$$

$$N_{cri z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 889 \cdot 10^4}{540^2} = 63,1878 \cdot 10^6 \text{ N} = 63187,8 \text{ KN}$$

- Esbeltez reducida

En los elementos secundarios la esbeltez no será mayor que 2,7 mientras que en los elementos principales esta no será superior a 2, por tanto:

$$\lambda = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cri}}} \leq 2$$

Como hemos dicho antes, tendremos carga crítica en ambos ejes, por tanto tendremos que calcular la esbeltez con las diferentes cargas y nos quedaremos con la más desfavorable.

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cri y}}} = \sqrt{\frac{5430 \cdot 275}{177,1249 \cdot 10^6}} = 0,0915 \leq 2 \quad \text{CUMPLE}$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cri z}}} = \sqrt{\frac{5430 \cdot 275}{63,1878 \cdot 10^6}} = 0,1532 \leq 2 \quad \text{CUMPLE}$$

En este caso diremos que $\lambda = \lambda_z$ ya que la esbeltez en el eje "z" es más desfavorable,

- Factor de reducción con pandeo

Igual que para los pilares delanteros, nos guiaremos con las tablas 35.1.2.b y 35.1.2.a del EAE obtendremos el coeficiente de imperfección α .

Partimos de perfiles laminados, y sabemos que $h/b = 160/160 = 1$, que $t_f = 13mm < 100mm$, el acero utilizado para el perfil es S275JR, y por último, también sabemos que el pandeo se encuentra en el eje y, por tanto, la curva de pandeo será la "b", asique, $\alpha = 0,34$.

Ahora podemos resolver la siguiente ecuación:

$$\phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,1532 - 0,2) + 0,1532^2]$$

$$\phi = 0,5038$$

$$X = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{0,5038 + \sqrt{0,5038^2 - 0,1532^2}}$$

$$X = 1,0165$$

A continuación ya podemos pasar a comprobar si nuestro pilar cumple a pandeo. Consideraremos despreciables los cálculos para las cargas debidas al axil ya que son bajas.

$$\frac{1}{1 - \frac{X_{LT} \cdot N}{N_{cri y}}} \cdot \frac{C_{my} \cdot M_y}{W_y \cdot f_{yd}} + \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cri z}}} \cdot \frac{C_{mz} \cdot M_z}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{1}{1 - \frac{1 \cdot 2,68 \cdot 10^3}{177,1249 \cdot 10^3}} \cdot \frac{1 \cdot 8,826 \cdot 10^6}{311000 \cdot 262} + \frac{1}{1 - \frac{2,68 \cdot 10^3}{63,1878 \cdot 10^6}} \cdot \frac{1 \cdot 1,3729 \cdot 10^6}{111000 \cdot 262} \leq 1$$

$$0,1572 \leq 1 \quad \text{CUMPLE A PANDEO}$$

- Comprobación por abolladura

Si se cumple la siguiente condición no hará falta comprobar la resistencia a abolladura en dicha sección.

$$\frac{h}{t_w} \leq 70\varepsilon$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0,92$$

$$\frac{160}{8} \leq 70 \cdot 0,92 \rightarrow 20 \leq 64,4 \quad \text{CUMPLE ABOLLADURA}$$

Comprobación de los ELS

Una vez hechas las comprobaciones de los ELU, pasaremos a comprobar la flecha del pilar, ésta no deberá ser mayor que $L/250$ para la combinación de cargas que hemos usado para los otros cálculos. Por tanto:

$$f_{max} = \frac{L}{250} = \frac{0,54}{250} = 0,00216 \text{ m} = 2,16 \text{ mm}$$

En este caso, la carga debida al axil en el pilar es 0, por tanto, podemos decir que la flecha debida al axil será nula. Dicho esto, pasamos a calcular la flecha debida al momento en ambos ejes y tomaremos el resultado de esta como la suma de las deformaciones resultantes.

$$F_y = \frac{M_y}{L} = \frac{8,826}{0,54} = 16,344 \text{ KN}$$

$$f_{My} = \frac{F_y \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I_y} = \frac{16,344 \cdot 10^3 \cdot 540^3}{3 \cdot 210000 \cdot 2492 \cdot 10^4} = 0,1639 \text{ mm}$$

$$F_z = \frac{M_z}{L} = \frac{1,3729}{0,54} = 2,5424 \text{ KN}$$

$$f_{Mz} = \frac{F_z \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I_z} = \frac{2,5424 \cdot 10^3 \cdot 540^3}{3 \cdot 210000 \cdot 889 \cdot 10^4} = 0,0715 \text{ mm}$$

Por tanto, la deformación total será:

$$f_{tot} = \sqrt{f_{My}^2 + f_{Mz}^2} = \sqrt{0,1639^2 + 0,0715^2} = 0,1788 \text{ mm}$$

$$f_{max} \geq f_{tot} \rightarrow 2,16 \text{ mm} \geq 0,1788 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE A DEFORMACIÓN}$$

4.2. Comprobación de las vigas

En este caso al contrario que los pilares, utilizaremos diferentes tipos de vigas para nuestra estructura ya que las vigas laterales soportarían más carga que las centrales y tendrán unas sollicitaciones diferentes. Así pues, tendremos 2 tipos de secciones, una para las vigas laterales y otra para las vigas centrales de la estructura.

4.2.1. Comprobación vigas longitudinales centrales

Exportamos las soluciones de cálculo de las sollicitaciones del programa utilizado, TRICALC, junto las combinaciones de acciones más desfavorables.

- **$M_y = 0,49 \text{ KNm}$**
- **$M_z = 0 \text{ KNm}$**
- **$T = 0 \text{ KNm}$**
- **$V_y = 28,832 \text{ KN}$**
- **$V_z = 0,098 \text{ KN}$**
- **$N = 0,392 \text{ KN}$**

Comprobación de los ELU

- Comprobación a resistencia

Tanto desde el programa de cálculo como con el catálogo de perfiles IPE podemos confirmar que las vigas laterales serán un perfil IPE240.

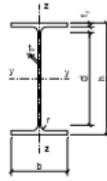


Tabla I.2- PERFILES IPE

Perfil	Dimensiones							Peso p (N/m)	Términos de sección										
	h (mm)	b (mm)	t _w (mm)	t _f (mm)	r (mm)	d (mm)	u (mm)		Eje y-y				Eje z-z				I _T (mm ⁴)	I _a (mm ⁴)	S _y (mm ³)
									A (mm ²)	I _y (mm ⁴)	W _y (mm ³)	i _y (mm)	I _z (mm ⁴)	W _z (mm ³)	i _z (mm)				
IPE 80	80	46	3,8	5,2	5	60	328	58,9	7,64	80,1	20,0	32,4	8,49	3,69	10,5	0,72	118	11,6	C
IPE 100	100	55	4,1	5,7	7	75	400	79,5	10,3	171	34,2	40,7	15,9	5,79	12,4	1,14	351	19,7	C
IPE 120	120	64	4,4	6,3	7	93	475	102	13,2	318	53,0	49,0	27,7	8,65	14,5	1,77	890	30,4	C
IPE 140	140	73	4,7	6,9	7	112	551	127	16,4	541	77,3	57,4	44,9	12,3	16,5	2,63	1981	44,2	C
IPE 160	160	82	5,0	7,4	9	127	623	155	20,1	869	109	65,8	68,3	16,7	18,4	3,64	3959	61,9	P
IPE 180	180	91	5,3	8,0	9	146	698	184	23,9	1320	146	74,2	101	22,2	20,5	5,06	7431	83,2	P
IPE 200	200	100	5,6	8,5	12	159	788	220	28,5	1940	194	82,6	142	28,5	22,4	6,67	12990	110	P
IPE 220	220	110	5,9	9,2	12	178	848	257	33,4	2770	252	91,1	205	37,3	24,8	9,15	22670	143	P
IPE 240	240	120	6,2	9,8	15	190	922	301	39,1	3890	324	99,7	284	47,3	26,9	12,0	37390	183	P
IPE 270	270	135	6,6	10,2	15	220	1040	354	45,9	5790	429	112	420	62,2	30,2	15,4	70580	242	P
IPE 300	300	150	7,1	10,7	15	249	1160	414	53,8	8360	557	125	604	80,5	33,5	20,1	125900	314	P
IPE 330	330	160	7,5	11,5	18	271	1250	482	62,6	11770	713	137	788	98,5	35,5	26,5	199100	402	P
IPE 360	360	170	8,0	12,7	18	299	1350	560	72,7	16270	904	150	1040	123	37,9	37,3	313600	510	P
IPE 400	400	180	8,6	13,5	21	331	1470	650	84,5	23130	1160	165	1320	146	39,5	48,3	490000	654	P
IPE 450	450	190	9,4	14,6	21	379	1610	761	98,8	33740	1500	185	1880	176	41,2	65,9	791000	851	P
IPE 500	500	200	10,2	16,0	21	426	1740	890	116	48200	1930	204	2140	214	43,1	91,8	1249000	1100	P
IPE 550	550	210	11,1	17,2	24	468	1880	1040	134	67120	2440	223	2670	254	44,5	122	1884000	1390	C
IPE 600	600	220	12,0	19,0	24	514	2010	1197	155	92080	3070	243	3390	308	46,6	172	2846000	1760	C

Tabla 7: Características perfiles IPE

IPE240			
W_y	324 cm ³	i_y	99,7 mm
W_z	47,3 cm ³	i_z	26,9 mm
I_y	3890 cm ⁴	A_{vz}	19,15 cm ²
I_z	284 cm ⁴	A	39,1 cm ²
h	240 mm	b	120 mm
t_f	9,6 mm	t_w	6,2 mm

Tabla 8: Características IPE240

Ya que como vemos tenemos dos cortantes en direcciones “y” y “z”, habrá que comprobar si sería necesario tener en cuenta la interacción del momento flector con el cortante “z”.

$$V_{ed} \leq \frac{1}{2} \cdot V_{PL,Rd}$$

- Calculamos V_z :

$$A_{vy} = 1,04 \cdot h \cdot t_w \rightarrow A_{vy} = 1,04 \cdot 240 \cdot 6,2 = 1547,52 \text{ mm}^2$$

$$V_{PL,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{A_{vy} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} \rightarrow V_{PL,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1547,52 \cdot 275}{1,05} = 234,001 \text{ KN}$$

$$\frac{1}{2} \cdot V_{PL,Rd} = \frac{1}{2} \cdot 234,001 = 117,001 \text{ KN}$$

$$0,098 \text{ KN} \leq 117,001 \text{ KN} \quad \text{CUMPLE}$$

Con este resultado podemos comprobar que no será necesario considerar la acción del cortante en “z”, en cambio, podríamos tenerlo en cuenta simplemente para obtener unos resultados más precisos.

A continuación, realizaremos los mismos cálculos pero en este caso para el cortante del eje “y”.

- Calculamos V_y :

$$A_{vz} = 19,15 \text{ cm}^2 = 1915 \text{ mm}^2$$

$$V_{PL,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{A_{vz} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} \rightarrow V_{PL,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1915 \cdot 275}{1,05} = 289,569 \text{ KN}$$

$$\frac{1}{2} \cdot V_{PL,Rd} = \frac{1}{2} \cdot 289,569 = 144,785 \text{ KN}$$

$$28,832 \text{ KN} \leq 144,785 \text{ KN} \quad \text{CUMPLE}$$

Una vez las comprobaciones de los cortantes hechas, pasaremos a calcular las tensiones.

- Tensión normal:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{W_y} + \frac{M_z}{W_z} \leq f_{yd} \quad (\text{siendo } f_{yd} = 262 \text{ MPa})$$

$$\sigma = \frac{0,392 \cdot 10^3 \text{ N}}{3910 \text{ mm}^2} + \frac{0,49 \cdot 10^6 \text{ Nm}}{324000 \text{ mm}^3} + \frac{0 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{47300 \text{ mm}^3} = 1,613 \text{ MPa}$$

$$1,613 \text{ MPa} \leq 262 \text{ MPa} \quad \text{CUMPLE}$$

- Tensión tangencial:

$$\tau_{vz} = \frac{V_z}{A_{vz}} = \frac{0,098 \cdot 10^3 \text{ N}}{1915 \text{ mm}^2} = 0,0512 \text{ MPa}$$

- Von Mises:

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau_{vz}^2} \leq f_{yd}$$

$$SVM = \sqrt{1,613^2 + 3 \cdot 0,0512^2} = 1,6154 \text{ MPa}$$

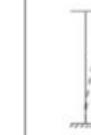
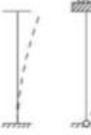
$$1,6154 \text{ MPa} \leq 262 \text{ MPa} \quad \text{CUMPLE A RESISTENCIA}$$

- Comprobación por radio de giro

Para esta comprobación, calcularemos la longitud de pandeo de la viga, la cual será:

$$L_k = \beta \cdot L$$

El valor canónico de la longitud de pandeo β lo obtendremos a partir de la siguiente tabla.

Con empotramiento lateral			Sin empotramiento lateral		
(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)
					
1,0	0,7	0,5	2,0	2,0	1,0

Mediante la tabla obtendremos el valor de β , como las vigas estarán soldadas entre ellas y a los pilares, consideraremos el pilar biarticulado en ambas direcciones, por tanto diremos que $\beta = 1$. Sabiendo esto, calculamos la longitud de pandeo en cada eje.

$$L_{ky} = 1 \cdot 5 = 5 \text{ m}$$

$$L_{kz} = 1 \cdot 1 = 1 \text{ m}$$

Para finalmente saber si cumple la condición de radio de giro se deberá cumplir lo siguiente:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} \rightarrow i_y \geq \frac{5 \cdot 10^3 \text{ mm}}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{275 \text{ N/mm}^2}{210.000 \text{ N/mm}^2}}$$

$$99,7 \text{ mm} \geq 28,797 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE}$$

$$i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} \rightarrow i_z \geq \frac{1 \cdot 10^3 \text{ mm}}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{275 \text{ N/mm}^2}{210.000 \text{ N/mm}^2}}$$

$$26,9 \text{ mm} \geq 5,759 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE}$$

- Comprobación a pandeo lateral

Para saber si la viga cumple a pandeo lateral, tendremos que comprobar si cumple el apartado 35.2.1 del EAE-2011: $M_y \leq M_{bd,Rb}$.

$M_{bd,Rb}$, será el valor de cálculo de la resistencia frente al pandeo lateral.

$$M_{bd,Rb} = \frac{X_{lt} \cdot W_y \cdot f_{yd}}{\gamma_{M1}}$$

Para poder encontrar este valor, antes tendremos que calcular los factores que aparecen en la ecuación.

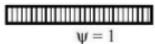
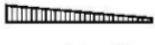
- Momento crítico

El momento crítico de la sección se calculará de la siguiente manera:

$$M_{cri} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L} \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_T} \cdot \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L^2 \cdot G \cdot I_T} + 1}$$

Primero tendremos que hallar los valores de los parámetros que intervienen en la ecuación. Empezaremos con C_1 , este parámetro se refiere al coeficiente de forma del momento, dependerá de cómo está la viga apoyada, en este caso estará apoyada en ambos extremos.

Tabla 35.2.2.1.b. Factor de corrección k_c

Distribución de momentos	k_c
 $\psi = 1$	1,0
 $-1 \leq \psi \leq 1$	$\frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$
	0,94
	0,90
	0,91
	0,86
	0,77
	0,82

k_c	C_1
1,00	1,00
0,94	1,13
0,90	1,23
0,91	1,21
0,86	1,35
0,77	1,69
0,82	1,49

Observando las tablas y sabiendo que la viga está apoyada a ambos extremos, sacamos que $k_c = 0,90$, por tanto $C_1 = 1,23$.

Conociendo este valor, ya tenemos todo para calcular el momento crítico de la sección ya que los demás valores son constantes o valores particulares del perfil, por tanto:

$$M_{cri} = 1,23 \cdot \frac{\pi}{5000} \cdot \sqrt{210000 \cdot 284 \cdot 10^4 \cdot 80 \cdot 10^3 \cdot 12 \cdot 10^4} \cdot \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 37,576 \cdot 10^9}{5000^2 \cdot 80 \cdot 10^3 \cdot 12 \cdot 10^4} + 1}$$

$$M_{cri} = 67300120,44 \text{ Nmm} = 67,3 \text{ KNm}$$

Siendo:

- G, módulo elasticidad transversal
- $I_T = 12 \text{ cm}^4$, módulo de torsión
- $I_w = 37576 \text{ cm}^6$, módulo de alabeo

- Esbeltez reducida

Antes de calcular, tenemos que saber que la esbeltez no será mayor a 2,7 en elementos secundarios a compresión, ni mayor a 2 en elementos principales. Como en este caso hablamos de un elemento principal, consideraremos que no será superior a 2.

$$\lambda_{lt} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cri}}} = \sqrt{\frac{324 \cdot 10^3 \cdot 275}{67,3 \cdot 10^6}}$$

$$\lambda_{lt} = 1,1506 \leq 2 \quad \text{CUMPLE ESBELTEZ REDUCIDA}$$

- Factor de reducción por pandeo lateral

Guiándonos con las tablas 35.1.2.a y 35.1.2.b del EAE obtendremos el coeficiente de imperfección α_{lt} .

Tabla 35.1.2.a. Valores del coeficiente de imperfección

Curva de pandeo	a ₀	a	b	c	d
Coefficiente de imperfección α	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Tabla 35.2.2.b. Elección de la curva de pandeo lateral

Sección transversal	Límites	Curva de pandeo
Secciones de perfiles laminados en doble T	$h / b \leq 2$	a
	$h / b > 2$	b
Secciones soldadas en doble T	$h / b \leq 2$	c
	$h / b > 2$	d
Otras secciones	-	d

Partimos de secciones transversales de perfiles laminados en doble, y sabemos que $h/b = 240/120 = 2$, por tanto obtenemos que la curva de pandeo será la "a", a continuación con la tabla 35.1.2.a sacamos que, $\alpha_{lt} = 0,21$.

Ahora podemos resolver la siguiente ecuación:

$$\phi_{lt} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{lt} \cdot (\lambda_{lt} - 0,2) + \lambda_{lt}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,1506 - 0,2) + 1,1506^2]$$

$$\phi_{lt} = 1,2618$$

$$X_{lt} = \frac{1}{\phi_{lt} + \sqrt{\phi_{lt}^2 - \lambda_{lt}^2}} = \frac{1}{1,2618 + \sqrt{1,2618^2 - 1,1506^2}}$$

$$X_{lt} = 0,5619$$

A continuación, ya podemos calcular el valor de la resistencia frente a pandeo lateral:

$$M_{bd,Rb} = \frac{X_{lt} \cdot W_y \cdot f_{yd}}{\gamma_{M1}} = \frac{0,5619 \cdot 324 \cdot 10^3 \cdot 275}{1,05}$$

$$M_{bd,Rb} = 47681228,57 \text{ Nmm} = 47,681 \text{ KNm}$$

Para comprobar que cumple a pandeo lateral se debe cumplir que $M_y \leq M_{bd,Rb}$.

$$0,49 \text{ KNm} \leq 47,68 \text{ KNm} \quad \text{CUMPLE A PANDEO LATERAL}$$

- Comprobación por abolladura

La sección deberá cumplir que $\frac{d}{t_w} \leq 70 \cdot \varepsilon$, en caso de que cumple no será necesario comprobar la resistencia a abolladura.

Por tanto, a partir de la tabla 20.3.a del EAE-2011, obtenemos:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0,924$$

Una vez obtenido este dato, ya podemos comprobar.

$$\frac{d}{t_w} \leq 70\varepsilon \rightarrow \frac{190,4}{6,2} \leq 70 \cdot 0,924$$

$$30,71 \leq 64,68 \quad \text{CUMPLE ABOLLADURA}$$

Comprobación de los ELS

Con los ELU ya hemos comprobado la resistencia de la viga, ahora tendremos que comprobar que las deformaciones no sean excesivas, para que esto sea así, la flecha no superará $L/300$ para la combinación más desfavorable. Por tanto:

$$f_{max} = \frac{L}{300} = \frac{5}{300} = 0,0167 \text{ m} = 16,67 \text{ mm}$$

Conociendo el valor máximo válido al que puede llegar la flecha, lo comprobaremos comparándolo con el valor de la flecha máxima que obtendremos de nuestra viga.

$$f = \frac{1}{2} \cdot \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{1}{2} \cdot \frac{5 \cdot 0,714159 \cdot 5000^4}{384 \cdot 210000 \cdot 3890 \cdot 10^4} = 0,3557 \text{ mm}$$

$$f_{max} \geq f \rightarrow 16,67 \text{ mm} \geq 0,3557 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE A DEFORMACIÓN}$$

4.2.2. Comprobación vigas transversales y exteriores

Exportamos las soluciones de cálculo de las solicitaciones del programa utilizado, TRICALC, junto las combinaciones de acciones más desfavorables.

- **My = -0,196 KNm**
- **Mz = -13,631 KNm**
- **T = 0 KNm**
- **Vy = -15,887 KN**
- **Vz = -0,2942 KN**
- **N = -0,196 KN**

Comprobación de los ELU

- Comprobación a resistencia

Las vigas transversales y exteriores serán un perfil IPE160. A continuación comprobaremos que dicho perfil cumple tanto los Estado Límites Últimos (ELU) como los Estado Límites de Servicio (ELS).

IPE160			
W_y	109 cm ³	i_y	65,8 mm
W_z	16,7 cm ³	i_z	18,4 mm
I_y	869 cm ⁴	A_{yz}	9,66 cm ²
I_z	68,3 cm ⁴	A	20,1 cm ²
h	160 mm	b	82 mm
t_f	7,4 mm	t_w	5,0 mm

Tabla 9: Características IPE240

Ya que como vemos tenemos dos cortantes en direcciones “y” y “z”, habrá que comprobar si sería necesario tener en cuenta la interacción del momento flector con el cortante “z”.

$$V_{ed} \leq \frac{1}{2} \cdot V_{PL,Rd}$$

- Calculamos V_z :

$$A_{vy} = 1,04 \cdot h \cdot t_w \rightarrow A_{vy} = 1,04 \cdot 160 \cdot 5 = 832 \text{ mm}^2$$

$$V_{PL,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{A_{vy} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} \rightarrow V_{PL,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{832 \cdot 275}{1,05} = 125,807 \text{ KN}$$

$$\frac{1}{2} \cdot V_{PL,Rd} = \frac{1}{2} \cdot 125,807 = 62,904 \text{ KN}$$

$$0,2942 \text{ KN} \leq 62,904 \text{ KN} \quad \text{CUMPLE}$$

Con este resultado podemos comprobar que no será necesario considerar la acción del cortante en “z”, en cambio, podríamos tenerlo en cuenta simplemente para obtener unos resultados más precisos.

A continuación, realizaremos los mismos cálculos pero en este caso para el cortante del eje “y”.

- Calculamos V_y :

$$A_{vz} = 9,66 \text{ cm}^2 = 966 \text{ mm}^2$$

$$V_{PL,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{A_{vz} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} \rightarrow V_{PL,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{966 \cdot 275}{1,05} = 146,07 \text{ KN}$$

$$\frac{1}{2} \cdot V_{PL,Rd} = \frac{1}{2} \cdot 146,07 = 73,035 \text{ KN}$$

$$15,887 \text{ KN} \leq 73,035 \text{ KN} \quad \text{CUMPLE}$$

Una vez las comprobaciones de los cortantes hechas, pasaremos a calcular las tensiones.

- Tensión normal:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{W_y} + \frac{M_z}{W_z} \leq f_{yd} \quad (\text{siendo } f_{yd} = 262 \text{ MPa})$$

$$\sigma = \frac{0,196 \cdot 10^3 \text{ N}}{2010 \text{ mm}^2} + \frac{13,631 \cdot 10^6 \text{ Nm}}{109000 \text{ mm}^3} + \frac{0,196 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{16700 \text{ mm}^3} = 136,889 \text{ MPa}$$

$$136,889 \text{ MPa} \leq 262 \text{ MPa}$$

- Tensión tangencial:

$$\tau_{vz} = \frac{V_z}{A_{vz}} = \frac{0,2942 \cdot 10^3 \text{ N}}{966 \text{ mm}^2} = 0,305 \text{ MPa}$$

- Von Mises:

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau_{vz}^2} \leq f_{yd}$$

$$SVM = \sqrt{136,889^2 + 3 \cdot 0,305^2} = 136,9 \text{ MPa}$$

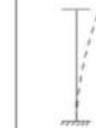
$$136,9 \text{ MPa} \leq 262 \text{ MPa} \quad \text{CUMPLE A RESISTENCIA}$$

- Comprobación por radio de giro

Para esta comprobación, calcularemos la longitud de pandeo de la viga, la cual será:

$$L_k = \beta \cdot L$$

El valor canónico de la longitud de pandeo β lo obtendremos a partir de la siguiente tabla.

Con empotramiento lateral			Sin empotramiento lateral		
(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)
					
1,0	0,7	0,5	2,0	2,0	1,0

Mediante la tabla obtendremos el valor de β , como las vigas estarán soldadas entre ellas y a los pilares, consideraremos el pilar biarticulado en ambas direcciones, por tanto diremos que $\beta = 1$. Sabiendo esto, calculamos la longitud de pandeo en cada eje.

$$L_{ky} = 1 \cdot 1 = 1 \text{ m}$$

$$L_{kz} = 1 \cdot 1 = 1 \text{ m}$$

Para finalmente saber si cumple la condición de radio de giro se deberá cumplir lo siguiente:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} \rightarrow i_y \geq \frac{1 \cdot 10^3 \text{ mm}}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{275 \text{ N/mm}^2}{210.000 \text{ N/mm}^2}}$$

$$99,7 \text{ mm} \geq 5,759 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE}$$

$$i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} \rightarrow i_z \geq \frac{1 \cdot 10^3 \text{ mm}}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{275 \text{ N/mm}^2}{210.000 \text{ N/mm}^2}}$$

$$26,9 \text{ mm} \geq 5,759 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE}$$

- Comprobación a pandeo lateral

Para saber si la viga cumple a pandeo lateral, tendremos que comprobar si cumple el apartado 35.2.1 del EAE-2011: $M_y \leq M_{bd,Rb}$.

$M_{bd,Rb}$, será el valor de cálculo de la resistencia frente al pandeo lateral.

$$M_{bd,Rb} = \frac{X_{lt} \cdot W_y \cdot f_{yd}}{\gamma_{M1}}$$

Para poder encontrar este valor, antes tendremos que calcular los factores que aparecen en la ecuación.

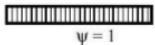
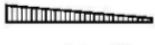
- Momento crítico

El momento crítico de la sección se calculará de la siguiente manera:

$$M_{cri} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L} \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_T} \cdot \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L^2 \cdot G \cdot I_T} + 1}$$

Primero tendremos que hallar los valores de los parámetros que intervienen en la ecuación. Empezaremos con C_1 , este parámetro se refiere al coeficiente de forma del momento, dependerá de cómo está la viga apoyada, en este caso estará apoyada en ambos extremos.

Tabla 35.2.2.1.b. Factor de corrección k_c

Distribución de momentos	k_c
 $\psi = 1$	1,0
 $-1 \leq \psi \leq 1$	$\frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$
	0,94
	0,90
	0,91
	0,86
	0,77
	0,82

k_c	C_1
1,00	1,00
0,94	1,13
0,90	1,23
0,91	1,21
0,86	1,35
0,77	1,69
0,82	1,49

Observando las tablas y sabiendo que la viga está apoyada a ambos extremos, sacamos que $k_c = 0,90$, por tanto $C_1 = 1,23$.

Conociendo este valor, ya tenemos todo para calcular el momento crítico de la sección ya que los demás valores son constantes o valores particulares del perfil, por tanto:

$$M_{cri} = 1,23 \cdot \frac{\pi}{5000} \cdot \sqrt{210000 \cdot 68,3 \cdot 10^4 \cdot 80 \cdot 10^3 \cdot 3,64 \cdot 10^4} \cdot \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 3,977 \cdot 10^9}{5000^2 \cdot 80 \cdot 10^3 \cdot 3,64 \cdot 10^4} + 1}$$

$$M_{cri} = 16664470,61 \text{ Nmm} = 16,664 \text{ KNm}$$

Siendo:

- G, módulo elasticidad transversal
- $I_T = 3,64 \text{ cm}^4$, módulo de torsión
- $I_w = 3977 \text{ cm}^6$, módulo de alabeo

- Esbeltez reducida

Antes de calcular, tenemos que saber que la esbeltez no será mayor a 2,7 en elementos secundarios a compresión, ni mayor a 2 en elementos principales. Como en este caso hablamos de un elemento principal, consideraremos que no será superior a 2.

$$\lambda_{lt} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cri}}} = \sqrt{\frac{109 \cdot 10^3 \cdot 275}{16,664 \cdot 10^6}}$$

$$\lambda_{lt} = 1,341 \leq 2 \quad \text{CUMPLE ESBELTEZ REDUCIDA}$$

- Factor de reducción por pandeo lateral

Guiándonos con las tablas 35.1.2.a y 35.1.2.b del EAE obtendremos el coeficiente de imperfección α_{lt} .

Partimos de secciones transversales de perfiles laminados en doble, y sabemos que $h/b = 160/82 = 1,95 < 2$, por tanto obtenemos que la curva de pandeo será la "a", a continuación con la tabla 35.1.2.a sacamos que, $\alpha_{lt} = 0,21$.

Ahora podemos resolver la siguiente ecuación:

$$\phi_{lt} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{lt} \cdot (\lambda_{lt} - 0,2) + \lambda_{lt}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,341 - 0,2) + 1,341^2]$$

$$\phi_{lt} = 1,519$$

$$X_{lt} = \frac{1}{\phi_{lt} + \sqrt{\phi_{lt}^2 - \lambda_{lt}^2}} = \frac{1}{1,519 + \sqrt{1,519^2 - 1,341^2}}$$

$$X_{lt} = 0,4479$$

A continuación, ya podemos calcular el valor de la resistencia frente a pandeo lateral:

$$M_{bd,Rb} = \frac{X_{lt} \cdot W_y \cdot f_{yd}}{\gamma_{M1}} = \frac{0,4479 \cdot 109 \cdot 10^3 \cdot 275}{1,05}$$

$$M_{bd,Rb} = 12786478,57 \text{ Nmm} = 12,786 \text{ KNm}$$

Para comprobar que cumple a pandeo lateral se debe cumplir que $M_y \leq M_{bd,Rb}$.

$$0,196 \text{ KNm} \leq 12,786 \text{ KNm} \quad \text{CUMPLE A PANDEO LATERAL}$$

- Comprobación por abolladura

La sección deberá cumplir que $\frac{d}{t_w} \leq 70 \cdot \varepsilon$, en caso de que cumple no será necesario comprobar la resistencia a abolladura.

Por tanto, a partir de la tabla 20.3.a del EAE-2011, obtenemos:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0,924$$

Una vez obtenido este dato, ya podemos comprobar.

$$\frac{d}{t_w} \leq 70\varepsilon \rightarrow \frac{127,2}{5} \leq 70 \cdot 0,924$$

$$25,44 \leq 64,68 \quad \text{CUMPLE ABOLLADURA}$$

Comprobación de los ELS

Con los ELU ya hemos comprobado la resistencia de la viga, ahora tendremos que comprobar que las deformaciones no sean excesivas, para que esto sea así, la flecha no superará $L/300$ para la combinación más desfavorable. Por tanto:

$$f_{max} = \frac{L}{300} = \frac{5}{300} = 0,0167 \text{ m} = \mathbf{16,67 \text{ mm}}$$

Conociendo el valor máximo válido al que puede llegar la flecha, lo comprobaremos comparándolo con el valor de la flecha máxima que obtendremos de nuestra viga.

$$f = \frac{1}{2} \cdot \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

$$f = \frac{1}{2} \cdot \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{1}{2} \cdot \frac{5 \cdot 0,714159 \cdot 5000^4}{384 \cdot 210000 \cdot 3890 \cdot 10^4} = 0,3557 \text{ mm}$$

$$f_{max} \geq f \rightarrow 16,67 \text{ mm} \geq 0,3557 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE A DEFORMACIÓN}$$

5. Diseño de las zapatas

En este apartado dimensionaremos las zapatas para nuestra estructura, para ello, cabe decir que aunque tengamos los pilares del mismo perfil, tendremos diferentes tamaños de zapatas ya que la altura de los pilares es diferente y unos estarán sometidos a más tracción / compresión que otros.

Aunque el programa nos haya resuelto el cálculo con diferentes zapatas, resolveremos la estructura con solo una dimensión de zapata, la más grande, así son todas iguales y nos aseguramos de que cumple. Las dimensiones de las zapatas serán 90x90 cm. Los resultados de cálculo para la combinación más desfavorable son:

- $N_p = 8,43 \text{ KN}$
- $M_p = 3,825 \text{ KNm}$
- $V_p = 1,863 \text{ KN}$

Para la resolución, cabe decir que contamos con un terreno cohesivo con una tensión admisible de 0,25 MPa. En cuanto a los materiales, serán HA-25 y barras de acero corrugadas B500S. El pilar como hemos visto en los cálculos para el que se hacen las zapatas es un HEB160. Dicho esto, pasamos al cálculo de zapatas que lo haremos comprobando los diferentes Estados Límite Últimos.

Del programa de cálculo nos salen unas zapatas ya diseñadas, por tanto, tomaremos esas dimensiones y serán las que comprobaremos.

Dimensiones cálculo = 1000x1000x600 mm

➤ E.L.U. Hundimiento

Haremos una pequeña estimación del peso inicial:

$$P_z = 0,1 \cdot N_p = 0,1 \cdot 8,43 = 0,843 \text{ KN}$$

Nos aseguramos del tipo de zapata que tenemos:

$$V = \frac{a - a_p}{2} = \frac{1000 - 160}{2} = 420 \text{ mm}$$

Si se trata de una zapata rígida se cumplirá:

$$V \leq 2 \cdot h = 2 \cdot 600 = 1200 \rightarrow 420 \text{ mm} \leq 1200 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE (zapata rígida)}$$

Ya sabemos que se trata de una zapata rígida, por tanto ahora pasaremos a comprobar la excentricidad, tendrá que cumplirse que $e > \frac{a}{6}$:

$$e = \frac{M}{N} = \frac{3,825 \cdot 10^6}{8,43 \cdot 10^3} = 453,737 \text{ mm}$$

$$\frac{a}{6} = \frac{1000}{6} = 166,67 \text{ mm}$$

$$453,737 \text{ mm} > 166,67 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE}$$

Al cumplir esta condición, sabemos que se trata de una zapata parcialmente comprimida, por tanto:

$$\sigma_1 = \frac{4 \cdot N}{3 \cdot (a - 2 \cdot e) \cdot b} \leq 1,25 \cdot \sigma_{t,adm}$$

$$\frac{4 \cdot 8,43 \cdot 10^3}{3 \cdot (1000 - 2 \cdot 453,737) \cdot 1000} \leq 1,25 \cdot 0,25$$

$$0,121 \text{ MPa} \leq 0,313 \text{ MPa} \quad \text{CUMPLE ELU HUNDIMIENTO}$$

➤ E.L.U. Vuelco

Para comprobar el vuelco se tiene que cumplir: $e > \frac{a}{4}$

$$\frac{a}{4} = \frac{900}{4} = 225 \text{ mm}$$

$$453,737 \text{ mm} > 225 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE ELU VUELCO}$$

➤ E.L.U. Deslizamiento

Para este Estado Límite se tendrá que comprobar que $V \leq R_d$. Este último valor se refiere a la fuerza de rozamiento entre la superficie de la zapata con el terreno donde está apoyada. Se calculará de la siguiente manera:

$$R_d = \frac{N}{\gamma_R} \cdot \operatorname{tg} \phi$$

El ángulo que tomaremos serán 30° , este valor es una característica del terreno y viene dado por un estudio geotécnico realizado en la zona.

Como coeficiente de seguridad consideraremos que es igual a 1,5.

$$R_d = \frac{8,43 \cdot 10^3}{1,5} \cdot \operatorname{tg}(30) = 3,233 \text{ KN}$$

$$V \leq R_d \rightarrow 1,863 \text{ KN} \leq 3,233 \text{ KN} \quad \text{CUMPLE ELU DESLIZAMIENTO}$$

Una vez comprobado que todos los E.L.U cumplen, confirmaremos que las dimensiones de las zapatas serán **1000x1000x600 mm**.

ARMADO DE LAS ZAPATAS

Ya hemos calculado las dimensiones, por tanto, ahora pasamos a calcular el armado, empezaremos calculando el armado mínimo paralelo al lado "a" y, puesto que la zapata es cuadrada, tendré el mismo armado mínimo paralelo para el lado "b". Habrá que tener en cuenta que tenemos un recubrimiento de 50 mm.

- Cuantía mecánica

Se tendrá que cumplir la siguiente condición:

$$T_{ad} = \frac{N \cdot (e - 0,25 \cdot a_p)}{0,85 \cdot d} \leq A_s \cdot f_{yd}$$

$$T_{ad} = \frac{8,43 \cdot 10^3 \cdot (453,737 - 0,25 \cdot 160)}{0,85 \cdot 470} = 8,73 \text{ KN}$$

$$A_s \geq \frac{T_{ad}}{f_{yd}} = \frac{8,73 \cdot 10^3}{\frac{500}{1,15}} = 20,079 \text{ mm}^2$$

- Cuantía geométrica

Mirando la tabla 42.3.5 del EHE-08, obtendremos esta cuantía geométrica mínima de la zapata la cual tendrá que cumplir:

$$A_{s,a} = \rho \cdot b \cdot h$$

Sabemos que contamos con barras corrugadas B500S y que la densidad será $\rho=0,0009$.

$$A_{s,a} = 0,0009 \cdot 1000 \cdot 600 = 540 \text{ mm}^2$$

El área que tendremos que considerar será la máxima entre la obtenida en la cuantía mecánica y la cuantía geométrica, es decir, que el área será: $A_{s,a} = 540 \text{ mm}^2$.

Para el armado utilizaremos barras de diámetro 12, por tanto el área que ocuparán las barras será de:

$$A_{\phi} = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} = \frac{\pi \cdot 12^2}{4} = 113,097 \text{ mm}^2$$

$$n \cdot A_{\phi} = A_{s,a} \rightarrow n = \frac{A_{s,a}}{A_{\phi}} = \frac{540}{113,097} = 4,77 \text{ barras} \rightarrow \mathbf{5 \text{ barras}}$$

Por último, pasamos a calcular la separación que habrá entre las barras.

$$S = \frac{b - (2 \cdot r)}{n - 1} = \frac{1000 - (2 \cdot 50)}{5 - 1} = 225 \text{ mm}$$

Contaremos con un armado de barras corrugadas B500S 5 ϕ 12 con una separación entre ellas de 225 mm.

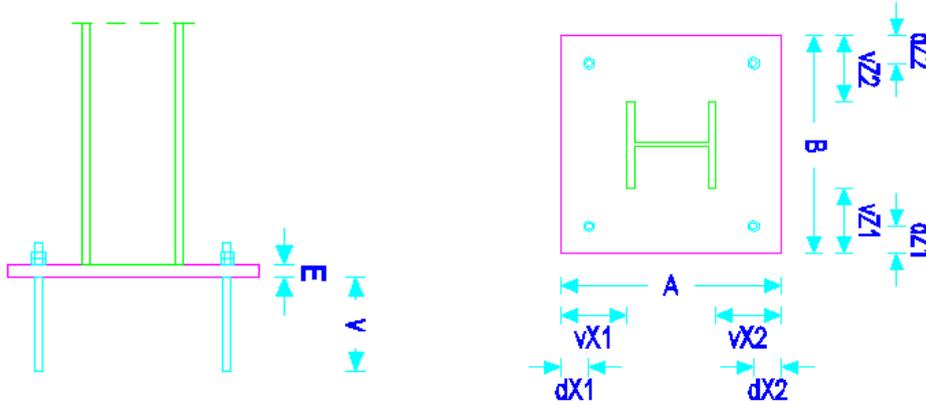
6. Cálculo placas de anclaje

Las placas de anclaje van a depender de las dimensiones de las zapatas, por tanto, como contamos con zapatas de mismas dimensiones, tendremos que diseñar una placa de anclaje, ya que todas tendrán las mismas dimensiones.

Para calcular estas placas, utilizaremos los mismos datos que hemos necesitado para el cálculo de las zapatas, es decir:

- $N_{dis} = 8,43 \text{ KN}$
- $M_{dis} = 3,825 \text{ KNm}$
- $V_{dis} = 1,863 \text{ KN}$

Tomaremos los resultados de las dimensiones de estas placas del programa de cálculo, con los cuales comprobaremos numéricamente si con estas dimensiones sería suficiente.



PLACA		ANCLAJES	
$a = 400 \text{ mm}$	$b = 400 \text{ mm}$	$d_{X1} = 50 \text{ mm}$	$d_{Z1} = 50 \text{ mm}$
$V_{X1} = 120 \text{ mm}$	$V_{Z1} = 120 \text{ mm}$	$d_{X2} = 50 \text{ mm}$	$d_{Z2} = 50 \text{ mm}$
$V_{X2} = 120 \text{ mm}$	$V_{Z2} = 120 \text{ mm}$	$V = 150 \text{ mm}$	
$E = 20 \text{ mm}$			

- Área portante

Para esto, tendremos que calcular antes que nada la resistencia del área portante que tendrá que cumplir: $f_{jd} = \beta_j \cdot k_j \cdot f_{cd} \leq 3,3 \cdot f_{cd}$, para realizar este cálculo tendremos que calcular primero todas las incógnitas.

Empezaremos por la resistencia del hormigón que como ya hemos dicho será HA25.

$$f_{cd} = \frac{f_c}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} \rightarrow f_{cd} = 16,67 \text{ MPa}$$

Seguiremos calculando las demás incógnitas de la ecuación.

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a \cdot b}} \leq 5$$

Tanto a_1 como b_1 , será el valor mínimo de las siguientes fórmulas:

- $a_1 = a + 2 \cdot a_r = 400 + 2 \cdot 250 = 900$
- $a_1 = 5 \cdot a = 5 \cdot 400 = 2000$
- $a_1 = a + h_z = 400 + 600 = 1000$

- $a_1 = 5 \cdot b_1 = 5 \cdot 900 = 4500$
- $a_1 = \mathbf{900 \text{ mm}}$

- $b_1 = b + 2 \cdot b_r = 400 + 2 \cdot 250 = 900$
- $b_1 = 5 \cdot b = 5 \cdot 400 = 2000$
- $b_1 = b + h_z = 400 + 600 = 1000$
- $b_1 = 5 \cdot a_1 = 5 \cdot 900 = 4500$
- $b_1 = \mathbf{900 \text{ mm}}$

Teniendo estos valores ya podemos calcular:

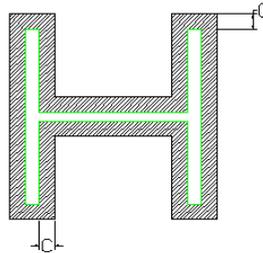
$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a \cdot b}} = \sqrt{\frac{900 \cdot 900}{400 \cdot 400}} = 2,25 \leq 5$$

Y por último sabemos que β_j equivale a 2/3. Por tanto ya podríamos calcular la resistencia portante de la superficie.

$$f_{jd} = \beta_j \cdot k_j \cdot f_{cd} \leq 3,3 \cdot f_{cd} = \frac{2}{3} \cdot 2,25 \cdot 16,67 \leq 3,3 \cdot 16,67$$

$$25,005 \text{ MPa} \leq 55,011 \text{ MPa} \quad \mathbf{CUMPLE A RESISTENCIA}$$

A continuación calcularemos el valor de “c” que se refiere al espesor que tomaremos del perímetro alrededor de la sección del pilar el cual utilizaremos para el cálculo del área portante. Utilizaremos también para este cálculo el espesor tomado de la placa de anclaje, $E=20 \text{ mm}$.



$$c = E \cdot \sqrt{\frac{f_y}{3 \cdot f_{jd} \cdot \gamma_{M0}}} = 20 \cdot \sqrt{\frac{275}{3 \cdot 25,005 \cdot 1,05}} = 37,37 \text{ mm}$$

$$c = \mathbf{37 \text{ mm}}$$

- Estudio de las solicitaciones

Para saber en qué caso nos encontramos en cuanto a compresión, flexión, o flexo-compresión. Para ello, sabemos la excentricidad que la hemos calculado para las zapatas y sabemos que es, $e = 240 \text{ mm}$. Como en nuestro caso contamos con que en

la placa habrán tracciones, diremos que se trata de un caso a flexo-compresión, por tanto se deberá de cumplir lo siguiente:

$$e > a/6 \rightarrow 240 > \frac{900}{6} = 150 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE}$$

- Comprobación dimensiones en planta

A partir de las ecuaciones de equilibrio de todos los esfuerzos que actúan en la placa, comprobaremos si tanto la armadura como la superficie del hormigón soportan dichas cargas, para ello:

$$\sum \text{Fuerzas} \rightarrow N_{dis} + Z - x \cdot b' \cdot f_{jd} = 0$$

$$\sum M(z) \rightarrow M_{dis} + N_{dis} \cdot \left(\frac{a}{2} - d_{x1}\right) - x \cdot b' \cdot f_{jd} \cdot \left(\frac{a}{2} - d_{x1} + \frac{a_p}{2} + c - \frac{x}{2}\right) = 0$$

- “x” se calculará como: $x_{max} = E + 2 \cdot c = 20 + 2 \cdot 37 = 94 \text{ mm}$
- “b” se calculará como: $b' = b + 2 \cdot c = 400 + 2 \cdot 37 = 474 \text{ mm}$

Con estos valores, calcularemos el valor de “Z”, y obtenemos que:

$$8,43 \cdot 10^3 + Z - x \cdot 474 \cdot 25,005 = 0 \rightarrow Z = x \cdot 474 \cdot 25,005 - 8,43 \cdot 10^3$$

$$3,825 \cdot 10^6 + 8,43 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{400}{2} - 50\right) - x \cdot 474 \cdot 25,005 \cdot \left(\frac{400}{2} - 50 + \frac{160}{2} + 37 - \frac{x}{2}\right) = 0$$
$$\rightarrow 5926,185x^2 - 3164582,75x + 5089500 = 0$$

$$x_1 = 532,387 \text{ mm} > x = 94 \text{ mm} \quad (\text{valor NO válido})$$

$$x_2 = 1,613 \text{ mm} < x = 94 \text{ mm} \quad \text{VÁLIDO}$$

Por tanto, con el valor de “x” que cumple la condición de no ser superior a “x.max”, calcularemos el valor de Z:

$$Z = 1,613 \cdot 474 \cdot 25,005 - 8,43 \cdot 10^3 \rightarrow Z = \mathbf{10,688 \text{ KN}}$$

- Comprobación del espesor de la placa

Para comprobar este espesor, calcularemos el momento para dos casos diferentes, con el mayor de los dos casos, comprobaremos que éste cumple al momento de diseño, si no, harán falta rigidizadores en nuestra placa de anclaje.

- Caso 1: suponemos que toda la anchura de la sección está sometida a compresión.

$$M_1 = b' \cdot f_{jd} \cdot c \cdot \frac{c}{2} = 474 \cdot 25,005 \cdot 37 \cdot \frac{37}{2} \rightarrow M_1 = 8,113 \text{ KNm}$$

- Caso 2: supondremos que la armadura se sitúa a la distancia del borde del pilar a eje de los pernos.

$$M_2 = Z \cdot \left(\frac{a}{2} - \frac{a_p}{2} - E \right) = 10,688 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{400}{2} - \frac{160}{2} - 50 \right) \rightarrow M_2 = 0,748 \text{ KNm}$$

Puesto que M_1 es mayor, realizaremos el cálculo del momento por unidad de longitud de la placa con este caso, puesto que si cumple con esta cumplirá también con el caso 2.

$$m = \frac{M_1}{b'} = \frac{8,113 \cdot 10^6}{474} = 17116,034 \text{ Nmm/mm}$$

A continuación, calcularemos el momento resistente por unidad de longitud y tendremos que comprobar que se cumple: $M_{Rd} > m$.

$$M_{Rd} = \frac{E^2 \cdot f_y}{4 \cdot \gamma_{M0}} = \frac{20^2 \cdot 275}{4 \cdot 1,05} = 26190,746 \text{ Nmm/mm}$$

$$M_{Rd} > m \rightarrow 26190,746 \text{ Nmm/mm} > 17116,034 \text{ Nmm/mm} \quad \text{CUMPLE}$$

Ya que el momento resistente de la placa es mayor al que actúa sobre ella, sabemos que la placa soportará, por ello no va hacer falta poner cartelas para rigidizarla.

- Dimensionado armaduras

Según el programa de cálculo deberemos usar 4 \varnothing 12 barras de acero corrugado B500S para cada placa de anclaje, estas armaduras deberán soportar el axil a tracción de:

$Z = 10,688 \text{ KN}$. A continuación en este apartado comprobaremos si esta dimensión es apropiada.

$$A_{\varnothing 12} = \frac{\pi \cdot 12^2}{4} = 113,097 \text{ mm}^2$$

$$A_s \cdot f_{yd} = 4 \cdot 113,097 \cdot \frac{500}{1,15} = 196,69 \text{ KN}$$

Tendrá que cumplirse la siguiente condición:

$$A_s \cdot f_{yd} > Z \rightarrow 196,69 \text{ KN} > 10,688 \text{ KN} \quad \text{CUMPLE}$$

Una vez comprobado el diámetro de los pernos, pasaremos a calcular la longitud de estos. Para ello empezaremos calculando la longitud básica del anclaje. Ya que cada perno alrededor de sí mismo dispone de más de 30 cm de hormigón de espesor, consideraremos que están en posición 1, es decir:

$$l_{bl} = \max\left(m \cdot \phi^2 \parallel \frac{f_{yk}}{20} \cdot \phi\right)$$

Para el valor de “m”, miraremos la tabla 69.51.2.a, este valor dependerá del tipo de hormigón y de las barras que utilicemos.

Tabla 69.5.1.2.a

Resistencia característica del hormigón (N/mm ²)	m	
	B 400 S B400SD	B 500 S B 500SD
25	1,2	1,5
30	1,0	1,3
35	0,9	1,2
40	0,8	1,1
45	0,7	1,0
≥50	0,7	1,0

En nuestro caso contaremos con HA-25 y barras B500S, por tanto, $m = 1,5$.

$$l_{bl} = \max\left(1,5 \cdot 12^2 \parallel \frac{500}{20} \cdot 12\right) = \max(216 \text{ mm} \parallel 300 \text{ mm}) \rightarrow l_{bl} = 300 \text{ mm}$$

A continuación, pasaremos a calcularla longitud necesaria:

$$l_{b,net} = l_{bl} \cdot \beta \cdot \frac{A_s}{A_{s,real}} \geq l_{b,min}$$

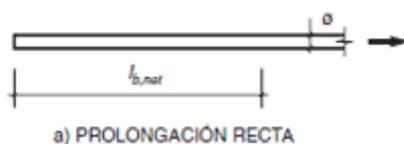
Calculamos primero todos los factores de la ecuación.

$$l_{b,min} = \max\left(10 \cdot \phi \parallel \frac{1}{3} \cdot l_b\right) = \max\left(10 \cdot 12 \parallel \frac{1}{3} \cdot 300\right) = \max(120 \text{ mm} \parallel 100 \text{ mm})$$

$$l_{b,min} = 120 \text{ mm}$$

Contamos con anclajes de prolongación recta, por tanto gracias a la tabla 69.5.1.2.b, obtenemos que $\beta = 1$.

Tabla 69.5.1.2.b. Valores de β



Tipo de anclaje	Tracción	Compresión
Prolongación recta	- 1	1
Patilla, gancho y gancho en U	0,7 (*)	1
Barra transversal soldada	0,7	0,7

$$A_s \cdot f_{yd} \geq Z \rightarrow A_s \geq \frac{Z}{f_{yd}} = \frac{10,688 \cdot 10^3}{\frac{500}{1,15}} = 24,582 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,real} = 4 \cdot 113,097 = 452,388 \text{ mm}^2$$

Una vez todos los factores obtenidos, pasamos a comprobar la inecuación:

$$l_{b,neto} = l_{bl} \cdot \beta \cdot \frac{A_s}{A_{s,real}} \geq l_{b,min}$$

De esta fórmula se toma el valor peor es decir se toma $300 \cdot 1 \cdot \frac{24,582}{452,388} = 16,301$ si es mayor que $l_{b,min}$ de lo contrario se toma $l_{b,min} = 120 \text{ mm}$

$$l_{b,neto} = \mathbf{120 \text{ mm}}$$

Esta fórmula

De este modo nos quedarían unas placas de anclaje de dimensiones 40x40x2 cm, y con 4Ø12 barras de acero corrugado B500S y una longitud de anclaje de 120 mm.

7. Comprobación de las uniones

7.1. Uniones Pilar HEB160 – Viga IPE240

La unión de los pilares con las vigas, los diseñaremos como nudo articulado por medio de tornillos para realizar los cálculos tomaremos las cargas más desfavorables:

$$N_{ed} = \mathbf{8,43 \text{ KN}}$$

$$V_{ed} = \mathbf{1,863 \text{ KN}}$$

La viga apoyará sobre el pilar, por tanto, el esfuerzo generará compresión que se transmitirá directamente a sobre las chapas, por ese motivo sólo será necesario dimensionar los tornillos teniendo en cuenta el axil.

Para este diseño, como hemos dicho antes, se tendrá en cuenta el valor máximo entre el axil ó 1/3 del cortante, por tanto:

$$N_{ed} = 8,43 \text{ KN}$$

$$\frac{1}{3} \cdot V_{ed} = \frac{1,863}{3} = 0,621 \text{ KN}$$

Como hemos comprobado, realizaremos los cálculos con $F_{V,ed} = 8,43 \text{ KN}$.

Y por otro lado tendremos en cuenta los siguientes valores:

$$f_{yb} = 240 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ub} = 400 \text{ N/mm}^2$$

Para el diseño tomaremos las siguientes indicaciones:

- La longitud máxima será $\frac{2}{3} \cdot h$, siendo h el canto del pilar HEB-160.
- Para la chapa intermedia tomaremos un espesor de 10 mm.
- Utilizaremos tornillos de métrica M16.

Comprobación Estados Límite Últimos

- Comprobación resistencia a cortante

Para esto, se tendrá que cumplir la siguiente condición: $F_{V,Ed} \leq F_{V,Rd}$.

$$F_{V,Rd} = n \cdot 0,5 \cdot f_{ub} \cdot \frac{A}{\gamma_{M2}}$$

Ya que consideramos que es cortadura simple, tomaremos $n=1$. Y γ_{M2} será igual a 1,25.

$$A = A_p = \frac{\pi \cdot \varnothing^2}{4} = \frac{\pi \cdot 16^2}{4} = 201,062 \text{ mm}^2$$

$$F_{V,Rd.1} = 1 \cdot 0,5 \cdot 400 \cdot \frac{201,062}{1,25} = 32,17 \text{ KN}$$

$$F_{V,Ed} \leq F_{V,Rd} \rightarrow 8,43 \text{ KN} \leq 32,17 \text{ KN} \quad \text{CUMPLE A CORTANTE}$$

Este último dato de 32,17 KN, sería la resistencia de un único tornillo, como vemos con un solo tornillo soportará de sobra la fuerza que se aplicará en la unión puesto que esta es de 8,43 KN. Pero, colocaremos **2 tornillos M16** en la unión ya que por motivo constructivo siempre hay que colocar por lo menos dos.

- Comprobación resistencia a aplastamiento

Para esta comprobación se debe cumplir la siguiente condición, $F_{V,Ed} \leq F_{b,Rd}$. En este caso, mantendremos que $F_{V,Ed} = 8,43 \text{ KN}$, y:

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Para poder realizar dicha ecuación tendremos que calcular todos los factores que la forman, hay algunos que ya los sabemos: $f_u = 410 \text{ N/mm}^2$, $d = 16 \text{ mm}$, y $\gamma_{M2} = 1,25$.

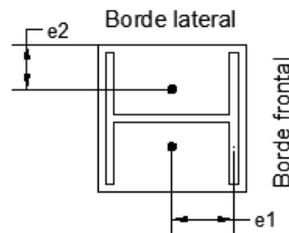
Para el resto de valores, cabe decir que tendremos que tener en cuenta el espesor de la chapa que unirá ambos perfiles, en este caso contaremos con los espesores mínimos a aplastamiento: $t = 10 \text{ mm}$.

Por otro lado, tendremos que tener en cuenta el diámetro del agujero, el taladro siempre cuenta con una holgura nominal de 2 mm, por tanto, $d_o = 16 + 2 = 18 \text{ mm}$.

Una vez todos estos datos junto con las disposiciones geométricas ya podremos pasar a calcular α , y con este sacar $F_{b,Rd}$.

$$\alpha (\text{menor de}) \left\{ \frac{e_1}{3 \cdot d_o}; \frac{p_1}{3 \cdot d_o} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1 \right\}$$

Calcularemos la distancia de los agujeros a los bordes de la chapa.



- A borde del ala de la viga (e_1)

Se deberá cumplir la siguiente condición:

$$1,2 \cdot d_o \leq e_1 \leq \text{menor de } \{40 + 4 \cdot t; 12 \cdot t; 150\}$$

$$1,2 \cdot d_o = 1,2 \cdot 18 = 21,6 \text{ mm}$$

$$40 + 4 \cdot t = 40 + 4 \cdot 10 = 80 \text{ mm}$$

$$12 \cdot t = 12 \cdot 10 = 120 \text{ mm}$$

Por tanto, nos quedaría: $21,6 \text{ mm} \leq e_1 \leq 80 \text{ mm}$

- Al borde lateral (e_2)

$$1,5 \cdot d_o \leq e_2 \leq \text{menor de } \{40 + 4 \cdot t; 12 \cdot t; 150\}$$

$$1,5 \cdot d_o = 1,5 \cdot 18 = 27 \text{ mm}$$

En este caso nos quedará: $27 \text{ mm} \leq e_2 \leq 80 \text{ mm}$

Una vez obtenidos estos valores ya podemos encontrar el valor de α .

$$\alpha (\text{menor de}) \left\{ \frac{80}{3 \cdot 18}; \frac{0}{3 \cdot 18} - \frac{1}{4}; \frac{400}{410}; 1 \right\} = \{1,481; -0,25; 0,97; 1\} \rightarrow \alpha = 0,97$$

Por tanto,

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot 0,97 \cdot 410 \cdot 16 \cdot 10}{1,25} = 127,26 \text{ KN}$$

$$F_{V,Ed} \leq F_{b,Rd} \rightarrow 8,43 \text{ KN} \leq 127,26 \text{ KN} \quad \text{CUMPLE A APLASTAMIENTO}$$

Resumen: Uniremos ambos perfiles con una placa de espesor 10 cm con 2 tornillos de métrica M16.

8. Diseño rampa

Para el diseño, cálculo y armado de los elementos de hormigón tanto de la estructura como de la cimentación, se seguirá el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, el cual aprueba el Código Estructural, ejecutándose según lo que se indica en las instrucciones.

El cálculo se realiza de forma tridimensional por métodos matriciales, considerando el elemento de la estructura como losa maciza de hormigón armado. Se establece la compatibilidad de los desplazamientos en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad y la hipótesis que declara la indeformabilidad en el plano horizontal, impidiéndose así los desplazamientos relativos entre los nudos.

Supondremos un comportamiento lineal de todos los elementos para obtener las sollicitaciones y los desplazamientos. Para dichas sollicitaciones consideraremos los principios de la Mecánica Racional y las teorías clásicas de la Resistencia de Materiales y Elasticidad.

En cuanto a Estados Límites Últimos, se comprueban: agotamiento, equilibrio, rotura, anclaje, adherencia y fatiga (si procede).

Y en los Estados Límites de Utilización, se comprueban: deformaciones y vibraciones (si procede). Definidos los estados de carga según su origen, se procede a calcular todas las combinaciones posibles con los coeficientes correspondientes de mayoración y minoración según los coeficientes de seguridad y todas las hipótesis básicas que define la norma.

Por último, los emparrillados están constituidos por nervios de sección constante dispuestos de forma ortogonal. Los apoyos se realizarán mediante la supresión de deformación vertical de la placa en el punto de apoyo y añadiendo dos rigideces de giro que será equivalente a la rigidez superior e inferior de la placa.

8.1. Características de los materiales

Los materiales que se utilizarán, así como sus características, niveles de control previstos y coeficientes de seguridad, serán:

8.1.1. Hormigón

El hormigón que se utilizará será: HA-25, donde el número nos indica la resistencia característica f_{ck} a los 28 días en una probeta cilíndrica, expresado en N/mm^2 (MPa). Se establecen dos tipos de control para toda la serie de hormigones:

- Control normal.
- Control intenso.

Para ambos, el coeficiente parcial de seguridad es: $\gamma_C = 1,50$, mientras que la resistencia de cálculo será: $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_C} = \frac{f_{ck}}{1,50}$.

Y el módulo de elasticidad del hormigón lo calcularemos: $E_j = 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{cm,j}}$

8.1.2. Acero en barras

Para las barras utilizaremos el tipo de acero según así lo indique su Límite Elástico (f_{yk}) en N/mm^2 (MPa). En este caso serán barras B500S, siendo su módulo de elasticidad $E_s = 200000 N/mm^2$.

Para estos aceros, los diámetros de las barras podrán ser: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25 y 32.

Para las barras también se establecen dos tipos de control:

- Control reducido.
- Control normal.

El coeficiente parcial de seguridad del acero será: $\gamma_S = 1,15$, siendo la resistencia de cálculo: $f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,783 MPa$.

A continuación, se dispone de una tabla con las especificaciones de cálculo y el control de calidad:

	Tipo	Coefficiente parcial de seguridad	Nivel Control	Forma elaboración
Hormigones	HA-25/B/20/IIa	1,5	Estadístico	Central
Acero	B 500 S	1,15	Normal	Sello Aenor
Ejecución		C. Permanentes 1,35 C. Variables 1,50	Normal	
Control de Calidad	Nº Lotes Tabla 88.4	100 m3	500 m2	50 Amasadas 2 Plantas
	Nº Amasadas / por lote	2		
	Nº Probetas/por amasada	3		



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Trabajo de fin de grado

DISEÑO Y CÁLCULO DE UN MIRADOR CON ESTRUCTURA METÁLICA EN LA VALL DELS ALCALANS

PRIMERA PARTE: MEMORIA
ANEXO II: SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

Alumno: Noelia López Montero

Tutor: Vicente Barres Fabado



Contenido

1. Introducción	3
2. Datos previos.....	3
2.1. Objeto instalación	3
2.2. Tipo de edificio.....	3
2.3. Superficie útil	3
2.4. Características de los sectores de incendio	3
2.5. Tipo de cubierta.....	3
2.6. Riesgo de incendio	4
3. Descripción de la instalación.....	4
4. Materiales	4
5. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes.....	5
6. Evacuación del establecimiento.....	5
7. Ventilación y eliminación de humos y gases de combustión	6
8. Instalaciones de protección contra incendios.....	6
8.1. Extintores.....	6
8.2. Sistemas de alumbrado de emergencia.....	6
8.3. Señalización	6



1. Introducción

Para la redacción de este documento seguiremos el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

2. Datos previos

2.1. Objeto instalación

Se trata de comprobar la instalación para la construcción de un mirador de estructura metálica.

2.2. Tipo de edificio

Se trata de un establecimiento que ocupa un espacio abierto, carece de fachadas y de cubierta, por tanto, se asemejaría a una construcción de tipo D.

2.3. Superficie útil

La obra constará de una superficie de aproximadamente unos 40 m².

2.4. Características de los sectores de incendio

Puesto que se trata de un mirador exterior y en una zona totalmente aislada de cualquier edificio u objeto, no contará con ningún sector de incendio, sino con un área de incendio.

2.5. Tipo de cubierta

La estructura es exterior y totalmente abierta por lo que no contará con cubierta.

2.6. Riesgo de incendio

Esta estructura al ser simplemente la estructura metálica, y no contar con ninguna cantidad de carga de fuego, podríamos asimilarlo a un riesgo bajo.

3. Descripción de la instalación

La estructura, como ya hemos dicho anteriormente, será exterior y abierta totalmente, por lo que no contará con sectorización. También hemos dicho que está totalmente aislada por lo que no habrá que tener en cuenta ningún tipo de protección con respecto a otros establecimientos o edificios.

La estructura portante contará de dos pórticos de estructura metálica apoyados sobre una montaña los cuales crearán la plataforma que actuará como mirador. Los pilares de dichos pórticos serán HEB160 mientras que las vigas serán IPE240.

La superficie construida será de aproximadamente unos 40 m², de los cuales 25 m² pertenecerán a la plataforma y el resto a la losa de acceso a dicha plataforma.

4. Materiales

La norma UNE-EN 13501-1:2019, determina las exigencias en cuanto al comportamiento al fuego de los materiales de construcción indicando a qué clase deben pertenecer. Las condiciones con respecto a la reacción al fuego de cada elemento constructivo se podrán justificar de dos maneras:

- A través de su clase según la clasificación europea.
- A través de su clase según la norma UNE-23727:1990, sobre ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción y su clasificación.

Todos aquellos materiales que sean conforme a dicha norma, podrán ser utilizados después de que acabe el período de coexistencia. Para que esta posibilidad esté vigente, se deberán de acreditar la clase a la que pertenecen los elementos según la norma UNE-23727, con la evaluación del marcado “CE”.

5. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes

Esta estabilidad se puede definir como el tiempo que puede resistir la estabilidad mecánica del elemento constructivo durante el incendio, la norma correspondiente que debe cumplir será la decisión 2003/629/CE de la Comisión, del 3 de diciembre de 2003.

El valor de la estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes se determinará por cada sector, como en este caso que es tipo D no tenemos sector si no "área de incendio" y con el menor riesgo posible, no se exige estabilidad al fuego de elementos portantes.

6. Evacuación del establecimiento

Según el apartado 7.2 del artículo 7 de la norma NBE-CPI/96, los establecimientos deberán tener dos salidas de emergencia cuando el número de personas en su interior sea superior a 50. En nuestro caso al disponer de una plataforma de 25 m² y estar en una zona poco transitable, nunca contaremos con ese número de ocupantes.

Por otro lado, el artículo 7.2 de la misma norma, indica lo siguiente:

Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas		
Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	35m(**)	50 m
Medio	25 m(***)	50 m
Alto	-----	25 m

Como hemos dicho antes, no contaremos con riesgo pero considerando de forma más desfavorable que sea riesgo bajo, toda nuestra estructura contando la rampa de acceso será muy inferior a 35 m, por tanto, únicamente con la salida y entrada de acceso, nos servirá como salida de emergencia en caso de tener que evacuar.

7. Ventilación y eliminación de humos y gases de combustión

Puesto que se trata de un mirador totalmente abierto sin ningún tipo de cerramiento no habrá que contar con nada para ventilar y eliminar los humos y gases que se formen de la combustión.

8. Instalaciones de protección contra incendios

8.1. Extintores

Los extintores se deben instalar en los sectores de incendio, puesto que no tenemos sectores de incendio ni carga de fuego como ya hemos justificado anteriormente, no será necesaria la instalación de extintores.

8.2. Sistemas de alumbrado de emergencia

No será necesaria la instalación de estos sistemas ya que al estar al aire libre durante el día habrá completa visibilidad y por la noche estará el alumbrado ya instalado en la zona.

8.3. Señalización

Según el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Habrá que señalar todas las salidas y los medios de protección contra incendios manuales, siempre y cuando no sean fácilmente localizables.

Puesto que en esta construcción no estamos en esa situación, no habrá necesidad de señalización.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Trabajo de fin de grado

DISEÑO Y CÁLCULO DE UN MIRADOR CON ESTRUCTURA METÁLICA EN LA VALL DELS ALCALANS

PRIMERA PARTE: MEMORIA
ANEXO III: ESTUDIO BÁSICO SEGURIDAD Y SALUD

Alumno: Noelia López Montero

Tutor: Vicente Barres Fabado

Contenido

1. Introducción	4
2. Objetivo	4
3. Datos de la obra	4
4. Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud	4
5. Normas de Seguridad y Salud aplicables en la obra	5
6. Memoria constructiva.....	6
6.1. Previamente a la ejecución.....	6
6.2. Instalaciones provisionales	6
6.2.1. Instalación eléctrica	6
6.2.2. Instalación contra incendios.....	7
6.2.3. Instalación de higiene y bienestar	7
7. Riesgos más frecuentes y medidas de prevención	8
7.1. Caídas a distintos niveles	8
7.2. Caídas de objetos desprendidos y manipulados	8
7.3. Golpes y cortes por herramientas o máquinas	9
8. Equipos	9
8.1. Equipos de protección individual.....	9
8.2. Equipos de trabajo en suspensión	9
8.3. Protecciones a terceros	9
9. Procedimientos de trabajos seguros	10
9.1. Normas de actuación durante los trabajos	10
9.2. Albañilería.....	11
9.3. Soldadura	11
9.4. Pintura	12
9.5. Máquinas – herramientas	12
9.5.1. Sierra radial	12
9.5.2. Taladro portátil.....	13
9.6. Tareas de limpieza	13
10. Primero auxilios.....	14
11. Normativa aplicable.....	14
12. Obligaciones del promotor.....	15
13. Obligaciones de los contratistas y subcontratistas	15
14. Obligaciones de los trabajadores autónomos	16
15. Coordinador de seguridad y salud.....	16



16.	Elaboración del plan de seguridad y salud en el trabajo	17
17.	Libro de incidencias.....	17
18.	Paralización de los trabajos.....	18
19.	Derechos de los trabajadores.....	18
20.	Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables en la obra.	18

1. Introducción

En el presente anexo, se redactará el Estudio Básico de Seguridad y Salud siguiendo el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, el cual establece disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

2. Objetivo

Para la redacción el anexo, será importante el artículo 6 de la Ley dicha anteriormente, este artículo cita las normas reglamentarias que habrá que seguir para garantizar la correcta protección de los trabajadores.

Este estudio lo haremos referido a la construcción de un mirador de estructura metálica en La Vall dels Alcalans, Montroy. A continuación, iremos nombrando todas aquellas normas, prohibiciones o recomendaciones, tanto para los riesgos que puedan ocurrir a los trabajadores como el buen uso y mantenimiento de todos los equipos utilizados a lo largo de la ejecución de la obra.

Si se diera el caso de algún riesgo que no estuviera reflejado en este estudio, el responsable deberá estudiarlo y tomará las medidas pertinentes, integrándolo después en el plan de seguridad y salud.

3. Datos de la obra

- Mirador de estructura metálica.
- Emplazamiento: cima del cerro situado al oeste de Montroy, junto a la “Torre de Montroy”, sobre La Vall dels Alcalans.
- Técnico autor del Estudio Básico de Seguridad y Salud: Noelia López Montero.
- Sup. Construida: aproximadamente 40 m² contando la plataforma y la rampa.

4. Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud

Para poder justificar la redacción de este Estudio, seguiremos el apartado 1 del artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, el cual nos indica los supuestos que debe cumplir nuestro proyecto para que sea obligatorio el Estudio Básico de Seguridad y Salud.

- El presupuesto total del proyecto tendrá que ser igual o superior a 450.759,1 €.
- La duración de la ejecución tendrá que ser mayor de 30 días laborales, y que lleguen a trabajar simultáneamente más de 20 trabajadores.
- La suma de todos los días de trabajo total de los trabajadores tendrá que ser superior a 500.
- No se tratará de obras de túneles, presas, conductos subterráneos...

Aunque la ejecución de nuestro proyecto no cumpla ninguna de estas situaciones, según el apartado 2 del mismo artículo, nos dice que a pesar de no cumplir un supuesto de los anteriores, el promotor estará obligado a, que durante la fase de redacción del proyecto, realice un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

5. Normas de Seguridad y Salud aplicables en la obra

- **Ley 31/1995**, de 8 de Noviembre, prevención de riesgos laborales.
- **Real Decreto 39/1997**, de 17 de Enero, reglamento de servicios de prevención.
- **Real Decreto 485/1997**, de 14 de Abril, disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- **Real Decreto 486/1997**, de 14 de Abril, disposiciones mínimas de seguridad en lugares de trabajo.
- **Real Decreto 487/1997**, de 14 de Abril, disposiciones mínimas de seguridad y salud a la manipulación manual de cargas que pueda ocasionar daños a los trabajadores.
- **Real Decreto 773/1997**, de 30 de Mayo, disposiciones mínimas de seguridad y salud a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- **Real Decreto 1215/1997**, de 18 de Julio, disposiciones mínimas de seguridad y salud a la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.
- Estatuto de trabajadores.
- **Real Decreto 1627/1997**, de 24 de Octubre, disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- **Ley 54/2003**, de 12 de Diciembre, reforma marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- **Real Decreto 171/2004**, de 30 de Enero, donde se desarrolla la **Ley 31/1995**, de 8 de Noviembre, prevención de riesgos laborales de coordinación de actividades empresariales.
- **Real Decreto 2177/2004**, de 12 de Noviembre, modifica el **Real Decreto 1215/1997**, de 18 de Julio, que establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para utilización por los trabajadores de equipos de trabajo, en trabajos temporales en altura.
- **Real Decreto 542/2020**, de 26 de Mayo, modifica y deroga disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.

6. Memoria constructiva

Como ya hemos dicho para la redacción del presente anexo nos centraremos en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre. Además este estudio contará con información valiosa para el desarrollo de trabajos de forma segura y pautas para los trabajos de mantenimiento.

El artículo 7 del RD citado anteriormente, habla del plan de seguridad y salud en el trabajo. Este plan será redactado por el contratista antes del inicio de la obra, en este plan se deberán analizar, desarrollar y complementar todo lo contenido en el estudio de seguridad y salud. En este plan, el contratista deberá incluir todas aquellas medidas alternativas con su justificación técnica.

El presente estudio, tendrá que ser aprobado por el coordinador de seguridad y salud previamente a la ejecución de la obra. El contratista podrá modificarlo pero siempre con aprobación del coordinador que lo haya aprobado. Si no se necesitará un coordinador, las funciones que le corresponderían a este, las asumirá la dirección facultativa.

6.1. Previamente a la ejecución

Habrá que acondicionar la zona de la obra antes de empezar con la ejecución para asegurar el paso de los trabajadores de forma bien señalizada y que sea seguro, para ello habrá que:

- Prohibir aparcar en la entrada de vehículos.
- Uso obligatorio de casco de seguridad.
- Prohibir el paso a personas ajenas de la obra.
- Prohibir paso de peatones en por entada de vehículos.

6.2. Instalaciones provisionales

6.2.1. Instalación eléctrica

Se tendrá que instalar una instalación eléctrica provisional puesto que en la zona de la ejecución no dispondremos de electricidad. Así de esta forma contaremos con suministro eléctrico para aquellos trabajos que lo necesiten, y estas instalaciones provisionales deberán cumplir con el reglamento electrotécnico de baja tensión.

La compañía suministradora tendrá que autorizar la documentación necesaria para poder llevar a cabo dicha instalación.

Durante esta instalación, los instaladores por obligación, tendrán que llevar un casco homologado de seguridad dieléctrica, guantes y botas aislantes, herramientas manuales

que también estén aisladas... La acometida la realizarán a partir de un cuadro general el cual estará formado por los interruptores, un diferencial, una puesta a tierra y un seccionador general de corte automático.

Habrà que tener un mantenimiento periódico e ir revisando todas sus partes, como enchufes, cables, tomas de tierra, para asegurarnos de que la instalación se mantiene en buenas condiciones y no haya ningún problema durante la ejecución.

Mientras se realicen los trabajos, se tendrá que tener en cuenta unas normas:

- Toda la instalación será de baja tensión a no ser que se notifique lo contrario.
- Los conductores que vayan por el suelo no se podrán pisar, y si pasa por zonas de paso se protegerán.
- Las partes de la instalación aéreas, se tensarán con piezas especiales.
- Todas las derivaciones dispondrán de mando de marcha y parada.
- La parte de instalación dedicada al alumbrado estará separada de las zonas de trabajo.
- Las luces que dispongamos para alumbrar, se situarán a una altura igual o superior de 2,50 m del suelo.
- Los elementos deteriorados se cambiarán lo más rápido posible.
- Habrá que señalar los lugares donde se sitúen todas las partes de la instalación eléctrica.
- Habrán instrucciones de medidas que habrá que poner en práctica en caso de incendios o accidentes eléctricos.

6.2.2. Instalación contra incendios

Para evitar la producción de incendios, las máquinas que se vayan a utilizar contarán con todos los componentes de seguridad indicados, no se podrá fumar cerca de elementos combustibles o líquidos inflamables, igual que tampoco se podrán almacenar muchas cantidades de estos elementos.

Cerca de estos elementos o materiales no se podrán realizar trabajos de soldadura o colocar máquinas que puedan ocasionar incendios. Se tendrá que disponer de elementos de extinción para poder actuar en caso de que esto sucediera.

Las instalaciones eléctricas provisionales contarán con una revisión y mantenimiento obligatorio ya que puede ser un foco para que se provoque un incendio.

6.2.3. Instalación de higiene y bienestar

En relación a estas instalaciones únicamente se marcarán las necesidades que deben abastecer y la superficie en función de los trabajadores, a partir de esto, el jefe de obra será el que ubique esta instalación y programe las necesidades.

7. Riesgos más frecuentes y medidas de prevención

7.1. Caídas a distintos niveles

Este es uno de los principales riesgos al realizar trabajos a distintos niveles de altura. Estas caídas suelen ser debidas a roturas de cuerdas, trabajos en alturas como soldadura o uso de herramientas cortantes sin ningún tipo de protección, entre otros. También se puede dar el fallo en las escaleras manuales, montaje inadecuado de los procesos de seguridad para ciertos trabajos en altura, como andamios. Habrá que, por tanto, informar y formar de estas causas y de sus soluciones a los trabajadores que vayan a participar en la ejecución de la obra.

Para evitar que las cuerdas se rompan, será obligatorio usar doble cuerda y elementos de seguridad sobre ellas en todos los trabajos en altura. Todos estos elementos de seguridad que se vayan a utilizar en estos trabajos tendrán que pasar por revisiones para garantizar que están en buen estado. En caso de que no pasaran las supervisiones indicadas se dispondrá a cambiar el elemento de seguridad por otro en buen estado para la realización de estos trabajos.

7.2. Caídas de objetos desprendidos y manipulados

El principal lugar donde se dan estos accidentes suele ser en el transporte de los materiales y herramientas y en el suministro de estos, estas caídas de objetos pueden hacer tanto daños materiales, como daños a los trabajadores como daños a terceros. Para ello se toma una serie de medidas para evitar en la mayor medida de lo posible estos accidentes.

Se informará y formará a todos los trabajadores involucrados en el transporte y suministro, las herramientas pequeñas irán siempre en una bolsa o cajas de herramientas mientras que las más grandes se dispondrán en cajas de seguridad para evitar también que estas se dañen, para el transporte de líquidos se hará en unos recipientes herméticamente cerrados y en caso de estos líquidos ser químicos se tomarán unas medidas especiales. Todos los trabajadores contarán con EPI's. En la zona de trabajo donde se enchufe la máquina a la red eléctrica, se hará un nudo en el cable de tal forma que el cable no esté tenso y evite que se desenchufe accidentalmente.

7.3. Golpes y cortes por herramientas o máquinas

Como ya hemos dicho antes, todos los trabajadores deben contar con EPI's, en este caso para la utilización de herramientas o máquinas que puedan cortar deberán llevar obligatoriamente guantes anticorte y botas de seguridad. También se les tendrá que hacer una formación a los trabajadores sobre uso y mantenimiento de estas máquinas/herramientas para evitar lo máximo posible que sucedan estas cosas.

8. Equipos

8.1. Equipos de protección individual

Estos equipos de protección individual son los llamado EPI's, como hemos comentado en los apartados anteriores, todos los trabajadores los tendrán que llevar, cambiando según el tipo de trabajo a realizar. Será de uso obligatorio a no ser que las normas excluyan algún tipo de trabajo. Por lo general, este quipo de protección son: guantes, casco, botas de seguridad y ropa de trabajo. Y, para algunos trabajos se obligará aportar algo más al equipo, como por ejemplo el tratamiento de productos químicos o el movimiento de tierras que será imprescindible una mascarilla con filtro.

8.2. Equipos de trabajo en suspensión

Estos equipos se refieren a los necesarios en trabajos en altura en suspensión, formarán parte de este equipo los arneses, las cuerdas, los mosquetones con seguro, los bloqueantes de ascenso, etc.

8.3. Protecciones a terceros

Estas protecciones serán necesarias cuando los trabajos a realizar sean por ejemplo en vías públicas las cuales estarán transitadas por gente, en este caso, si se trata de una zona de ejecución grande será necesario la utilización de andamios que tendrán que cumplir una serie de normas para garantizar el bienestar de terceros, en cambio, si la zona de trabajo es más pequeña servirá con una red de protección sobre la zona de la ejecución.

9. Procedimientos de trabajos seguros

Para garantizar un trabajo seguro en altura, habrá que montar la instalación de los tendidos de trabajo, esta instalación se divide en dos partes, zona de cabecera y zona vertical. La zona cabecera será la parte superior, es decir, la parte donde se anclarán todos los elementos de seguridad y las cuerdas. Estos elementos previamente deberán haber pasado una inspección para así asegurar su seguridad, una de las pruebas que se realizan será cargar un peso superior al que se cargará en el momento de la ejecución para asegurarnos que resiste.

Cuando ya está esta zona instalada, se pasa a la instalación de la zona de trabajo vertical, la cual estará comprendida por las cuerdas y elementos de seguridad, los cuales son los que permitirán llegar a la zona de trabajo. Se contarán con algunos elementos extras como protecciones antirroce, elementos de suspensión, técnicas como fraccionamientos... Para evitar en la mayor medida posible el rozamiento de las cuerdas o elementos de seguridad con la estructura.

9.1. Normas de actuación durante los trabajos

La seguridad en los trabajos verticales es fundamental, por ese motivo, los trabajadores deberán comprobar a cada momento que la instalación está en perfecto estado y conservarlo correctamente, ante cualquier daño en la instalación se tendrá que cambiar el elemento dañado o en su defecto, toda la instalación. En el momento que se ponga en peligro la seguridad de cualquier persona, se pararán todos los trabajos en vertical que se vayan a ejecutar con dicha instalación.

En cualquier trabajo a un nivel de altura, será obligatorio utilizar por los trabajadores un equipo de protección individual anticaídas. Igual que será obligatorio el uso de doble cuerda con sus correspondientes elementos de seguridad instalados. En el momento que se utilicen máquinas/herramientas de corte, soldadura o productos químicos el cabo de anclaje se cambiará por una cadena metálica, ya que podría estropear sus condiciones de seguridad.

Los descensos en las zonas de trabajo se realizarán mediante las cuerdas y los elementos de la instalación de seguridad, incluyendo obligatoriamente el dispositivo anticaídas en la cuerda, comentada anteriormente. Para estos descensos la velocidad máxima que podrán coger los trabajadores no será mayor a 2 m/s.

Siempre y cuando la normativa y las condiciones de seguridad lo demanden, será obligatorio el uso de EPI's de los trabajadores, tendrán que llevar cascos, guantes, botas de seguridad, mascarilla, entre otros.

Cuando las condiciones climáticas no lo permitan (lluvia, mucho viento...), se suspenderán todos los trabajos que puedan dañar a los trabajadores como trabajos con herramientas eléctricas, o soldaduras.

En caso de utilizar herramientas calorífugas en altura, en vez de cuerdas se utilizarán cables de acero o cadenas metálicas las cuales se protegerán con un bloqueador en el cable o en la cadena, y se anclarán desde su extremo.

9.2. Albañilería

Para los trabajos de albañilería se tomarán una serie de precauciones, entre ellas estará la correcta elección de la herramienta que se vaya a utilizar; dichas herramientas tienen unos fines de uso indicados, por tanto, no se podrán utilizar para cualquier otro uso; se deberá comprobar que está en perfecto estado, desde el mango que no esté astillado y que no estén sueltos, hasta si son cortantes que estén perfectamente afilados; las cabezas metálicas tanto de herramientas como elementos no deben tener rebabas; comprobar que todos los EPI's cumplan la norma y las condiciones que se indiquen y deben estar homologados; tener en cuenta todas las protecciones necesarias o EPI's según el tipo de máquina/herramienta que se vaya a utilizar, como por ejemplo para máquinas eléctricas, protecciones aislantes o para máquinas de corte, guantes adecuados para cortar.

Todas las máquinas/herramientas cuando se almacenen deberán estar correctamente ordenadas y en sus correspondientes cajas. Y en lugares donde no molesten en la zona de trabajo como pasillos o en zonas a niveles de altura donde puedan caer y ocasionar algún tipo de daño.

9.3. Soldadura

Como ya hemos dicho anteriormente, en cualquier trabajo con herramientas que desprenda calor, como es la soldadura, todos los anclajes habrá que cambiarlos obligatoriamente por una cadena metálica.

Igual que para la albañilería, se tendrán que tomar una serie de medidas, si la herramienta es muy grande se tendrán que asegurar con un cordino los cuales se podrán anclar a las anillas del arnés del trabajador; todos los cables, aislamiento y enchufes o terminales de la máquina/herramienta se tendrán que comprobar antes de usarlo; nunca se podrá dejar colgando la herramienta del cable de suministro de la energía, por otro lado, esta conexión no se debe de poder desenchufar de forma accidentada, se evitará que los vehículos pasen por encima, y, no se dejarán descansar estos cables sobre objetos calientes, charcos o cualquier lugar que pueda dañar estas máquinas/herramientas; para mover la máquina se desconectará para que no tenga corriente eléctrica y una vez en el nuevo sitio de trabajo se volverá a conectar; los

trabajadores usaran siempre el EPI adecuado; los electrodos para la soldadura se llevarán en una soporte de manutención hecho de material aislante; las operaciones no se realizarán con tensiones superiores a 150V cuando se trate de corriente continua ni superior a 50V si se realizan en zonas húmedas o en zonas conductoras.

9.4. Pintura

Todos los productos irán con su ficha de seguridad e identificados con una etiqueta, las cuales tendrán que estar siempre en buen estado y se tendrá que leer con total claridad, los trabajadores tendrán que estar formados para que sepan identificar los pictogramas y frases de la etiqueta.

Las fichas de seguridad deberán incluir la información necesaria en caso de urgencia, explicará todos los riesgos y el modo de actuación en caso de que suceda algo de lo indicado.

Las pinturas pertenecen a la familia de productos químicos, por lo tanto, muchas de ellas serán muy inflamables, por tanto, no se deberán almacenar en lugares que sean más propensos a incendiarse, donde dé el sol directamente o focos de calor. Los recipientes en los que se almacenen deberán ser herméticos.

Siempre que se realice un trabajo con pintura, en el puesto de trabajo se dispondrá de la cantidad de pintura necesaria para la ejecución para evitar sobras de material innecesarias. Si junto a esto se quieren usar otros tipos de producto como disolventes, yesos, cementos, etc. Se tendrán que mirar bien las hojas de seguridad de cada producto para ver si son compatibles y prevenir de todo lo que pueda suceder.

En caso de ejecutarlo en vertical, se utilizarán contenedores que se suspenderán hasta la altura donde este el trabajador y no se llenaran más de 1/3 de su capacidad. En caso del producto que se manipula sea un producto muy agresivo se dispondrán unas medidas adicionales.

9.5. Máquinas – herramientas

9.5.1. Sierra radial

Al tratarse de una máquina que puede cortar por equivocación elementos de la instalación de seguridad, se cambiará el anclaje por una cadena metálica. Previo a su accionamiento el trabajador que la vaya a utilizar, comprobará que todas sus conexiones eléctricas están en perfecto estado, sin roturas y apartados del radio de acción de la máquina. Se deberá usar con las manos totalmente limpias y secas y comprobando

también la carcasa de seguridad, mirando que no tenga ninguna rotura/fisura, y en caso de que esto suceda o genere ruidos raros se procederá a apagarla de inmediato.

Cuando se quiera cambiar algún accesorio de la máquina, se podrá hacer únicamente en caso de que este nuevo elemento sea compatible con la máquina que tenemos en funcionamiento, y se hará con la herramienta indicada en el manual de uso. El operario para realizar trabajos con esta máquina tendrá que adoptar posturas adecuadas para aguantar el equilibrio y no hacerse daño. Y, por último, no habrá que sobrecargar la máquina y trabajar dentro de las potencias recomendadas por el fabricante.

9.5.2. Taladro portátil

Este tipo de máquinas deberán ser comprobadas y que estén siempre en correcto estado y en caso de que no retirarlo de inmediato ya que los daños que pueden generar son muy peligrosos para la salud de los trabajadores.

En cuanto al cable de suministro eléctrico, habrá que seguir una serie de instrucciones, entre ellas está revisar el cable de suministro por si presenta cualquier defecto; sólo se utilizarán cables colocado por el suelo para evitar tropiezos o cualquier daño tanto al cable como a trabajadores; por último, se comprobará que la broca está correctamente colocada y que mantenga una limpieza para que se pueda ejecutar el trabajo sin ningún tipo de problema, la perforación se deberá hacer con el ángulo indicado por eso tiene que estar bien alineada y bien colocada.

Los trabajadores dispondrán de EPI's, entre esos equipos de protección llevarán caso de polietileno, guantes de cuero para evitar daños, botas de seguridad, ropa adecuada de trabajo y gafas de seguridad.

9.6. Tareas de limpieza

Para la ejecución de los trabajos de limpieza, todos los trabajadores que los realicen dispondrán de EPI's (gafas, mascarilla, guantes de látex y calzado adecuado), y se llevarán a cabo una serie de indicaciones:

- Se tendrán que utilizar los productos químicos que recomienda la empresa.
- No se comerá, beberá o fumará mientras se estén manipulando los productos de limpieza.
- Nunca se mezclarán productos para evitar reacciones peligrosas.
- No se almacenarán los productos cerca de fuentes de calor.
- Se guardarán en lugares secos y cada producto bien cerrado en su envase, no se podrán cambiar de envases.
- Se manipularán con cuidado para evitar cualquier tipo de derrame.

10. Primeros auxilios

La empresa constructora designará a una persona capacitada el cargo del botiquín que se dispondrá en la obra el cual contará con todo lo necesario para poder actuar en caso de un accidente durante la ejecución de la obra.

Todos los trabajadores se informarán de los centros médicos cercanos a los cuales tendrían que trasladar a la persona herida. Esta información deberá estar en la obra en un sitio con visibilidad, donde se encontrarán los números de teléfono y direcciones de dichos centros médicos.

11. Normativa aplicable

- **Ley 31/1995**, de 8 de noviembre, Prevención de Riesgos Laborales.
- **Real Decreto 39/1997**, de 17 de enero, aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- **Real Decreto 485/1997**, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- **Real Decreto 486/1997**, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en lugares de trabajo.
- **Real Decreto 487/1997**, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relacionadas a la manipulación manual de cargas que puedan ocasionar daños físicos a los trabajadores.
- **Real Decreto 664/1997**, de 12 de mayo, sobre protección de trabajadores a riesgos relacionados con explosiones de agentes biológicos durante la ejecución.
- **Real Decreto 665/1997**, de 12 de mayo, sobre protección de trabajadores frente a riesgos por exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- **Real Decreto 773/1997**, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de equipos de protección individual.
- **Real Decreto 949/1997**, de 20 de junio, establece el certificado de profesionalidad de ocupación de prevencionista de riesgos laborales.
- **Real Decreto 1215/1997**, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de equipos de trabajo.
- **Real Decreto 1627/1997**, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- **Ley 8/1998**, de 7 de abril, sobre infracciones y sanciones de orden social.
- **Real Decreto 374/2001**, de 6 de abril, sobre riesgos relacionados con agentes químicos.
- **Real Decreto 614/2001**, de 8 de junio, sobre protección contra el riesgo eléctrico.
- **Real Decreto 2177/2004**, de 12 de noviembre, sobre utilización de equipos de trabajo en trabajos temporales en altura.

- **Real Decreto 286/2006**, de 10 de marzo, sobre riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- **Ley 32/2006**, de 18 de octubre, sobre subcontrataciones en el sector de la construcción.
- **Ley 20/2007**, de 11 de julio, Estatuto del trabajador autónomo.
- **Real Decreto 1644/2008**, de 10 de octubre, establece las normas para la comercialización y puesta en marcha de las máquinas.
- **Real Decreto 327/2009**, de 13 de marzo, desarrolla la Ley 32/2006.
- **Orden TIN/1071/2010**, de 27 de abril, sobre comunicaciones de apertura o reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- **Real Decreto 2/2015**, de 23 de octubre, aprueba la Ley del Estatuto de los Trabajadores.

12. Obligaciones del promotor

Puesto que en la ejecución de la obra habrá varios subcontratistas, previo al inicio del trabajo, el promotor deberá designar un coordinador en materia de seguridad y salud en la fase de ejecución. Este promotor según el Real Decreto 1627/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en la construcción de una obra, deberá informar a la autoridad competente exponiéndose en la obra de manera visible.

13. Obligaciones de los contratistas y subcontratistas

- Están obligados a aplicar los principios de acción preventiva que nombra el **artículo 15 de la Ley 31/1995**, sobre Prevención de Riesgos Laborales, y tendrán también que llevar a cabo las actividades del **artículo 10 del Real Decreto 1627/1997**.
- Tienen que cumplir ellos y todo el personal a su cargo todo lo establecido en el **artículo 7 del Real Decreto 1627/1997**, sobre el plan de seguridad y salud.
- Deberán cumplir las obligaciones sobre coordinación establecidas en el **artículo 24 de la Ley 31/1995**, así como el **anexo IV del Real Decreto 1627/1997**, el cual establece las disposiciones mínimas establecidas.
- Tendrán que formar e informar a los trabajadores autónomos de las medidas sobre seguridad y salud que deban adoptar durante la ejecución de la obra.
- Cumplirán las indicaciones del coordinador de seguridad y salud o de la dirección facultativa.

El contratista y subcontratistas serán los responsables de que en todo momento se cumplan las medidas establecidas en el plan de seguridad y salud durante toda la

ejecución de la obra y por parte de todos los trabajadores. En el caso de incumplir ciertas normas tendrán que asumir las consecuencias redactadas en el **apartado 2 del artículo 42 de la Ley 31/1995** sobre Prevención de Riesgos Laborales.

14. Obligaciones de los trabajadores autónomos

- **Artículo 15 de la Ley 31/1995**, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario tendrá que aplicar los principios de acción preventiva. Entre ellos, retirar materiales peligrosos utilizados, almacén y evacuación de residuos, mantenimiento correcto de la obra, cooperación entre todos los trabajadores, etc.
- Deberán cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud durante el período de ejecución de la obra recogidas en el **anexo IV del Real Decreto 1627/1997**.
- Están obligados a cumplir las obligaciones que establece el **artículo 29, apartados 1 y 2, de la Ley 31/1995**.
- El **artículo 24 de la Ley 31/1995**, establece una serie de medidas de coordinación de actividades empresariales a las cuales los trabajadores tendrán que ajustar sus actuaciones durante la ejecución de la obra.
- Todos los equipos utilizados durante la ejecución deberán ajustarse a lo establecido en el **Real Decreto 1215/1997**, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para el uso de equipos de trabajo.
- Se elegirán los equipos de protección individual según los términos del **Real Decreto 773/1997**, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para el uso de equipos de protección individual.
- Deberán cumplir todas las indicaciones que el coordinador o dirección facultativa indique sobre seguridad y salud durante toda la ejecución de la obra.

15. Coordinador de seguridad y salud

El coordinador de seguridad y salud tiene una serie de funciones, que en caso de no ser necesario este coordinador asumirá este papel la dirección facultativa. Algunas de las funciones son:

- Tomar ciertas medidas para evitar el paso a la obra a las personas ajenas a esta.

- Llevar a cabo la coordinación de actividades empresariales establecidas en el **artículo 24 de la Ley 31/1995**.
- Deberá aprobar el plan de seguridad y salud redactado por el contratista.
- Tendrá que controlar que todas las actividades se realizan de forma correcta en cuanto a seguridad y salud y coordinarlas según el **artículo 15 de la Ley 31/1995** durante la ejecución de la obra para garantizar que se ejecute correctamente, para esto se seguirá también el **artículo 10 del Real Decreto 1627/1997**.

16. Elaboración del plan de seguridad y salud en el trabajo

El contratista que realice el plan de seguridad y salud, lo realizará antes del inicio de la obra y en este redactará y estudiará todas las previsiones a lo largo de la ejecución de la obra en función de su propio sistema de ejecución. También se indicarán todas las medidas alternativas de prevención que irán justificadas técnicamente, e igualarán los niveles previstos en el estudio de seguridad y salud.

El coordinador o la dirección facultativa deberán aprobar este plan. El cual podrá ser modificado por el contratista a lo largo de la ejecución de la obra siempre y cuando se notifique y se traten de modificaciones o incidentes que hayan surgido durante la ejecución. Siempre con la aprobación del coordinador de seguridad y salud o de la dirección facultativa.

Este plan de seguridad y salud tendrá que estar siempre presente en el lugar de la obra, y todas las personas u órganos con responsabilidades podrán presentar sugerencias o alternativas por escrito y justificado.

17. Libro de incidencias

Durante la ejecución de la obra existirá este libro, el cual debe mantenerse siempre durante la ejecución, con el objetivo de controlar y hacer un seguimiento del plan de seguridad y salud. Este libro será facilitado por el Colegio profesional al cual pertenezca el técnico que apruebe dicho plan y la Oficina de Supervisión de Proyectos, o en caso de tratarse de obras de la Administración pública, el órgano competente que corresponda.

Este libro lo tendrá siempre el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. A pesar de estar a disposición del coordinador, tendrán acceso siempre que quieran la dirección facultativa, los contratistas, los subcontratistas, los trabajadores autónomos, los representantes de los trabajadores y los técnicos. Todos estos podrán

hacer cualquier tipo de anotación siempre y cuando estén relacionadas con los objetivos del libro redactados en el apartado 1 del artículo 13 del Real Decreto 1627/1997.

Cuando se realice alguna anotación en este libro, el coordinador o la dirección facultativa tendrán que avisar al contratista y al representante de los trabajadores a los cuales les afecten estos cambios. En caso de que la anotación tratase sobre el incumplimiento de alguna norma de seguridad y salud se avisará directamente al inspector de trabajo y seguridad social en un plazo de 24 horas.

18. Paralización de los trabajos

Si se incumpliera alguna norma de seguridad y salud, el coordinador deberá avisar al contratista el cual tendrá que reflejarlo en el libro de incidencias y en caso de ser una falta muy grave poder paralizar los trabajos implicados o incluso la obra en su totalidad.

Si se llega al punto de paralizar los trabajos, el coordinador informará a la inspección de trabajo y seguridad social, al contratista y subcontratistas, representantes de trabajadores y a aquellos trabajadores autónomos a los cuales les afecte dicha paralización.

19. Derechos de los trabajadores

Los trabajadores deben recibir de forma clara y adecuada toda la información necesaria sobre medidas de seguridad y salud por parte del contratista y de los subcontratistas. Para ello, el contratista dará una copia del plan de seguridad y salud con sus posibles modificaciones al representante de los trabajadores en el lugar de la obra para que éste tenga conocimiento de todas las medidas y que se las transmita adecuadamente a los trabajadores.

20. Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables en la obra.

Siempre y cuando lo pidan las circunstancias, o suceda cualquier riesgo se deberán cumplir las obligaciones establecidas en el anexo IV del Real Decreto 1627/1997, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Dentro del presupuesto contamos con un capítulo expresamente para el estudio básico de seguridad y salud.



El presupuesto del estudio de seguridad y salud será de **764, 07 €**

El estudio básico de seguridad y salud por tanto asciende a la cantidad de
“SETECIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS CON SIETE CÉNTIMOS”.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Trabajo de fin de grado

DISEÑO Y CÁLCULO DE UN MIRADOR CON ESTRUCTURA METÁLICA EN LA VALL DELS ALCALANS

PRIMERA PARTE: MEMORIA
ANEXO IV: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Alumno: Noelia López Montero

Tutor: Vicente Barres Fabado



Contenido

1. Introducción	3
2. Definiciones	3
2.1. Movimiento de tierras.....	3
2.2. Drenaje y Saneamiento	3
2.3. Hormigonado	4
2.4. Soldaduras	4
2.5. Acabados.....	4
2.6. Instalación eléctrica	4
3. Normativa de obligado cumplimiento	4
4. Identificación de residuos generados	5
5. Estimación de los residuos generados.....	5
6. Medidas para la prevención de la generación de residuos en la obra	6
7. Operaciones de valorización y eliminación de los residuos generados	7
8. Medidas de separación de los residuos de construcción y demolición en obra	8
9. Pliego de prescripciones técnicas para la gestión de residuos generados en la obra del proyecto	9
10. Determinación del importe de la fianza.....	10
11. Valorización del coste de la gestión de los residuos de construcción y demolición	10

1. Introducción

Para la redacción de este documento sobre el Estudio de Gestión de Residuos seguiremos el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, el cual regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

El objeto de este estudio será garantizar que todos los residuos que se generen a lo largo de la ejecución se gestionen sin que se ponga en peligro la salud humana. Por ello, habrá que prevenir y reducir la generación de residuos y utilizar protecciones para que tampoco dañen el medio ambiente.

2. Definiciones

Antes de la redacción del estudio, cabe hacer ciertas definiciones de los tipos de residuos que se pueden generar durante la ejecución de la obra, estas definiciones vienen dadas por el artículo 2 del Real Decreto 105/2008.

- Residuo de construcción y demolición: “cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de “Residuo” incluida en el artículo 3.a) de la Ley 10/1998, de 21 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición.”
- Residuo inerte: “aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana.”

A continuación, nombraremos los trabajos que se realizarán durante la ejecución y que vayan a generar residuos.

2.1. Movimiento de tierras

Este movimiento de tierras se realizará para preparar y acondicionar el terreno, despejando y desbrozando la zona de la parcela donde se vaya a realizar la obra.

En esta construcción contaremos con 4 zapatas de dimensiones 100x100x60 cm, por tanto en total tendremos un volumen de tierras a excavar de 2,4 m³.

2.2. Drenaje y Saneamiento

Cuando ya tenemos la zona preparada para la ejecución, se dispone a montar la instalación la cual va a abastecer y evacuar el agua. Esta instalación los residuos que genera pueden ser, tuberías de plástico, restos de embalaje, alguna pieza...

2.3. Hormigonado

El hormigonado se producirá para la ejecución de las zapatas, al tratarse de hormigón armado, los residuos que se generarán pueden ser trozos de barras corrugadas producidos al cortarse para crear el armado, restos de hormigón y lavados de todos aquellos aparatos que utilizemos.

2.4. Soldaduras

Al tratarse de una estructura metálica, los elementos se soldarán in situ, es decir, en el mismo momento y lugar en el que se ejecute la obra, por tanto, esta soldadura generará unos residuos, también el embalaje de todos los elementos de la estructura.

2.5. Acabados

La realización de acabados en nuestro caso se referirá a la colocación de las barandillas, del suelo, y para ello se generarán unos residuos de materiales sobrantes de los recortes que se puedan llevar a cabo, los embalajes...

2.6. Instalación eléctrica

Esta instalación será la que más residuos genere puesto que para su montaje se recortarán cables de cobre y se desechará por tanto el plástico que los recubre.

3. Normativa de obligado cumplimiento

- **Ley 11/1997**, de 24 de abril, sobre Envases y Residuos de Envases y Reglamento aprobado por **Real Decreto 782/1998** que la desarrolla.
- **Real Decreto 952/1997**, de 20 de junio, por el que modifica el Reglamento para la ejecución de **Ley 20/1986**, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- **Orden MAM/304/2002**, de 8 de febrero, en la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- **Ley 34/2007**, de 15 de noviembre, calidad del aire y protección de la atmósfera.
- **Real Decreto 105/2008**, de 1 de febrero, donde se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- **Ley 22/2011**, de 28 de julio, sobre residuos y suelos contaminados.

- **Real Decreto 110/2015**, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- **Real Decreto 646/2020**, de 7 de julio, regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

4. Identificación de residuos generados

La **Orden MAM/304/2002**, de 8 de febrero, clasifica los residuos en diferentes categorías según el material que los componga.

- **Categoría I:** residuos que contengan sustancias peligrosas.
- **Categoría II:** residuos inertes sucios, es decir, los residuos que en un principio no se seleccionan y no permiten una buena valoración.
- **Categoría III:** residuos inertes limpios, en cambio con los anteriores, estos sí han sido seleccionados y separados, y pueden ser: piedras, ladrillos, hormigón, mortero o azulejos.
- **Categoría IV:** residuos inertes que se puedan luego volver a utilizar en trabajos de restauración, relleno o acondicionamiento.

Los residuos se codificarán en un código según la **Orden MAM/304/2002**, de 8 de febrero, y así será de la forma que se clasificarán los residuos, dependiendo la categoría se representará con un código u otro.

5. Estimación de los residuos generados

A continuación, representaremos una tabla con las diferentes categorías y aquello que engloba cada una de ellas con sus códigos de la LER (Lista Europea de Residuos), y contabilizaremos el volumen y masa de cada uno de estos apartados.

A.1.: RCDs Nivel II				
		Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC		Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m ³ Volumen de Residuos
1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto		0,51	1,50	0,34

A.2.: RCDs Nivel II				
	%	Tn	d	V

Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	% de peso	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m ³ Volumen de Residuos
RCD: Naturaleza no pétreo				
1. Asfalto	0,050	0,32	1,30	0,24
2. Madera	0,000	0,00	0,60	0,00
3. Metales	0,025	0,16	1,50	0,11
4. Papel	0,003	0,02	0,90	0,02
5. Plástico	0,015	0,10	0,90	0,11
6. Vidrio	0,000	0,00	1,50	0,00
7. Yeso	0,020	0,13	1,20	0,11
TOTAL estimación	0,113	0,72		0,58
RCD: Naturaleza pétreo				
1. Arena Grava y otros áridos	0,005	0,03	1,50	0,02
2. Hormigón	0,130	0,83	1,50	0,55
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	0,049	0,31	1,50	0,21
4. Piedra	0,000	0,00	1,50	0,00
TOTAL estimación	0,750	4,76		0,78
RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
1. Basuras	0,005	0,03	0,90	0,04
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,000	0,00	0,50	0,00
TOTAL estimación	0,110	0,70		0,04

6. Medidas para la prevención de la generación de residuos en la obra

Para poder minimizar la generación de residuos en la ejecución de la obra, se tendrán en cuenta una serie de medidas:

- La Dirección Técnica dictará una serie de obligaciones a todos los agentes de la obra en relación con la generación de residuos, y estos deberán cumplir dichas órdenes.
- Para evitar lo máximo posible el exceso de materiales al final de la obra y con fin de reducir los costes, se tendrá que optimizar la cantidad de materiales para la ejecución.
- Los materiales se almacenarán protegidos hasta el momento de su utilización para así evitar cualquier tipo de residuo que puedan originar.
- Prevalecerán los materiales que con las mismas prestaciones sean reciclables o aquellos que tengan más vida útil. Para minimizar los residuos a lo largo del tiempo.
- Para la separación de los residuos en el momento de su producción se utilizarán contenedores adecuados.

- Los residuos líquidos no se podrán mezclar con otros residuos para así evitar la contaminación.
- Todos los trabajadores y agentes participantes de la obra deberán tener un conocimiento mínimo de prevención y gestión de residuos.
- Se hará un control periódico en la obra para garantizar que estos almacenamientos de residuos cumplen con las condiciones indicadas.

7. Operaciones de valorización y eliminación de los residuos generados

La Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, establece unos términos los cuales el órgano competente deberá autorizar en materia medioambiental para llevar a cabo las actividades de valoración de residuos.

Se tendrán que inspeccionar las instalaciones en las cuales se vayan a realizar las actividades antes de que el órgano competente conceda la autorización. También se comprobará la cualificación de los técnicos responsables para ver que son capaces de llevar a cabo la formación prevista hacia los trabajadores.

Todos los residuos que se puedan reutilizar, como tierra, residuos minerales, residuos no pétreos... Se intentarán reutilizar siempre que se pueda. Lo que no, se depositará en el depósito municipal. Todos estos materiales que se vayan a reutilizar tendrán que cumplir ciertos requisitos técnicos de acuerdo con el uso que se les vaya a otorgar.

Por otro lado, los residuos que no se vayan a reutilizar, tendrán que ser descritos con su cantidad correspondiente y el tratamiento y destino que se les vaya a dar.

A.1.: RCDs Nivel I			Tratamiento	Destino	Cantidad
x	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento esp.	Restauración / Vertedero	0,51
A.2.: RCDs Nivel II			Tratamiento	Destino	Cantidad
RCD: Naturaleza no pétreo					
	1. Asfalto				
	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	0,72
	3. Metales				
x	17 04 05	Hierro y Acero	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,07
	4. Papel				
x	20 01 01	Papel	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,04
	5. Plástico				
x	17 02 03	Plástico	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,22
	7. Yeso				
x	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,29

RCD: Naturaleza pétreo			Tratamiento	Destino	Cantidad
1. Arena Grava y otros áridos					
x	01 04 09	Residuos de arena y arcilla	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	0,07
x	17 01 01	Hormigón	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RCD	1,87
x	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RCD	2,69
RCD: Potencialmente peligrosos y otros			Tratamiento	Destino	Cantidad
1. Basuras					
x	20 02 01	Residuos biodegradables	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RSU	0,03
x	20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RSU	0,05
2. Potencialmente peligrosos y otros					
x	17 01 06	mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)	Depósito Seguridad	Gestor autorizado RNPs	0,00
x	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla	Depósito / Tratamiento		0,00
x	17 03 03	Alquitran de hulla y productos alquitranados	Depósito / Tratamiento		0,00
x	17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,00
x	15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos,...)	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RNPs	0,00
x	20 01 21	Tubos fluorescentes	Depósito / Tratamiento		0,00
x	16 06 04	Pilas alcalinas y salinas	Depósito / Tratamiento		0,00
x	16 06 03	Pilas botón	Depósito / Tratamiento		0,00
x	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado	Depósito / Tratamiento		0,00
x	08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices	Depósito / Tratamiento		0,00
x	14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados	Depósito / Tratamiento		0,00
x	07 07 01	Sobrantes de desencofrantes	Depósito / Tratamiento		0,00
x	15 01 11	Aerosoles vacíos	Depósito / Tratamiento		0,00
x	13 07 03	Hidrocarburos con agua	Depósito / Tratamiento		0,00

8. Medidas de separación de los residuos de construcción y demolición en obra

Según el artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, que regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición, indica que estos residuos RCD se tendrán que separar en fracciones, si de forma individual cada una de estas fracciones supera lo indicado en la norma.

A continuación, indicaremos la cantidad de RCD generados en nuestra obra y lo que marca la norma y, si será necesario su fraccionamiento en la obra.

RCD	Cantidad RCD generados (T)	Umbral según RD 105/2008 (T)	Fraccionamiento
Hormigón	0,83	80	No
Ladrillos, tejas, cerámicos	0,31	40	No
Metal	0,16	2	No

Madera	0,00	1	No
Vidrio	0,00	1	No
Plástico	0,10	0,5	No
Papel y cartón	0,02	0,5	No

El fraccionamiento lo ejecutará el poseedor de los residuos de construcción y demolición en el lugar donde se ejecute la obra. En caso de no haber espacio físico en la obra para realizar este fraccionamiento, el poseedor podrá encargarle esta separación a un gestor de residuos en una instalación de tratamientos de estos. Si sucediera así, el poseedor tendrá que comprobar que se realiza con éxito, por eso, le pedirá al gestor la documentación acreditativa de que se ha realizado el trabajo.

9. Pliego de prescripciones técnicas para la gestión de residuos generados en la obra del proyecto

Como ya hemos dicho, el encargado de la gestión de residuos será el poseedor de estos, en caso de que no haya espacio físico en la misma obra, se encargará este trabajo a un gestor de residuos en una instalación lo más próxima al lugar de la ejecución de la obra posible. En caso de almacenar los residuos en la obra, se hará en contenedores metálicos que se dispondrán donde indiquen las ordenanzas municipales y con las condiciones que establezcan, o en sacos de menos de 1m³ de volumen.

Si los residuos que queremos almacenar se van a poder reutilizar como materia prima en otros procesos más adelante, se almacenarán en otros contenedores separados del resto de residuos y bien indicados para así facilitar la gestión de estos.

Los contenedores puesto que pueden estar en zonas de trabajo, deben ser fácilmente visibles para todos incluso de noche, por eso irán pintados con colores vivos y llevarán una banda reflectante alrededor de todo su perímetro y una placa con información en la cual incluya: razón social, CIF, N^o inscripción en el registro de transporte de residuos y N^o teléfono del titular de dicho contenedor.

Una vez el contenedor en la obra, el responsable de esta pasa a ser el que tiene que tomar cualquier tipo de medida para garantizar que los residuos que se depositan en él son los correctos, y una vez fuera de horario laboral cerrar/cubrir el contenedor para evitar que caigan residuos ajenos.

Dentro del equipo de obra, se establecerán una serie de requisitos que se tendrán que cumplir siguiendo todas las normas que se apliquen para garantizar la correcta separación de todos los residuos, ya que algunos irán para reciclarse y otros no. El jefe de obra será el encargado de realizar este presupuesto teniendo en cuenta todas las condiciones y considerando todo aquello que dispongan las plantas de reciclaje o los gestores, y la obra lo tendrá que aceptar.

El constructor dispondrá de forma escrita toda la documentación necesaria para que los gestores y transportistas de estos residuos puedan presentar las hojas de retirada y de entrega al destino final de los residuos.

Aquellos residuos que se vayan a reutilizar, como tierra, piedras, etc. Se dispondrá a almacenarlo el menor tiempo posible en unos caballones evitando así que se humedezcan o que se manipulen y contaminen con algún otro residuo.

10. Determinación del importe de la fianza

Las entidades locales piden una fianza por la cual garantizan la correcta gestión de residuos y que se cumple con los términos de la normativa aplicable a éstos.

Según la ordenanza correspondiente indica que esta fianza será un 4% del presupuesto de la obra declarado.

11. Valorización del coste de la gestión de los residuos de construcción y demolición

Para finalizar este anexo, el coste previsto de esta actuación de gestión de los residuos generados en nuestra obra, lo hemos estimado en el apartado 5, aplicando entonces los precios que imponen para cada unidad de obra en la ordenanza municipal.

Total presupuesto de la gestión de residuos: **107,57 €**

La gestión de residuos ascenderá entonces a una cantidad de **“CIENTO SIETE EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS”**.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Trabajo de fin de grado

DISEÑO Y CÁLCULO DE UN MIRADOR CON ESTRUCTURA METÁLICA EN LA VALL DELS ALCALANS

PRIMERA PARTE: MEMORIA
ANEXO V: ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL

Alumno: Noelia López Montero

Tutor: Vicente Barres Fabado



Contenido

1. Objetivo	3
2. Normativa aplicable	3
2.1. Normativa básica	3
2.2. Directivas Europeas.....	3
3. Impactos originados por el proyecto	3
4. Medidas correctoras	4
4.1. Geología	4
4.2. Suelos	4
4.3. Ruidos	4
4.4. Vegetación.....	5
4.5. Residuos.....	5
5. Programa de vigilancia ambiental	5

1. Objetivo

El objetivo principal del estudio de impacto ambiental es estimar los daños que se pueden ocasionar en el medio natural a raíz de la obra que se vaya a ejecutar.

Este medio natural se puede definir como el conjunto de las características tanto físicas o geográficas como sus paisajes, valores históricos, etc., o de los elementos originales de dicha zona.

2. Normativa aplicable

2.1. Normativa básica

- **Ley 21/2013**, de 9 de diciembre, sobre Evaluación Ambiental.

2.2. Directivas Europeas

- **Directiva 2001/42/CE**, del Parlamento Europeo y Consejo, de 28 de junio, sobre la evaluación ambiental de los efectos de determinados planes y programas sobre el medio ambiente.
- **Directiva 2011/92/UE**, del Parlamento y Consejo, de 12 de diciembre, sobre la evaluación de repercusiones de ciertos proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

3. Impactos originados por el proyecto

El uso y la construcción del mirador objeto de este proyecto producen ciertos impactos en el medio ambiente los cuales se han de estudiar para así encontrar la forma de evitarlos.

Los impactos ambientales más comunes que se pueden originar son los siguientes:

- **Geología.** Este impacto afecta al área de ejecución donde se dispondrá la plataforma de nuestro mirador ya que se realizarán movimientos de tierras.
- **Suelos.** Los suelos pertenecientes a la zona de la ejecución se verán contaminados por cualquier vertido de aceite, grasa, hormigones que puedan proceder de la maquinaria.

- **Atmósfera.** Ésta se puede ver afectada por los gases y polvo producidos durante la ejecución.
- **Ruido.** Se puede dar el incremento del sonido por encima de los niveles permitidos, a causar de las maquinarias y de los trabajos durante la ejecución.
- **Fauna.** En la zona donde se ejecutará la obra no se contempla una fauna que pueda ser afectada.
- **Vegetación.** Sí que se verá afectada puesto que la obra se realizará en la cima de una montaña.
- **Paisajístico.** El mirador se ejecutará de tal forma que se integre de la mejor manera en el paisaje.
- **Residuos.** Habrá generación de estos por las excavaciones o deshechos de material durante la ejecución.

4. Medidas correctoras

Estas medidas son las que se tomarán para intentar eliminar o reducir en su mayor cantidad todos aquellos impactos ambientales producidos durante la ejecución de la obra.

4.1. Geología

Estos impactos no se pueden eliminar puesto que se van a realizar excavaciones en la ejecución, por tanto, por tal de reducirlo, se pueden usar lodos bentoníticos en dichas excavaciones para evitar los mayores daños sobre el terreno.

4.2. Suelos

En esta obra, quitando las excavaciones nombradas anteriormente, no se generarán otro tipo de movimiento de tierras, por lo que lo único que se podrá hacer para impedir este impacto, es evitar la contaminación del suelo por sustancias como aceites, grasas, etc.

4.3. Ruidos

Puesto que durante la ejecución de la obra no pasará gente por las proximidades puesto que está en la montaña alejada, la única prevención que han de tener será que los trabajadores o personas que estén por la zona de la obra utilicen protección.

4.4. Vegetación

Se intentará ocupar el menor espacio de vegetación posible para la ejecución de la obra, y una vez finalizada se repondrá toda aquella vegetación la cual ha sido afectada.

4.5. Residuos

Como se explica en el Estudio de Gestión de Residuos, todos estos serán separados y clasificados por tipos para así facilitar su transporte o reciclado. Todo el personal de la obra estará informado y concienciado de dicho trabajo.

5. Programa de vigilancia ambiental

Todas las medidas que hay que llevar a cabo para reducir o eliminar el impacto ambiental, estará controlado y todo estará reflejado en el programa de vigilancia ambiental. Este programa constará de:

- Verificar evaluación inicial de los impactos ambientales previstos.
- Controlar la aplicación de las medidas correctoras.
- Definir aquellas medidas no previstas previamente en el proyecto.

El programa de vigilancia estará vigente en todo momento, desde el inicio de la construcción de la obra hasta el tiempo que dure el periodo de garantía de la obra.

Estará controlado por los órganos competentes según el proyecto y por la unidad orgánica competente según la gestión del medio ambiente. Este programa se tendrá que ir adaptando siempre a cualquier necesidad adoptando las medidas necesarias aunque no estén previstas previamente.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Trabajo de fin de grado

DISEÑO Y CÁLCULO DE UN MIRADOR CON ESTRUCTURA METÁLICA EN LA VALL DELS ALCALANS

SEGUNDA PARTE: PLIEGO DE CONDICIONES.

Alumno: Noelia López Montero

Tutor: Vicente Barres Fabado



Contenido

1.	Disposiciones generales	5
1.1.	Disposiciones de carácter general	5
1.1.1.	Objeto del pliego de condiciones	5
1.1.2.	Documentación que define la obra	5
1.1.3.	Reglamentación urbanística	5
1.1.4.	Responsabilidad del contratista	5
1.1.5.	Accidentes de trabajo	6
1.1.6.	Daños y perjuicios a terceros.....	6
1.1.7.	Suministro de materiales	6
1.2.	Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares	7
1.2.1.	Accesos y vallados.....	7
1.2.2.	Condiciones y ritmo de ejecución de los trabajos	7
1.2.3.	Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra	7
1.2.4.	Vicios ocultos	8
1.2.5.	Procedencia de materiales, aparatos y equipos.....	8
1.2.6.	Presentación de muestras.....	8
1.2.7.	Materiales, aparatos y equipos defectuosos.....	8
1.2.8.	Gastos ocasionados por pruebas y ensayos	9
1.2.9.	Limpieza de las obras	9
1.3.	Disposiciones de las recepciones de edificios.....	9
1.3.1.	Consideraciones de carácter general.....	9
1.3.2.	Recepción provisional	10
1.3.3.	Documentación final de obra	11
1.3.4.	Medición definitiva y liquidación provisional de la obra	11
1.3.5.	Plazo de garantía.....	11
1.3.6.	Recepción definitiva.....	11
2.	Disposiciones facultativas.....	12
2.1.	Definición, atribuciones y obligación de los agentes de la edificación.....	12
2.1.1.	Promotor	12
2.1.2.	Proyectista.....	12
2.1.3.	Constructor o contratista	13
2.1.4.	Director de obra.....	13
2.1.5.	Director de ejecución de la obra.....	13
2.1.6.	Entidades y laboratorio de control de calidad de la edificación.....	13
2.1.7.	Suministradores de productos	14



2.1.8.	Dirección facultativa	14
3.	Disposiciones económicas	15
3.1.	Definición	15
3.2.	Contrato de obra	15
3.3.	Criterio general.....	16
3.4.	Fianzas	16
3.4.1.	Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.....	16
3.4.2.	Devolución de las fianzas	16
3.5.	Precios.....	16
3.5.1.	Precio básico.....	16
3.5.2.	Precio unitario	17
3.5.3.	Presupuesto de ejecución material (PEM)	18
3.5.4.	Precios contradictorios	18
3.5.5.	Reclamación de aumento de precios.....	18
3.5.6.	Revisión de los precios contratados	18
3.5.7.	Acopio de materiales	19
3.6.	Obras por administración	19
3.7.	Valoración y abono de los trabajos	19
3.7.1.	Forma y plazos de abono de las obras	19
3.7.2.	Abono de trabajos presupuestados con partida al alza	20
3.7.3.	Abono de trabajos especiales no contratados	20
3.7.4.	Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía	20
3.8.	Indemnizaciones.....	21
3.8.1.	Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras.....	21
3.8.2.	Mejoras, aumentos y/o reducciones de obras	21
3.8.3.	Seguro de las obras.....	21
3.8.4.	Conservación de la obra.....	21
3.8.5.	Uso por el contratista del edificio o bienes del promotor	21
3.8.6.	Pago de impuestos municipales u otros	22
3.9.	Retenciones en concepto de garantía	22
3.9.1.	Plazos de ejecución	22
3.9.2.	Liquidación económica de las obras	22
4.	Disposiciones técnicas particulares.....	24
4.1.	Prescripciones sobre los materiales	24
4.1.1.	Garantías de calidad (marcado CE).....	24
4.1.2.	Hormigón.....	26



4.1.3.	Acero corrugado para armaduras	27
4.1.4.	Aceros en perfiles laminados para estructuras metálicas.....	28
4.2.	Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidad de obra	29
4.2.1.	Cimentación.....	30
4.2.2.	Estructura	31
4.2.3.	Barandilla de vidrio	32
4.2.4.	Rejilla Tramex	32

1. Disposiciones generales

1.1. Disposiciones de carácter general

1.1.1. Objeto del pliego de condiciones

La finalidad del presente Pliego es de fijar las condiciones que regularán la construcción de nuestro mirador con estructura metálica en la Vall dels Alcalans.

El Pliego de Condiciones tiene como objeto la organización general de la obra, establece la relación entre todos los agentes que actuarán en este proyecto, y, servirá también como base para realizar el contrato de obra entre el promotor y el contratista.

1.1.2. Documentación que define la obra

El contrato nombrado anteriormente se compondrá de diferentes documentos que estarán relacionados por orden de prelación y considerando las especificaciones, como contradicciones, omisiones o interpretaciones, los documentos son:

- Pliego de Condiciones.
- Proyecto, tanto documentación escrita como gráfica (memorias, anexos, presupuesto, planos, etc.).

1.1.3. Reglamentación urbanística

La obra tendrá que ajustarse a todas las limitaciones aprobadas por los organismos competentes, estas limitaciones se refieren sobre todo a restricciones de emplazamiento, altura y ocupación. Así como que el proyecto cumpla con las condiciones exigidas en cuanto a normativa, planeamiento y ordenanzas vigentes.

1.1.4. Responsabilidad del contratista

Como sabemos, el contratista será la persona que mediante un contrato se obliga a ejecutar las obras con las condiciones establecidas tanto en el contrato como en los documentos del proyecto.

En caso de más adelante querer hacer modificaciones en nuestra obra por necesidad de reconstrucción o demolición por mala ejecución, será el contratista el que se hará responsable de ello. A pesar de que la dirección facultativa haya revisado y comprobado la construcción mediante visitas de obra.

1.1.5. Accidentes de trabajo

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, será de obligado cumplimiento a la hora de planificar la seguridad y salud en nuestro entorno de trabajo, el mantenimiento y la conservación de la obra.

Según el Real Decreto citado anteriormente, será el coordinador de seguridad y salud el responsable del control de este durante toda la duración de ejecución del plan de obra redactado por el contratista.

1.1.6. Daños y perjuicios a terceros

Los accidentes que se puedan producir durante la ejecución de la obra será responsabilidad del contratista, por eso, será esta persona la que abonará de su cuenta cualquier indemnización y todos los daños y perjuicios que puedan suceder mientras se ejecute la construcción y cuando el incidente tenga lugar y por ende a quien corresponda.

También será de su responsabilidad cualquier tipo de daño a terceros que pueda ocasionar dicha ejecución, tanto si se produce en la obra presente como en alrededores, incluyendo en esto cualquier negligencia por parte del personal a su cargo.

Deberá mantener también vigente una póliza de seguros durante toda la ejecución para así cubrir todos los daños que puedan ocasionarse, esta póliza tendrá que ser de la modalidad de “todo riesgo al derribo y la construcción”, para que tenga suficiente cobertura de todos los trabajos que vayan a realizarse.

Esta póliza será responsabilidad del promotor que la aporte y ratifique, y no podrá ser cancelada sin que se firme el acta de recepción provisional de la ejecución.

1.1.7. Suministro de materiales

El suministro de materiales estará controlado por el contratista siendo éste el responsable de cualquier retraso en plazos como consecuencia de faltas en el suministro o deficiencias. Esta responsabilidad irá especificada en el contrato.

1.2. Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares

1.2.1. Accesos y vallados

Tanto la disposición de los accesos y vallado de la obra como del mantenimiento de estos durante la ejecución de la obra, será cargo del contratista.

A pesar de que sea responsabilidad del contratista, el director de ejecución de la obra podrá exigir cambios o mejoras en estos accesos y vallado.

1.2.2. Condiciones y ritmo de ejecución de los trabajos

El contrato especificará el plazo de ejecución de la obra, será responsabilidad del contratista organizarse y poner plazos parciales para que se realicen los trabajos de manera que la ejecución total de la obra sea en el plazo especificado.

Al menos tres días antes del inicio de las obras, el contratista deberá informar obligatoriamente y de forma escrita a la dirección facultativa.

Tanto el contratista como el promotor como el director de ejecución de la obra, tendrán que suscribir el mismo día del inicio del trabajo y físicamente en la obra, el acta de inicio de obra redactada por el director de obra.

Para poder formalizar el acta nombrada, el director de obra deberá comprobar que en la misma obra hay una copia de los siguientes documentos:

- Proyecto Ejecución, Anexos y Modificaciones.
- Plan de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Licencia de Obra.
- Aviso Previo a la autoridad laboral competente.
- Comunicación de apertura de centro de Obras.
- Libro de Órdenes y Asistencias.
- Libro de Incidencias.
- Autorizaciones, Permisos y Licencias que sean necesarias para la ejecución.

1.2.3. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

Como ya se ha comentado antes, el contratista no podrá retrasarse en los plazos impuestos, a excepción de falta de planos u órdenes de la dirección facultativa y

habiendo solicitado dicha documentación de forma escrita y aun así no habiendo sido proporcionado.

1.2.4. Vicios ocultos

Como vicio oculto entendemos cualquier daño o desperfecto en la ejecución y que no se pueda percibir a simple vista. Por tanto, será responsabilidad del contratista estos vicios ocultos durante la ejecución y hasta que acabe el periodo de garantía preinscrito por la L.O.E.

Si el director de ejecución de obra supiera de estos vicios ocultos y tuviera razones para creerlo, podrá ordenar la realización de pruebas y ensayos que considere para comprobar los vicios ocultos y así dar cuenta de la situación al director de obra.

A pesar de que el director de ejecución de la obra y/o el director de obra den parte de estos vicios ocultos, el contratista no podrá eludir de su responsabilidad y se tendrá que hacer cargo de la demolición y reconstrucción de las partes mal ejecutadas y a su vez de todos los daños y perjuicios ocasionados.

1.2.5. Procedencia de materiales, aparatos y equipos

Mientras los materiales, aparatos y equipos estén justificados y sean necesarios para la ejecución de la obra y se perciba un origen en el proyecto, el contratista tendrá libertad total para proveerse en todo momento de lo que necesite.

El contratista antes del empleo de cualquier material, aparato o equipo tendrá como obligación hacer un listado de todo lo que necesitará especificando características técnicas, marcas, modelo, procedencia. Siendo esta lista presentada al director de ejecución de la obra.

1.2.6. Presentación de muestras

Siempre con antelación y en la fecha a petición del director de obra, el contratista deberá presentar muestras de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar durante la ejecución de la obra.

1.2.7. Materiales, aparatos y equipos defectuosos

Si los materiales, aparatos o equipos no cumplieran con las condiciones del proyecto, no fuesen de calidad o, en resumen, se demuestran que no son aptos para su utilización

en la ejecución de la obra, el director de obra dará la orden al contratista y éste podrá sustituirlos por otros que sí fuesen adecuados para la ejecución.

Por otro lado, si el contratista no recibe en 15 días la orden de retirar y cambiar por otros los materiales, aparatos o equipos defectuosos, la propiedad tendrá jurisdicción para hacer esta modificación a cuenta del contratista.

En caso de que haya materiales, aparatos o equipos defectuosos, pero puedan cumplir su función y la dirección de obra haya decidido seguir con ellos, se efectuará una rebaja en el precio de estos. Si esto sucede, el contratista tiene en todo momento la autoridad de poder cambiarlos por otros en mejores condiciones.

1.2.8. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

El contratista se hará cargo de todos los gastos debidos a las pruebas y ensayos que se realicen a materiales, aparatos y equipos que formen parte de la ejecución de la obra.

En caso de que se realicen ensayos o pruebas que no ofrezca resultados favorables o suficientes garantías, se podrán repetir nuevamente o hacer ensayos diferentes especificados en el proyecto, todo esto correrá a cuenta del contratista penalizándolo con lo que le corresponda.

1.2.9. Limpieza de las obras

Será también responsabilidad del contratista mantener en todo momento el lugar de trabajo limpio de escombros y/o materiales sobrantes, así como deberá retirar las instalaciones que ya no se estén utilizando y tomar las medidas que considere para que la ejecución en todo momento muestre un buen aspecto.

1.3. Disposiciones de las recepciones de edificios

1.3.1. Consideraciones de carácter general

Cabe decir, antes de nada, que la recepción de la obra se trata de un acto jurídico en el que se inicia la evaluación de plazos de responsabilidad y garantía, donde el contratista hace entrega de la obra ya terminada al promotor.

Tanto el promotor como el contratista deberán reflejar en un acta esta recepción, dicha acta deberá constar de lo siguiente:

- Fecha del certificado de final de obra.
- Partes que intervienen.

- Declaración de la recepción de obra.
- Coste final de la ejecución.
- Garantías exigidas al contratista.

También deberá constar el certificado final de obra suscrito por el director de obra y el director de ejecución de la obra.

Si el promotor no está de acuerdo con la obra, o bien porque no está terminada o porque no cumple con lo acordado, podrá rechazar esta recepción de obra que deberá constar en el acta y en esta misma asignar una nueva fecha para realizar la recepción.

Desde la finalización de la obra a la entrega en la recepción hay un plazo máximo de 30 días, a no ser que no se realice por los motivos nombrados anteriormente. Este plazo de 30 días empezará a contar nada más se notifique por escrito al promotor por parte del contratista que la obra está terminada.

Tanto los plazos de garantía como los de responsabilidad estarán fijados por la L.O.E., y estos empezarán desde el momento en el que se suscriba el acta de recepción.

1.3.2. Recepción provisional

El director de ejecución de la obra tendrá la responsabilidad de avisar al promotor o a la propiedad una fecha aproximada del fin de las obras y aproximadamente 30 días antes para así acordar una fecha para el acto de la recepción.

En este comunicado además de intervenir el director de ejecución de obra también lo hará el contratista, el director de obra y el promotor. Además, tendrán que estar presentes los técnicos que hayan intervenido en la dirección a lo largo de la ejecución de la obra.

Dicho comunicado deberá estar firmado por todos los participantes nombrados anteriormente y deberá haber una copia para cada uno. Antes de repartir el acta se deberá hacer un reconocimiento de la construcción, una vez sea aceptada empezará el plazo de garantía. Por último, los técnicos serán los que tendrán que formalizar el certificado de final de obra.

En caso de que la obra no fuera aceptada porque no todo está como se desea, se le cederá al contratista unas instrucciones de todo aquello que habría que modificar para rectificar estos fallos. Para esto se le pondrá un plazo, una vez finalice el plazo se volverá a hacer el reconocimiento de la obra. Si el contratista no cumple con esto, se le sancionará con la pérdida de la fianza preinscrita en el contrato.

1.3.3. Documentación final de obra

Junto con el contratista y los técnicos, el director de ejecución de obra deberá de redactar la documentación de final de obra. Esta documentación se entregará al promotor junto con el manual de uso y mantenimiento de la construcción y con todas las especificaciones de la legislación vigente, en este caso, lo establecerán los párrafos 2, 3, 4 y 5 del apartado 2 del Artículo 4 del Real Decreto 515/1989, de 21 de abril.

1.3.4. Medición definitiva y liquidación provisional de la obra

El director de ejecución de la obra realizará las mediciones definitivas de la obra tras el recibo provisional. Una vez realizado esto, se repartirá la certificación por triplicado, la cual tendrá que firmar el director de obra y que tendrá como finalidad el abono del presupuesto por parte del promotor exceptuando la cantidad retenida por fianza.

1.3.5. Plazo de garantía

El plazo de garantía nunca será inferior a 6 meses, aun así, este plazo debe estipularse obligatoriamente en el contrato privado.

1.3.6. Recepción definitiva

Después de que transcurra todo el plazo de garantía, se procederá a la recepción de garantía que se realizará exactamente igual que la recepción provisional. En este momento la responsabilidad del contratista de reparación de los desperfectos a la normal conservación finalizará, y únicamente le quedará la responsabilidad que pueda originarse de los vicios oscuros que hemos comentado anteriormente.

2. Disposiciones facultativas

2.1. Definición, atribuciones y obligación de los agentes de la edificación

Nombraremos la Ley 38/99 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.), la cual regula las atribuciones de los agentes que intervienen en la edificación. Estos agentes serán todas aquellas personas tanto físicas como jurídicas que intervengan en el proceso de la ejecución. Las obligaciones de cada una de estas personas vendrán establecidas por la L.O.E. y por el contrato en el que especificará su intervención.

Las definiciones y funciones de estos agentes vienen agrupadas en el Capítulo III “Agentes de la Edificación”.

2.1.1. Promotor

Podemos decir que el promotor es la persona, ya sea jurídica o física, pública o privada, que financia, programa, impulsa y decide, con recursos que pueden ser propios o ajenos, las obras de una construcción tanto si son para sí mismo como si son para terceros.

Asume todo el proceso de la edificación, promoviendo toda aquella gestión necesaria para ejecutar el proyecto, y también hacerse cargo de los costes que esto origine.

Según la legislación, al promotor se le asignan también otras figuras como por ejemplo la de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios y aquellas que se responsabilice de la gestión económica de la edificación.

En caso de que los promotores se traten de personas públicas, estas se guiarán por legislaciones de contratos de administración pública y aquello que no se contemple ahí, lo regirá la L.O.E.

2.1.2. Projectista

El projectista lo definiremos como la persona que redacta el proyecto por encargo del promotor y se basa en normativa técnica y urbanística que corresponda. Otros técnicos podrán redactar este proyecto, pero siempre de forma coordinada con el projectista que será el autor de dicho proyecto.

En caso de que el proyecto se componga de diferentes proyectos o documentos redactados por diferentes técnicos, como dice el apartado 2 del Artículo 4 de la L.O.E, cada autor o projectista deberá firmar su proyecto.

2.1.3. Constructor o contratista

El constructor o contratista será la persona que ejecute todo lo relacionado con el proyecto redactado por el proyectista, es decir, ejecutar con medios humanos y materiales las obras o bien parcialmente o en su totalidad, siempre sujeto al proyecto y al contrato de obra.

Éste será el responsable explícito de los vicios ocultos, sin el derecho de repetición de estos defectos a los subcontratistas.

2.1.4. Director de obra

El director de obra dirige la ejecución de la obra tanto en aspectos técnicos y urbanísticos como en aspectos estéticos y medioambientales. Éste forma parte de la dirección facultativa y será el encargado de conseguir las licencias de edificación y todas las autorizaciones sujetas a las condiciones del contrato para poder ejecutar las obras.

Las obras de los proyectos también podrían ser dirigidos por los técnicos autores de alguno de los proyectos parciales, pero siempre bajo la supervisión del director de obra.

2.1.5. Director de ejecución de la obra

Junto con el director de obra, también forma parte de la dirección facultativa. El director de ejecución de la obra es la persona que dirige la ejecución del material de la obra y controla dicha ejecución, tanto cuantitativamente como cualitativamente.

Para ello, el director de ejecución de obra deberá de revisar el proyecto redactado por el técnico antes de su ejecución para así solicitarle aclaraciones, rectificaciones o aquello que considere necesario para poder llevar a cabo la ejecución.

Toda esta solicitud de documentación por parte del director de ejecución de la obra al técnico tiene que ser antes del inicio de las obras.

2.1.6. Entidades y laboratorio de control de calidad de la edificación

Estos agentes los dividiremos en dos. Primero tendremos las entidades de control de calidad de edificación que serán las encargadas en prestar asistencia técnica a lo largo de la ejecución en la comprobación de calidad del proyecto, ya sean materiales o instalaciones, siempre sujetos al proyecto y a la normativa vigente.

Por otro lado, tenemos los laboratorios de control de calidad, estos también se encargarán de prestar asistencia técnica a lo largo de la ejecución realizando pruebas y ensayos tanto de los materiales de ejecución como de los sistemas y las instalaciones.

2.1.7. Suministradores de productos

Como suministradores de productos contaremos con los fabricantes, proveedores, vendedores de productos de construcción, etc.

Como producto de construcción nos referimos a materiales, componentes o elementos prefabricados que vayan a incorporarse de forma permanente a una obra.

2.1.8. Dirección facultativa

La dirección facultativa, según la L.O.E. y como ya hemos descrito antes, estará compuesta por la dirección de obra y la dirección de ejecución de obra. Entre ellos también estará el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Este coordinador, será a la vez, el representante técnico de los intereses del promotor a lo largo de la ejecución de la obra y se basará en dirigir el dicho proceso en función de las facultades profesionales de cada técnico.

3. Disposiciones económicas

3.1. Definición

Las cláusulas económicas determinarán tanto las relaciones económicas para el pago como la recepción de la obra. Estas dos cosas se añadirán de forma complementaria al contrato de obra, el cual estará constituido por el promotor y contratista y será el que tiene autenticidad.

3.2. Contrato de obra

Se aconseja que antes del inicio de la ejecución del proyecto, se firme un contrato de obra entre el promotor y el contratista para así evitar que pase por administración. Se extenderá una copia de este contrato a la dirección facultativa con el fin de que certifique los términos acordados.

El contrato de obra deberá incluir todas las discrepancias e interpretaciones de las partes que conforman, además, también tendrá que asegurar que la dirección facultativa puede coordinar, dirigir y controlar la ejecución, por este motivo tienen que estar bien especificados los siguientes puntos:

- Documentación aportada por el contratista.
- Condiciones de ocupación e inicio obra.
- Determinación de gastos.
- Responsabilidades y obligaciones del contratista y del promotor.
- Presupuesto del contratista.
- Revisión de presupuesto.
- Certificaciones de la forma de pago.
- Retenciones de garantía (no inferiores al 5%).
- Plazos de ejecución de la obra.
- Retraso de la obra (penalizaciones).
- Recepción de la obra (tanto provisional como definitiva).
- Acuerdo entre las partes.

Esta parte del pliego de condiciones económicas es un complemento al contrato de obra, se podría dar el caso que no hubiera contrato de obra, en ese caso podría utilizarse este mismo pliego de condiciones económicas como base para la redacción del contrato.

3.3. Criterio general

La Ley 38/99 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.), define todos los agentes que intervienen en la edificación, y también dice que todos ellos tendrán derecho a ingresar las cantidades de actuaciones finalizadas por su correcto desarrollo. Podrán exigirse las garantías para así garantizar el correcto cumplimiento de las obligaciones de pago.

3.4. Fianzas

3.4.1. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

En el contrato de obra, el contratista deberá fijar una fianza. En caso de que el contratista se negará a realizar un trabajo reflejado en el contrato durante la ejecución de la obra, el director de obra ordenará a un tercero a realizar estos trabajos y le devolverá al contratista el importe de estos trabajos más la fianza depositada anteriormente, sin inconveniente de las acciones que tiene derecho a tomar el promotor.

3.4.2. Devolución de las fianzas

En el contrato de obra se fijará un plazo en el cual devolver la fianza en caso de que sucedan estas cosas, si sucede, la fianza le tendrá que ser reembolsada al contratista dentro del plazo fijado. Por otro lado, el promotor podrá exigir al contratista que le confirme la liquidación y finiquito de todas las deudas causada por la no ejecución de dicho trabajo.

3.5. Precios

El presupuesto del proyecto es una forma de anticipar el coste de la ejecución de dicha obra. Este se descompondrá en unidades que se definirán como componentes menores que se contratan por separado y así tener el presupuesto descompuesto y al sumarlo todo tendremos el total de la ejecución.

3.5.1. Precio básico

El precio básico lo definiremos como el precio por unidad de medida de un material que vayamos a utilizar en la ejecución de la obra. A este precio unitario se le incluye ya

cualquier tarea relacionada con su suministro, el precio por hora de la maquinaria que vayamos a necesitar y la mano de obra.

3.5.2. Precio unitario

Para definir el precio unitario tenemos que decir que es el resultado por unidad del conjunto de los siguientes costes:

- **Costes indirectos.** Será un porcentaje que se aplica de la suma de costes directos y medios auxiliares, esto se hará para cada unidad de obra ya que representan costes de factores necesarios sin corresponderse a una unidad en concreto.
- **Costes directos.** Suma de productos de maquinaria, mano de obra y materiales que se necesitarán para la obra.
- **Medios auxiliares.** Se refiere a los costes directos complementarios, es decir, se calcularán como porcentaje de otros componentes. Para cada unidad de obra son diferentes.

El Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre, determina que el cálculo y composición de precios de diferentes unidades de obra se base en decidir cuáles serán los costes directos e indirectos precisos para la ejecución, sin incluir el IVA, ya que puede agravar estas entregas de bienes o prestaciones de los servicios llevados a cabo.

A continuación, enumeraremos aquello que incluyen los costes directos:

- Mano de obra.
- Materiales ejecución.
- Gastos por funcionamiento maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución.
- Gastos amortización y conservación maquinaria.

En cambio, en los costes indirectos se incluirán:

- Gastos instalaciones oficinas a pie de obra, talleres, pabellones provisionales...
- Gastos personal técnico y administrativo.

Quitando los gastos que se reflejen en el presupuesto, los costes indirectos se cuantificarán en porcentaje de los costes directos.

En caso de necesitar alguna operación en la ejecución y que no esté contemplada en la descripción del proceso, no supondrá ningún cargo adicional, ya que se incluirá en el precio de la unidad de obra.

Algunos de estos trabajos que se sobreentiende que formarán parte del proceso de ejecución de la obra son:

- Eliminación de restos, limpieza y retirada de residuos.
- Transporte de escombros a vertedero.
- Transporte y movimiento materiales en obra.

- Montaje, puesta a punto y comprobación.
- Legalizaciones y permisos en instalaciones.
- Medios auxiliares necesarios, andamios, maquinaria.

3.5.3. Presupuesto de ejecución material (PEM)

El presupuesto de ejecución material se refiere al coste total de la obra excluyendo los gastos generales, el beneficio industrial y el IVA (impuesto sobre el valor añadido).

3.5.4. Precios contradictorios

Los precios contradictorios se general cuando el promotor decide modificar las unidades, las calidades, o afrontar imprevistos cuando sea necesario.

El contratista deberá tener en cuenta estos cambios y así poder efectuarlos.

En caso de que no estén a favor el director de obra y el contratista, es cuando se producen precios contradictorios. Tendrán que ponerse de acuerdo antes de empezar con la ejecución y dentro del plazo que se haya fijado en el contrato de obra. En caso de que esta diferencia de precios siga tras pasar el plazo, se utilizará el concepto más analógico del cuadro de precios, o si no, el banco de precios más común en la localidad donde se vaya a ejecutar el proyecto.

3.5.5. Reclamación de aumento de precios

En caso de que el contratista quisiera una reclamación u observaciones en cuanto a un aumento de precios, tendrá que hacerlo antes de la firma del contrato de obra, una vez firmado este contrato bajo ninguna excepción podrá reclamar un aumento.

3.5.6. Revisión de los precios contratados

En principio no se harán revisiones de precios, ya que el presupuesto que presenta el contratista es un presupuesto cerrado. Sólo se podrá hacer una revisión en caso de haberlo fijado en el contrato de obra entre el promotor y el contratista.

3.5.7. Acopio de materiales

Estos acopios de materiales serán efectuados por el contratista y deberá ordenarlos por escrito el promotor. Una vez abonados estos materiales por el propietario, exclusivamente serán de su propiedad, por tanto, pasa a ser responsabilidad del contratista su almacenamiento y conservación.

3.6. Obras por administración

Realizar una obra por administración quiere decir que todas las gestiones para la ejecución las lleva el mismo promotor, un representante suyo o bien a través de un contratista.

Hay dos tipos de obras por administración:

- Por administración directa.
- Por administración indirecta o delgada.

Según el tipo de contratación que se lleve a cabo, en el contrato se especificará lo siguiente:

- Liquidación.
- Normas para adquisición de materiales y aparatos.
- Abono al contratista por administración indirecta.
- Responsabilidades del contratista debido a la administración.

3.7. Valoración y abono de los trabajos

3.7.1. Forma y plazos de abono de las obras

En el contrato de obra deberán estar todas las condiciones referentes a estos plazos, los cuales deben realizarse a través de certificaciones de obra. Los pagos deben siempre formalizarse en los plazos establecidos que estarán reflejados, como ya hemos dicho, en el contrato de obra, la cantidad del importe la establecerá el director de ejecución de obra acorde con las certificaciones de la obra realizadas.

En cuanto a las mediciones de las unidades de obra, estas las realizará el director de ejecución de obra y podrá ir acompañado por el contratista. Las mediciones se realizarán siempre de la forma y condiciones establecidas en las preinscripciones en cuanto a las ejecuciones por unidad de obra.

El contratista tiene la obligación de avisar con antelación al director de ejecución de obra de cualquier obra o parte de la obra que al finalizar toda la ejecución queden ocultas, de

este modo el director de ejecución de obra tomará las mediciones y datos pertinentes para luego representarlo en los planos, después de este trabajo realizado, el contratista tendrá que estar conforme a lo planteado por el director de ejecución de obra.

Si el contratista no avisa con suficiente antelación al director de ejecución de obra para estas mediciones, estará obligado a aceptar todas aquellas decisiones que determine el promotor.

3.7.2. Abono de trabajos presupuestados con partida al alza

Para llevar a cabo estas cuentas, el director de ejecución de obra deberá señalar al contratista el presupuesto con partida al alza de todos los trabajos, pero con anterioridad a la ejecución. El contratista tendrá que realizar el pago de estos presupuestos junto con la justificación de este abono.

3.7.3. Abono de trabajos especiales no contratados

En caso de que se precise algún trabajo que no este reflejado en el contrato y tampoco esté contratado con terceras personas, tendrá que, por obligación, ser el contratista el que se haga cargo de realizar estos trabajos y los gastos que puedan originar.

Los trabajos se abonarán por separado por parte de la propiedad y las condiciones estarán acordadas en el contrato de obra.

3.7.4. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Cuando ya se ha realizado la recepción provisional y se realiza algún trabajo durante este periodo de garantía, para abonar dichos trabajos se procederá de la siguiente manera:

- Para aquellos trabajos que sí se contemplaron en el contrato, pero no se realicen por el contratista en el plazo de tiempo correspondiente y el director de obra pida su ejecución durante el plazo de garantía, el precio de estos serán los ya contemplados en el presupuesto y se abonarán según el pliego de condiciones, estos precios no se someterán a ninguna revisión.
- En caso de que los trabajos realizados durante el periodo de garantía sean por reparación de daños ocasionados por el uso normal del edificio, se valorarán los precios y se abonarán al día acordado.
- Si los trabajos son por reparación de desperfectos por la calidad de los materiales o de la construcción, al contratista o se le abonará nada.

3.8. Indemnizaciones

3.8.1. Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras

En caso de que las obras sufrieran un retraso en el plazo previsto para la finalización de la ejecución, el promotor podrá imponer al contratista las penalizaciones que anteriormente se hayan descrito en el contrato de obra, que estas penalizaciones serán igual o superiores a los perjuicios que pueda originar el retraso de la obra.

3.8.2. Mejoras, aumentos y/o reducciones de obras

En caso de querer hacer mejoras en la obra, sólo serán admitidos si el director de obra lo pone por escrito y justifica los trabajos nuevos que no estén previstos en el contrato y que vayan a aportar esta mejora de calidad.

Los aumentos de obra, igual que las mejoras, sólo serán admisibles en caso de que el director de obra redacte por escrito que es necesaria una ampliación por consecuencia de haber errores en las mediciones del proyecto.

Por tanto, en caso de ejecutar una mejora o un aumento deberá quedar pactado por todas las partes contratantes, antes de su ejecución, todos los importes que supongan estos trabajos sobre el valor de las unidades ya contratadas.

Por otra parte, si lo que va a proponer el director de obra es una reducción de obra, deberá seguir el mismo procedimiento que con las mejoras y los aumentos de obra.

3.8.3. Seguro de las obras

El contratista está en obligación de que la obra esté asegurada durante todo su proceso de ejecución, hasta la recepción definitiva de esta.

3.8.4. Conservación de la obra

También será obligación del contratista, deberá garantizar la conservación de la obra durante toda su ejecución hasta la recepción definitiva.

3.8.5. Uso por el contratista del edificio o bienes del promotor

El contratista durante todo el proceso de ejecución no podrá hacer uso ni del edificio ni de los bienes sin el consentimiento del promotor. Una vez acabe el plazo de ejecución de la obra y esta esté ya acabada, el contratista deberá abandonar el edificio y tiene la obligación de dejarlo desocupado y limpio en el plazo fijado en el contrato de obra.

3.8.6. Pago de impuestos municipales u otros

Este pago de impuestos municipales correrá a cargo del contratista siempre y cuando en el contrato de obra no se marque lo contrario. Este pago se realizará durante el tiempo de ejecución de las obras.

3.9. Retenciones en concepto de garantía

En concepto de garantía, se retendrá no menos de un 5% del valor total de las certificaciones. Esto se referirá a los trabajos mal ejecutados y todos aquellos daños que se pudieran ocasionar al promotor. Esta retención quedará en manos del promotor, con la finalidad de garantizar el coste total de la retención.

Si el contratista decidiera no realizar algunos de los trabajos descritos en el contrato para terminar la ejecución, el director de obra podrá ordenar o bien a un tercero o bien a la administración que haga estos trabajos. Depositará todo el importe con la fianza, y, en caso de que la fianza no cubra todos los gastos efectuados, sin perjuicio, el promotor tendrá derecho a tomar sus decisiones.

Una vez la recepción definitiva, si esta ha sido en el plazo que marcaba el contrato, la fianza se le devolverá al contratista como garantía. Después de esto, el promotor podrá reclamar al contratista que acredite la liquidación y finiquito de las dudas totales de la ejecución, como salarios, suministros, etc.

3.9.1. Plazos de ejecución

Todos los plazos de ejecución, tanto parciales como totales, deben estar reflejados en el contrato de obra. Igual que es recomendable adjuntar al contrato un “planning” donde se detalle la duración de cada partida de la obra que lo conforme.

3.9.2. Liquidación económica de las obras

El promotor y el contratista tendrán que firmar el acta de liquidación económica de las obras, que se proporcionará paralelamente a la entrega de la última certificación. Con



esto, se dará por terminada la obra, y por tanto se procederá también a la entrega de todos los proyectos técnicos, permisos, documentos de cumplimiento de normativa, etc.

El acta de la liquidación económica de las obras estará constituida por el promotor, el director de obra, el director de ejecución de obra y el contratista. Esta acta servirá, también, como acta de recepción provisional de obras, y en el momento de la entrega todo queda a cargo del promotor.

4. Disposiciones técnicas particulares

4.1. Prescripciones sobre los materiales

Según el artículo 7.2 del CTE, para facilitar el control de recepción en obra de todos los suministros, se hará cargo el director de ejecución de obra. Cada producto, equipo o sistema que se suministre debe cumplir unas especificaciones técnicas que se tienen que mencionar en los documentos de los proyectos. Además, estas características tienen que cumplir la normativa vigente que también se deben aportar en la documentación.

Para los materiales, deberán ir con su documento particular de idoneidad, que tendrá que ser aportado por el técnico reconocido, los materiales con dicho documento tendrán preferencia frente a otros materiales.

Como ya hemos nombrado, se deberá seguir el artículo 7.2 del CTE sobre control de recepción en obra de los productos, este artículo comprende lo siguiente:

- Artículo 7.2.1, control de documentación de suministros.
- Artículo 7.2.2, control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad.
- Artículo 7.2.3, control mediante ensayos.

El contratista tiene la obligación de informar a los suministradores de productos todas las características de cada producto exigidas por el proyecto que habrá que solicitar previamente al director de ejecución de obra y a los laboratorios encargado del control de estos productos.

El contratista se hará responsable de que los materiales utilizados cumplan con las condiciones que se exigen para el proyecto.

El director de ejecución de obra revisará estos materiales antes de su ejecución en la obra y será el que de la aprobación para que se puedan o no utilizar, y si, posterior a su colocación hay algún desperfecto o daño que no e hayan visto en el reconocimiento, serán cambiados por otros en perfecto estado. Los gastos adicionales que pueda causar un producto con desperfectos correrán a cargo del contratista.

A pesar de que los técnicos revisen e inspeccionen estos productos o materiales y estén en perfecto estado, no se podrán usar hasta q las entidades correspondientes a realizar los ensayos y pruebas den su visto bueno.

4.1.1. Garantías de calidad (marcado CE)

El marcado CE es un símbolo por el que el fabricante, distribuidor o representante autorizado del producto de construcción pasan a asumir totalmente toda la

responsabilidad de conformidad de dicho producto con las prestaciones declaradas. Será responsabilidad de la colocación y administración de este marcado el fabricante de los productos. Este marcado CE asegura lo siguiente:

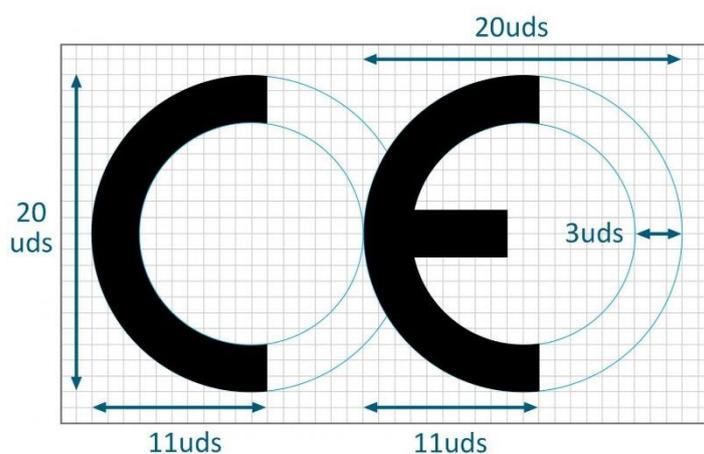
- Que el producto cumpla con todas las especificaciones técnicas que incluyan las normas armonizadas (EN) y en las guías técnicas (DITE, documento de idoneidad técnica europeo).
- El producto cumplirá con el sistema de evaluación de conformidad que establece la comisión europea.

Una vez los productos en la obra, el director de ejecución de la obra tendrá que verificar si estos productos constan del marcado CE, y en ese caso, confirmar que cumplen las condiciones que declara el Real Decreto 1630/1992.

Este marcado se representa con el símbolo “CE”, el cual tendrá que ir acompañado de la información complementaria del producto. El fabricante se tendrá que hacer cargo de que dicho marcado incluya:

- Producto al que hace referencia.
- Etiqueta con el marcado pegado al producto, en el envase o embalaje.
- Documentación comercial del producto.

El marcado “CE” se representa de la siguiente forma:



Además, a este símbolo lo tendrá que complementar unas inscripciones complementarias. Esto está especificado en las normas armonizadas y en las guías DITE. Estas inscripciones complementarias deberán incluir lo siguiente:

- Nº Identificación del organismo notificado.
- Nombre comercial o marca del fabricante.
- Dirección del fabricante.
- 2 últimas cifras del año de estampado del marcado CE en el producto.
- Nº Certificado CE de conformidad.
- Normas que afectan.
- Uso y designación del producto.
- Información adicional para poder identificar las características del producto.

Para toda la documentación que complementa el marcado “CE”, no es de obligación que sigan unos criterios a la hora de redactar como tipo de letra, color de títulos, etc. La única obligación será la de seguir las medidas del logo del marcado.

Podría ser que se encontrara alguna característica de producto que sea la opción PND, esta opción quiere decir “Prestación No Determinada”, y esto se utilizará cuando algún producto no tenga algún requisito legal para alguna característica y el fabricante no lo facilite.

4.1.2. Hormigón

Para la utilización del hormigón hay una recomendación que es que no debe pasar más de hora y media desde que se añade al agua al cemento y a los áridos. En cuanto al clima, si estamos en una situación muy calurosa, el tiempo de fraguado será menor a no ser que se adopten medidas para poder alargar el tiempo de fraguado. Si la temperatura es mayor de 40°C o haya mucho aire, se prohibirá hormigonar mientras no se tomen medidas especiales y que estén autorizadas por el director de obra.

En cambio, si el clima es más frío, la temperatura de la masa de hormigón bajará hasta 5°C, por eso, al estar ya frío, habrá que comprobar que la temperatura de los elementos sobre los que se va a verter el hormigón no podrá ser menores a 0°C. Si se prevé que esta temperatura puede darse 48 horas después del hormigonado, se suspenderá esta acción y se aplazará a otro momento. Si fuera aun así necesario este hormigonado, se tendrán que adoptar las medidas necesarias que garanticen que no se vayan a producir deterioros.

Para facilitar las operaciones pertinentes a la puesta en obra del hormigón, se tendrá que seguir una serie de trabajos:

- Preparar accesos y viales para los transportes de suministro de hormigón.
- Preparar la recepción.
- Programar el vertido del suministro.

Toda carga de hormigón deberá ir acompañada de una “hoja de suministro” a disposición del director de obra, en este documento se representará:

- Nombre de la central de la fábrica de hormigón.
- Nº Serie de la central.
- Nº Serie hoja de suministro.
- Fecha entrega.
- Nombre demandante y responsable.
- Especificaciones del hormigón (contenido cemento, relación agua/cemento, aditivo, tamaño árido, consistencia, lugar de suministro, identificación del transporte y persona que lo descarga, clase y marca cemento, etc.).

Se seguirá el EHE-08 para la comprobación de ensayos de propiedades y características del hormigón.

En cuanto al transporte de hormigón desde central a obra, habrá que hacerlo siguiendo unos procedimientos para que este material llegue en las condiciones idóneas. El depósito del camión donde se transporta el hormigón debe tener mucha limpieza para que no contenga ningún resto de residuo de transporte de hormigón anterior y así no contaminar el producto.

Cuando el hormigón se fabrica totalmente en central y se transporta a la obra, el volumen del depósito del camión no tendrá que ser superior al 80% de la capacidad total. En cambio, si el hormigón acaba de mezclarse en la obra, el volumen cambiará y en este caso no podrá superar dos terceras partes del total de este depósito.

A la hora del vertido de la mezcla, habrá que tener precaución para no esparcir fuera de la zona donde queremos que esté.

4.1.3. Acero corrugado para armaduras

Para la utilización de acero corrugado hay que tener varias consideraciones presente, una es que se prohíbe usar materiales que tengan iones despasivantes al igual que queda prohibido poner armaduras en contacto con otras o con metales con potencial galvánico diferente para así evitar la contaminación de estas.

Además, hay que evitar la corrosión de este acero corrugado, por eso habrá que tener en cuenta los recubrimientos que tendremos de hormigón. Esto implicará proteger a la armadura de lluvias o cualquier agresividad ambiental tanto en el transporte como en la puesta en obra. Cuando se almacenen habrá que hacerlo ordenadamente, es decir, teniendo en cuenta su tamaño, el tipo, etc.

En el momento que se vayan a utilizar, si han estado almacenadas mucho tiempo habrá que examinarlas para comprobar su estado. En caso de que tuviera cualquier sustancia adherida a la superficie habrá que limpiarlo antes de su utilización, en caso de que contenga una capa de óxido en su superficie, habrá que eliminar ese óxido y si se ha eliminado una cantidad menor al 1% de material se podrá utilizar, en caso de que se pierda más del 1%, no se podrá poner en obra.

Se dispondrá de instalaciones mínimas que permitan la realización de actividades previas a la puesta en obra, algunas de las actividades son:

- Almacenamiento de los productos.
- Enderezado en caso de que se haya suministrado en rollo.
- Instalaciones que permitan el corte, doblado, armado y soldadura.

Cuando se entregue el material en la obra, habrá que seguir un control de la documentación, dicho control consistirá en que el suministrador del producto le entregará al contratista cualquier documentación necesario que actuará como identificación de los productos, y éste se lo entregará a la dirección facultativa. Los documentos que se han de entregar son:

- Antes del suministro:

- Autorizaciones y documentos de conformidad exigidos.
- Declaración del suministrador firmada por persona física con representación en la cual conste la fecha de la entrega y que el producto que se suministra con el distintivo de calidad reconocido oficialmente.
- Durante el suministro:
 - Hojas de suministro de cada una de las partidas.
 - Certificado de ensayo hasta que entre en vigor el marcado CE. Este certificado lo componen las características que deberán de cumplir los materiales, por ejemplo, aptitud al doblado, ausencia de grietas, características de adherencia, características mecánicas, composición química, etc. Todo esto junto con la firma del laboratorio o persona responsable de la realización de dichas pruebas.

Además de esta documentación, se deberá indicar: si el acero suministrado viene en rollo o no, si se necesita algún proceso especial para soldar debido a las características del acero, la clase técnica del acero que vendrá dado por un código de identificación, y también, en las barras tendrá que ir marcado la procedencia y el fabricante de dicho material.

Como hemos dicho anteriormente, el contratista será el que entregue la documentación a la dirección facultativa, siendo esta la que comprobará antes del suministro y de acuerdo con el proyecto y la EHE-08 si esa documentación es válida para aceptar el producto, o en caso contrario, tener que realizar algún tipo de comprobación.

Las comprobaciones de los materiales se harán según la EHE-08. Si se realiza algún tipo de ensayo, el laboratorio será el encargado de aportar los resultados pruebas y la información de las fechas de cuando se han realizado estas pruebas. Estos resultados los entregarán a la dirección facultativa.

4.1.4. Aceros en perfiles laminados para estructuras metálicas

Los perfiles laminados son muy delicados por tanto habrá que tener mucho cuidado a la hora del transporte y para los momentos de descargarlos tendrán que protegerse para asegurar que no se produzca ningún tipo de deformación que pueda afectar posteriormente a la estructura.

Para almacenar estos productos, deberán estar siempre por encima del terreno y nunca apoyados sobre este, sino que se apilarán sobre alguna base para evitar el contacto con el terreno, y en las condiciones que el fabricante indique. También se deberá de mantener en todo momento la limpieza y evitar que se quede agua sobre estos perfiles para que así no se produzcan deformaciones.

Como hemos dicho en el apartado anterior, en caso de estar almacenado mucho tiempo habrá que examinarlos para comprobar que sigue cumpliendo con las características del producto en sí. En caso de que durante el tiempo de almacenaje haya pasado la vida útil del material, bajo ningún concepto se podrá poner en obra.

El estado de suministro de los productos será elección del fabricante a no ser que se especifique lo contrario. En caso de los productos planos, si se quiere hacer una inspección se tendrá que indicar el tipo y la documentación necesaria. Todas estas inspecciones o ensayos se realizarán según la normativa vigente.

4.2. Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidad de obra

Dividiremos las preinscripciones en diferentes secciones:

- Se describirán todas las características técnicas de los productos con su nomenclatura adecuada según los criterios que marca la normativa vigente.
- Se tomarán las medidas correspondientes que aseguren la compatibilidad de todos los elementos constructivos de la obra. Se tendrán que determinar las incompatibilidades que puedan haber para así corregirlas.
- Se detallarán las normas aplicables que afecten a la ejecución de la obra.
- Se efectuarán las mediciones del proyecto de acuerdo con lo acordado anteriormente en la fase de redacción de proyecto, después de la ejecución esto habrá que comprobarlo.
- Antes de la ejecución de obra, el director de ejecución de obra se encargará de la recepción de materiales junto con los certificados exigibles de cada uno de ellos, una vez acepte las condiciones, deberá ordenar la ejecución según lo citado en dichos documentos.
- Se tendrán en cuenta una serie de comprobaciones:
 - Comprobaciones ambientales: habrá que tener en cuenta las condiciones climáticas ya que nos pueden afectar a si se puede o no ejecutar trabajos, o si es necesario tomar alguna serie de medidas.
 - Comprobaciones del soporte: se tendrá que realizar unos requisitos previos sobre los estados obras realizadas anteriormente y así que nos pueda servir para la ejecución de la nueva obra.
 - Comprobaciones del contratista: para algunos tipos de trabajos, el contratista deberá presentar al director de ejecución de obra un documento que certifique que está cualificado para dicha ejecución.
- Se definirán una serie de condiciones para los diferentes procesos de ejecución para así garantizar la calidad.
 - Fase ejecución: se redactarán en un documento las fases en orden que habrá que seguir para la ejecución de la obra.
 - Fase finalización: se redactarán las condiciones en las que se deberán finalizar los diferentes procesos.
- Por parte del contratista, al finalizar la obra, se deberá realizar la limpieza de toda la zona de trabajo, eliminando los residuos, los medios auxiliares, materiales sobrantes, etc. Todo esto deberá clasificarlo, cargarlo y transportarlo a un centro de reciclaje para según qué tipo de residuo sea.
- Habrán unas condiciones en las que se dictará que se deben proteger ciertas zonas de la obra para la conservación y mantenimiento adecuados.

- Se redactarán la forma en la que las mediciones tendrán que ser comprobadas una vez se hayan pasado por todos los controles de calidad y ya se haya obtenido el certificado por parte del director de ejecución de obra.
- El contratista deberá estar presente en el abono de las mediciones de las unidades de obra, estas mediciones se realizarán siguiente la norma establecida. Y, será válido el resultado que el director de ejecución de obra considere.
 - Los precios que se tendrán que abonar estarán reflejados en el presupuesto, que se abonarán según se vayan ejecutando los trabajos de acuerdo con las condiciones de la ejecución de obra.
 - No se abonará al contratista más de lo que se ha preinscrito anteriormente a no ser que lo autorice la dirección facultativa.
- La terminología aplicada para las mediciones será: acondicionamiento del terreno, cimentación, superficie teórica ejecutada, volumen teórico ejecutado y estructura.

4.2.1. Cimentación

- **Excavación hueco zapatas**

Esta unidad incluirá los medios que se han necesitado para la excavación, el transporte de la maquinaria, retirada residuos, carga camión y transporte al vertedero. Se seguirá un criterio de medición que irá acorde con los planos. Previamente a la ejecución de los huecos se deberá inspeccionar la zona y comprobar si existe algún inconveniente para la ejecución. En caso de haber alguna instalación en servicio subterránea que afecte a la ejecución, el contratista deberá hacer saber la situación a las unidades competentes y presentar una solución.

Una vez terminada la ejecución de las zapatas, la superficie tendrá que quedar limpia y en las condiciones adecuadas para realizar el replanteo de la obra. Igual, se deberán mantener y conservar los residuos durante su transporte al vertedero. Cuando todo esto suceda, se efectuarán las mediciones de la ejecución completa según las indicaciones del proyecto y ya se procederá a su abono.

- **Hormigón armado HA25 255 kg/cm² con barras B500S 5098 kg/cm² de \varnothing 12 para cimentaciones y losa de hormigón para la rampa de acceso**

Se seguirá la normativa EHE-08 tanto para la fabricación como la puesta en obra del hormigón, para los cimientos la CTE-DBSE-C, para la ejecución de las zapatas la NTE-CSZ, y la UNE-EN 36068 para las barras de acero del armado. Para asegurar la correcta compatibilidad entre los productos que se necesitarán, se hará un estudio antes de la puesta en obra para elegir el tipo de cemento, su dosificación, el recubrimiento que hará falta, etc.

Los criterios de las mediciones para las excavaciones se llevarán a cabo acorde a los planos del proyecto. Una vez tomados los volúmenes y previo a la ejecución, se dispondrá una capa de hormigón de limpieza en un plano horizontal y totalmente libre

de sociedad, como ya hemos dicho antes se prohibirá ejecutar esto en caso de malas condiciones climáticas. En caso de ya estar ejecutando cuando se produzcan cambios en las condiciones ambientales, el contratista tendrá una serie de medios para afrontar estas situaciones y tendrá que seguir instrucciones del director de ejecución de obra.

Para el proceso de ejecución empezaremos realizando el replanteo, una vez este hecho pasamos al trazado de las zapatas, colocación de los pilares sobre estas, y a continuación el armado fijando todas las armaduras correctamente y por último el vertido de hormigón y su curado. Para poder decir que el proceso ha terminado, la superficie no tendrá imperfecciones y cumplirá con la transmisión de cargas al terreno calculada anteriormente.

Por último, tendremos que proteger las armaduras para conservarlas y mantenerlas adecuadamente. Y ya se pasará a comprobar todas las mediciones que encajen con las especificaciones del proyecto y se procederá al abono de esta unidad de obra.

4.2.2. Estructura

- **Perfiles IPE y HEB de acero S275 laminado en caliente, con uniones soldadas**

Habrá que tomar ciertas medidas para que todos los elementos de la estructura sean compatibles, para este caso en concreto no habrá que pintar la zona de la soldadura y tampoco se pondrá en contacto directo el acero con otros metales.

- Normativa: para el suministro y montaje de estos perfiles, tanto vigas como pilares, seguiremos la norma UNE-EN 10025; para la preparación de la superficie nos guiaremos con la norma UNE-EN ISO 8501-1. En el tema estructural nos centraremos en el CTE-DBSE-A, UNE-ENV 1090-1 (ejecución de estructuras de acero), NTE-EAF (normativa forjados), NTE-EAV (normativa vigas) y NTE-EAS (normativa soportes).

Las mediciones se harán desde los centros del alma de los perfiles y en verdadera magnitud, de acuerdo con los planos. Antes de la ejecución de la obra hay que considerar una serie de condiciones, si la temperatura ambiente es menos de 0°C no se deberá ejecutar la soldadura. Además, el contratista tendrá que presentar al director de ejecución de obra toda la documentación que acredite al soldador para realizar dicho trabajo.

Durante el proceso de ejecución se hará un replanteo, marcaremos los ejes de los pilares y con una grúa se irán colocando en sus posiciones, después se comprobarán las uniones y se reparará cualquier defecto superficial, en caso de que se haya producido alguno.

Una vez terminado, el acabado será el adecuado para poder mantener y conservar adecuadamente la estructura, y por supuesto, comprobar que la estructura es estable y transmite las cargas que debe al terreno. Por último, habrá que comprobar las

mediciones para ver que coinciden con las dispuestas en el proyecto ya cuando esto esté comprobado, se procederá al abono de esta unidad.

4.2.3. Barandilla de vidrio

El CTE establece un apartado sobre unas normas de seguridad dedicadas a elementos fabricados de vidrio. En el caso del vidrio templado el cual utilizaremos para la barandilla tendrá que cumplir la parte 1 y 2 de la norma UNE-EN 12150.

4.2.4. Rejilla Tramex

Se considerará una malla de 30x30 mm para placas de 1000x1000 mm para una carga útil repartida de 500 kg/m², ya que está diseñada para el paso de personas. Sobre este suelo no podrán aplicarse presiones concentradas como por ejemplo el paso de camiones, coches, carretillas... para estos se fabricará otro tipo de malla usando unos elementos especiales para garantizar la seguridad.

Para el presente proyecto se utilizará una rejilla pretensada de PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio), compuesta por pletinas portantes y separadoras, este tipo de tramex aportará un excelente comportamiento mecánico a parte de un gran valor estético.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Trabajo de fin de grado

DISEÑO Y CÁLCULO DE UN MIRADOR CON ESTRUCTURA METÁLICA EN LA VALL DELS ALCALANS

TERCERA PARTE: PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Alumno: Noelia López Montero

Tutor: Vicente Barres Fabado

Cód	Resumen	N	Long	Anch	Alt	Cant	Precio	Importe
01	ACTUACIONES PREVIAS							
1.1	m ² Limpieza de solar, desbroce limpieza, retirada de restos y replanteo de la cimentación. Cumpliendo medidas de seguridad.					1	515,60€	515,60€
TOTAL 01.....								515,60€
02	DEMOLICIONES							
2.1	m ² Demol muro c/ martillo							
	Demolición de frestos de muro de tapial							
	zona 1	1	2,00	0,60		1,20	10,38€	12,46€
TOTAL 02.....								12,46€
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
3.1	m ³ Excv zanj-poz medios c/ retro							
	Excavación en zanjas y pozos para cajeados de cimentación, en terrenos medios, con medios mecánicos, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes, y carga sobre transporte, según NTE/ADZ-4.							
	Criterio de medición: M3 de excavación según profundidades que se establecen en los planos de cimentación, en relación al estudio geotécnico.							
	zapatillas	4	1,00	1,00	0,70	2,80	8,68€	24,30€
3.2	m ³ Transp + carga tierra Bañera 25tm.							
	Transporte de tierras con camión bañera de carga máxima 25Tm., a vertedero autorizado, incluso carga con pala cargadora frontal, de todas las tierras procedentes de la excavación y no utilizadas para el desmonte.							
	Criterio de medición: m3 de transporte de tierras sobrantes medidas según cotas de proyecto deduciendo a la excavación de cielo abierto y cajeados de cimentación el relleno utilizado en partida 1.08 y la diferencia de la excavación y relleno de instalaciones (1.04-1.05)							

Procedente exc. Partida 01	4	0,70		2,80	5,71€	15,99€
TOTAL 30.....						40,29€

04 CIMENTACIONES

4.1 m² HM-10/B/25/Ila prep limpieza e=1

Capa de hormigón de limpieza preparado HM-10/B/25, de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 25 mm. y 10 cm. de espesor, en la base de la cimentación, transportado y puesto en obra, según EHE.

Criterio de medición: m2 de hormigón de limpieza medido según cotas planos.

Zapatras	4	1,00	1,00	0,10	10,30€	1,03€
----------	---	------	------	------	--------	-------

4.2 m³ Zap HA 25 B500S 0.60

Hormigón armado HA-25/P/20/Ila, en cimentaciones de zapatas aisladas, de consistencia plástica y tamaño máximo del árido 20 mm, armadas con una cuantía media de acero de 33,82 kg/m³., B 500 S, para una tensión admisible del terreno de 2 kp/cm², de las dimensiones indicadas en planos de cimentación y 0.60 m. de canto, con un recubrimiento de la armadura principal de 5 cm incluso armaduras de espera de arranque de pilares, incluso elaboración, ferrallado, recortes, separadores de PVC, alambre de atado, transportado, puesta en obra, vibrado y curado del hormigón según EHE

Criterio de medición: M3 de hormigón armado según medidas planos.

Arranque	1	1,80		1,80	16,72€	30,10€
----------	---	------	--	------	--------	--------

TOTAL 04.....						277,95€
----------------------	--	--	--	--	--	----------------

05 ESTRUCTURAS

5.1 m³ Soportes acero estructural

Estructura metálica realizada con pórticos y correas de acero UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, de las series IPN, IPE, HEA, HEB o HEM, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, con una cuantía de acero de 42,8 kg/m², para distancia entre apoyos

inferior a 10 m, separación de 4 m entre pórticos y una altura de pilares de hasta 5 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.

1 tramo	1	1,50	6,00	9,00		
Rellano	1	1,50	1,50	2,25		
1 tramo	1	1,50	6,00	9,00		
					20,25	97,88€ 1.982,07€

5.3 m³ FORJADO TRAMEX AUTORRESISTENTE

Acero conformado en frío, galvanizado, tipo DX52D+Z275MA, en forjado de cubierta plana de entramado ligero de perfiles (light steel framing), de 30 mm de canto, con una separación entre apoyos de 600 mm. Suministro de los perfiles mecanizados y ensamblados en taller y montaje de la estructura en obra, considerando un grado de complejidad medio. Incluso tornillos autotaladrantes para la unión de los perfiles entre sí, elementos de arriostramiento de los perfiles y elementos de fijación de los perfiles a la estructura.

Plataforma	1	5,00	5,00	25,00	27,30€	682,50€
TOTAL 05.....						5.727,07€

06 CARPINTERÍA EXTERIOR

6.1 u Barandilla perimetral

Sistema de barandilla de vidrio View Crystal "CORTIZO", sin pasamanos, formado por perfil continuo en "U" de aleación de aluminio 6063 T6, acabado anodizado con el sello EWAA-EURAS, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de anodizado, probado para una carga de 0,8 kN/m aplicada sobre el borde superior del vidrio según CTE DB SE-AE, de altura máxima 110 cm, para vidrio templado laminar de seguridad,

Compuesto por dos lunas de 6 mm de espesor, unidas mediante dos láminas incoloras de butiral de polivinilo, de 0,38 mm de espesor cada una. Incluso anclaje

mecánico de expansión de acero cincado para la fijación sobre la cara superior del forjado.

38	38,00	306,12€	11.632,56€
TOTAL 06.....			11.632,56€

07 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

7.1 ud Iluminación del conjunto

Luminaria led compacta para exterior con cuerpo de luminaria de aluminio inyectado, aluminio y acero inoxidable, vidrio de seguridad, reflector de aluminio puro anodizado, grado de protección IP65, aislamiento clase F. Instalación empotrada en pared. Incluso lámparas.

20,00	4.394,40€	87.888,00€
-------	-----------	------------

TOTAL 07.....			87.888,00€
----------------------	--	--	-------------------

08 SEGURIDAD Y SALUD

8.1 u Ayudas para Seguridad y Salud

Parte proporcional de andamios, redes, vallas, apeos, y otras medidas de seguridad, incluso redacción del plan de seguridad, según el RD. 1627/97 sobre seguridad y salud en las obras de construcción. Incluso limpieza y reposición de desperfectos.

1,00	341,71€	341,71€
------	---------	---------

8.2 m2 PROTECCIÓN ANDAMIO C/RED POLIAMIDA

Suministro, colocación y posterior retirada de red de poliamida de 7x7 cm. de paso, en protección vertical de andamiadas. Incluso parte proporcional de cuerdas de sujeción y atado. Totalmente instalada.

20,00	4,36€	87,20€
-------	-------	--------

8.3 ml BARANDILLA GUARDACUERPOS MADERA

Suministro, colocación y posterior retirada de barandilla de protección de perímetros de forjados. Compuesta por guardacuerpos metálico cada 2,5 m., fijado por apriete al forjado, pasamanos formado por tablón de

20x5 cm., rodapié y travesañó intermedio de
15x5 cm. Totalmente terminada.

38,00 8,82€ 335,16€

TOTAL 08..... 764,07€

09 GESTIÓN DE RESIDUOS

9.1 u Entrega conte escom 8m³

Servicio de cambio o retirada de contenedor de 8 m³ de residuos de construcción y demolición mezclados, los cuales deberán ser separados en fracciones por un gestor de residuos autorizado antes de su vertido, desde una distancia menor de 10 km, según R.D. 105/2008.

1,00 63,60€ 63,60€

9.2 m³ Crg man resid escom en conte

Carga manual, considerando 2 peones, de residuos de construcción y demolición mezclados, los cuales deberán ser separados en fracciones por un gestor de residuos autorizado antes de su vertido, sobre contenedor (no incluido el alquiler de éste), incluso humedecido de la carga.

4,58 9,60€ 43,97€

TOTAL 09..... 107,57€

10 CONTROL DE CALIDAD

10.1 ud CONTROL ESTRUCTRAL HORMIGÓN

Control de calidad del hormigón, con nivel de control de obra normal, en cumplimiento de la Normativa CTE, en estructura de hormigón, considerándose ésta en su conjunto. Realizándose una serie de cuatro probetas cilíndricas de ø15x30 cm., así como control de consistencia media, obtenida de la realización a pie de obra de tres ensayos de cono de Abrhams.

1,00 244,91€ 244,91€

TOTAL 10..... 244,91€

TOTAL PRESUPUESTO..... 23.716,88€

RESUMEN PRESUPUESTO

Capítulo	Descripción	Importe	%
01	ACTUACIONES PREVIAS	515,60 €	2,17 %
02	DEMOLICIONES	12,46 €	0,05%
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS	40,29 €	0,17 %
04	CIMENTACIONES	277,95 €	1,17 %
05	ESTRUCTURAS	5.727,07 €	24,15 %
06	CARPINTERÍA EXTERIOR	11.632,56 €	49,05 %
07	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	4.394,40 €	18,53 %
08	SEGURIDAD Y SALUD	764,07 €	3,22 %
09	GESTIÓN DE RESIDUOS	107,57 €	0,45 %
10	CONTROL DE CALIDAD	244,91 €	1,03 %
TOTAL PRESUPUESTO			23.716,88 €



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

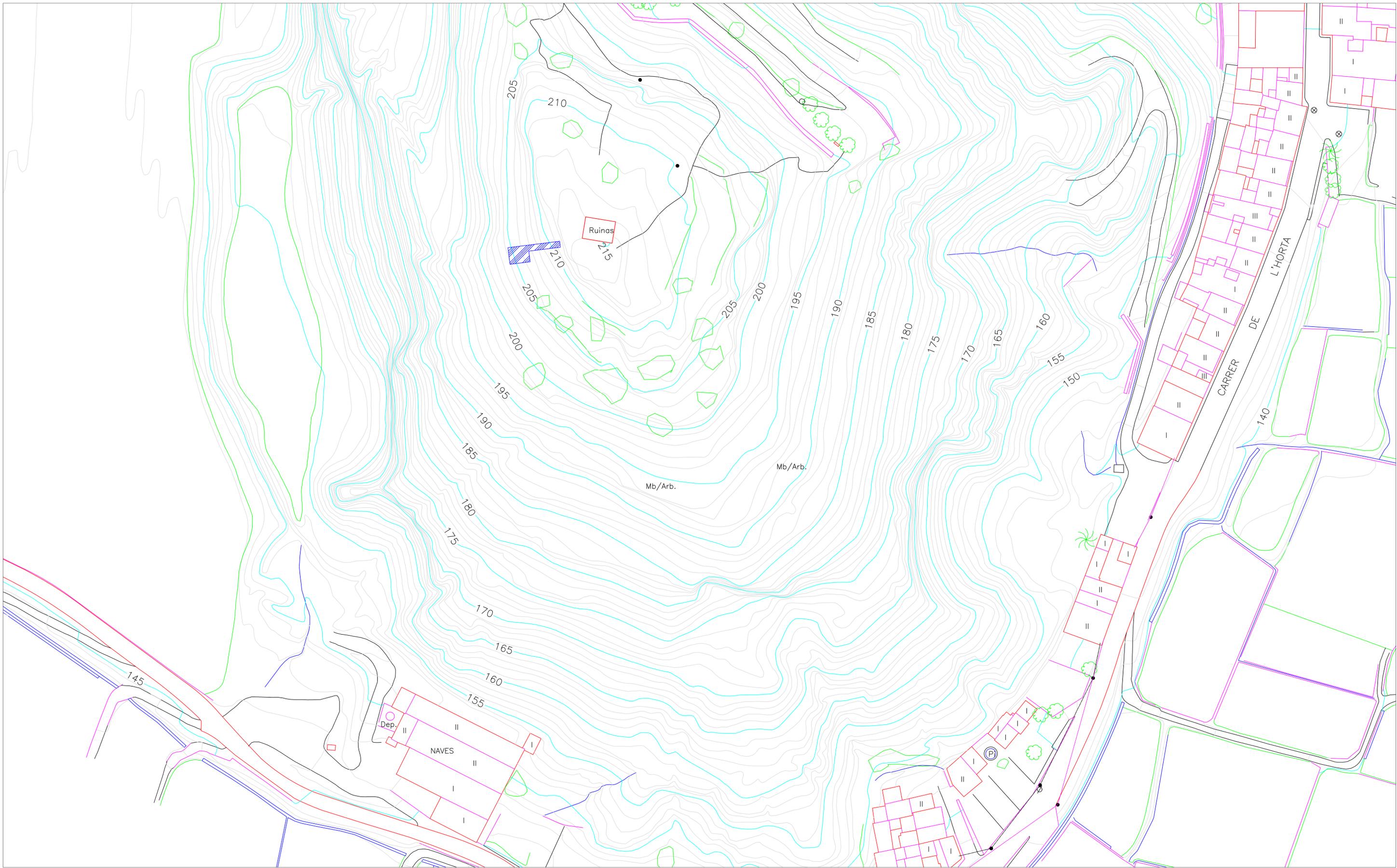
Trabajo de fin de grado

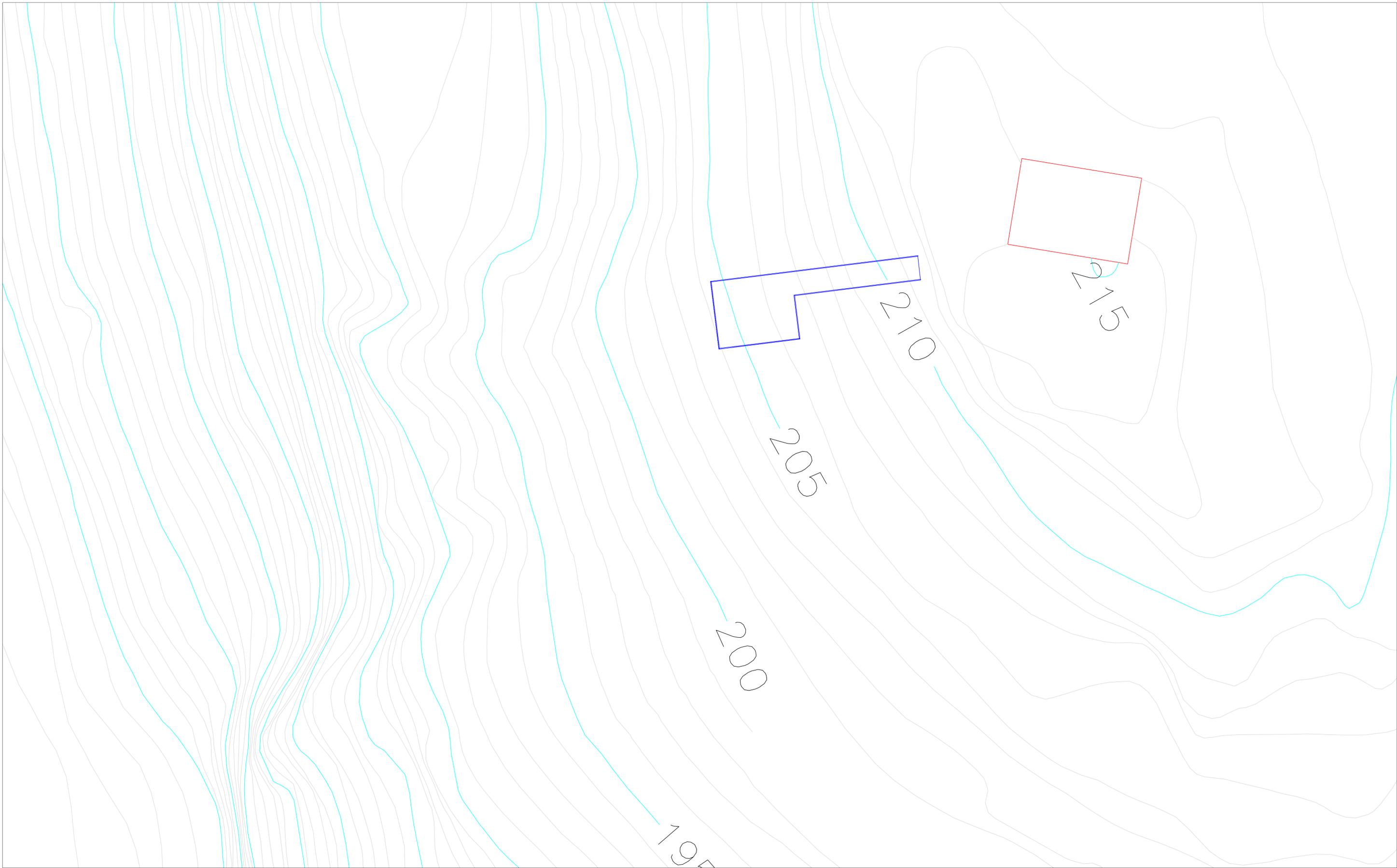
DISEÑO Y CÁLCULO DE UN MIRADOR CON ESTRUCTURA METÁLICA EN LA VALL DELS ALCALANS

CUARTA PARTE: PLANOS

Alumno: Noelia López Montero

Tutor: Vicente Barres Fabado





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

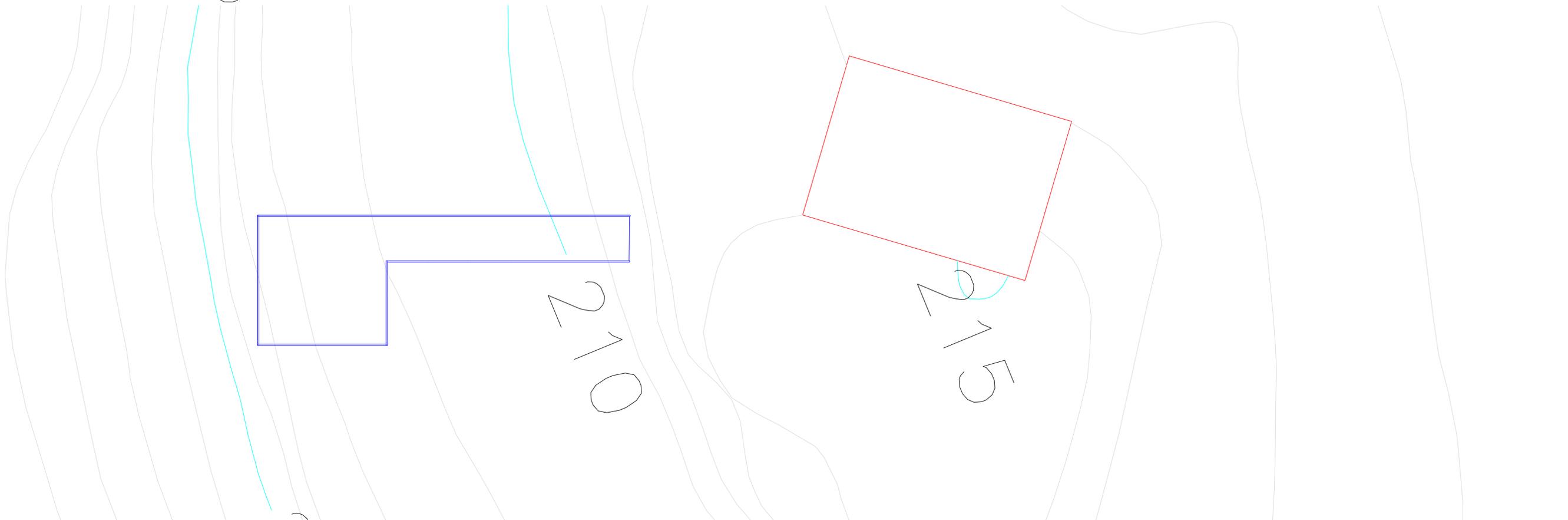
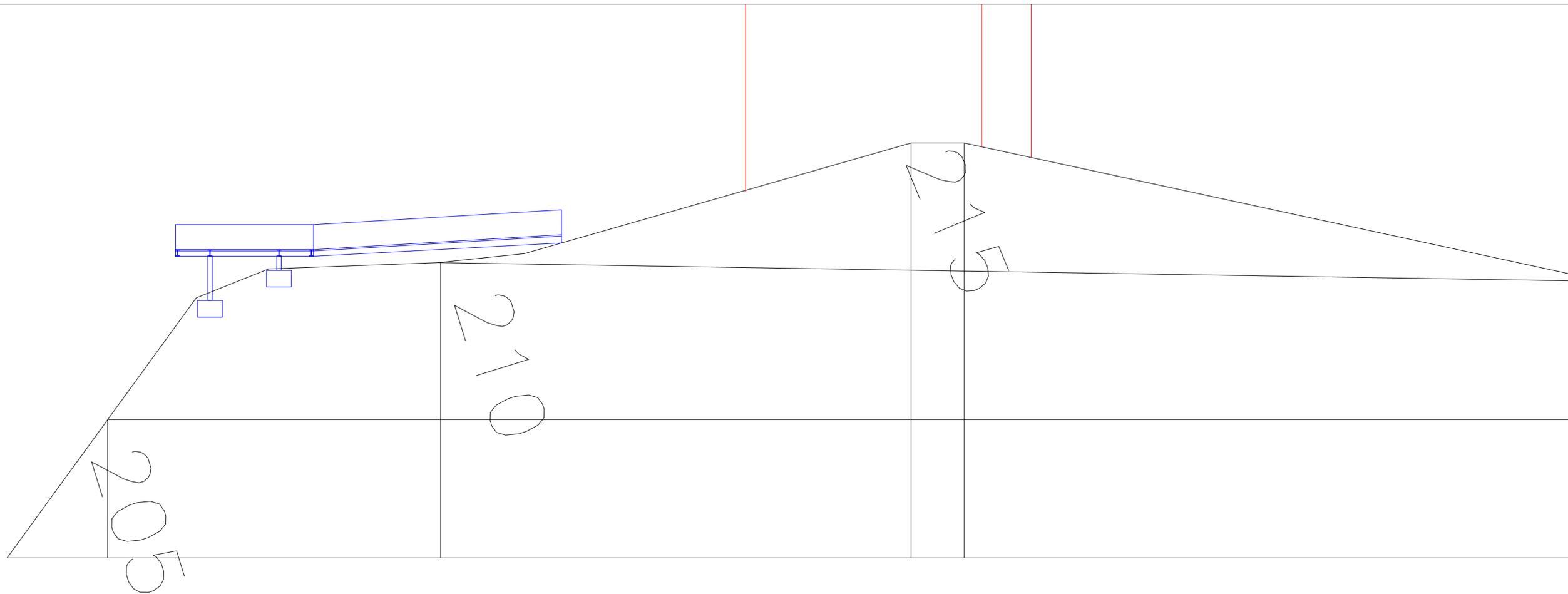


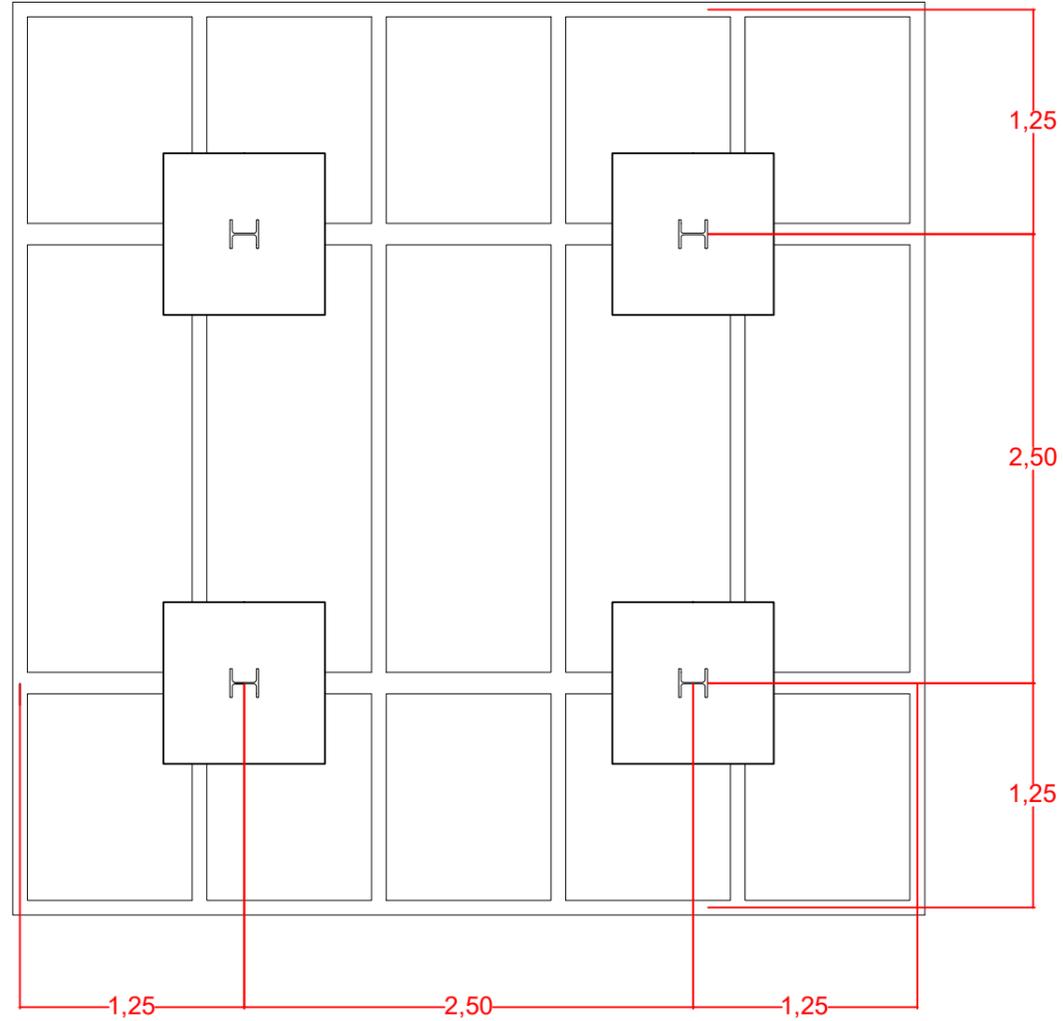
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

AUTOR:
NOELIA LÓPEZ MONTERO
FIRMA:
ESCALA: 1/100
FECHA: MAYO 2022
DIRECCIÓN: C/ CAMPUS (VALENCIA)

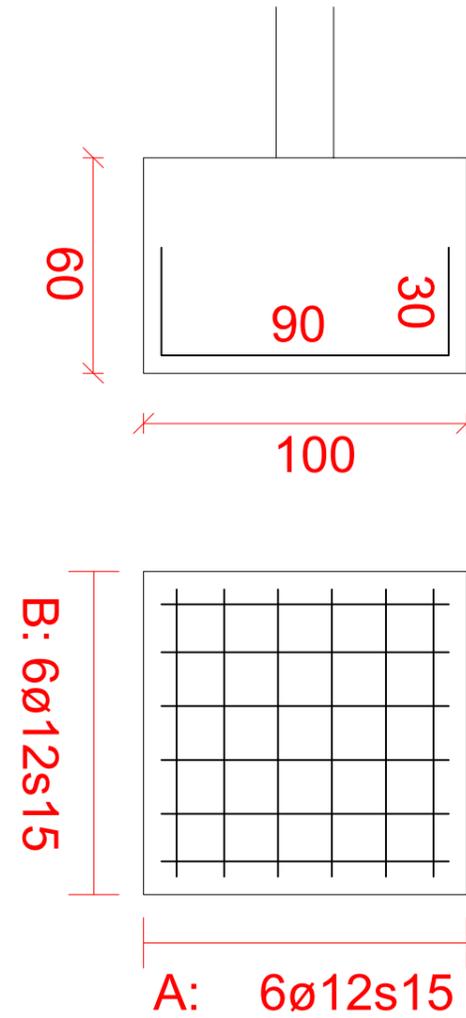
PROYECTO:
Diseño y cálculo de un mirador con estructura metálica en la Vall dels Alcalans.
PLANO:
PLANO DE EMPLAZAMIENTO

NÚMERO:
02





Zapata para pilares HEB-160
Escala: 1/10



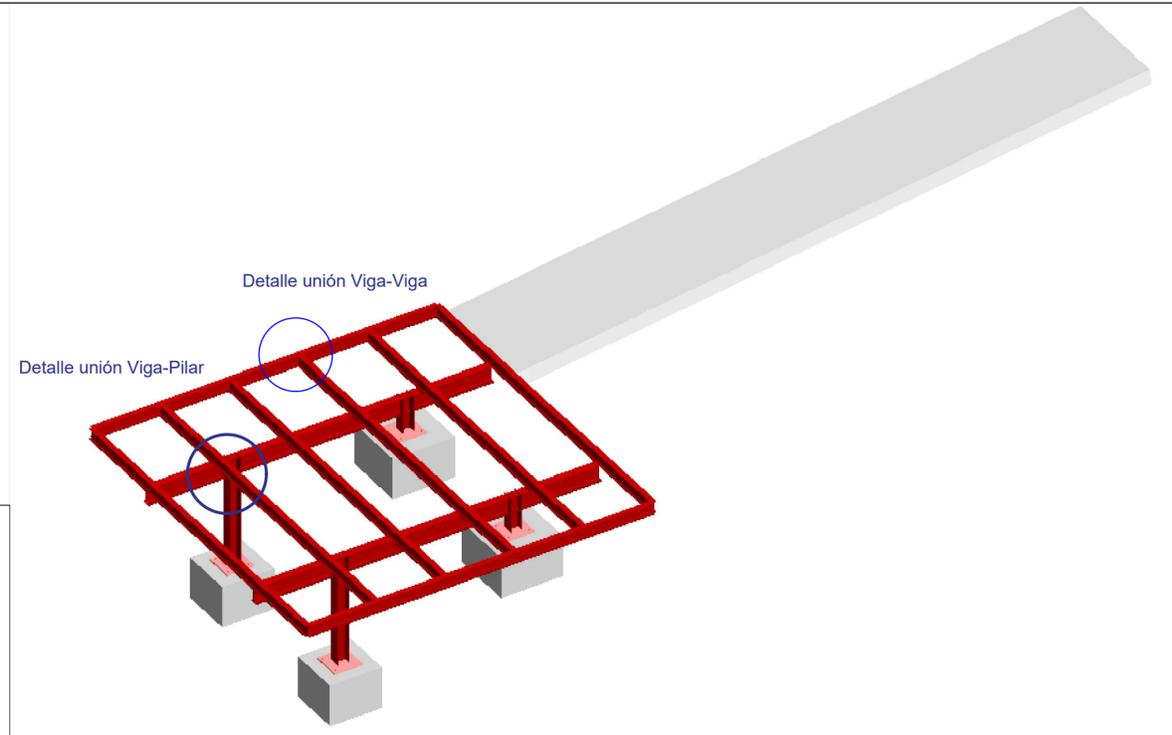
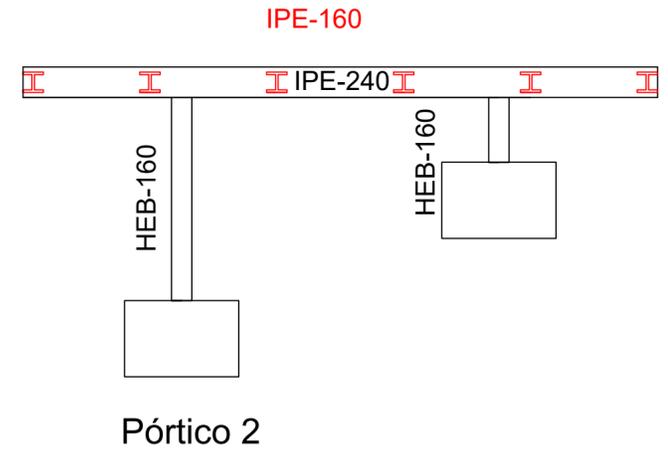
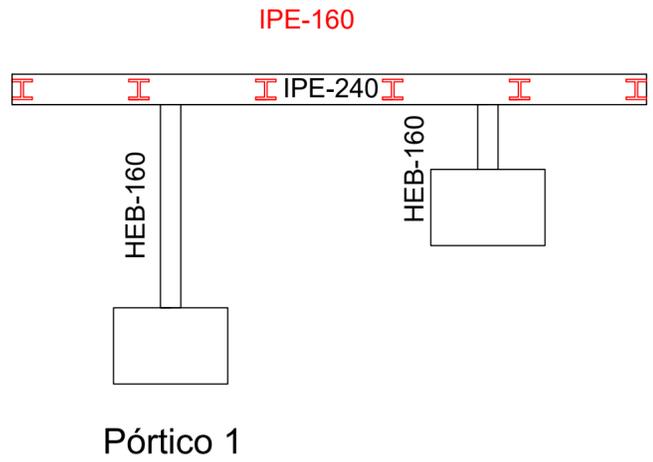
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

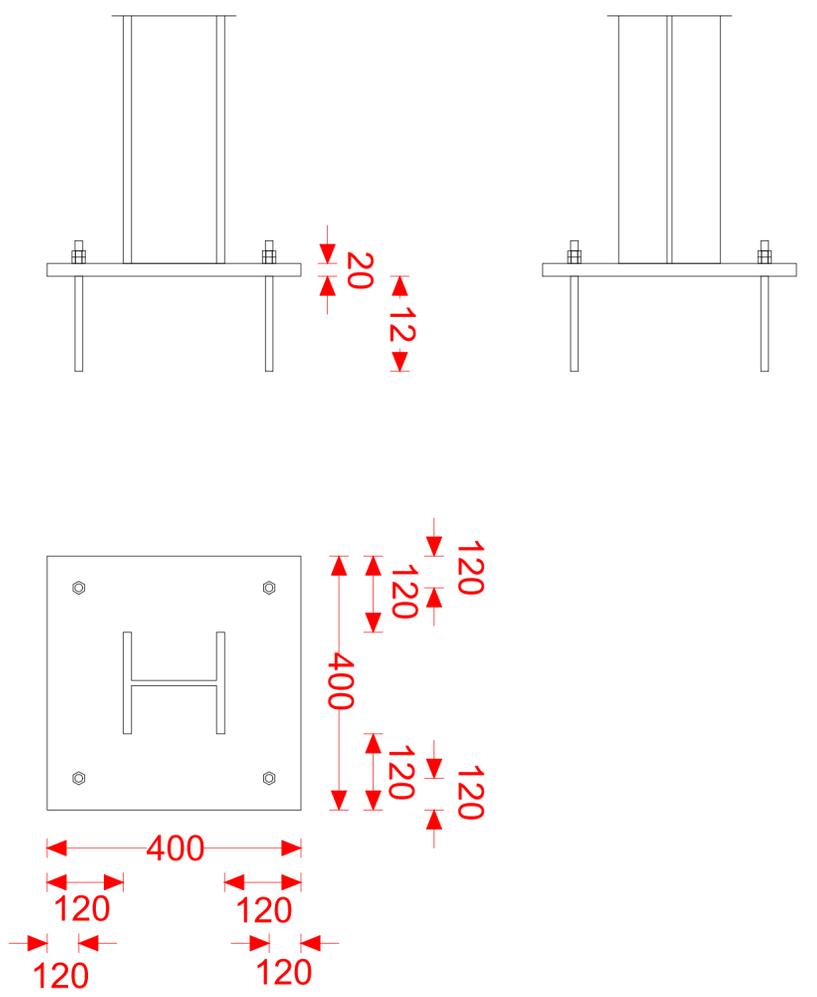
AUTOR: NOELIA LÓPEZ MONTERO
FIRMA:
ESCALA: 1/20
DIRECCIÓN: C/ CAMPUS (VALENCIA)

PROYECTO: Diseño y cálculo de un mirador con estructura metálica en la Vall dels Alcalans.
PLANO: PLANO CIMENTACIÓN

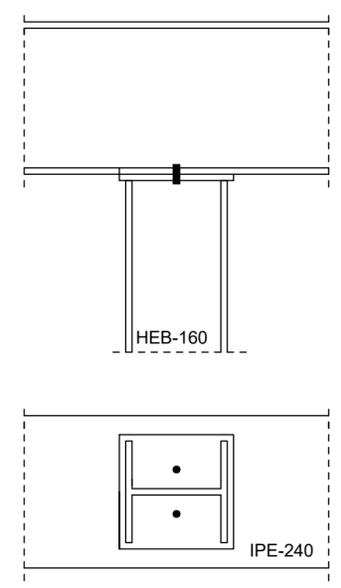
NÚMERO:
04



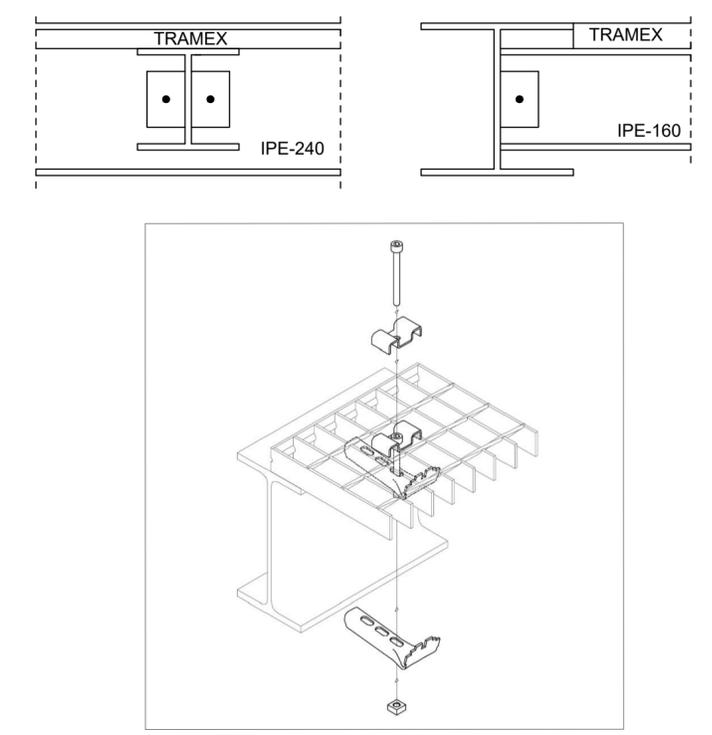
Placa anclaje pilares HEB-160
Barras corrugadas B500S (4ø12)



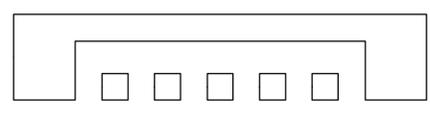
Detalle unión Viga-Pilar



Detalle unión Viga-Viga



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

AUTOR:
NOELIA LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

ESCALA: 1/10

FECHA: MAYO 2022

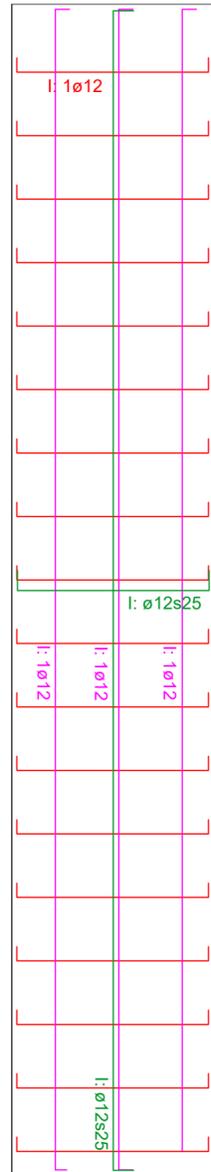
DIRECCIÓN: C/ CAMPUS (VALENCIA)

PROYECTO:
Diseño y cálculo de un mirador con estructura metálica en la Vall dels Alcalans.

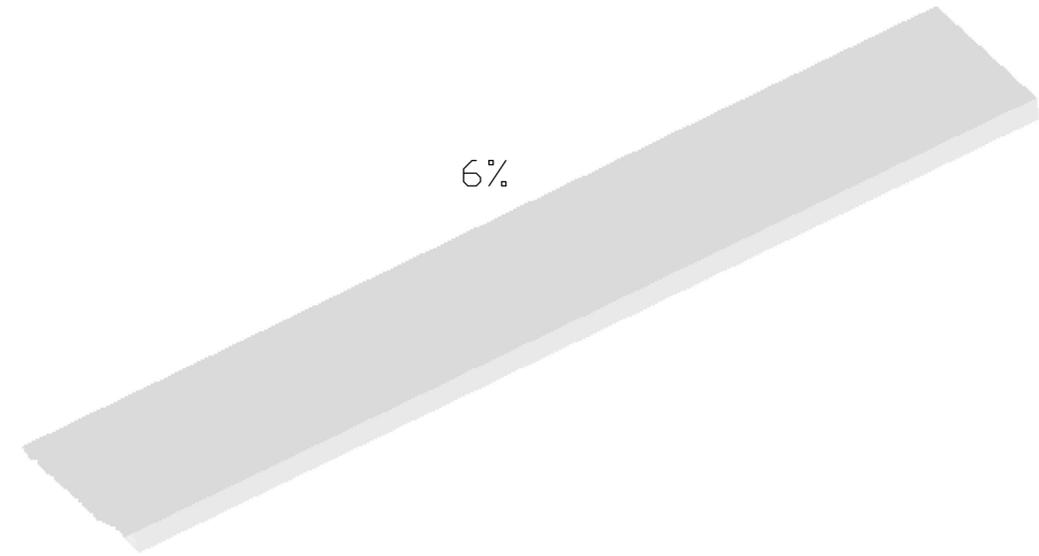
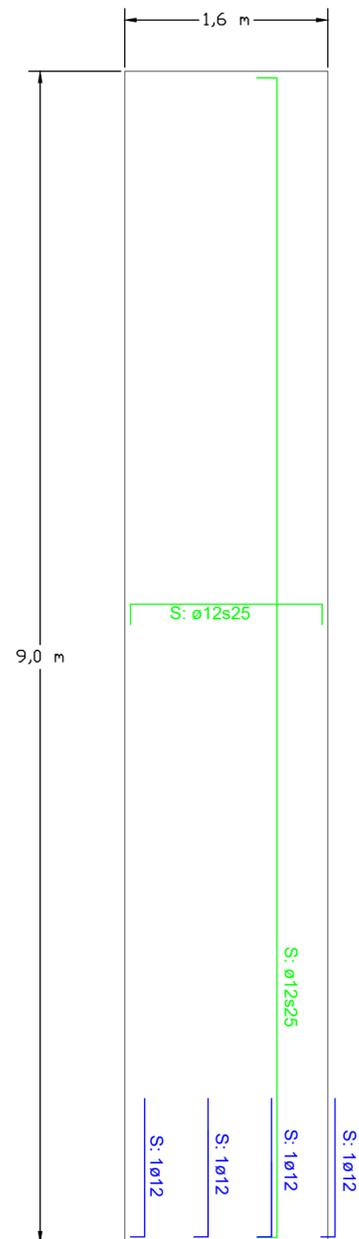
PLANO: PLANO PÓRTICOS

NÚMERO:
05

ARMADO INFERIOR: REFUERZOS
ARMADURA BASE INFERIOR



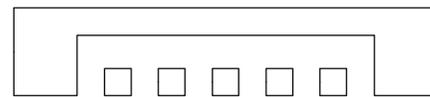
ARMADO SUPERIOR: REFUERZOS
ARMADURA BASE SUPERIOR



ARMADURA DE MONTAJE, BASE Y REPARTO	
Barras acero corrugado B500S	
Base superior	Ø12s25
Base inferior	Ø12s25



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

AUTOR: NOELIA LÓPEZ MONTERO	
FIRMA:	
ESCALA: 1/20	FECHA: MAYO 2022
DIRECCIÓN: C/ CAMPUS (VALENCIA)	

PROYECTO: Diseño y cálculo de un mirador con estructura metálica en la Vall dels Alcalans.
PLANO: PLANO DETALLE RAMPA

NÚMERO:
06