

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO FIN DE GRADO

***PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UNA
MARQUESINA Y ENLACE DEL
TRANVÍA DE BILBAO CON LA LÍNEA
DE EUSKOTREN EN ATXURI, BILBAO,
BIZKAIA***

Alumno/Alumna: Gutiérrez del Río García, Carlos

Director/Directora: Correa García, Nekane

Curso: 2019-2020

Fecha: 31 de Octubre de 2019

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO FIN DE GRADO

***PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UNA
MARQUESINA Y ENLACE DEL
TRANVÍA DE BILBAO CON LA LÍNEA
DE EUSKOTREN EN ATXURI, BILBAO,
BIZKAIA***

DOCUMENTO 1 - MEMORIA Y ANEJOS

Alumno/Alumna: Gutiérrez del Río García, Carlos

Director/Directora: Correa García, Nekane

Curso: 2019-2020

Fecha: 31 de Octubre de 2019

Memoria

Índice

1	Introducción y objeto del proyecto.....	4
2	Antecedentes	7
3	Ubicación	8
4	Estudio de alternativas.....	9
4.1	Marquesina	9
4.2	Tranvía	13
5	Datos previos	14
5.1	Topografía y cartografía	14
5.2	Geología y geotecnia	15
5.2.1	Características geotécnicas.....	15
6	Descripción del proyecto	17
6.1	Marquesina	17
6.1.1	Cumplimiento del CTE.....	17
6.1.2	Estructura	19
6.1.3	Evacuación de aguas	21
6.2	Tranvía	23
6.2.1	Trazado	23
6.2.2	Drenaje	24
6.2.3	Plataforma y superestructura.....	25
6.2.4	Electrificación y catenaria	30
6.2.5	Señalización	32
6.2.6	Reordenación del tráfico	34
7	Servicios afectados	35
8	Plan de obra.....	37
9	Presupuesto	38
10	Documentos que integran el proyecto	39
11	Normativa	40
12	Bibliografía.....	41

Índice de imágenes

Imagen 1: Propuestas de actuaciones tranvía Bilbao.....	4
Imagen 2: Propuesta para la Ribera de Atxuri.....	5
Imagen 3: Infografía de la propuesta del Plan General.....	6
Imagen 4: Emplazamiento del proyecto.....	8
Imagen 5: Ejemplo de cubierta de madera laminada.....	10
Imagen 6: Ejemplo de estructura metálica.....	12
Imagen 7: Esquema trazado.....	13
Imagen 8: Grafico de ubicación de estaciones de referencia.....	14
Imagen 9: Pórtico tipo.....	19
Imagen 10: Correas tipo CF.....	19
Imagen 11: Ejemplo de correa unida mediante eji3n.....	20
Imagen 12: Uni3n entre pilar y zapata.....	20
Imagen 13: Modelo 3d de la estructura (sin correas).....	21
Imagen 14: Detalle canal3n.....	21
Imagen 15: Detalle pie de bajante.....	22
Imagen 16: Vista en planta del trazado.....	23
Imagen 17: Ejemplo de canal de drenaje.....	24
Imagen 18: Ejemplo de drenaje del rail.....	25
Imagen 19: Dimensiones del carril RI60N.....	26
Imagen 20: Ejemplo de elast3mero.....	26
Imagen 21: Ejemplo de anclaje.....	27
Imagen 22: Ejemplo de revestimiento de hormig3n impreso.....	28
Imagen 23: Ejemplo de revestimiento de aglomerado asphaltico.....	29
Imagen 24: Esquema del poste con la m3nsula y la catenaria.....	31
Imagen 25: Ejemplo de m3nsula empleada.....	32
Imagen 26: Cuadro de semáforos tranviarios.....	33
Imagen 27: Nuevos sentidos de circulaci3n.....	35

1 Introducción y objeto del proyecto

Tras la puesta en servicio de la Línea 3 del metro de Bilbao (Matiko-Kukullaga), los trenes que circulaban por la línea que une Bilbao con Donostia, dejaron de utilizar el tramo que une la estación de Atxuri con Etxebarri de unos 4 kilómetros de longitud.

Más adelante este tramo quedará en desuso ya que los trenes de la línea Bilbao-Bermeo que actualmente llegan a Bilbao por este trazado, entrarán directamente a través de la nueva Línea 3 del metro.

Por este motivo, nace la idea de la tranviarización del tramo que comprende entre Atxuri y Etxebarri, y su unión con la línea existente del Tranvía de Bilbao.

En la “Imagen-1” se muestra un plano de las propuestas del Plan Territorial Sectorial de la Red ferroviaria del País Vasco.

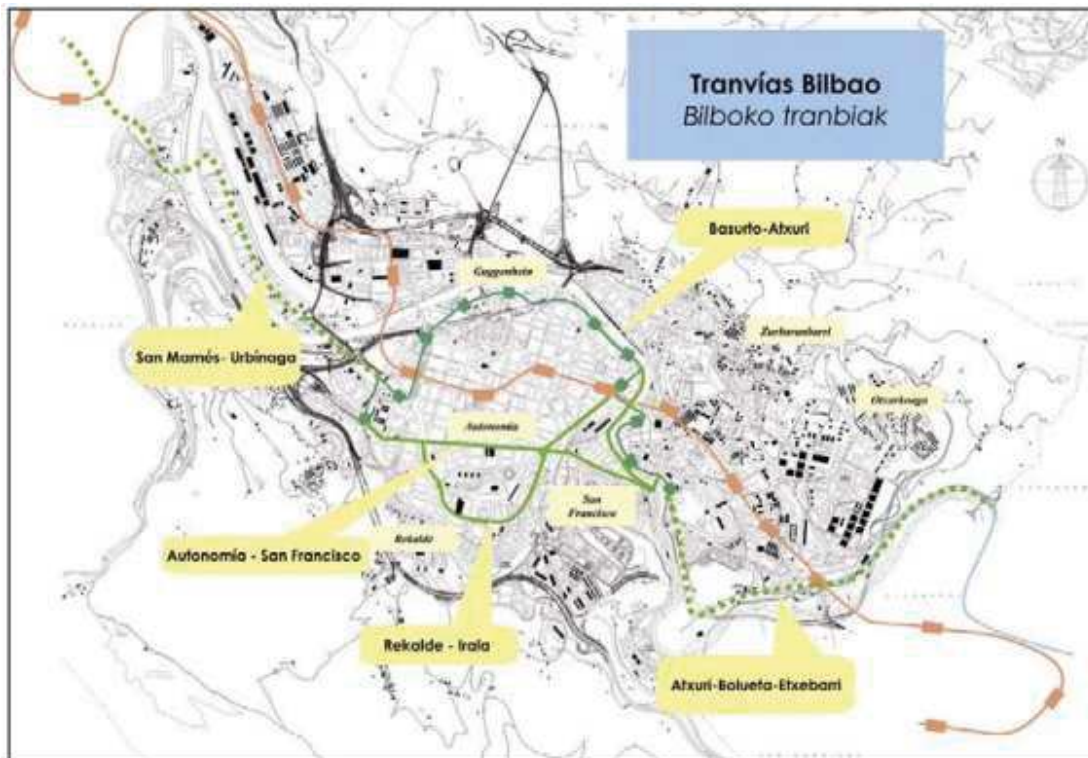


Imagen 1: Propuestas de actuaciones tranvía Bilbao, Plan Territorial Sectorial de la Red ferroviaria del País Vasco.

Además el espacio contiguo a la Ría en la zona junto a la estación de Atxuri, en la actualidad está ocupado por las instalaciones ferroviarias de la línea Bilbao-Donosti de Euskotren y por las cocheras del tranvía.

El margen de la ría en la zona de Atxuri actualmente no tiene acceso peatonal, y en caso de liberar esa zona se liberaría un espacio público junto a la ría. Para ello habría que buscar un trazado alternativo para unir el trazado del tranvía actual con la línea de Euskotren.

El último Plan General ordena la reurbanización del área ocupada por las instalaciones ferroviarias entre Bolueta y Atxuri como paseo peatonal de borde de ría y lo califica como Sistema General de Espacios Libres y Zonas Verdes.

Otra propuesta del Plan General es eliminar la barrera urbana generada en el margen de la Ría entre la iglesia de San Antón y el Paseo de los Caños que actualmente se encuentra ocupado por el trazado del tranvía.

Cuando el tramo de tren entre Atxuri y Etxebarri deje de utilizarse, permitirá la conversión de la vía de tren a línea de tranvía y liberará algunos de los espacios en suelos ocupados ahora por infraestructuras ferroviarias. También quedará en desuso la estación de tren pudiendo darle otro uso público.

La intención del Ayuntamiento de Bilbao es convertir la Ría en eje de la ciudad, a través del acondicionamiento de los márgenes con paseos de borde. Además, se pretende abrir el barrio de Atxuri hacia la ría, con la generación de nuevos espacios urbanos tal y como se puede apreciar en las “Imágenes 2 y 3”.

La propuesta se resume en los siguientes puntos:

- Posible continuidad del tranvía hacia Etxebarri por la línea actualmente ocupada por Euskotren.
- Unión peatonal desde San Antón hasta el paseo de los Caños.
- Apertura del barrio de Atxuri hacia la ría y creación de una nueva plaza.
- Nuevo puente peatonal hacia Urazurrutia.
- Destino de la estación actual a usos de equipamiento a determinar en el futuro.



Imagen 2: Propuesta para la Ribera de Atxuri.

Con esta propuesta la estación de tren de Atxuri quedaría en desuso pudiendo utilizarse para otras actividades.

Es por ello que diferentes asociaciones han planteado diferentes propuestas para darle un uso público a las instalaciones de la estación.

Entre esas propuestas está la de aprovechar las instalaciones ferroviarias existentes para convertirlas en un museo-exposición de trenes clásicos. Dado que las instalaciones se encuentran en buen estado, las actuaciones serían mínimas.



Imagen 3: Infografía de la propuesta del Plan General.

Con lo que los objetivos de este proyecto son los siguientes:

- La construcción de una marquesina sobre las actuales instalaciones ferroviarias de la estación de Atxuri.
- Un nuevo trazado que enlace la línea 1 del tranvía de Bilbao con la línea de Euskotren a través de la calle Atxuri liberando así el espacio junto a la ría.

2 Antecedentes

En el “Plan Territorial Sectorial de la Red Ferroviaria en la Comunidad Autónoma del País Vasco”, aprobado definitivamente por el DECRETO 34/2005, de 22 de febrero, se propone la tranviarización del tramo Etxebarri-Atxuri.

Esta tranviarización sería posible ya que la línea que existe en la actualidad es de ancho métrico. El trazado que se pretende tranviarizar tiene una longitud total de 4.520 m, con unos 313 m en túnel.

En cuanto a la planta del trazado se compone de curvas con radios entre 69 y 600 m. En alzado la pendiente máxima es de 17,50%. No presenta pasos superiores e inferiores, pero sí sería necesario el acondicionamiento de las estaciones de Bolueta y San Antonio para su homogeneización con paradas de tranvía.

Así mismo se disponen dos nuevas estaciones denominadas Miraflores y Sagarminaga.

La cantidad de nuevos viajeros que se generaría con esta alternativa es realmente escasa no alcanzando el millón de viajeros. En este caso la actuación propuesta no está determinada por la captación de viajeros, sino por el mantenimiento de la conexión ferroviaria existente actualmente entre la zona de Etxebarri y Bolueta con Bilbao.

En la actualidad el tranvía de Bilbao una vez finalizado el trayecto en la última parada denominada “Atxuri”, se dirige hacia las cocheras ubicadas en un apartadero del trazado situado entre estación de Atxuri y la ría. Para acceder a dicho trazado hay dos curvas de escaso radio, en torno a los 15-20 metros, que la normativa solo permite utilizar en trazados de acceso a talleres o cocheras. Con lo que si se quiere prolongar la actual línea del tranvía tendría que modificarse este tramo para cumplir con la normativa.

Es por ello que se ve necesario redirigir el tranvía a través de un nuevo trazado que lo enlace con las vías de Euskotren y que libere el espacio junto a la ría.

3 Ubicación

La zona de actuación se encuentra en el barrio Bilbaino de Atxuri.

Atxuri es un barrio de Bilbao situado en el distrito 5 (Ibaiondo). Tiene 5.508 habitantes y una superficie de 17,79 hectáreas.

Es uno de los barrios más antiguos de Bilbao. Originalmente, era el suburbio sur de la antigua ciudad medieval (actual Casco Viejo). Actualmente, el barrio se encuentra situado entre la Ría de Bilbao, el Casco Viejo y Santutxu.

En la “Imagen-4” se muestra la zona donde se ubica el proyecto.



Imagen 4: Emplazamiento del proyecto

4 Estudio de alternativas

4.1 Marquesina

Una vez conocidas las dimensiones aproximadas de la marquesina se han barajado dos opciones:

- **Marquesina con estructura de madera laminada:**

La madera laminada se fabrica uniendo tablas o láminas de madera por sus caras, con las fibras de esas partes en la misma dirección. Al estar formado por la unión de piezas, se fabrica un elemento de madera que funciona como una única pieza.

La madera laminada, se fabrica uniendo varias piezas de madera de tal forma que, éstas tienen que estar unidas con sus fibras paralelas al eje del elemento. Esta unión de piezas se realiza con adhesivos.

Las láminas de madera que se unen para fabricar la madera laminada suelen tener espesores de entre 20 y 45 milímetros. Para tener la mayor estabilidad posibles y evitar contracciones y expansiones de la madera, las láminas se unen de manera que los anillos de crecimiento formen ángulos contrapuestos respecto a la superficie.

Ventajas:

- Como se fabrica a partir de la unión de piezas de madera, con la madera laminada se pueden conseguir piezas estructurales de cualquier longitud, anchura o espesor.
- Al unir piezas de menor espesor, permite que se sequen más fácilmente, reduciendo los defectos que puede dar a la madera un secado no adecuado.
- Al fabricarse permite usar láminas con menos calidad en zonas que van a requerir menos resistencia y usar láminas de mayor calidad en zonas que lo requieran.
- Frente a otros tableros como el aglomerado, la madera laminada no es necesario que se oculte con chapa ya que su acabado es estéticamente bonito.
- Permite fabricar elementos curvos.
- La colocación de las piezas que lo conforman, le otorgan más estabilidad que contrarresta el movimiento natural de la madera.
- Se reduce su relación peso / resistencia, con lo cual se pueden fabricar piezas de menor peso que sin embargo a nivel estructural ofrecen buena resistencia.

Inconvenientes:

- Requieren adhesivos específicos y es necesario trabajar bien la madera laminada para que dé un buen resultado.
- Para su fabricación se requieren equipos y conocimientos específicos.
- Suelen fabricarse de forma específica en empresas determinadas con lo que se pueden añadir costes adicionales de transporte a obra.
- Los elementos que tienen grandes dimensiones son difíciles de manejar y transportar y esto afecta al coste final.
- Elimina la belleza imperfecta natural de la madera, como los nudos o imperfecciones propias de la madera.

A continuación en la “Imagen-5” se muestra un ejemplo de una estructura formada por elementos de madera laminada.



Imagen 5: Ejemplo de cubierta de madera laminada.

- **Marquesina de estructura metálica**

Las estructuras metálicas tienen muchas ventajas respecto a otros materiales de construcción.

Algunos de los motivos para decantarse por una estructura de acero son: su buena relación de resistencia-volumen, gran variedad de aplicaciones, la

posibilidad de disponer de muchas piezas estandarizadas, su fiabilidad y su capacidad de dar forma a casi todos los diseños.

Las estructuras metálicas proporcionan gran facilidad para modificarse y hacer un cambio de uso de los edificios, ya que se pueden realizar modificaciones estructurales con facilidad y conexiones a los pórticos existentes con mínimas molestias y coste.

Ventajas:

- **Alta resistencia:** la alta resistencia del acero por unidad de peso implica que será poco el peso de las estructuras, esto es de gran importancia para el diseño de vigas de grandes luces.
- **Uniformidad:** las propiedades del acero no cambian apreciablemente con el tiempo como es el caso de las estructuras de hormigón reforzado.
- **Durabilidad:** si el mantenimiento de las estructuras de acero es adecuado durarán indefinidamente.
- **Ductilidad:** la ductilidad es la propiedad que tiene un material de soportar grandes deformaciones sin fallar bajo altos esfuerzos de tensión. La naturaleza dúctil de los aceros estructurales comunes les permite fluir localmente, evitando así fallas prematuras.
- **Tenacidad:** los aceros estructurales son tenaces, es decir, poseen resistencia y ductilidad. La propiedad de un material para absorber energía en grandes cantidades se denomina tenacidad.
- **Gran facilidad para unir diversos miembros por medio de varios tipos de conectores** como son la soldadura, los tornillos y los remaches.
- **Posibilidad de prefabricar los miembros de una estructura.**
- **Rapidez de montaje.**
- **Gran capacidad de laminarse y en gran cantidad de tamaños y formas.**
- **Mayor resistencia a la fatiga que el hormigón.**
- **Posible reutilización después de desmontar una estructura.**

Inconvenientes:

- **Corrosión.** Este tipo de materiales pueden presentar problemas de corrosión dependiendo del lugar y los agentes corrosivos externos.
- **Problemática en caso de incendios.** Debido a esto, es conveniente, y en algún caso obligatorio, recubrir este tipo de estructuras con pintura ignífuga o intumescente para evitar el colapso de la misma.

- Pandeo, ya que se utilizan elementos esbeltos sometidos a compresión (soportes metálicos). No obstante, las estructuras se calculan evitando estos fenómenos.
- Coste económico de la estructura y su posterior mantenimiento: pinturas contra la corrosión, paneles de protección frente al fuego...
- Mano de obra especializada.

A continuación en la “Imagen-6” se muestra un ejemplo de un edificio construido con estructura metálica.



Imagen 6: Ejemplo de estructura metálica.

Tras barajar ambas opciones, la opción escogida ha sido la estructura metálica debido a su rapidez y facilidad de montaje ofreciendo unos costes muy competitivos.

4.2 Tranvía

Para diseñar el trazado del tranvía se ha decidido que transcurra a través de la calle Atxuri ya que el resto de posibilidades impiden realizar curvas de radio mayor a 15 metros debido a la anchura de las calles.

A continuación en la “Imagen-7” se muestra en rojo el tramo por el que el tranvía se dirige a cocheras, y en verde la propuesta del nuevo enlace con la línea de Euskotren.

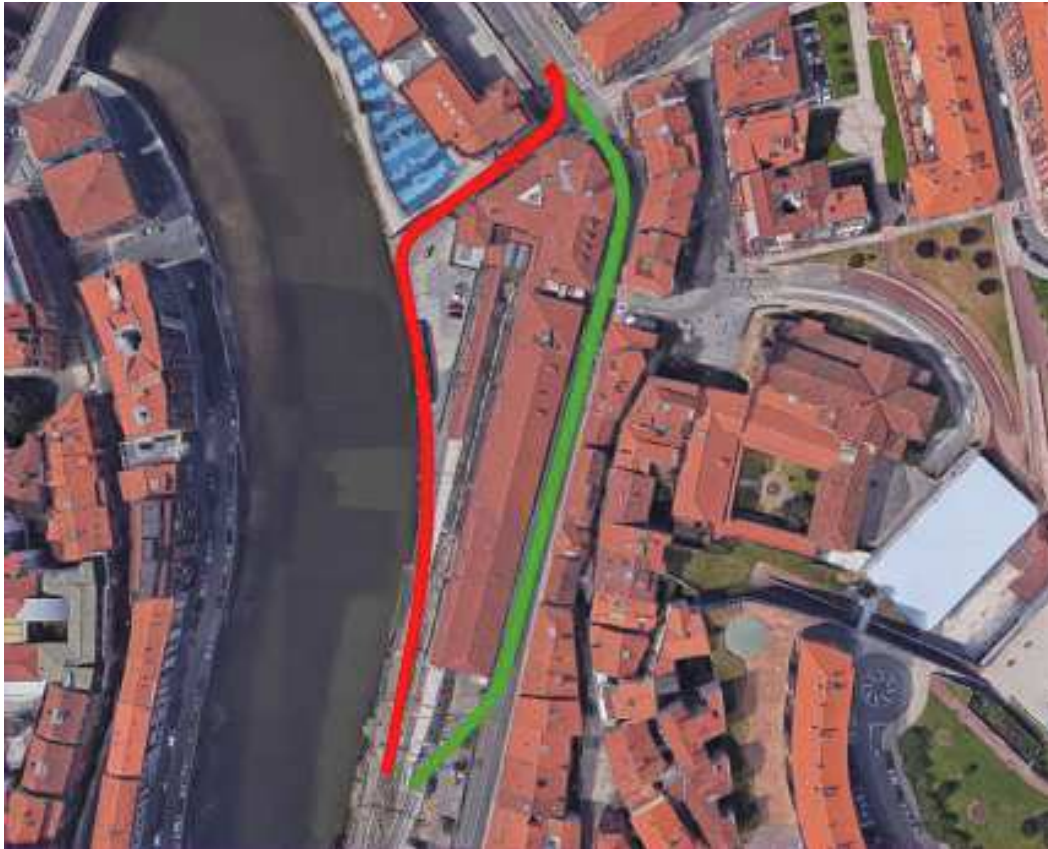


Imagen 7: Esquema trazado, en verde nuevo trazado y en rojo trazado actual.

El trazado tras recorrer alrededor de 195 metros a través de la calle Atxuri, se adentra en el solar de la estación de Atxuri para enlazarse con la línea de Euskotren que en un futuro se convertirá en la línea de tranvía para unirla con la línea La Casilla-Atxuri.

5 Datos previos

Para realizar el proyecto se ha llevado a cabo un análisis de las circunstancias particulares de este proyecto (geología, cartografía, planeamiento urbanístico, entorno físico, conexión con redes presentes y/o futuras...) que condicionan el trazado.

En este apartado se recoge un análisis de los condicionantes:

5.1 Topografía y cartografía

El Sistema de Referencia planímetro empleado ha sido el ED-50, utilizando la proyección U.T.M. (huso 30).

El Marco de Referencia se ha materializado mediante diversos vértices geodésicos pertenecientes a las estaciones ERGNSS, REGENTE, Red Geodésica de la Comunidad Autónoma del País Vasco y Red Geodésica del Ayuntamiento de Bilbao.

En la "Imagen-8" se muestran las estaciones de referencia con las que se han elaborado los planos topográficos facilitados por el Ayuntamiento de Bilbao y Diputación de Bizkaia.



Imagen 8: Grafico de ubicación de estaciones de referencia.

5.2 Geología y geotecnia

5.2.1 Características geotécnicas

En la zona objeto de estudio se ha detectado la presencia de varios niveles: una capa superficial de rellenos heterogéneos, un segundo nivel constituido por un aluvial y por último un sustrato rocoso.

Nivel I: Rellenos heterogéneos

Este nivel se ha detectado con un espesor de 0,20 por debajo de la rasante, aunque su espesor puede variar sensiblemente dependiendo de la zona de actuación.

Se trata de un nivel formado principalmente por materiales de granulometría gravas y bolos en una matriz arcillo limosa. La naturaleza de las gravas y bolos es tanto margosa, como cantos rodados areniscosos.

Nivel II: Aluvial

Este nivel formado por arcillas limosas con indicios de arenas y gravillas es de un espesor de 0,4 metros en la zona analizada. El espesor puede variar sensiblemente dependiendo de la zona de actuación.

Nivel III: Sustrato rocoso

Los materiales pertenecientes a este nivel han sido divididos en diferentes subniveles en base a su grado de meteorización.

- Subnivel III-a. Sustrato rocoso altamente meteorizado.

Se trata de un nivel con un espesor de entre 0,5 y 1 metros formado principalmente de margas, de color gris oscuro, altamente meteorizadas, con el aspecto de un suelo arcilloso duro.

- Subnivel III-b. Sustrato rocoso ligeramente meteorizado a sano.

Aparece a profundidades comprendidas entre 1,4 y 2,5 metros.

Se trata de margas blandas, de color gris oscuro, ligeramente meteorizadas a sanas, con juntas algo cerradas, que se pueden presentar rellenas de calcita y con algunos signos de oxidación.

A continuación, se especifican los parámetros geotécnicos característicos de este nivel, estimados a partir de los datos de la bibliografía de uso habitual y de experiencias en zonas del entorno:

$$\begin{array}{ll} - \gamma_{ap} = 2,6 \text{ T/m}^3 & - q_u = 100 \text{ kg/cm}^2 \end{array}$$

Las características geotécnicas están detalladas en el "Anejo-3. Geología y geotecnia".

Deberá garantizarse que la explanada sobre la que irá apoyada la superestructura del tranvía sea de categoría E1.

6 Descripción del proyecto

6.1 Marquesina

6.1.1 Cumplimiento del CTE

SEGURIDAD ESTRUCTURAL – DB SE

La estructura se ha analizado y dimensionado frente a los estados límite, que son aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido.

Sección SE 1 Resistencia y estabilidad

La estructura se ha calculado frente a los estados límite último, que son los que, de ser superados, constituyen un riesgo para las personas, ya sea porque producen una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo.

Sección SE 2 Aptitud al servicio

La estructura se ha calculado frente a los estados límite de servicio, que son los que, de ser superados, afectan al confort y al bienestar de los usuarios o de terceras personas, al correcto funcionamiento del edificio o a la apariencia de la construcción.

Sección SE-AE Acciones en la edificación

Las acciones sobre la estructura para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural, capacidad portante (resistencia y estabilidad) y aptitud al servicio, establecidos en el DB-SE se han determinado con los valores dados en el DB-SE-AE.

SALUBRIDAD-DB HS

En la presente sección se justifica el cumplimiento, en lo que le resulte aplicable, de la normativa DB-HS “Salubridad”.

Objetivo:

Como indica el art. 13 del documento básico, el objetivo es reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios del edificio y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el riesgo de que los edificios se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para ello se atenderá a los parámetros y procedimientos dispuestos en cada una de las exigencias básicas que integran el citado documento.

Sección HS 5. Evacuación de aguas

Evacuación de aguas: los edificios dispondrán de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

6.1.2 Estructura

Tal y como se ha descrito anteriormente la estructura de la marquesina será metálica y tendrá unas dimensiones de 60 metros de longitud y 12 metros de ancho.

Será una marquesina con la cubierta a un agua con una inclinación del 5%.

La estructura estará formada por 11 pórticos con una separación de 5 metros entre sí. Los pórticos estarán formados por dos pilares HEB-260 y estarán unidos por un perfil IPE-360.

En la “Imagen-9” se muestra un esquema de un pórtico.

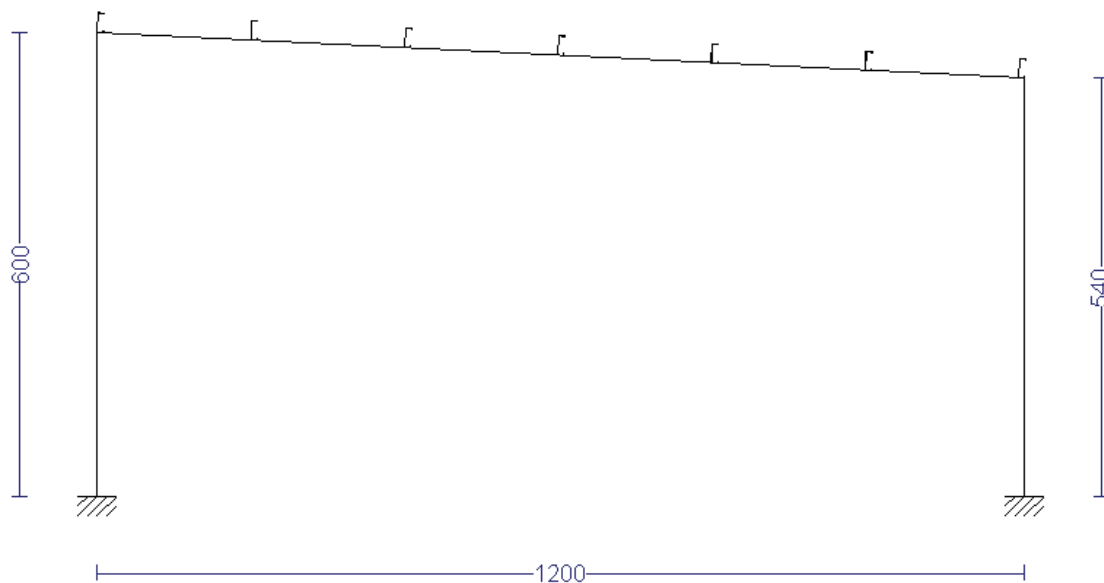


Imagen 9: Pórtico tipo.

Para realizar el cerramiento de la cubierta se emplearán paneles de chapa grecada. Los paneles seleccionados son “LG-40” de la marca Isopan. Estos irán unidos a las correas mediante tornillos autorroscantes.

Las correas estarán formadas por perfiles de acero conformado del tipo CF-250x3 “Imagen-10” con una separación de 2 metros entre sí. Para evitar cargas debido a cambios térmicos se eliminará la continuidad de las correas en el pórtico central.

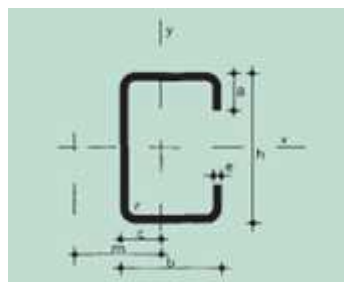


Imagen 10: Correas tipo CF.

Las correas irán unidas a las vigas de los pórticos mediante ejiones tal y como se muestra en la “Imagen-11”.



Imagen 11: Ejemplo de correa unida mediante ejión.

Las vigas formadas por perfiles IPE-360 estarán unidas a los pilares mediante uniones soldadas garantizando que esta unión sea rígida. Al ser una unión rígida se reducen las flechas generadas y se reduce las dimensiones de la viga.

Los pilares formados por perfiles HEB-260 irán unidos a la cimentación mediante placas de anclaje, fijadas mediante 4 pernos de anclaje tal y como se muestra en la “Imagen-12”.

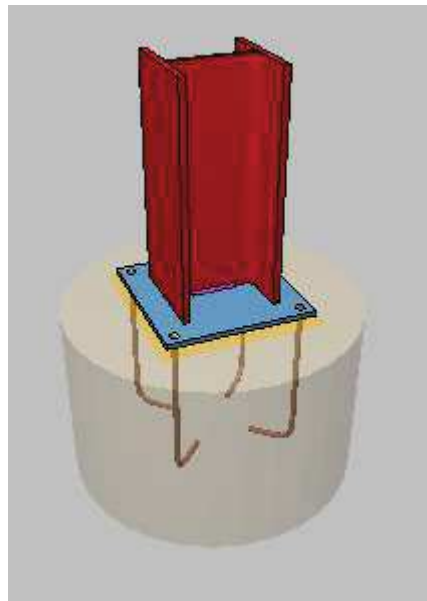


Imagen 12: Unión entre pilar y zapata

En cuanto a la cimentación estará compuesta por zapatas aisladas de 180x180x120 cm unidas longitudinalmente mediante vigas de atado de 40x40 cm.

Para finalizar se unirán los pórticos longitudinalmente mediante unos perfiles IPE-120 colocados en la cabeza de los pilares.

En la “Imagen-13” se muestra el modelo 3d de la estructura de la marquesina.

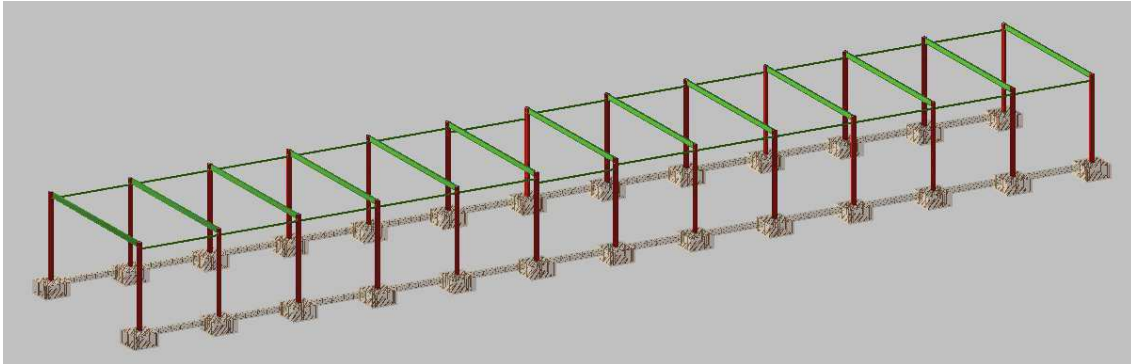


Imagen 13: Modelo 3d de la estructura (sin correas).

6.1.3 Evacuación de aguas

Para evacuar las aguas pluviales de la cubierta se emplearán canalones rectangulares de chapa galvanizada de 1,5 mm de espesor y 200mm de diámetro nominal colocados en el borde más bajo de la cubierta “Imagen-14”.

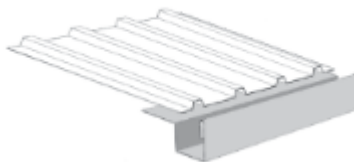


Imagen 14: Detalle canalón

Tras recoger el agua en los canalones se emplearán unas bajantes de acero galvanizado de 90mm de diámetro que canalizarán el agua hacia los sumideros, colocados junto a los pilares "Imagen-15".

Se emplearán un total de 8 bajantes y 8 sumideros. Los sumideros irán unidos mediante un colector de 300 mm de diámetro que evacuará el agua a la red general de saneamiento.

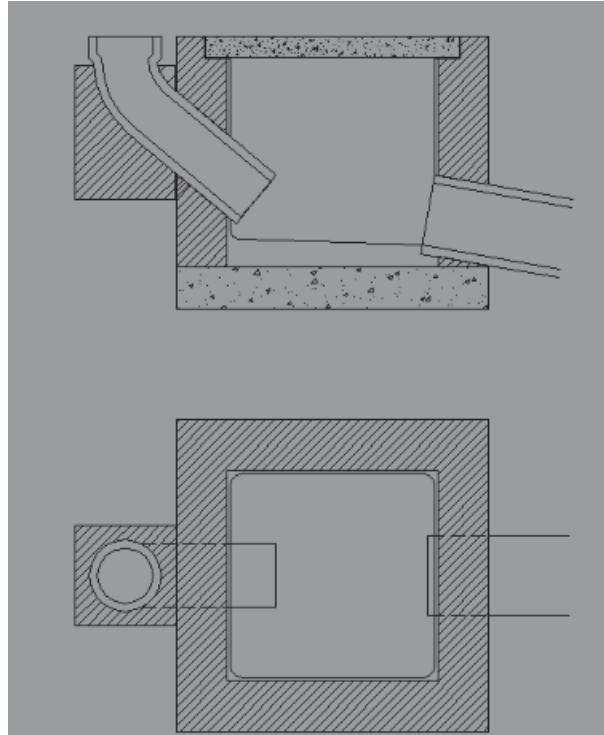


Imagen 15: Detalle pie de bajante

Comenzará descendiendo con una pendiente del 0,1379 % durante 74,334 metros. Después el trazado se unirá a la siguiente alineación mediante un acuerdo vertical cóncavo de $K_v = 1000$. La siguiente alineación se trata de una pendiente de 0.0157 % que discurre durante 115,864 metros. En el P.K 0+191,578 el trazado se unirá a la siguiente alineación con un acuerdo vertical convexo de $K_v = 1000$, para finalmente realizar un tramo descendente de pendiente 0,2162 % que conectara con la línea de Euskotren.

6.2.2 Drenaje

El caudal de la plataforma del tranvía se drenará mediante la pendiente longitudinal del trazado. Cada 50 metros, se colocarán canales transversales de hormigón en V, de 200 mm de ancho y 250 mm de altura tapados con una rejilla de fundición “Imagen-17”. Además se colocarán dichos canales en los puntos bajos del trazado.

Estos canales estarán conectados a un colector de PVC de 300 mm colocado bajo la plataforma a lo largo del trazado, donde se desaguará el agua recogida. La conexión se realizara mediante arquetas rectangulares prefabricadas de 0,50 x 0,50 x 0,60 m.



Imagen 17: Ejemplo de canal de drenaje

Para desaguar el agua que entra en la garganta del carril se realizarán unas perforaciones en el punto donde estos se cruzan con el canal transversal tal y como se muestra en la “Imagen-18”:



Imagen18: Ejemplo de drenaje del rail.

Para evacuar el agua transversalmente, se dará a la parte superior de la plataforma una pendiente del 2% hacia la acera, que garantizará la evacuación de la escorrentía.

El caudal irá a parar al borde de la acera donde se recogerá mediante los sumideros existentes.

6.2.3 Plataforma y superestructura

Dado que el trazado será la continuación de la línea existente las características de los elementos serán las mismas.

6.2.3.1 Tendido de vía

Los tendidos de vía seleccionados son los utilizados en el resto del trazado existente.

Para garantizar el ancho de vía, los carriles deben de unirse mediante unas riostras. Dichas riostras tendrán un recubrimiento elástico.

Dado que el trazado transcurre por un tramo de revestimiento impermeable, el tendido de vía propuesto es el de tipo SEDRA.

El tendido de tipo SEDRA se compone de un carril R160N recubierto por un elemento elástico en el lateral y la base del carril. Normalmente se trata de elementos plásticos y elásticos que están ajustados a la estructura del carril.

6.2.3.2 Carril

Tal y como se ha indicado en el apartado anterior, el perfil seleccionado es un R160N. Es un perfil del tipo Phoenix, un carril de garganta para poder ser instalado completamente dentro de la plataforma, y permitir así que los vehículos, peatones y ciclistas pasen por encima.

6.2.3.4 Riostra y anclaje lateral

La riostra estará formada por un perfil de acero de 70 x 10 mm que deberá de garantizar el ancho de vía. La riostra estará envuelta en unos elastómeros que proporcionen un correcto aislamiento eléctrico.

Las riostras se colocan atornilladas al alma de los carriles transversalmente uniendo los dos carriles.

Para que la vía esté colocada en posición correcta dentro de las tolerancias, las riostras disponen de unas tuercas que permiten ajustar las medidas con precisión.

Las riostras tendrán un revestimiento que las aíse de la vía formado por un elastómero similar al de los perfiles.

Irán colocadas cada 3 metros en alineaciones rectas y cada 0,75 metros en curvas de radio menor a 50 metros.

En cuanto al anclaje lateral de la vía se compone de 5 elementos "Imagen-21":

- Tornillo para anclar la vía a la solera de hormigón.
- Una placa de plástico sobre la que se apoya la vía. Esta impide el movimiento lateral y el vuelco del carril. Además proporciona aislamiento eléctrico.
- Arandela tipo muelle.
- Tuerca
- Una capucha de plástico para proteger los elementos.

Los anclajes irán colocados a las mismas distancias que las riostras sin coincidir en los mismos puntos que estas.

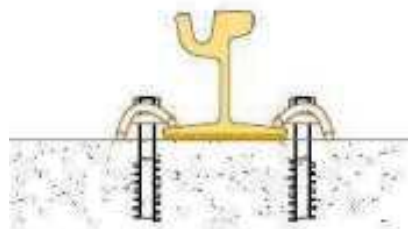


Imagen 21: Ejemplo de anclaje.

6.2.3.5 Mortero de nivelación

La función del mortero de nivelación será la de proporcionar una estructura dura y uniforme, evitando la aparición de huecos de aire entre la estructura y el elemento elástico.

6.2.3.6 Junta de sellado superficial

La junta de sellado superficial irá adherida al carril y al acabado estructural para protegerlo de la humedad y aislarlo eléctricamente.

El material estará compuesto de resina de poliuretano que proporciona la elasticidad y plasticidad adecuada.

6.2.3.7 Solera

La solera estará compuesta de una capa de hormigón HA-25 de unos 30 cm de grosor. La armadura será diferente en los tramos de uso reservado y compartido.

El revestimiento de acabado se coloca sobre esta solera.

6.2.3.8 Revestimiento de la vía

El revestimiento de la plataforma ha sido seleccionado en base a un criterio funcional y estético. Los tipos de revestimiento a emplear en este proyecto serán los siguientes:

- Hormigón impreso en los tramos de vía no compartida:

El revestimiento será de un espesor de 6 cm, al que se le realizará una imprimación y se le dará una base de color. En esta tipología de revestimiento los carriles estarán colocados por unos cauchos del tipo Sedra que serán rellenos con una capa bituminosa "Imagen-22".



Imagen 22: Ejemplo de revestimiento de hormigón impreso.

- Aglomerado asfáltico en los tramos compartidos con el tráfico rodado.

El revestimiento estará compuesto por una capa de aglomerado asfáltico de 10 cm sobre la losa de hormigón “Imagen-23”.



Imagen 23: Ejemplo de revestimiento de aglomerado asfáltico.

6.2.3.9 Plataforma

- **Vía compartida**

Este tramo comprende entre el P.K. 0 + 010,00 y 0 + 020,00. En esta zona el trazado será atravesado por el tráfico rodado.

Dado que esta zona puede ser atravesada por vehículos pesados tales como autobuses, la losa deberá de estar reforzada.

Para mantener la uniformidad con el trazado existente, la plataforma será de las mismas características.

La plataforma estará formada por una losa de hormigón HA-25 de 30 cm de espesor. En cuanto al armado estará compuesto por barras longitudinales superiores e inferiores de $\varnothing 8$ cada 20 cm y barras transversales superiores e inferiores de $\varnothing 8$ cada 10 cm.

Tal y como se indica en el ‘Anejo-6’ la plataforma tendrá una pendiente del 2% hacia el exterior de la calzada para evacuar el agua.

En este tipo de plataforma será necesaria la colocación de anclajes que amortigüen y colaboren con los esfuerzos sufridos por la vía.

- **Vía reservada**

En el resto del trazado la vía será reservada únicamente para el uso del tranvía.

Las características de este tipo de plataforma serán las mismas que las existentes en el trazado actual.

En este caso la losa será de hormigón HA-25 de 25 cm de espesor. El armado irá colocado en la parte inferior de la losa y estará compuesto por barras longitudinales de Ø8 cada 20 cm y barras transversales de Ø8 cada 10 cm.

Este tipo de losa tendrá una pendiente del 2% hacia el exterior de la calle para evacuar las aguas pluviales.

En este tipo de plataforma será necesaria la colocación de anclajes que amortigüen y colaboren con los esfuerzos sufridos por la vía.

6.2.4 Electrificación y catenaria

6.2.4.1 Suministro eléctrico

El suministro eléctrico se realizará mediante la red de distribución en Media Tensión (30KV) existente que tras ser transformado en las subestaciones a una tensión de 750 Vcc se vuelca a la catenaria.

La energía eléctrica se suministrará mediante la catenaria que será de tipo tranviaria. El sistema estará formado por un único hilo de contacto con compensación mecánica.

Las subestaciones eléctricas existentes suministrarán la energía necesaria para los motores de los vehículos con la tensión adecuada (750 Vcc). El retorno de la corriente se hará a través de los carriles.

No será necesaria la instalación de nuevas subestaciones de tracción ya que las existentes tienen la capacidad de suministrar la energía necesaria.

La red debe tener la capacidad para suministrar la energía necesaria y debe de cumplir las siguientes condiciones:

Potencia eléctrica media y puntas de potencia según la norma UNE-EN 60146-1-1:

- 100 % de la potencia nominal permanentemente.
- 150 % de la potencia nominal durante 2 horas.
- 300 % de la potencia nominal durante 1 minuto.

Tensión en la catenaria según la norma EN 60163:

- Tensión nominal: 750 Vcc

- Tensión mínima: 500 Vcc
- Tensión máxima: 900 Vcc

La red debe tener la capacidad de suministrar la energía necesaria en hora punta.

En cuanto a la catenaria tendrá las siguientes características:

- Catenaria tipo tranviario.
- Sin hilo sustentador.
- Un único hilo de contacto.
- Con compensación mecánica.
- Con feeder de acompañamiento.
- Apta para velocidades de hasta 60 km/h.
- Tensión nominal de 750 Vcc.
- Catenaria doblemente aislada.

El tipo de poste a emplear será similar al empleado en el resto del tranvía, tratando de reutilizar los postes existentes “Imagen-24”.

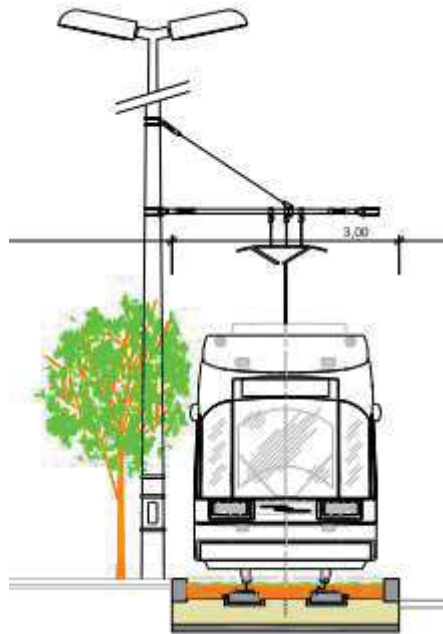


Imagen 24: Esquema del poste con la ménsula y la catenaria.

Si debido a las dimensiones de la calle no fuera posible instalar los postes, la catenaria irá colgada de unos cables de sujeción anclados a los edificios colindantes.

En cuanto a las ménsulas estarán formadas por un tubo unido a los postes y sujeto mediante un cable atirantado “Imagen-25”.

El cable de sujeción que soporta la ménsula será aislante y llevará al extremo del palo un tensor para mejor regulación de la horizontalidad de la ménsula.

Llevarán un brazo de atirantado únicamente si el radio de curvatura del trazado lo requiere. Las ménsulas incorporan también un aislador al lado del poste.

Se fijarán al poste mediante articulaciones, lo que permite seguir los movimientos longitudinales del hilo de contacto y del cable sustentador.

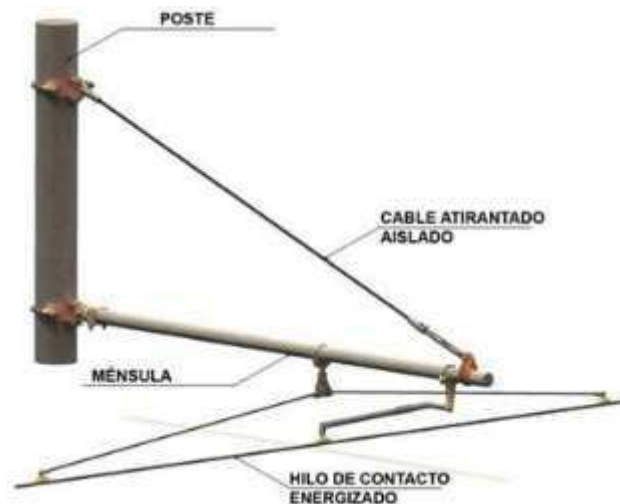


Imagen 25: Ejemplo ménsula empleada.

6.2.5 Señalización

Debido a que el tranvía comparte el espacio con otros medios de transporte, la regulación semafórica del tranvía debe de estar coordinada con los semáforos de circulación vial. Por eso en los puntos donde el tranvía se cruza con el tráfico rodado habrá un sistema semafórico que coordine la intersección entre el tranvía y el tráfico rodado. Para que el sistema funcione, los semáforos detectarán a través de las balizas la llegada del tranvía.

Las señales serán igual que las empleadas en la línea existente. Las señales se colocarán en zonas cercanas a agujas, cruces de vías o cruces con tráfico rodado. Las señales utilizarán el sistema LED de dos y tres focos.

Las señales empleadas son las mostradas en la “Imagen-26”.

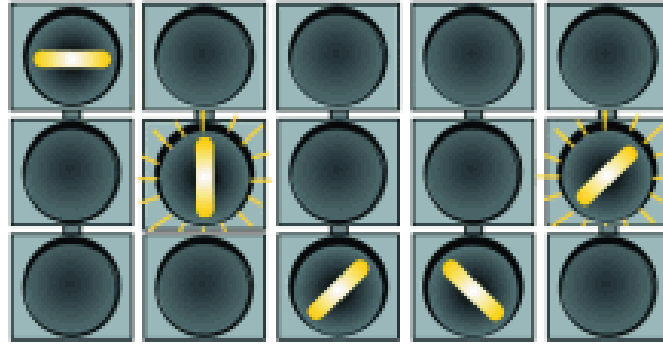


Imagen 26: Cuadro de semáforos tranviarios.

- Una franja blanca horizontal prohíbe el paso como una luz roja no intermitente.
- Una franja blanca vertical permite el paso de frente
- Una franja blanca oblicua hacia izquierda o derecha permite el paso a uno u otro lado.
- Una franja blanca vertical u oblicua intermitente indica que los vehículos deben detenerse como si se tratara de una luz amarilla fija.

El tamaño máximo del foco será de 200 mm y estará a una altura de 2,4 metros. Se emplearán semáforos iguales a los utilizados en la línea actual.

En cuanto a la regulación de los semáforos, actualmente son controlados por el ayuntamiento mediante el uso de reguladores de tráfico. Debido al nuevo trazado del tranvía se tendrá que modificar la señalización semaforica existente para coordinar el paso del tranvía con la circulación viaria.

Las señales semaforicas estarán colocadas en las intersecciones entre el tranvía y el tráfico rodado, y deberán de estar sincronizadas con los semáforos viales.

Para un buen funcionamiento y seguro las intersecciones estarán equipadas con los sistemas de semáforo adecuados y se controlarán por un equipo de control local.

Unos metros antes de la intersección se colocará un detector para saber cuándo se aproxima un tranvía. En caso de fallo del detector el tranvía tendrá que parar antes de la intersección donde se colocará otro detector de reserva. Entre los dos detectores se colocará un detector de confirmación.

Además se colocará otro detector después de la intersección para confirmar que el tranvía ha cruzado la zona conflictiva.

6.2.6 Reordenación del tráfico

Dado que la intención al elaborar el trazado es que sea de plataforma reservada y las dimensiones de la calle, habrá que eliminar uno de los sentidos de circulación de la calle Atxuri y redirigir el tráfico por otras vías.

En la solución adoptada, se redirigirá el tráfico que circula en dirección Miraflores-Atxuri, con lo que los vehículos que circulen en dirección Atxuri-Miraflores, lo seguirán haciendo como en la actualidad "Imagen-27".

El trazado transcurre en totalidad por la calle Atxuri y cruza la intersección que está tiene con la calle Encarnación plaza Basobidea.

La calle Atxuri comienza junto al puente de San Antón y su trazado sigue paralelo a la ría hasta llegar a la avenida Miraflores.

El tramo de calle afectado tiene alrededor de 9 metros de ancho que están compuestos por dos aceras de entre 1-1,5 metros (una a cada lado) y dos carriles de unos 3 metros, uno para cada sentido de tráfico.

La nueva reordenación del tráfico viene descrita en el "Anejo-10".



Imagen 27: En verde circulación Atxuri-Miraflores, y en rojo circulación Miraflores-Atxuri.

7 Servicios afectados

Durante el transcurso de las obras puede que se vean afectados varios de los siguientes servicios públicos:

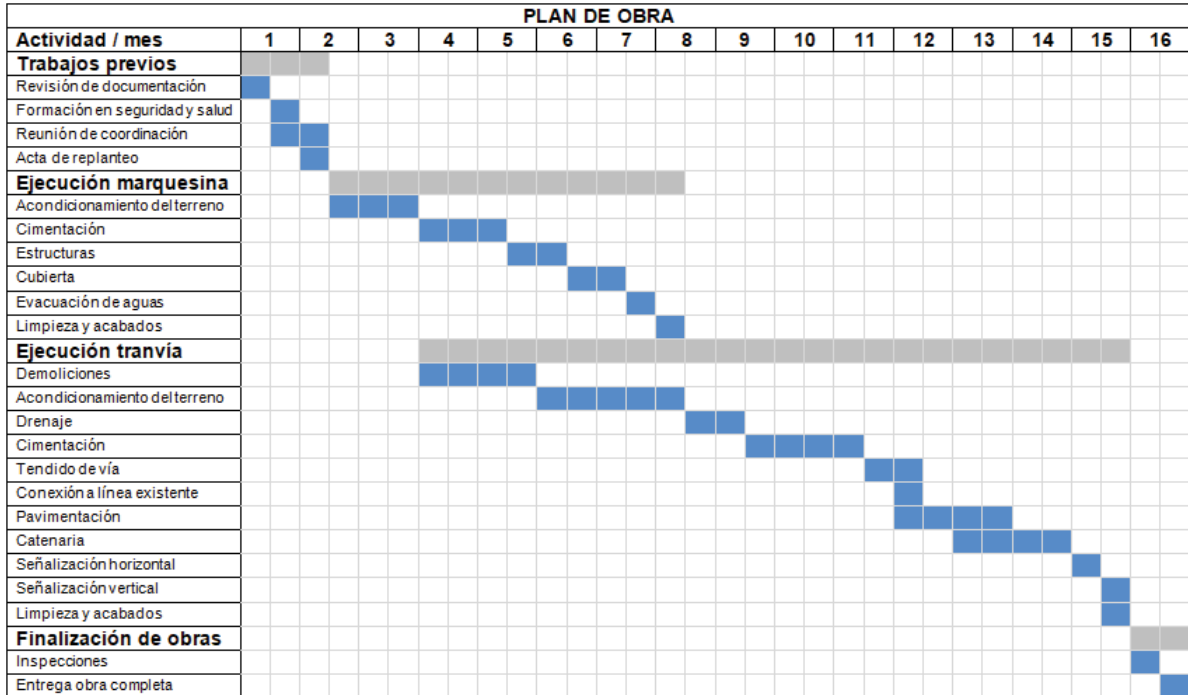
- Abastecimiento
- Alumbrado publico
- Saneamiento
- Electricidad

- Telefonía
- Gas natural

Para realizar la reposición de los servicios afectados se emplearán elementos de las mismas características actuales para garantizar que den el mismo servicio que en la actualidad.

8 Plan de obra

Para llevar a cabo las obras del proyecto se emplearán alrededor de 16 meses tal y como se muestra en el cronograma:



9 Presupuesto

TOTAL EJECUCIÓN MARQUESINA	Coste
Acondicionamiento del terreno	7.907,58 €
Cimentación	16.625,76 €
Estructuras	57.887,18 €
Cubierta	19.765,36 €
Evacuación de aguas	1.933,01 €
TOTAL EJECUCIÓN TRANVIA	
Demoliciones	3.292,61 €
Acondicionamiento del terreno	11.450,02 €
Drenaje	68.817,24 €
Cimentación	106.006,05 €
Tendido de vía	203.549,73 €
Aparatos de vía	54.356,30 €
Pavimentación	106.817,76 €
Catenaria	165.603,86 €
Señalización horizontal	856,55 €
Señalización vertical	6.085,48 €
Gestión de residuos	16.440,53 €
Plan de control de calidad	5.485,97 €
Seguridad y salud	14.417,01 €
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL:	867.298,18 €
13 % Gastos Generales	112.748,76 €
6 % Beneficio industrial	52.037,89 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA SIN IVA:	1.032.084,83 €
21 % IVA	216.737,81 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA:	1.248.822,64 €

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de **UN MILLÓN DOSCIENTOS CUARENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS VEINTIDÓS EUROS, SESENTA Y CUATRO CENTIMOS.**

10 Documentos que integran el proyecto

- Documento 1. Memoria y Anejos.
 - Memoria
 - Anejos
 - Anejo 1. Reportaje fotográfico
 - Anejo 2. Topografía
 - Anejo 3. Geología y geotecnia
 - Anejo 4. Estructura marquesina
 - Anejo 5. Hidrología y drenaje
 - Anejo 6. Trazado
 - Anejo 7. Plataforma y superestructura
 - Anejo 8. Electrificación y catenaria
 - Anejo 9. Señalización y seguridad del sistema
 - Anejo 10. Ordenación y regulación del tráfico
 - Anejo 11. Servicios afectados
 - Anejo 12. Gestión de residuos
 - Anejo 13. Plan de obra
 - Anejo 14. Control de calidad
 - Anejo 15. Declaración de obra completa
 - Anejo 16. Clasificación del contratista
 - Anejo 17. Justificación de precios
 - Anejo 18. Presupuesto para conocimiento de la administración.

- Documento 2. Planos

- Documento 3. Pliegos de condiciones

- Documento 4. Presupuesto

- Documento 5. Estudio básico de Seguridad y Salud

11 Normativa

- DB-SE (Seguridad estructural)
- DB-SE-AE (Acciones en la edificación)
- DB-SE-C (Cimientos)
- DB-SE-A (Acero)
- DB-HS (Salubridad)
- Instrucción 5.2-IC
- Normativa de la Euskal Trenbide Sarea

12 Bibliografía

Para la realización del proyecto se han consultado y utilizado los siguientes recursos:

Programas

- Cype
- Istram
- AutoCad
- Microsoft Word
- Generador de precios Cype

Libros

- Manual implantación metros ligeros
- Apuntes infraestructuras de transporte
- Estructuras de acero (Ramón Argüelles)
- Manual Cype
- Manual Istram

Sitios web

- <https://es.wikipedia.org>
- <http://estructurando.net/>
- <https://www.codigotecnico.org/>
- <http://www.euskalmet.euskadi.eus>
- <https://www.euskotren.eus>

Proyectos y estudios técnicos

- Estudio informativo del Tranvía Urbano de Barakaldo
- Estudio Informativo de la prolongación a Salburua del Tranvía de Vitoria-Gasteiz. (2ª Fase)
- Proyecto básico y de ejecución de marquesina en aparcamiento y rampas de entrada en el centro de salud en sad

ÍNDICE DE ANEJOS

Anejo-1. Reportaje fotográfico

Anejo-2. Topografía

Anejo-3. Geología y geotecnia

Anejo-4. Estructura marquesina

Anejo-5. Hidrología y drenaje

Anejo-6. Trazado

Anejo-7. Plataforma y superestructura

Anejo-8. Electrificación y catenaria

Anejo-9. Señalización y seguridad del sistema

Anejo-10. Ordenación y regulación del tráfico

Anejo-11. Servicios afectados

Anejo-12. Gestión de residuos

Anejo-13. Plan de obra

Anejo-14. Control de calidad

Anejo-15. Declaración de obra completa

Anejo-16. Clasificación del contratista

Anejo-17. Justificación de precios

Anejo-18. Presupuesto para conocimiento de la administración

Anejo 1

Reportaje fotográfico

Índice

1. Introducción.....	4
----------------------	---

Índice de imágenes

Imagen 1.....	4
Imagen 2.....	4
Imagen 3.....	5
Imagen 4.....	5
Imagen 5.....	6
Imagen 6.....	6

1. Introducción

Este anejo recoge las fotos más significativas realizadas a la zona del proyecto.

En la “Imagen 1” se puede apreciar la calle Atxuri a la izquierda, la estación de Atxuri en el centro y el actual trazado por el que el tranvía se dirige a las cocheras. Como se puede apreciar la curva es de radio reducido.



Imagen 1: Estación de Atxuri y trazado por el que el tranvía se dirige a las cocheras.

En la “Imagen-2” se aprecia un tranvía por el trazado que discurre entre la estación de Atxuri y la ría.



Imagen 2: A la izquierda, trazado por el que el tranvía se dirige a cocheras entre la estación de Atxuri y la ría.

En las “Imágenes 3 y 4” se muestra la estación de Atxuri, que es donde se ubicará la marquesina.



Imagen 3: Estación de Atxuri.



Imagen 4: Estación de Atxuri.

En la “Imagen 5” se puede ver la calle Atxuri junto a la estación. El nuevo trazado del tranvía pasará sobre el carril derecho de la calle hasta superar el edificio de Euskotren que es por donde entrará para enlazarse con la línea de Euskotren.



Imagen 5: Calle Atxuri

En la “Imagen 6” se aprecia la entrada al solar de Euskotren que es por donde entrará el tranvía para enlazarse con la línea de Euskotren.



Imagen 6: Calle Atxuri, punto por el que se enlazara el nuevo trazado con la línea de Euskotren.

Anejo 2

Topografía

Índice

1	Introducción	4
2	Observación de la Red Básica	5
2.1	Sistema y marco de referencia.....	5
2.2	Reseñas de las estaciones de referencia utilizadas	6

Índice de imágenes

Imagen 1: Gráfico de ubicación de estaciones de referencia.....	5
---	---

1 Introducción

En este documento se exponen los recursos cartográficos empleados en el proyecto. Para analizar la zona de actuación se dispone de los siguientes recursos topográficos:

- **Implantación de Red de Bases de Replanteo (año 2005).**
- **Cartografía digitalizada a escala 1:500**

2 Observación de la Red Básica

2.1 Sistema y marco de referencia

El Sistema de Referencia planímetro empleado ha sido el ED-50, utilizando la proyección U.T.M. (huso 30).

El Marco de referencia se ha materializado mediante diversos vértices geodésicos pertenecientes a las estaciones ERGNSS, REGENTE, Red Geodésica de la Comunidad Autónoma del País Vasco y Red Geodésica del Ayuntamiento de Bilbao.



Imagen 1: Gráfico de ubicación de estaciones de referencia.

2.2 Reseñas de las estaciones de referencia utilizadas

ESTACIÓN DE REFERENCIA GNSS DE GERNIKA (GERN)

Identificador	GERN 19389M001
Localización	Frontón Jai-Alai, C/Carlos Gangoiti, 14 - 48300 Gernika-Lumo
Receptor	Leica GR30. N° serie: 1706661
Antena	Leica AS10. N° serie: 18251039
Observaciones	GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU

 SERIES TEMPORALES
 EPN D



COORDENADAS ETRS89 (ETRF2000) ÉPOCA 2017.0

GEOCÉNTRICAS

x = 4642811,6672 y = -217223,4748 z = 4353278,4673

GEOGRÁFICAS

lat = 43° 19' 2,65965" long = 2° 40' 43,48987" he = 78,931

UTM

x = 526049,609 y = 4796113,215 huso = 30

ESTACIÓN DE REFERENCIA GNSS DE SOPUERTA (SOPU)

Identificador	SOPU 19386M001
Localización	Centro San Vitor. Bº San Cristobal. z - 48190 Sopuerta
Receptor	Leica GR30. N° serie: 1706440
Antena	Leica AS10. N° serie: 18131018
Observaciones	GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU



 SERIES TEMPORALES
 EPN D



COORDENADAS ETRS89 (ETRF2000) ÉPOCA 2017.0

GEOCÉNTRICAS

x = 4643998.2643 y = -255914.4491 z = 4350082.7281

GEOGRÁFICAS

lat = 43° 16' 36.74309" long = 3° 9' 15.04496" he = 168.906

UTM

x = 487489.684 y = 4791573.366 huso = 30

ESTACIÓN DE REFERENCIA GNSS DE AMURRIO

Localización: Colegio Público Lucas Rey. C/ Lucas Rey, 15, Amurrio, Araba.

Receptor: Leica GR10. Nº serie: 17009988.

Antena: Leica AS10. Nº serie: 12041036.

**COORDENADAS****GEOCÉNTRICAS**

X = 4661499.8010

Y = -244591.8050

Z = 4332269.4660

GEOGRÁFICAS

Lat = 43° 3' 22.290343"

Long = -3° 0' 12.927179"

he = 299.245

UTM

X = 499707.5798

Y = 4767054.8326

huso = 30

Anejo 3

Geología y geotecnia

Índice

1	Introducción y objeto del anejo.....	4
2	Geología	5
2.1	Marco Geológico.....	5
2.2	Estratigrafía.....	7
2.2.1	Cretácico inferior (Albiense inferior).....	8
2.2.2	Cretácico Superior	8
2.2.3	Cuaternario aluvial.....	8
2.3	Tectónica	8
2.4	Hidrogeología.....	8
2.5	Efectos sísmicos	8
3	Geotecnia	10
3.1	Características geotécnicas	10
3.1.1	Nivel I: Rellenos heterogéneos	10
3.1.2	Nivel II: Aluvial	10
3.1.3	Nivel III: Sustrato rocoso.....	10
4	Excavaciones.....	11
4.1	Excavabilidad.....	11
5	Cimentaciones y recomendaciones.....	12

Índice de imágenes

Imagen 1: Mapa geológico de España.....	5
Imagen 2: Extracto de la Hoja 61-II del mapa geológico del País Vasco.....	6
Imagen 3: Leyenda de la Hoja 61-II del mapa geológico del País Vasco.....	7
Imagen 4: Mapa de peligrosidad sísmica.....	9

1 Introducción y objeto del anejo

El presente anejo tiene como objeto principal conocer las características geológicas y geotécnicas de la zona de actuación con el objetivo de identificar los problemas geológicos en la obra.

Se estudia la geología de la zona tanto a escala regional como local en base a los datos obtenidos del Ente Vasco de Energía y del Instituto Geológico y Minero de España.

2 Geología

A continuación se expone la geología del entorno de Bilbao, en la provincia de Bizkaia.

2.1 Marco Geológico

La zona analizada se encuentra al norte de la península ibérica, en concreto en el área señalada en la "imagen-1", que corresponde con la cobertura meso-cenozoica de la cordillera pirenaica.

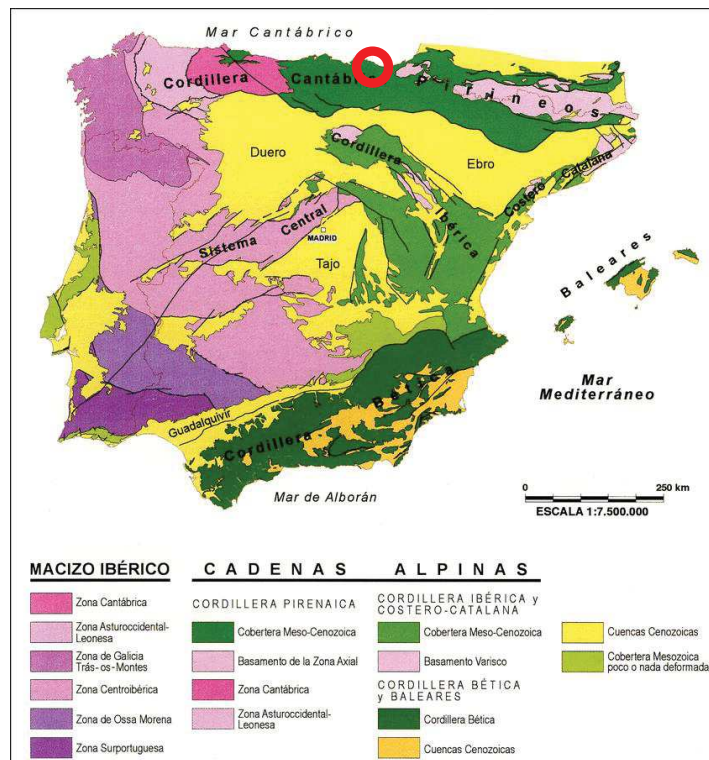


Imagen 1: Mapa geológico de España (Vera, J.A., 2004, Fig 1.4)

La región analizada en este estudio se ubica en la Cuenca Vasco-Cantábrica, cuenca sedimentaria marina de grandes dimensiones que se formó a finales del Jurásico sobre la corteza continental hercínica previamente adelgazada. Esta se rellenó esencialmente por sedimentos detríticos durante aquel periodo, y posteriormente, en muy menor medida durante el Terciario, como se hace patente únicamente en la Rioja Alavesa.

La zona objeto de estudio se sitúa al Sur de la Hoja 61-II (Bilbao) del mapa geológico del País Vasco (EVE) tal y como muestra la siguiente figura:

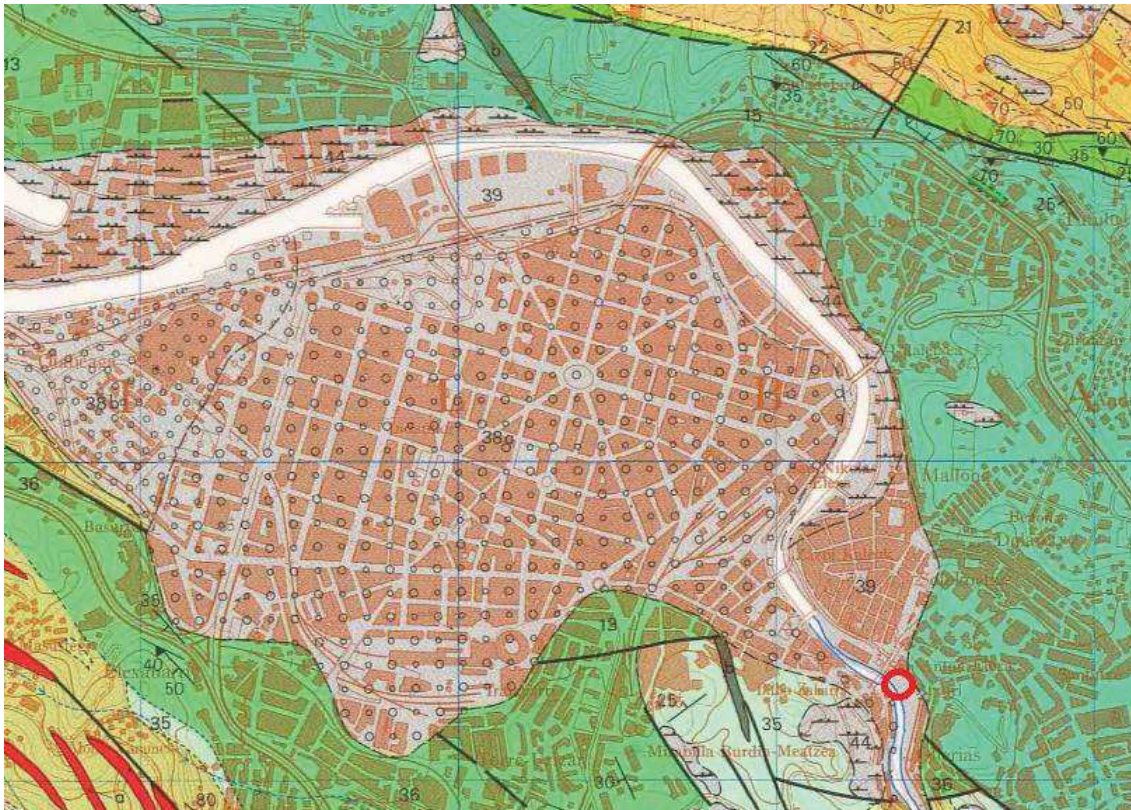


Imagen 2: Extracto de la Hoja 61-II (Bilbao) del mapa geológico del País Vasco. (EVE)

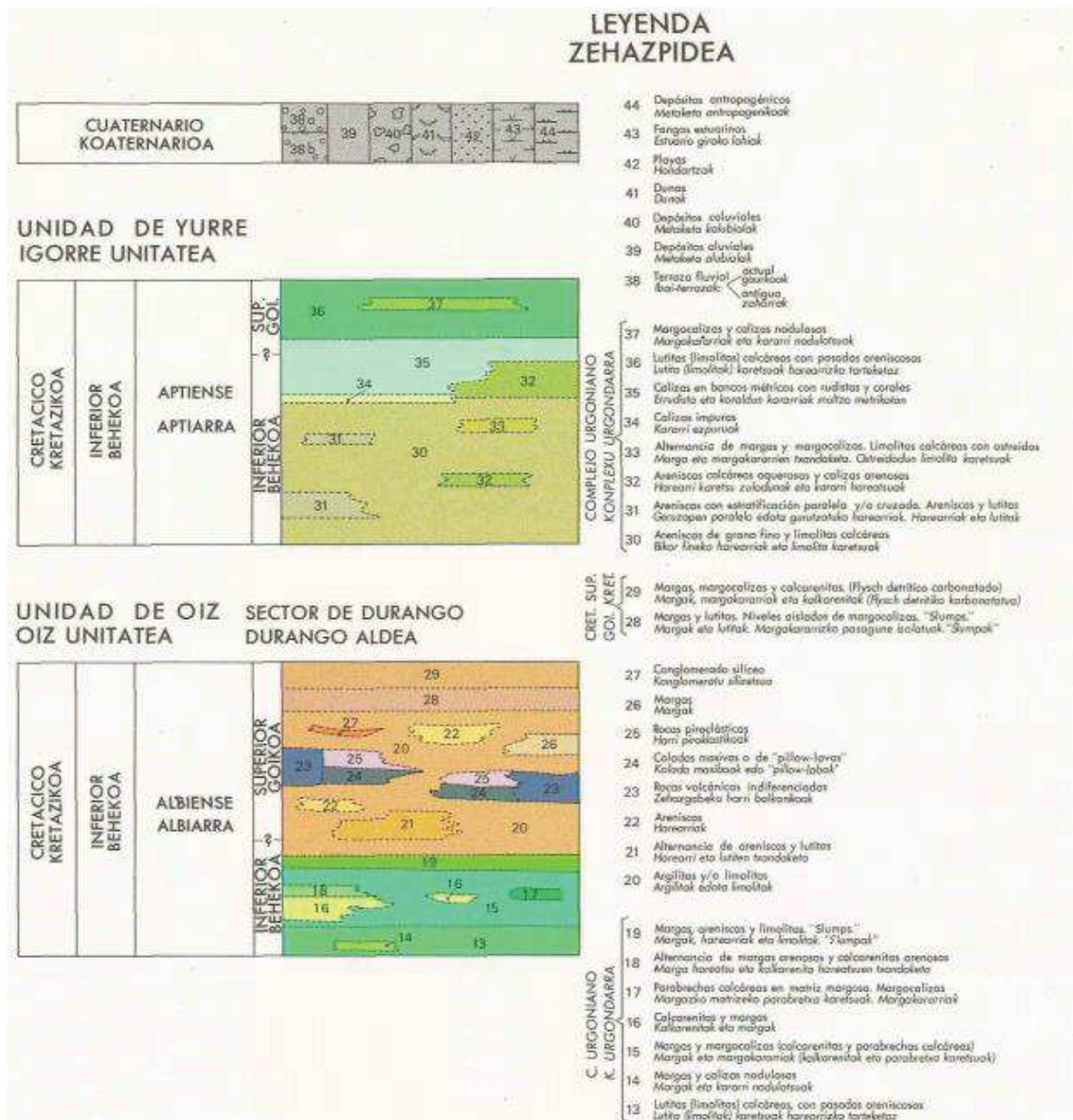


Imagen 3: Leyenda de la Hoja 61-II (Bilbao) del mapa geológico del País Vasco. (EVE).

2.2 Estratigrafía

Estratigráficamente, los materiales aflorantes en la zona de estudio, pertenecen a la unidad de Oiz, concretamente al sector de Durango. Se sitúan al Norte de la Falla de Bilbao, diferenciándose los siguientes materiales.

2.2.1 Cretácico inferior (Albiense inferior)

Se trata de margas y margo calizas de color gris azuladas, a veces con nódulos calizos irregulares o piritosos, estratificadas en bancos decimétricos con estratificación en el área de estudio de 45°. Con frecuencia la esquistosidad y la fracturación obliteran la estratificación, que queda de manifiesto tan solo por pequeños niveles de calizas nodulosas o para brechas calcáreas.

2.2.2 Cretácico Superior

Se pueden encontrar materiales de naturaleza volcánica o intrusiva (ofitas), bastante duros y por lo general ligeramente meteorizados a sanos.

2.2.3 Cuaternario aluvial

Pertencen a este nivel todos los materiales cuaternarios formados por depósitos de origen aluvial asociados a la ría del Nervión.

Presentan litologías variables comprendidas entre fracción de gravas y arcillas con diferentes proporciones de cada una de ellas. Por lo general predomina la granulometría gruesa fracción gravas, con diámetros de bolos que pueden llegar a superar los 30cm.

La potencia detectada en este nivel de materiales aluviales en el área de estudio es muy pequeña debido en gran parte a su sustitución por rellenos heterogéneos en las fases de edificación y urbanización.

2.3 Tectónica

Desde el punto de vista estructural según la información consultada (Mapa geológico del País Vasco, EVE), en la zona investigada no es de esperar la presencia de fallas que pudiesen afectar a las cimentaciones de los edificios.

2.4 Hidrogeología

Desde el punto de vista hidrogeológico la presencia de agua en los materiales se ha detectado únicamente dentro del sustrato rocoso como pequeños flujos de agua que circularían a través de la fracturación del sustrato rocoso.

2.5 Efectos sísmicos

La "Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02)" actualmente en vigor, regula por medio del Mapa de Peligrosidad Sísmica, aquellas zonas del territorio en el que es de aplicación obligatoria la citada norma. En dicho mapa, figura la aceleración sísmica básica " a_b ", que es un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, y el coeficiente de

contribución, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados de acuerdo con la peligrosidad sísmica en cada punto.

De acuerdo con el apartado 1.2.3 de la citada Norma, no es necesaria su aplicación en las construcciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.

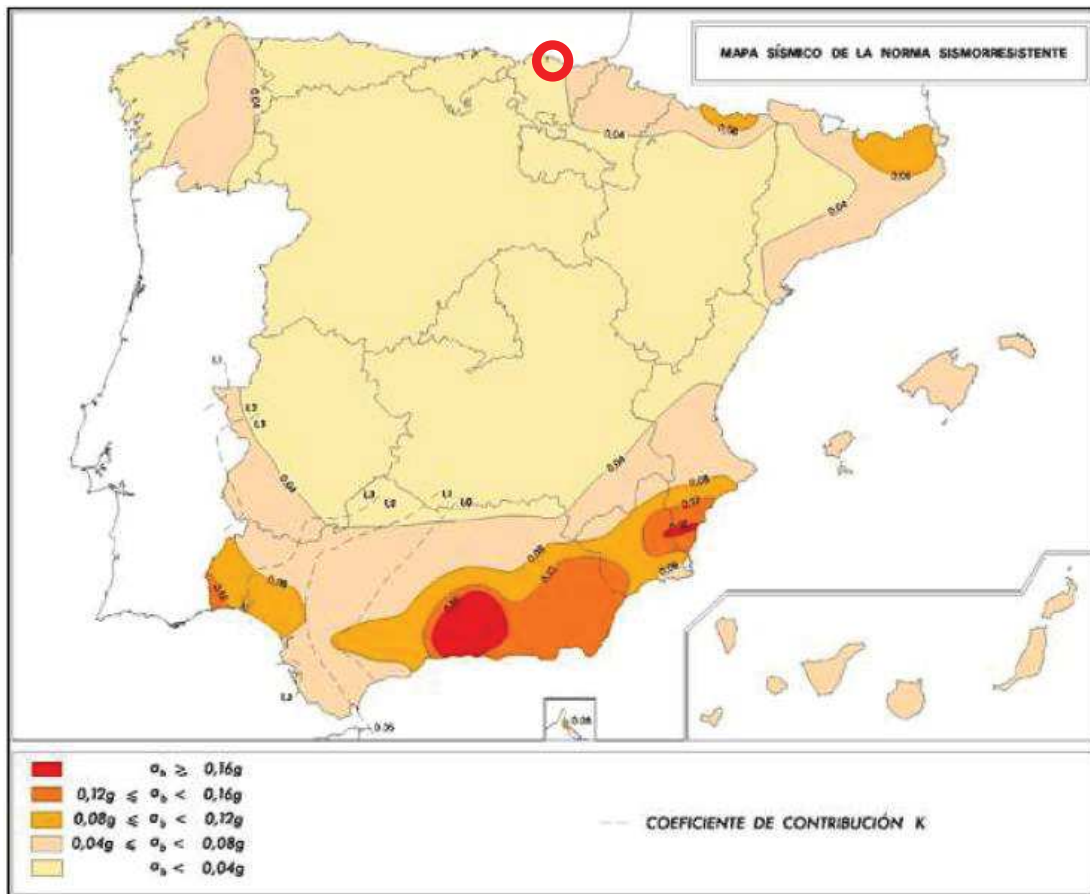


Imagen 4: Mapa de peligrosidad sísmica. (NCSE-02)

Tal y como se aprecia en el Mapa de Peligrosidad Sísmica “imagen-4”, la zona estudiada se localiza en una zona cuyo valor de la aceleración sísmica es menor de 0,04 g, donde no es necesario considerar las acciones sísmicas sobre las estructuras proyectadas.

3 Geotecnia

3.1 Características geotécnicas

En la zona objeto de estudio se ha detectado la presencia de varios niveles: una capa superficial de rellenos heterogéneos, un segundo nivel constituido por un aluvial y por último un sustrato rocoso.

3.1.1 Nivel I: Rellenos heterogéneos

Este nivel se ha detectado con un espesor de 0,20 por debajo de la rasante, aunque su espesor puede variar sensiblemente dependiendo de la zona de actuación.

Se trata de un nivel formado principalmente por materiales de granulometría gravas y bolos en una matriz arcillo limosa. La naturaleza de las gravas y bolos es tanto margosa, como cantos rodados areniscosos.

3.1.2 Nivel II: Aluvial

Este nivel formado por arcillas limosas con indicios de arenas y gravillas es de un espesor de 0,4 metros en la zona analizada. El espesor puede variar sensiblemente dependiendo de la zona de actuación.

3.1.3 Nivel III: Sustrato rocoso

Los materiales pertenecientes a este nivel han sido divididos en diferentes subniveles en base a su grado de meteorización.

- Subnivel III-a. Sustrato rocoso altamente meteorizado.

Se trata de un nivel con un espesor de entre 0,5 y 1 metros formado principalmente de margas, de color gris oscuro, altamente meteorizadas, con el aspecto de un suelo arcilloso duro.

- Subnivel III-b. Sustrato rocoso ligeramente meteorizado a sano.

Aparece a profundidades comprendidas entre 1,4 y 2,5 metros.

Se trata de margas blandas, de color gris oscuro, ligeramente meteorizadas a sanas, con juntas algo cerradas, que se pueden presentar rellenas de calcita y con algunos signos de oxidación.

A continuación, se especifican los parámetros geotécnicos característicos de este nivel, estimados a partir de los datos de la bibliografía de uso habitual y de experiencias en zonas del entorno:

$$- \gamma_{ap} = 2,6 \text{ T/m}^3$$

$$- q_u = 100 \text{ kg/cm}^2$$

4 Excavaciones

4.1 Excavabilidad

Al realizar una excavación los grados de dificultad que pueden presentarse son los siguientes:

- Fáciles

En aquellos materiales que se pueden excavar con los métodos tradicionales existentes: pala retroexcavadora o similar.

- Medios

En aquellos materiales que para su excavación necesitan el empleo parcial de martillo picador y/o voladuras.

- Difíciles

En aquellos materiales en los que se necesita el empleo continuado de martillo y/o voladuras.

En este caso, los grados de dificultad de excavación serán:

- Nivel I (rellenos), Nivel II (aluvial): excavabilidad fácil, pudiendo utilizar para su retirada la pala retroexcavadora o similar.
- Nivel III (sustrato rocoso ligeramente meteorizado a sano): la excavabilidad será difícil, se necesitará el empleo continuado del martillo picador y/o voladuras.

5 Cimentaciones y recomendaciones

Es una norma generalmente aceptada la necesidad de cimentar una estructura sobre los mismos materiales, con el objeto de evitar problemas derivados de los comportamientos diferenciales de los diversos niveles de apoyo frente a las cargas transmitidas.

Se estimará la tensión admisible del terreno para una cimentación superficial considerando que tenga unas zapatas de dimensiones 1,8x1,8m.

Dado que no se dispone de los datos de la resistencia a compresión simple de los niveles I y II, se considerará el Nivel III (margas sanas a ligeramente meteorizadas) como nivel de apoyo de la cimentación.

La carga admisible de este nivel de cimentación (nivel III) se estima de la siguiente manera según lo recogido en el CTE:

$$q_d = K_{sp} \cdot q_u$$

Siendo:

q_u la resistencia a compresión simple de la roca sana

$$K_{sp} = \frac{3 + \frac{s}{B}}{10 \cdot \sqrt{1 + 300 \cdot \frac{a}{s}}}$$

s es el espaciamiento de las discontinuidades; $s > 300$ mm

B es la anchura del cimientado en m; $0,05 < s/B < 2$

a es la apertura de las discontinuidades; $a < 5$ mm en junta limpia, $a < 25$ mm en junta rellena con suelo o con fragmentos de roca alterada; siendo $0 < a/s < 0,02$

En este caso, considerando el valor medio obtenido $q_u = 100$ kg/cm², $s = 0,3$ m y $a = 5$ mm, y suponiendo un ancho de zapata $B = 1,8$ m, se obtiene una carga admisible:

$$k_{sp} = 0,146$$

$$q_d = 0,146 \times q_u$$

$$q_d = 14,6 \text{ kg/cm}^2$$

A pesar del valor obtenido y ante posibles variaciones en la calidad de la roca, se propone considerar para los cálculos de cimentaciones una carga admisible de $10,0 \text{ kg/cm}^2$ en el sustrato rocoso ligeramente meteorizado.

Desde el punto de vista de agresividad frente al hormigón tanto del agua como del sustrato rocoso de las margas, la experiencia de este tipo de ensayos en el entorno de estudio indican que suelen ser No Agresivos.

No se incluye en este documento como anexo el estudio geotécnico ya que la empresa que lo ha facilitado no permite su difusión.

Anejo 4

Estructura marquesina

Índice

1	Introducción y objeto del anejo.....	4
2	Cálculo estructural	5
2.1	Datos de partida.....	5
2.2	Acciones	6
2.2.1	Acciones permanentes	7
2.2.2	Acciones variables.....	7
2.2.3	Acciones accidentales	17
2.3	Estados limite.....	18
2.3.1	Estado limite último.....	18
2.3.2	Estado límite de servicio	20
2.4	Cubierta	22
2.4.1	Cerramiento de la cubierta.....	22
2.4.2	Correas.....	26
2.4.3	Pórticos	33
2.4.4	Vigas de atado de pórticos	69
2.5	Cimentación	78
2.5.1	Zapatas	78
2.5.2	Vigas de atado.....	83
2.6	Uniones.....	84
2.6.1	Unión entre vigas y pilar	84
2.6.2	Unión entre pilar y zapata	93

Índice de imágenes

Imagen 1: Modelo 3d de la estructura (sin correas).....	5
Imagen 2: Pórtico tipo.....	5
Imagen 3: Valores característicos de las sobrecargas de uso.....	7
Imagen 4: Zonas climáticas de invierno.....	12
Imagen 5: Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (KN/m ²).....	13
Imagen 6: Valor básico de la velocidad del viento (DB-SE-AE).....	14
Imagen 7: Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e	15
Imagen 8: Tabla D.5. Cubiertas a un agua.....	16
Imagen 9: Tabla 4.1. Coeficientes de seguridad.....	19
Imagen 10: Tabla 4.2. Coeficientes de simultaneidad.....	19
Imagen 11: Zonas de cargas.....	27
Imagen 12: Croquis de pórtico tipo.....	33
Imagen 13: Hipótesis 13.....	35
Imagen 14: Hipótesis 5.....	35
Imagen 15: Esquema pórtico.....	49
Imagen 16: Ejemplo de zapata utilizada.....	78
Imagen 17: Unión de pilar con vigas.....	84
Imagen 18: Unión entre pilar y zapata.....	91

1 Introducción y objeto del anejo

El presente anejo tiene como objeto principal justificar las decisiones tomadas en el diseño y dimensionamiento de la estructura. También se detallan los elementos que compondrán la estructura.

Para realizar los cálculos se han seguido las directrices marcadas por el “Código técnico de edificación, CTE” y sus “Documentos Básicos, DB” en Seguridad Estructural.

2 Cálculo estructural

2.1 Datos de partida

Para realizar el dimensionamiento de la estructura se han utilizado los siguientes datos de partida:

- Marquesina de estructura metálica a un agua (pendiente 5% $\approx 3^\circ$).
- Longitud = 60 metros.
- Luz = 12 metros.
- Distancia entre pórticos = 5 metros.
- Junta de dilatación en el pórtico central.
- Altura = 6 - 5,4 metros.
- Cubierta formada por chapas grecadas.
- Zona eólica = Zona C, (Anejo D, DB-SE-AE del CTE)
- Zona climática = Zona 1, (Anejo E, DB-SE-AE del CTE)
- Tensión admisible del terreno = 10 kg/cm².

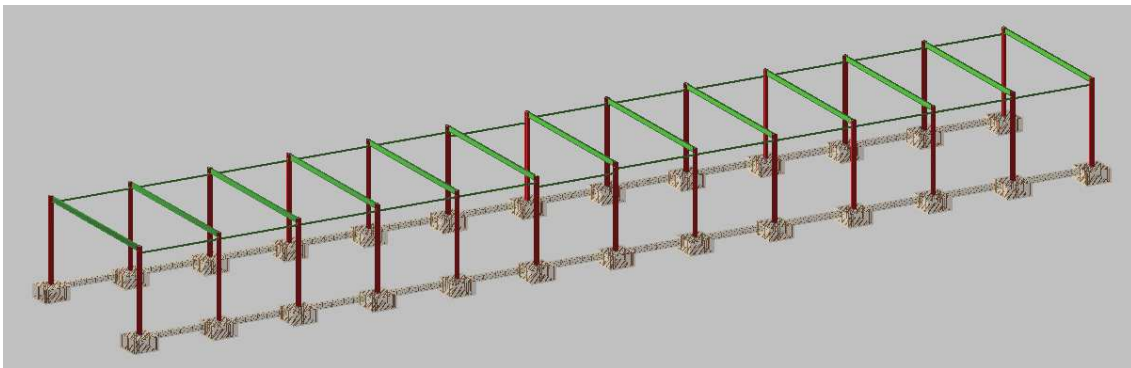


Imagen 1: Modelo 3d de la estructura (sin correas).

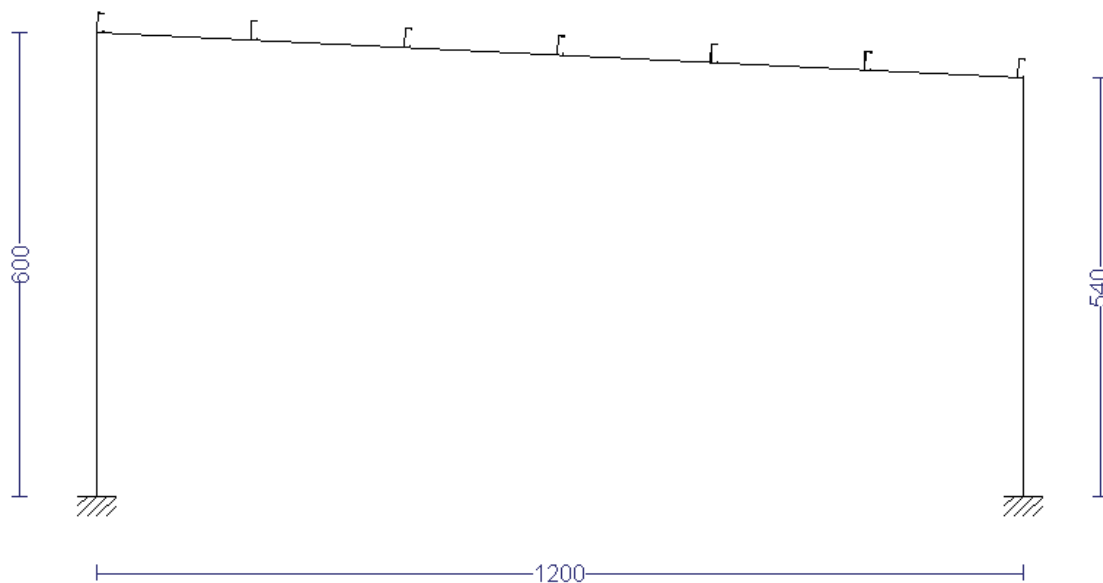


Imagen 2: Pórtico tipo

La marquesina está compuesta por 11 pórticos con una separación de 5 metros entre sí, lo que forma una marquesina de 60 metros de longitud. Dado que el código técnico de edificación prohíbe la existencia de elementos de longitud mayor de 40 metros, resulta necesaria la colocación de una junta de dilatación. Dicha junta estará colocada en el pórtico número 6, y su función es impedir la propagación de esfuerzos longitudinales debido a cambios térmicos. Se realizará la junta en todos los elementos horizontales como correas y vigas de atado.

Los cerramientos de la cubierta estarán compuestos por chapas grecadas que estarán fijadas a las correas, compuestas por perfiles de acero conformado.

Para los pórticos, se utilizarán perfiles IPE para las vigas superiores, y perfiles HEB para los pilares.

En cuanto al material, los elementos estructurales estarán compuestos de acero S275 ($f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ y $f_u = 410 \text{ N/mm}^2$) para los perfiles de acero laminado, y acero S235 ($f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ y $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$) para las correas de acero conformado.

2.2 Acciones

A continuación se muestran las acciones a las que estará sometida la estructura. Las cargas estarán divididas en tres tipos: cargas permanentes, cargas variables y accidentales.

- **Acciones permanentes**

Son las cargas que actúan constantemente sin variar de valor ni posición. Dentro de este tipo de cargas se encuentra el peso propio de los elementos estructurales. Las acciones están descritas en el apartado 2 del DB-SE-AE.

- **Acciones variables**

Son las cargas cuyo valor puede variar a lo largo del tiempo. Dentro de estas se encuentran las cargas de nieve, la acción del viento y la sobrecarga de uso. Las acciones se encuentran descritas en el apartado 3 del DB-SE-AE.

- **Acciones accidentales**

En este apartado se encuentran a cargas generadas en casos extraordinarios tales como movimientos sísmicos y los incendios. Estas acciones están descritas en el apartado 4 del DB-SE-AE.

2.2.1 Acciones permanentes

2.2.1.1 Peso propio

El peso propio a tener en cuenta será el de todos los elementos estructurales, cerramientos e instalaciones. Es una acción gravitatoria que genera unas cargas verticales.

2.2.2 Acciones variables

2.2.2.1 Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso se trata de todo lo que puede gravitar sobre la estructura debido al uso.

Esta sobrecarga se obtiene en el apartado 3.1 del DB-SE-AE, según el uso que vaya a tener el edificio. Los valores utilizados están descritos en la tabla de la “Imagen-3”:

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⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

⁽¹⁾ Deben descomponerse en dos cargas concentradas de 10 kN separadas entre sí 1,8 m. Alternativamente dichas cargas se podrán sustituir por una sobrecarga uniformemente distribuida en la totalidad de la zona de 3,0 kN/m² para el cálculo de elementos secundarios, como nervios o viguetas, doblemente apoyados, de 2,0 kN/m² para el de losas, forjados reticulados o nervios de forjados continuos, y de 1,0 kN/m² para el de elementos primarios como vigas, ábacos de soportes, soportes o zapatas.

⁽²⁾ En cubiertas transitables de uso público, el valor es el correspondiente al uso de la zona desde la cual se accede.

⁽³⁾ Para cubiertas con un inclinación entre 20° y 40°, el valor de q_k se determina por interpolación lineal entre los valores correspondientes a las subcategorías G1 y G2.

⁽⁴⁾ El valor indicado se refiere a la proyección horizontal de la superficie de la cubierta.

⁽⁵⁾ Se entiende por cubierta ligera aquella cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no excede de 1 kN/m².

⁽⁶⁾ Se puede adoptar un área tributaria inferior a la total de la cubierta, no menor que 10 m² y situada en la parte más desfavorable de la misma, siempre que la solución adoptada figure en el plan de mantenimiento del edificio.

⁽⁷⁾ Esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables.

Imagen 3: Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso. (DB-SE-AE)

Dado que la cubierta de la marquesina solo será accesible para realizar tareas de mantenimiento y conservación, y su inclinación es menor de 40° , la categoría de uso será G1. Esta a su vez está dividida en dos subcategorías de las cuales la utilizada será la de "Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado)", ya que el peso del cerramiento no excederá de 1 KN/m^2 .

Viendo la tabla deducimos que las cargas que tendrá que soportar la estructura son las siguientes:

$$\text{Carga uniforme} = 0,4 \text{ KN/m}^2$$

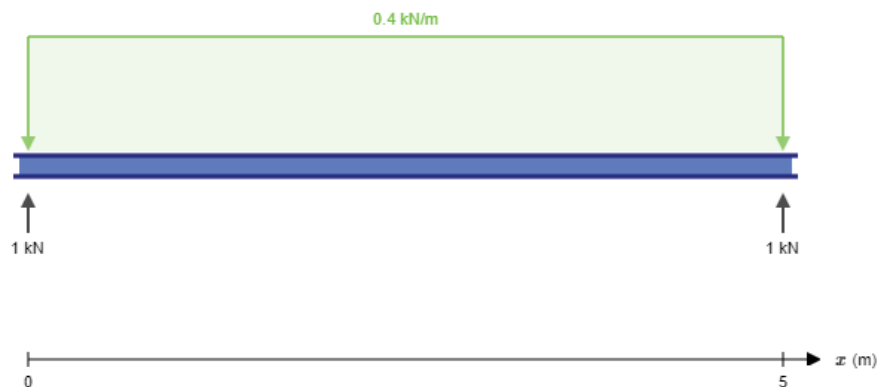
$$\text{Carga concentrada} = 1 \text{ KN}$$

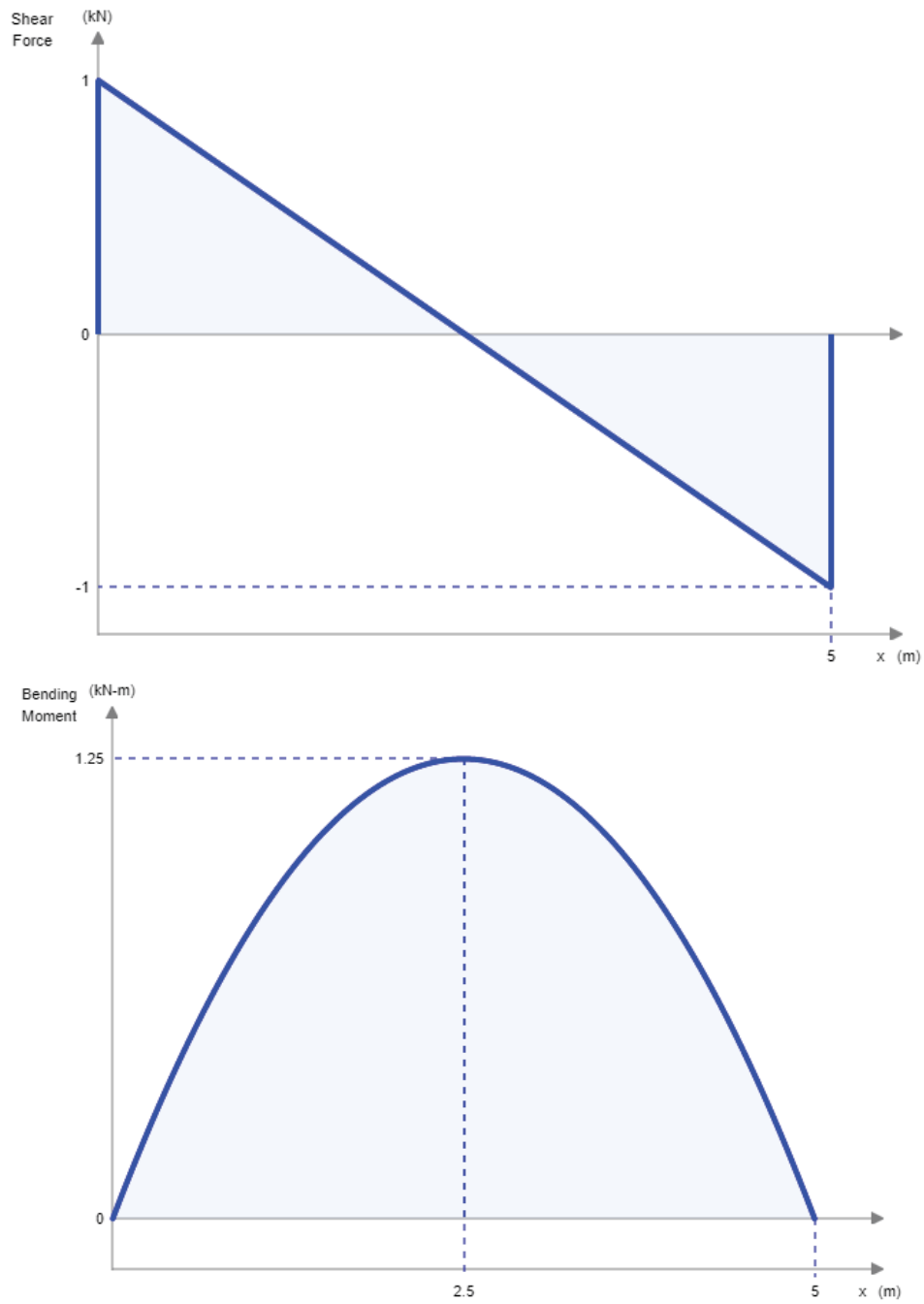
Para realizar los cálculos por el lado de la seguridad se deberá de escoger entre el valor más desfavorable de los dos. Para ello se analizarán los esfuerzos que generan ambos casos en las correas:

- Carga uniformemente distribuida de $0,4 \text{ KN/m}^2$

El área de influencia de las correas centrales será de 5 metros (longitud) x 2 metros (distancia entre correas) lo que da un total de 10 m^2 . El área de influencia de las correas laterales en cambio, será de 5 metros x 1 metro, lo que da un total de 5 m^2 .

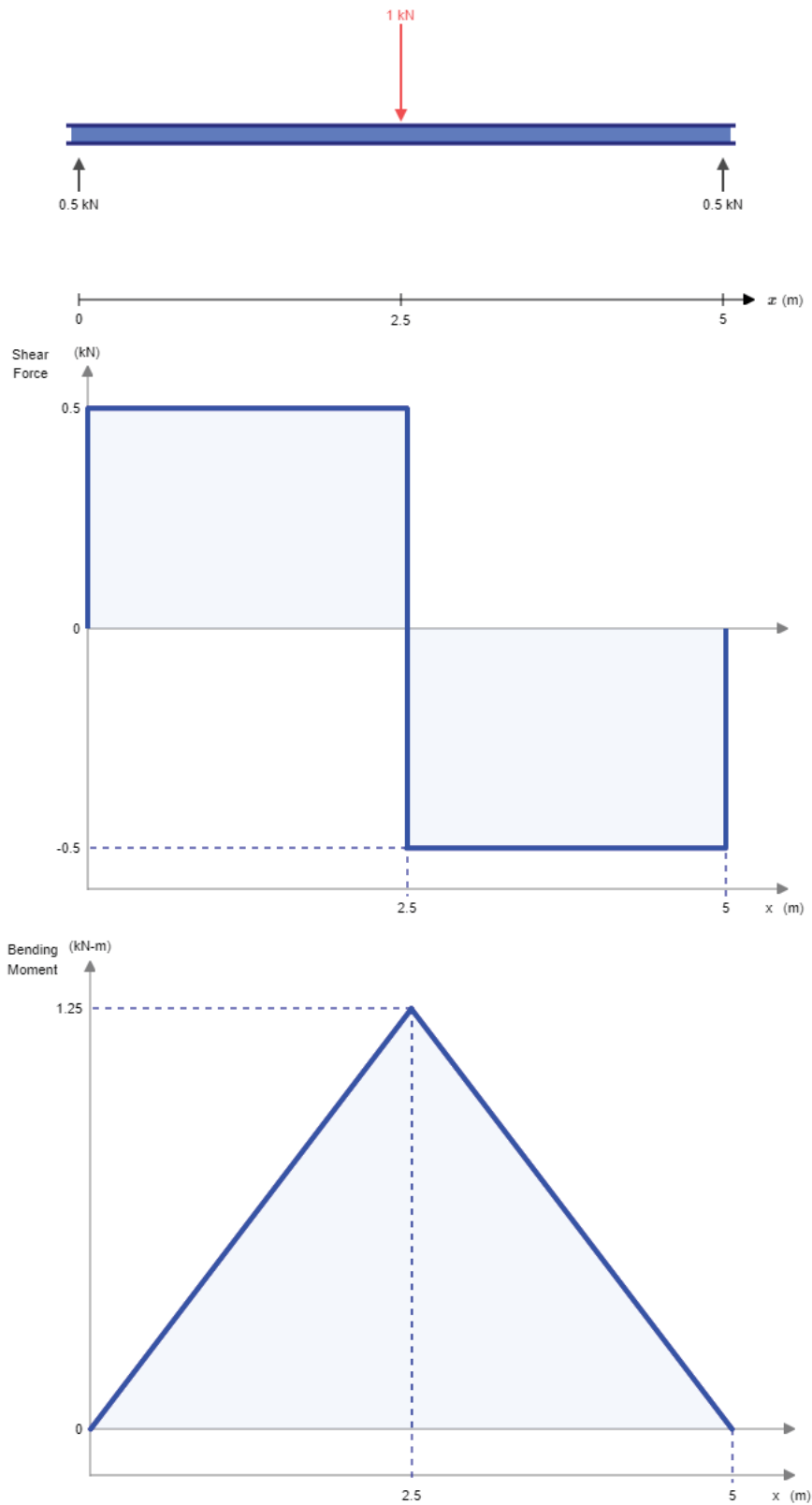
Carga repartida





Carga concentrada

Para calcular las reacciones se colocará la carga en el punto más desfavorable, es decir, en el centro de la correa:



Comparando ambos resultados se observa que la fuerza cortante generada por la carga uniformemente repartida de $0,4 \text{ KN/m}^2$, es mayor que la generada por la carga concentrada de 1 KN. El momento máximo en cambio, es el mismo en ambos casos. Por este motivo como sobrecarga de uso se utilizará el valor de $0,4 \text{ KN/m}^2$.

- **Eje perpendicular**

$$q_{u\perp} = 0,4 \text{ KN/m}^2 \times \cos 3^\circ = 0,399 \text{ KN/m}^2$$

- **Eje paralelo**

$$q_{u\parallel} = 0,4 \text{ KN/m}^2 \times \sin 3^\circ = 0,021 \text{ KN/m}^2$$

2.2.2.2 Acciones térmicas

Tal y como exige el DB-SE-AE en el apartado 3.4, en todos edificios con elementos continuos de más de 40 metros deben ser analizadas las cargas debidas a cambios de temperatura o en su caso dotar el edificio de juntas de dilatación.

Dado que en esta estructura se ha optado por crear una junta de dilatación no se considerarán las acciones térmicas.

2.2.2.3 Nieve

La distribución e intensidad de la carga debido a nieve depende de factores tales como el clima, relieve del entorno, forma de la cubierta etc.

El cálculo de esta carga se realiza siguiendo las directrices del apartado 3.5 del DB-SE-AE.

Para el cálculo, se determinará un valor en función de la ubicación y de la inclinación de la cubierta.

Como valor de carga de nieve q_N , puede tomarse:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

Siendo;

- μ **Coefficiente de forma de la cubierta según el apartado 3.5.3 del DB-SE-AE.**
- S_k **El valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según el Anejo E del DB-SE-AE.**

- **Coefficiente de forma de la cubierta (μ)**

Para determinar este coeficiente, se tendrá en cuenta si hay impedimento al deslizamiento en la cubierta. En este caso como no hay ningún tipo de impedimento ya que se trata de una cubierta plana, el coeficiente de forma tomará como valor 1.

- **Valor característico de la carga de nieve (S_k)**

Para determinar dicho valor se seguirán las pautas descritas en el Anejo E del DB-SE-AE, con la ayuda de las imágenes 4 y 5.



Imagen 4: Zonas climáticas de invierno (DB-SE-AE)

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	-	-	-	-	-

Imagen 5: Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (KN/m²)

La zona climática donde se ubicará la estructura es la zona 1 y dado que la altitud a la que se encuentra está en torno a los 10 metros, el valor característico de la carga de nieve será de 0,3 KN/m².

Por lo tanto, sustituyendo estos datos en la fórmula anteriormente descrita obtenemos que:

$$q_N = \mu \cdot S_k = 1 \times 0,3 \text{ KN/m}^2 = 0,3 \text{ KN/m}^2$$

Como este valor corresponde a la proyección horizontal, habrá que descomponerlo en los ejes locales:

- Eje perpendicular a la cubierta

$$q_{n\perp} = 0,3 \text{ KN/m}^2 \times \cos 3^\circ = 0,299 \text{ KN/m}^2$$

- Eje paralelo a la cubierta

$$q_{n\parallel} = 0,3 \text{ KN/m}^2 \times \sin 3^\circ = 0,015 \text{ KN/m}^2$$

2.2.2.4 Viento

La sobrecarga de viento, o presión estática (q_e), es una fuerza que actúa perpendicularmente sobre la superficie en la que incide. Para calcularla se seguirán las directrices descritas en el DB-SE-AE artículo 3.3.

Según la normativa, la sollicitación se define mediante la siguiente expresión:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Siendo;

q_b La presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español puede tomarse $0,5 \text{ kN/m}^2$. Para obtener un valor más preciso se consultará el Anejo E del DB-SE-AE.

c_e El coeficiente de exposición. Para obtener su valor se consultará el apartado 3.3.3. del DB-SE-AE.

c_p El coeficiente eólico o de presión. Su valor se establece en los apartados 3.3.4. y 3.3.5. del DB-SE-AE.

- Presión dinámica del viento

Para obtener este valor, se consultará el mapa de la “Imagen-6”:



Imagen 6: Valor básico de la velocidad del viento (DB-SE-AE)

Como puede observarse la velocidad básica del viento en la zona C es de 29 m/s.

El valor básico de la presión dinámica del viento, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2$$

Donde δ se refiere a la densidad del aire y v_b a la velocidad básica del aire.

Según el Anejo D del DB-SE-AE la presión dinámica en la zona C es de 0,52 KN/m².

- **Coefficiente de exposición (c_e)**

Este coeficiente tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno. Ya que la altura de la construcción no supera los 30 metros, su valor se tomará de la tabla de la “Imagen-7”:

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

Imagen 7: Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

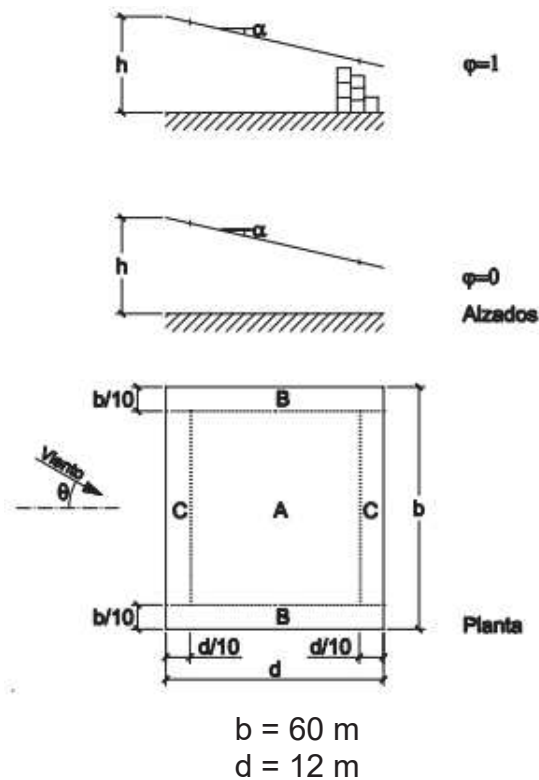
El entorno donde se ubicará la marquesina pertenece a zona urbana general y la altura considerada será de 6 metros, con lo que el coeficiente de exposición será de 1,4.

- **Coefficiente eólico o de presión (c_p)**

Este coeficiente se calculará en función de la dirección del viento y la forma de la estructura.

Los valores serán los obtenidos en la tabla D.10 del Anejo D, del DB-SE-AE, “Imagen-8”:

Marquesinas a un agua



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

Imagen 8: Tabla D.5. Cubiertas a un agua.

Dado que la cubierta estudiada tiene una inclinación de 3° habrá que interpolar los datos de la tabla para obtener los resultados:

	Factor obstrucción	Zona		
		A	B	C
Abajo	0-1	0,68	1,98	1,22
Arriba	0	-0,90	-1,54	-1,64
Arriba	1	-1,56	-2,04	-2,38

Sustituyendo los datos obtenidos en la formula siguiente obtenemos los siguientes resultados:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Dónde: $c_e = 1,4$

$q_b = 0,52$

c_p = Valores de la tabla superior según zona y factor de obstrucción

	Factor obstrucción	Zona		
		A	B	C
Abajo	0-1	0,49	1,44	0,89
Arriba	0	-0,65	-1,12	-1,19
Arriba	1	-1,13	-1,48	-1,73

Para analizar la acción del viento, se tendrán en cuenta los resultados obtenidos con un factor de obstrucción $\varphi = 1$, ya que las fuerzas generadas de succión son mayores que las generadas con $\varphi = 0$.

Al tratarse de una marquesina sin cerramientos laterales, el viento ejercerá fuerza tanto por la parte superior de la cubierta como por la parte inferior. Los resultados obtenidos en la tabla muestran las fuerzas resultantes tras sumar ambas cargas.

Cuando el valor es negativo significa que el viento está ejerciendo una fuerza de succión, y cuando es positivo significa que está ejerciendo una fuerza de presión.

2.2.3 Acciones accidentales

2.2.3.1 Sismo

Las acciones sísmicas están reguladas en la NSCE, Norma de construcción sismo-resistente: parte general y edificación.

La normativa vigente no considera necesario tener en cuenta los efectos sísmicos debido a que se encuentra en una zona donde la acción sísmica es prácticamente despreciable.

2.2.3.2 Incendio

Al tratarse de una marquesina en el exterior sin elementos inflamables no se tendrán en cuenta las cargas debidas a un incendio.

2.3 Estados limite

Se denominan estados límite aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguna de los requisitos estructurales para las que ha sido concebido.

2.3.1 Estado limite último

Los estados límite últimos son los que, si se superan, constituyen un riesgo para las personas, ya sea porque producen una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo.

En este apartado se plantean las diferentes combinaciones de carga, para verificar que la cubierta soporta las cargas. Dichas combinaciones se plantean siguiendo las exigencias establecidas en el CTE DB-SE.

El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión:

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

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- Todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_{G,j} \cdot G_{k,j}$), incluido el pretensado ($\gamma_P \cdot P$);
- Una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ($\gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,j}$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- El resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación (γ_Q, Ψ_0, Q_k).

Los valores de los coeficientes de seguridad, γ , se establecen en la siguiente tabla para cada tipo de acción, atendiendo para comprobaciones de resistencia a si su efecto es favorable o desfavorable, considerada globalmente. Para comprobaciones de estabilidad, se diferenciará, aún dentro de la misma acción, la parte favorable y la desfavorable. Los coeficientes utilizados aparecen marcados en la tabla de la “Imagen-9”.

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

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

Imagen 9: Tabla 4.1. Coeficientes de seguridad.

Los valores de los coeficientes de simultaneidad, Ψ , se establecen en la tabla de la “Imagen-10”:

	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		⁽¹⁾	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

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

Imagen 10: Tabla 4.2. Coeficientes de simultaneidad

Deberá tenerse en cuenta que, al ser una cubierta únicamente accesible para mantenimiento, la sobrecarga de uso no será concomitante con el resto de cargas. Las combinaciones que se realizarán son las siguientes:

- 1) $\gamma_G \cdot q_{pp}$
- 2) $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_u \cdot q_u$
- 3) $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_n \cdot q_n$
- 4) $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_{vp} \cdot q_{vp}$
- 5) $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_{vs} \cdot q_{vs}$
- 6) $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_u \cdot q_u + \gamma_n \cdot \Psi_0 \cdot q_n$
- 7) $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_u \cdot q_u + \gamma_{vp} \cdot \Psi_0 \cdot q_{vp}$
- 8) $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_u \cdot q_u + \gamma_{vs} \cdot \Psi_0 \cdot q_{vs}$
- 9) $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_n \cdot q_n + \gamma_u \cdot \Psi_0 \cdot q_u$
- 10) $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_n \cdot q_n + \gamma_{vp} \cdot \Psi_0 \cdot q_{vp}$
- 11) $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_n \cdot q_n + \gamma_{vs} \cdot \Psi_0 \cdot q_{vs}$
- 12) $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_{vp} \cdot q_{vp} + \gamma_u \cdot \Psi_0 \cdot q_u$
- 13) $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_{vp} \cdot q_{vp} + \gamma_n \cdot \Psi_0 \cdot q_n$
- 14) $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_{vs} \cdot q_{vs} + \gamma_u \cdot \Psi_0 \cdot q_u$
- 15) $\gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_{vs} \cdot q_{vs} + \gamma_n \cdot \Psi_0 \cdot q_n$

2.3.2 Estado límite de servicio

Los estados límite de servicio son los que, si se sobrepasan, afectan a la comodidad de los usuarios, al buen funcionamiento del edificio o a la apariencia de la construcción.

Para cada situación de dimensionado, los efectos de las acciones se determinarán a partir de las combinaciones de acciones e influencias simultáneas, de acuerdo con los criterios que se establecen a continuación.

a) Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar irreversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado característica, a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

b) Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar reversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado frecuente, a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \Psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

c) Los efectos debidos a las acciones de larga duración, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado casi permanente, a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Flecha máxima

Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:

- a) 1/500 en pisos con tabiques frágiles (como los de gran formato, rasillones, o placas) o pavimentos rígidos sin juntas;
- b) 1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas;
- c) 1/300 en el resto de los casos.

En este caso la flecha máxima aceptable será de 1/300.

Las combinaciones que se realizarán son las siguientes:

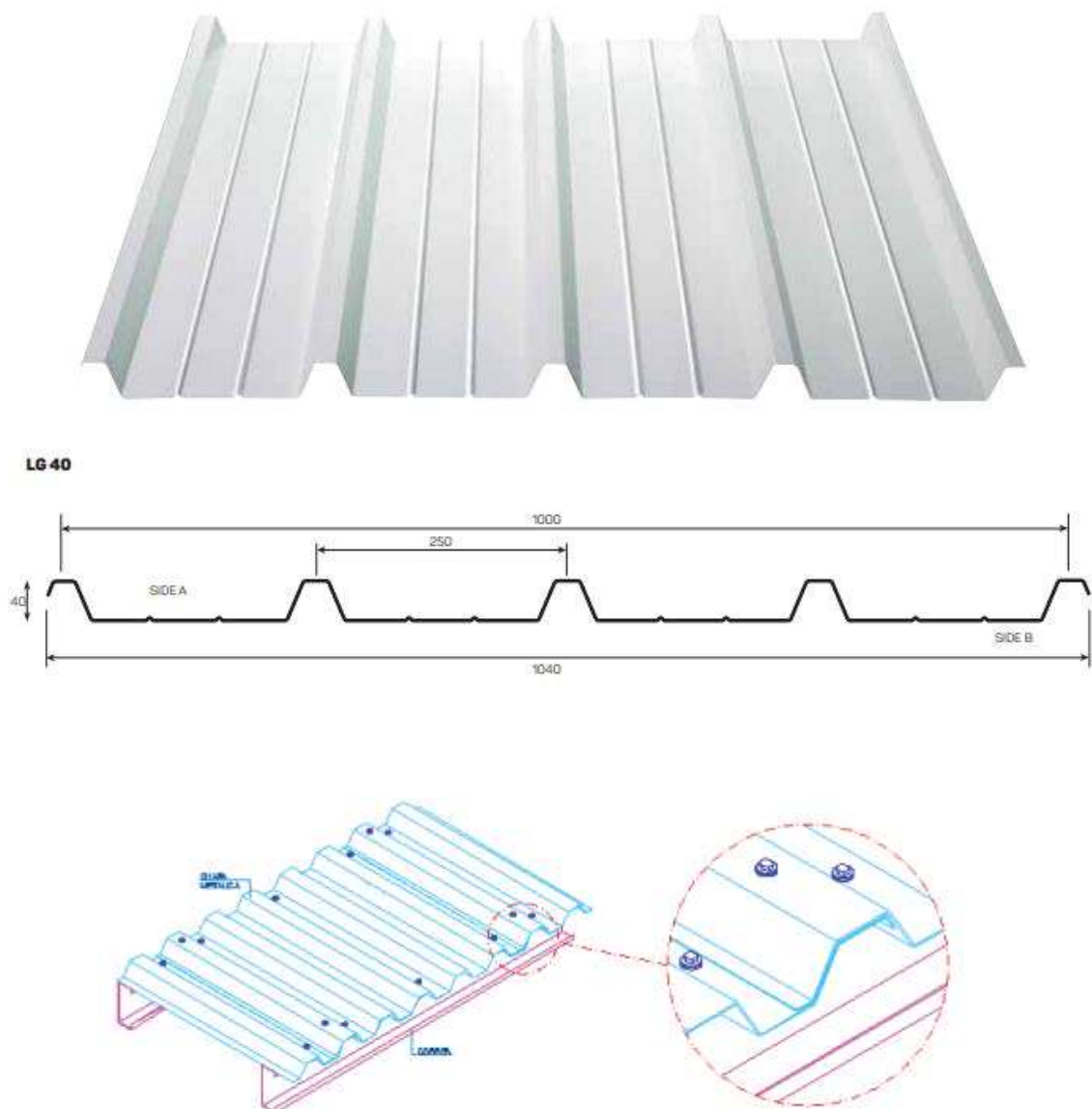
- 1) $q_{pp} + \gamma_{vp} + \Psi_0 \cdot q_n$
- 2) $q_{pp} + q_u + \Psi_0 \cdot q_{vp} + \Psi_0 \cdot q_n$
- 3) $q_{pp} + q_{vs} + \Psi_0 \cdot q_n$
- 4) $q_{pp} + \Psi_1 \cdot q_{vp} + \Psi_2 \cdot q_n$
- 5) $q_{pp} + \Psi_1 \cdot q_n + \Psi_2 \cdot q_{vp}$
- 6) $q_{pp} + \Psi_1 \cdot q_{vs} + \Psi_2 \cdot q_n$
- 7) $q_{pp} + \Psi_2 \cdot q_{vp} + \Psi_2 \cdot q_n$
- 8) $q_{pp} + \Psi_2 \cdot q_{vs} + \Psi_2 \cdot q_n$

2.4 Cubierta

2.4.1 Cerramiento de la cubierta

Para realizar el cerramiento de la cubierta se emplearán paneles de chapa grecada. Los paneles seleccionados son "LG-40" de la marca Isopan.

Las características de este tipo de placas son las siguientes:



CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN

		ESPESOR mm				
		0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
Peso	(kg/m ²)	4,9	5,89	6,87	7,85	9,81
J	(cm ⁴ /m)	12,3	16,05	18,72	21,40	26,75
W	(cm ³ /m)	3,92	5,30	6,18	7,07	8,83

CARGA MÁXIMA DISTRIBUIDA UNIFORMEMENTE kg/m²

ESPESOR mm	LG 40												
	DISTANCIA ENTRE EJES m												
	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,5	3,75	4
0,5	499	281	185	143	108	86	70	58	48				
0,6	614	393	273	200	153	115	84	53	48	38			
0,7	716	458	318	234	179	135	98	73	57	67	35		
0,8	820	524	364	267	205	154	112	84	65	51	41	33	
1,0	1024	655	455	334	256	193	140	105	81	64	51	41	34
0,5	570	365	252	180	141	111	90	57	51	40			
0,6	768	481	341	251	192	152	123	101	81	64	51		
0,7	896	573	398	292	224	177	143	118	95	74	59	48	
0,8	1025	656	455	334	256	202	164	135	108	85	68	55	45
1,0	1280	819	569	413	320	253	204	169	135	106	85	69	57

Se optará por una chapa de 1 mm de espesor y dado que estará apoyada sobre varias correas tendrá un soporte de más de dos apoyos. Dado que la separación entre correas es de 2 metros la carga máxima admisible de los paneles será de 320 kg/m² y el peso de las chapas será de 9,81 kg/cm².

Una vez seleccionado el cerramiento de la cubierta, se procederá a verificar que resista las cargas a soportar. Para ello resulta necesario plantear las hipótesis de carga a las que estará sometido y escoger la más crítica.

2.4.1.1 Acciones**ACCIONES PERMANENTES**

- **Peso propio**

El peso propio de la cubierta seleccionada viene descrito en la ficha técnica:

$$q_{pp} = 9,81 \text{ kg/m}^2 = 0,098 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{pp\perp} = 0,098 \text{ KN/m}^2 \times \cos 3^\circ = 0,097 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{pp\parallel} = 0,098 \text{ KN/m}^2 \times \sin 3^\circ = 0,005 \text{ KN/m}^2$$

ACCIONES VARIABLES

- **Sobrecarga de uso**

Tal y como se ha calculado anteriormente, la sobrecarga de uso será de:

$$q_u = 0,4 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{u\perp} = 0,4 \text{ KN/m}^2 \times \cos 3^\circ = 0,399 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{u\parallel} = 0,4 \text{ KN/m}^2 \times \sin 3^\circ = 0,021 \text{ KN/m}^2$$

- **Nieve**

La carga generada por la nieve será de:

$$q_n = 0,3 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{n\perp} = 0,3 \text{ KN/m}^2 \times \cos 3^\circ = 0,299 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{n\parallel} = 0,3 \text{ KN/m}^2 \times \sin 3^\circ = 0,015 \text{ KN/m}^2$$

- **Viento**

A la hora de realizar el cálculo del cerramiento de la cubierta, se emplearán los valores más desfavorables tanto de presión como de succión, con lo que los datos que se utilizarán serán los siguientes:

$$q_{vs} = -1,73 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{vp} = 1,44 \text{ KN/m}^2$$

2.4.1.2 Combinaciones y comprobación del cerramiento

Tras analizar las diferentes ecuaciones se han descartado las que aparecen repetidas debido a que alguno de los coeficientes es igual a 0.

5 – **Perpendicular:** $0,8 \times 0,097 + 1,5 \times (-1,73) = -2,52 \text{ KN/m}^2$

Paralelo: $0,8 \times 0,005 = 0,004 \text{ KN/m}^2$

6 – **Perpendicular:** $1,35 \times 0,097 + 1,5 \times 0,399 + 1,5 \times 0,5 \times 0,299 = 0,95 \text{ KN/m}^2$

Paralelo: $1,35 \times 0,005 + 1,5 \times 0,021 + 1,5 \times 0,5 \times 0,015 = 0,049 \text{ KN/m}^2$

7 – **Perpendicular:** $1,35 \times 0,097 + 1,5 \times 0,399 + 1,5 \times 0,6 \times 1,44 = 2,02 \text{ KN/m}^2$

Paralelo: $1,35 \times 0,005 + 1,5 \times 0,021 = 0,038 \text{ KN/m}^2$

10 – **Perpendicular:** $1,35 \times 0,097 + 1,5 \times 0,299 + 1,5 \times 0,6 \times 1,44 = 1,75 \text{ KN/m}^2$

Paralelo: $1,35 \times 0,005 + 1,5 \times 0,015 = 0,029 \text{ KN/m}^2$

13 – **Perpendicular:** $1,35 \times 0,097 + 1,5 \times 1,44 + 1,5 \times 0,5 \times 0,299 = 2,51 \text{ KN/m}^2$

Paralelo: $1,35 \times 0,005 + 1,5 \times 0,5 \times 0,015 = 0,018 \text{ KN/m}^2$

Tras comparar los resultados obtenidos se observa que la combinación más crítica a succión es la N-5 y la más crítica a presión es la N-13. También se observa que la combinación que genera las cargas más desfavorables en dirección paralela es la N-6.

Para comprobar el cerramiento de la cubierta se utilizará el mayor de los valores en valor absoluto, ya que será la fuerza máxima que tendrá que soportar. En este caso el mayor valor de succión es la combinación N-5 ($-2,52 \text{ KN/m}^2$), y el mayor valor a presión es la combinación N-13 ($2,51 \text{ KN/m}^2$). Tal y como indica el fabricante en la ficha técnica, la chapa "LG-40" con las características del proyecto actual, tiene una capacidad de 320 kg/m^2 tal y como se muestra en la siguiente tabla:

CARGA MÁXIMA DISTRIBUIDA UNIFORMEMENTE kg/m^2

ESPELOR mm	LG 40																												
	DISTANCIA ENTRE EJES m																												
	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,5	3,75	4																
	0,5	439	281	185	143	109	86	63	47	36	70	58	48																
	0,6	514	393	273	200	153	115	84	63	48	38	121	98	81	68	58													
	0,7	716	458	318	234	179	135	98	73	57	67	35	141	114	94	79	44	58											
	0,8	820	524	364	267	205	154	112	84	65	51	41	33	162	131	108	91	77	67	58									
	1,0	1024	655	455	334	256	193	140	105	81	64	51	41	34	202	163	135	113	97	83	72	64							
	0,5	570	365	252	180	141	111	90	67	51	40	73	62	53	81	64	51	41	34	202	163	135	113	97	83	72	64		
	0,6	788	491	341	251	192	152	123	101	81	64	51	41	62	85	72	62	51	41	34	202	163	135	113	97	83	72	64	
	0,7	896	573	398	292	224	177	143	118	95	74	59	48	63	99	84	73	63	53	43	34	202	163	135	113	97	83	72	64
	0,8	1025	656	455	334	256	202	164	135	108	85	68	55	45	113	97	83	72	64	55	45	34	202	164	135	108	85	68	55
1,0	1280	819	569	418	320	253	204	169	135	106	85	69	57	142	121	104	91	80	70	60	50	40	30	20	10	10	10	10	10

Con lo que:

- $2,51 \text{ KN/m}^2 = 251 \text{ kg/m}^2 < 320 \text{ kg/m}^2$

CUMPLE

2.4.2 Correas

Las correas metálicas son los elementos constructivos sobre los que irá apoyada la cubierta. En este caso se ha optado por utilizar perfiles conformados, debido a su alto rendimiento y su bajo coste. Para una inclinación de cubierta menor del 20% se aconseja el uso de correas conformadas en C.

Las placas del cerramiento se sujetarán a las correas mediante tornillos autorroscantes y estas a los pórticos mediante ejiones.

La separación entre correas será de dos metros, y estas irán soldadas entre sí. Deberá de garantizarse que las uniones entre las correas y las vigas sean empotradas. Para evitar elementos continuos de más de 40 metros, las correas se separarán longitudinalmente en dos tramos de 30 metros cada uno.

Las correas seleccionadas han sido de acero conformado, el perfil seleccionado ha sido el CF-250x3 (S235).

2.4.2.1 Comprobación de las correas

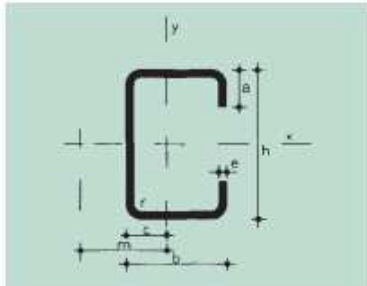
Para la comprobación de las correas se analizará la correa más desfavorable. Para ello habrá que calcular las combinaciones de cargas añadiendo el peso propio de las correas y analizar los resultados en cada zona del edificio.

Como se ha comprobado anteriormente las combinaciones más desfavorables son las siguientes:

$$5) \gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_{vs} \cdot q_{vs}$$

$$13) \gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_{vp} \cdot q_{vp} + \gamma_n \cdot \Psi_0 \cdot q_n$$

Las características del perfil CF-250x3 son las siguientes:



u = Perímetro	W_x = Módulo resistente, respecto a x
c = Posición del eje Y	W_y = Módulo resistente, respecto a y
m = Distancia al centro de esfuerzos cortantes	i_x = Radio de giro, respecto a x
A = Área de la sección	i_y = Radio de giro, respecto a y
I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a x	
I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a y	
J = Momento de torsión de la sección	
I_x = Módulo de alabeo de la sección	

Perfil	Dimensiones							Terminos de sección										Peso	
	h	b	a	e	r	u	c	m	A	I_x	I_y	I_z	I_x	I_y	W_x	W_y	i_x		i_y
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm	kg/m
CF 140,3,0	140	50	20	3,0	3,0	527	1,60	3,78	7,80	225,0	26,30	0,2340	1.105,0	32,10	7,74	5,37	1,84	6,13	C
CF 160,2,0	160	60	20	2,0	2,5	616	1,86	4,62	6,12	240,0	30,50	0,0816	1.493,0	30,00	7,37	6,26	2,23	4,80	P
CF 160,2,5	160	60	20	2,5	2,5	612	1,86	4,54	7,59	295,0	37,00	0,1580	1.627,0	36,80	8,95	6,23	2,21	5,95	C
CF 160,3,0	160	60	20	3,0	3,0	607	1,86	4,43	9,00	346,0	42,90	0,2700	2.192,0	43,30	10,40	6,20	2,18	7,07	C
CF 180,2,0	180	60	20	2,0	2,5	656	1,75	4,40	6,52	316,0	31,7	0,0869	1.930,0	35,1	7,46	6,97	2,20	5,12	P
CF 180,2,5	180	60	20	2,5	2,5	652	1,75	4,35	8,09	389,0	38,5	0,1690	2.360,0	43,2	9,06	6,94	2,18	6,35	C
CF 180,3,0	180	60	20	3,0	3,0	647	1,75	4,22	9,60	458,0	44,50	0,2880	2.825,0	50,90	10,50	6,91	2,15	7,54	C
CF 200,2,0	200	60	20	2,0	2,5	696	1,66	4,20	6,92	406,0	32,70	0,0923	2.438,0	40,60	7,53	7,66	2,17	5,43	P
CF 200,2,5	200	60	20	2,5	2,5	692	1,66	4,13	8,59	500,0	39,70	0,1790	2.981,0	50,00	9,15	7,63	2,15	6,74	C
CF 200,3,0	200	60	20	3,0	3,0	687	1,66	4,04	10,20	588,0	46,00	0,3060	3.561,0	58,80	10,60	7,60	2,12	8,01	C
CF 225,2,5	225	80	25	2,5	2,5	842	2,38	5,96	10,50	806,0	90,80	0,2180	8.320,0	71,70	16,20	8,78	2,95	8,21	P
CF 225,3,0	225	80	25	3,0	3,0	837	2,38	5,86	12,50	953,0	106,00	0,3740	9.970,0	84,70	18,90	8,75	2,92	9,78	C
CF 225,4,0	225	80	25	4,0	6,0	819	2,36	5,53	16,20	1.213,0	131,00	0,8650	14.057,0	108,00	23,30	8,66	2,85	12,70	C
CF 250,2,5	250	80	25	2,5	2,5	892	2,25	5,70	11,10	1.083,0	93,80	0,2310	15.028,0	82,60	16,30	8,65	2,91	8,70	P
CF 250,3,0	250	80	25	3,0	3,0	887	2,25	5,60	13,20	1.222,0	110,00	0,3960	12.601,0	97,70	19,10	8,62	2,88	10,40	C

Después de calcular las combinaciones añadiendo el peso propio obtenemos los siguientes resultados:

	Factor obstrucción	Zona		
		A	B	C
Abajo	0-1	1,11	2,53	1,71
Arriba	1	-1,61	-2,13	-2,51

A continuación en la "Imagen-11" se muestran las zonas de distribución de las cargas:



Imagen 11: Zonas de cargas

Como se puede observar en la imagen las correas que más carga tendrán que soportar son las de la zona B para presión y la zona C para succión.

Para realizar las comprobaciones se ha empleado el software de cálculo CYPE (v.2016):

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-250x2.5	Límite flecha: L / 300
Separación: 2.00 m	Número de vanos: Dos vanos
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida
Comprobación de resistencia	

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 83.71 %
Barra pésima en cubierta

Perfil: CF-250x2.5 Material: S235																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nudos</th> <th rowspan="2">Longitud (m)</th> <th colspan="6">Características mecánicas</th> </tr> <tr> <th>Inicial</th> <th>Final</th> <th>Área (cm²)</th> <th>I_y⁽¹⁾ (cm⁴)</th> <th>I_z⁽¹⁾ (cm⁴)</th> <th>I_t⁽²⁾ (cm⁴)</th> <th>y_g⁽³⁾ (mm)</th> <th>z_g⁽³⁾ (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11.001, 0.000, 5.450</td> <td>11.001, 5.000, 5.450</td> <td>5.000</td> <td>11.09</td> <td>1032.95</td> <td>93.71</td> <td>0.23</td> <td>-17.48</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas						Inicial	Final	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)	11.001, 0.000, 5.450	11.001, 5.000, 5.450	5.000	11.09	1032.95	93.71	0.23	-17.48	0.00
	Nudos		Longitud (m)		Características mecánicas																						
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)																		
	11.001, 0.000, 5.450	11.001, 5.000, 5.450	5.000	11.09	1032.95	93.71	0.23	-17.48	0.00																		
	<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</p> <p>⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad</p>																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Pandeo</th> <th colspan="2">Pandeo lateral</th> </tr> <tr> <th>Plano XY</th> <th>Plano XZ</th> <th>Ala sup.</th> <th>Ala inf.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>β</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>L_K</td> <td>0.000</td> <td>5.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>C₁</td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="2">1.000</td> </tr> </tbody> </table>		Pandeo		Pandeo lateral		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	β	0.00	1.00	0.00	0.00	L _K	0.000	5.000	0.000	0.000	C ₁	-		1.000				
		Pandeo		Pandeo lateral																							
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.																							
β	0.00	1.00	0.00	0.00																							
L _K	0.000	5.000	0.000	0.000																							
C ₁	-		1.000																								
<p>Notación:</p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L_K: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C₁: Factor de modificación para el momento crítico</p>																											

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)												Estado	
	b / t	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _c M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z		M _t NM _y M _z V _y V _z
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 5 m η = 83.7	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 5 m η = 26.1	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 83.7
<p>Notación:</p> <p>b / t: Relación anchura / espesor</p> <p>$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez</p> <p>N_t: Resistencia a tracción</p> <p>N_c: Resistencia a compresión</p> <p>M_y: Resistencia a flexión. Eje Y</p> <p>M_z: Resistencia a flexión. Eje Z</p> <p>M_yM_z: Resistencia a flexión biaxial</p> <p>V_y: Resistencia a corte Y</p> <p>V_z: Resistencia a corte Z</p> <p>N_tM_yM_z: Resistencia a tracción y flexión</p> <p>N_cM_yM_z: Resistencia a compresión y flexión</p> <p>NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a cortante, axil y flexión</p> <p>M_tNM_yM_zV_yV_z: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p>														

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)											Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _c M _y M _z	
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.</p> <p>⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p>⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.</p> <p>⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽¹⁰⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p>												

Relación anchura / espesor (CTE DB SE-A, Tabla 5.5 y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

$$h / t : \underline{96.0} \quad \checkmark$$

$$b / t : \underline{28.0} \quad \checkmark$$

$$c / t : \underline{8.0} \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$c / b : \underline{0.286}$$

Donde:

h: Altura del alma.

$$h : \underline{240.00} \text{ mm}$$

b: Ancho de las alas.

$$b : \underline{70.00} \text{ mm}$$

c: Altura de los rigidizadores.

$$c : \underline{20.00} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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

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

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

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

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

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

Resistencia a flexión. Eje Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.837} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 11.001, 5.000, 5.450, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V H2$.

$$\mathbf{M}_{v,Ed} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M}_{v,Ed}^+ : \underline{1.486} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$$\mathbf{M}_{v,Ed} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M}_{v,Ed}^- : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

La resistencia de cálculo a flexión $\mathbf{M}_{c,Rd}$ viene dada por:

$$\mathbf{M}_{c,Rd} : \underline{1.775} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

\mathbf{W}_{eff} : Módulo resistente eficaz correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$$\mathbf{W}_{eff} : \underline{77.81} \text{ cm}^3$$

\mathbf{f}_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f}_{yb} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

$\mathbf{\gamma_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

Resistencia a pandeo lateral del ala superior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

Resistencia a pandeo lateral del ala inferior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión. Eje Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

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

Resistencia a flexión biaxial (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

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

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.261} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 11.001, 5.000, 5.450, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V H2$.

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

$$V_{Ed} : \underline{1.541} \quad t$$

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

$$V_{b,Rd} : \underline{5.913} \quad t$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{245.30} \quad mm$$

t : Espesor.

$$t : \underline{2.50} \quad mm$$

ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

$$\phi : \underline{90.0} \quad \text{grados}$$

f_{bv} : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$f_{bv} : \underline{1012.46} \quad kp/cm^2$$

Siendo:

$\bar{\lambda}_w$: Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w : \underline{1.14}$$

Donde:

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{2395.51} \quad kp/cm^2$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140672.78} \quad kp/cm^2$$

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

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

Resistencia a tracción y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)

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

Resistencia a compresión y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

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

Resistencia a cortante, axil y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

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

Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

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

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 52.38 %

Coordenadas del nudo inicial: 11.001, 45.000, 5.450

Coordenadas del nudo final: 11.001, 50.000, 5.450

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot Q + 1.00 \cdot N(EI) + 1.00 \cdot V H1$ a una distancia 2.500 m del origen en el segundo vano de la correa.

($I_y = 1033 \text{ cm}^4$) ($I_z = 94 \text{ cm}^4$)

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kg/m ²
Correas de cubierta	7	60.91	5.08

2.4.3 Pórticos

La marquesina estará compuesta por un total de 13 pórticos con una separación de 5 metros entre sí.

Los pórticos estarán formados por dos pilares HEB-260 y sobre ellos irá colocada una viga IPE-360, con una luz de 12 metros y una inclinación del 5%.

Las uniones entre los pilares y las vigas se harán mediante soldaduras.

La 'imagen 12' muestra un croquis de los pórticos:

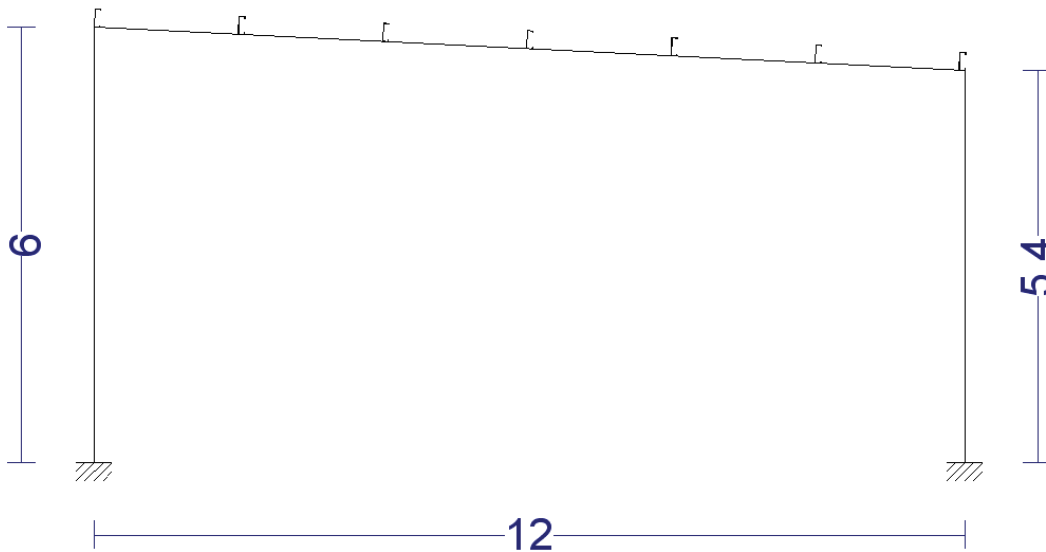


Imagen 12: Croquis de pórtico tipo.

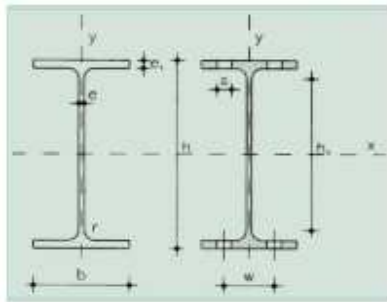
Para estudiar los pórticos, se analizará el que presente la situación más desfavorable. Analizando la "Imagen-11" se puede comprobar que los pórticos 2 y 12 son los que presentan la situación más desfavorable, por ello se procederá a su análisis:

2.4.3.1 Comprobación de las vigas

Tal y como se ha dicho anteriormente la viga seleccionada ha sido una IPE-360 que irá apoyada en los pórticos mediante uniones rígidas.

Dado que la separación entre pórticos es de 5 metros, el área de influencia de cada pórtico será de $5 \times 12 = 60 \text{ m}^2$.

Las características del perfil seleccionado son las siguientes:



- A = Área de la sección
- S_x = Momento estático de media sección, respecto a X
- I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a X
- $W_x = 2I_x / h$ = Módulo resistente de la sección, respecto a X
- $i_x = \sqrt{I_x / A}$ = Radio de giro de la sección, respecto a X
- I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a Y
- $W_y = 2I_y / b$ = Módulo resistente de la sección, respecto a Y
- $i_y = \sqrt{I_y / A}$ = Radio de giro de la sección, respecto a Y
- I_t = Módulo de torsión de la sección
- I_s = Módulo de alabeo de la sección
- u = Perímetro de la sección
- a = Diámetro del agujero del rebión normal
- w = Gramil, (distancia entre ejes de agujeros)
- h₁ = Altura de la parte plana del alma
- p = Peso por m

Perfil	Dimensiones								Táminas de sección								Agujeros			Peso		
	h	h ₁	e	e ₁	r	h ₂	w	A	S_x	I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y	I_t	I_s	u	a	e ₂	p	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ⁴	mm	mm	mm	kg/m	
IPE 80	80	48	3,8	5,2	5	60	328	7,64	11,6	80,1	20,0	3,24	8,49	3,69	1,05	0,721	118	—	—	3,8	6,00	C
IPE 100	100	55	4,1	5,7	7	75	400	10,30	19,7	171,0	34,2	4,07	15,90	5,79	1,24	1,140	351	—	—	4,1	9,10	C
IPE 120	120	64	4,4	6,3	7	93	475	13,20	30,4	318,0	53,0	4,90	27,70	8,65	1,45	1,770	890	35	—	4,4	10,40	C
IPE 140	140	73	4,7	6,9	7	112	561	16,40	44,2	541,0	77,3	5,74	44,90	12,30	1,65	2,630	1.981	40	11	4,7	12,90	C
IPE 160	160	82	5,0	7,4	9	127	623	20,10	61,9	869,0	109,0	6,58	68,30	16,70	1,84	3,640	3.959	44	13	5,0	15,80	P
IPE 180	180	91	5,3	8,0	9	146	698	23,90	83,2	1.320,0	146,0	7,42	101,00	22,20	2,05	5,060	7.431	48	13	5,3	18,80	P
IPE 200	200	100	5,6	8,5	12	159	788	28,50	110,0	1.940,0	194,0	8,28	142,00	28,50	2,24	6,670	12.990	52	13	5,6	22,40	P
IPE 220	220	110	5,9	9,2	12	178	848	33,40	143	2.770	252	9,11	205	37,3	2,48	9,15	22.670	58	17	5,9	26,20	P
IPE 240	240	120	6,2	9,8	15	190	922	38,10	183	3.890	324	9,97	284	47,3	2,69	12,00	37.390	65	17	6,2	30,70	P
IPE 270	270	135	6,6	10,2	15	220	1.040	45,90	242	5.790	429	11,20	420	62,2	3,02	15,40	70.580	72	21	6,6	36,10	P
IPE 300	300	150	7,1	10,7	15	249	1.160	53,80	314	8.360	557	12,50	604	80,5	3,35	20,10	125.900	80	23	7,1	42,20	P
IPE 330	330	160	7,5	11,5	18	271	1.250	62,60	402	11.770	713	13,70	798	98,5	3,55	26,50	199.100	85	25	7,5	49,10	P
IPE 360	360	170	8,0	12,7	18	299	1.350	72,70	510	16.270	904	15,00	1.040	123,0	3,79	37,30	313.600	90	25	8,0	57,10	P
IPE 400	400	190	8,8	13,5	21	331	1.470	84,50	654	23.130	1.160	16,50	1.320	146,0	3,95	48,30	490.000	95	28	8,8	66,30	P
IPE 450	450	190	9,4	14,6	21	379	1.610	98,90	851	33.740	1.500	18,50	1.680	176,0	4,12	65,90	791.000	100	28	9,4	77,60	P
IPE 500	500	200	10,2	16,0	21	426	1.740	116,00	1.100	48.200	1.900	20,40	2.140	214,0	4,31	91,80	1.249.000	110	28	10,2	90,70	P
IPE 550	550	210	11,1	17,2	24	468	1.880	134,00	1.390	67.120	2.440	22,30	2.670	254,0	4,45	122,00	1.884.000	115	28	11,1	108,00	C
IPE 600	600	220	12,0	19,0	24	514	2.010	155,00	1.760	92.080	3.070	24,30	3.390	308,0	4,66	172,00	2.846.000	120	28	12,0	122,0	C

Para calcular las cargas tal y como se ha hecho anteriormente se utilizarán las combinaciones más desfavorables añadiendo el peso propio de la viga:

• **Perpendicular**

$$5 - \gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_{vs} \cdot q_{vs}$$

$$13 - \gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_{vp} \cdot q_{vp} + \gamma_n \cdot \Psi_0 \cdot q_n$$

	Factor obstrucción	Zona		
		A	B	C
Abajo	0-1	1,31	2,73	1,91
Arriba	1	-1,49	-2,01	-2,39

A continuación en las “Imágenes 13-14” se muestran las cargas de presión y succión soportadas por los pórticos 2 y 12.

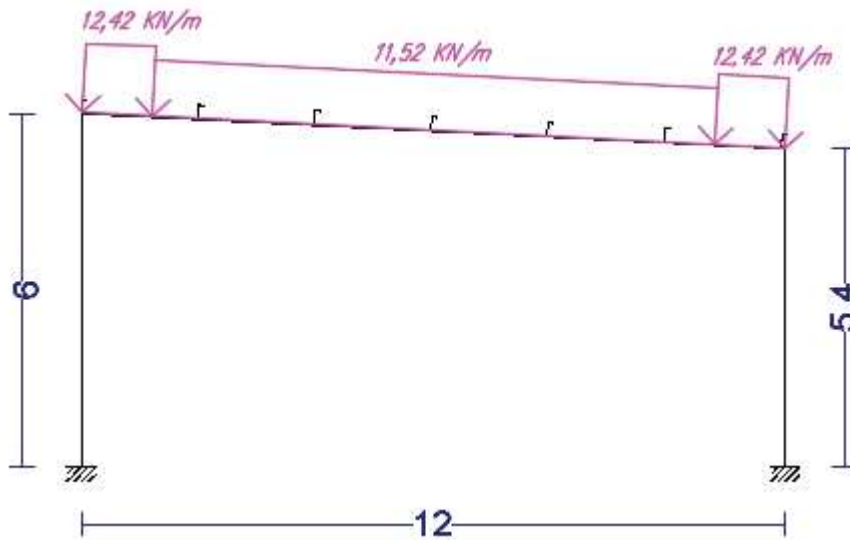


Imagen 13: Hipótesis 13

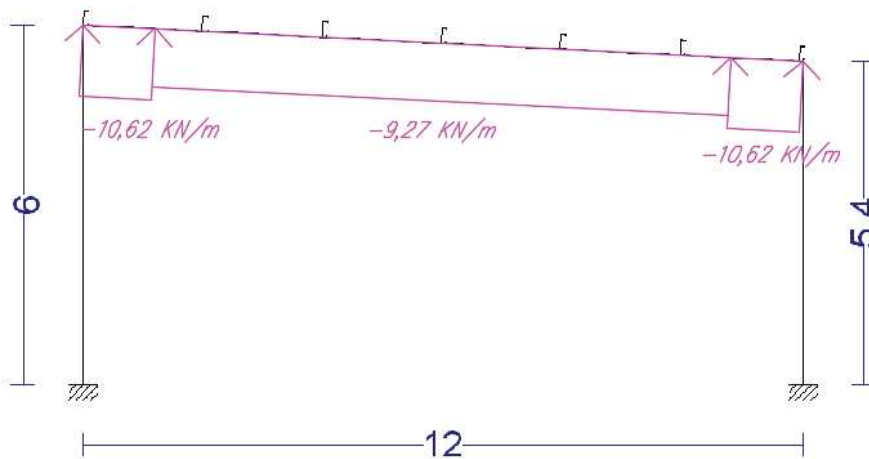


Imagen 14: Hipótesis 5

- **Paralelo**

$$6 - \gamma_G \cdot q_{pp} + \gamma_u \cdot q_u + \gamma_n \cdot \Psi_0 \cdot q_n \rightarrow 0,06 \text{ KN/m}^2$$

Después de analizar las cargas que soportará la viga, se comprobará manualmente su resistencia a flexión, cortante y pandeo lateral, ya que son los valores que más se acercarán a su valor límite.

Tras introducir las cargas en CYPE se obtienen los siguientes esfuerzos.

- Axil máximo: 15.102 N
- Cortante máximo: 67.597 N
- Momento máximo: 106,27 KN.m

2.4.3.1.1 Comprobación a flexión

Se debe cumplir:

$$M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$$

$$M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$$

- $M_{Ed} = 106,27 \text{ KN.m}$
- $M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 2722673,2 \text{ kg.cm} = 277,82 \text{ KN.m}$
- $M_{b,Rd} = \chi_{Lt} \cdot w_y \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 1138665,44 \text{ kg.cm} = 116,19 \text{ KN.m}$
 - $W_{pl,y} = 1020 \text{ cm}^3$
 - $f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 2670,6 \text{ kg/cm}^2$
 - $f_y = 2804,2 \text{ kg/cm}^2$
 - $\gamma_{M0} = 1,05$

$$106,27 \text{ KN.m} \leq 277,86 \text{ KN.m}$$

Cumple

$$106,27 \text{ KN.m} \leq 116,19 \text{ KN.m}$$

Cumple

2.4.3.1.2 Comprobación a cortante

Se debe cumplir:

$$V_{Ed} \leq V_{c,Rd}$$

- $V_{Ed} = 67597 \text{ N}$
- $V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 44406,9 \text{ kg} = 435482,93 \text{ N}$
 - $A_v = h \cdot t_w = 36 \text{ cm} \cdot 0,8 \text{ cm} = 28,80 \text{ cm}^2$
 - $f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 2670,66 \text{ kg/cm}^2$

$$67597 \text{ N} \leq 435482,93 \text{ N}$$

Cumple

2.4.3.1.3 Comprobación a flexión + cortante

Puede ser despreciada si:

$$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{c,Rd}$$

- $V_{Ed} = 67597 \text{ N}$
- $V_{c,Rd} = 435482,93 \text{ N}$

$$67597 \text{ N} \leq 217741,4 \text{ N}$$

Cumple

2.4.3.1.4 Comprobación de pandeo lateral

Se debe cumplir:

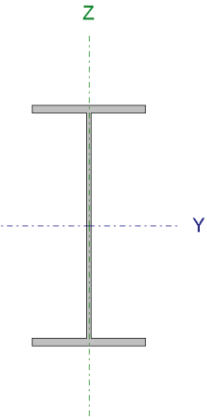
$$M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$$

- $M_{b,Rd} = \chi_{Lt} \cdot w_y \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 1138665,44 \text{ kg.cm} = 111,66 \text{ KN.m}$
 - $w_y = 1020 \text{ cm}^3$
 - $\chi_{Lt} = \frac{1}{\phi_{LT} + [\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2]} = 0,418$
 - $\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + (\bar{\lambda}_{LT})^2] = 1,56$
 - $\alpha_{LT} = 0,34$
 - $\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{w_y \cdot f_y}{M_{Cr}}} = 1,32$
 - $f_y = 2804,2 \text{ kg/cm}^2$
 - $M_{Cr} = \sqrt{M_{Ltv}^2 + M_{Ltw}^2} = 1640270,67 \text{ kg.cm} = 16,4 \text{ T.m}$
 - $M_{Ltv} = c_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z} = 1369450,9 \text{ kg.cm}$
 - $M_{Ltw} = w_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot c_1 \cdot i_{f,z}^2 = 902824,52 \text{ kg.cm}$
 - $c_1 = 1$
 - $L_c = 6,007 \text{ m}$
 - $E = 2140673 \text{ kg/cm}^2$
 - $G = 825688 \text{ kg/cm}^2$
 - $I_t = 37,3 \text{ cm}^4$
 - $I_z = 1040 \text{ cm}^4$
 - $w_{el,y} = 904 \text{ cm}^3$
 - $i_{f,z} = 4,13 \text{ cm}$

$$106,27 \text{ KN.m} \leq 111,66 \text{ KN.m}$$

Cumple

A continuación se muestran las comprobaciones de la viga realizadas con CYPE (v.2016):

Perfil: IPE 360 Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N8	N6	12.015	72.70	16270.00	1043.00	37.30
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
β	0.50	0.50	0.50	0.50			
L_K	6.007	6.007	6.007	6.007			
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C_1	-		1.000				
Notación: β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos C_1 : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t		$M_t V_z$	$M_t V_y$
N8/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 11.882 m $\eta = 0.8$	x: 0.131 m $\eta = 3.8$	x: 11.884 m $\eta = 91.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 11.884 m $\eta = 12.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 11.884 m $\eta = 94.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 94.7$
Notación: $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t : Resistencia a tracción N_c : Resistencia a compresión M_y : Resistencia a flexión eje Y M_z : Resistencia a flexión eje Z V_z : Resistencia a corte Z V_y : Resistencia a corte Y $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $N M_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados $N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t : Resistencia a torsión $M_t V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_t V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x : Distancia al origen de la barra η : Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

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

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: 1.83 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de **Clase** : 3
 deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

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

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

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

A : 72.70 cm²
f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr} : 61.059 t

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

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

$$N_{cr,y} : \underline{952.469} \text{ t}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{61.059} \text{ t}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{206.515} \text{ t}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{16270.00} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1043.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{37.30} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{314000.00} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$L_{ky} : \underline{6.007} \text{ m}$$

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

$$L_{kz} : \underline{6.007} \text{ m}$$

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

$$L_{kt} : \underline{6.007} \text{ m}$$

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

$$i_0 : \underline{15.43} \text{ cm}$$

Siendo:

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

$$i_y : \underline{14.96} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{3.79} \text{ cm}$$

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$41.83 \leq 255.09 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>334.60</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>8.00</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>26.77</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>21.59</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>2140673</u> kp/cm ²
f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{vf} : <u>2803.26</u> kp/cm ²
Siendo:	

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 11.882 m del nudo N8, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH2.

$$N_{t,Ed}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{1.540} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{194.093} \text{ t}$$

Donde:

$$A: \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} \quad A : \underline{72.70} \text{ cm}^2$$

$$f_{vd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.038} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.131 m del nudo N8, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{1.789} \text{ t}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{194.093} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 72.70 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd} :** 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v :** 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{47.677} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 72.70 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd} :** 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v :** 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1} :** 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.94}$$

$$\chi_z : \underline{0.25}$$

$$\chi_T : \underline{0.60}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.63}$$

$$\phi_z : \underline{2.45}$$

$$\phi_T : \underline{1.13}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\alpha_T : \underline{0.34}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.46}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.83}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.99}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{61.059} \text{ t}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{952.469} \text{ t}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{61.059} \text{ t}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{206.515} \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.398} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.917} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 11.884 m del nudo N8, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH2.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{10.320} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 11.884 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

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

$$M_{Ed}^- : \underline{10.837} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{27.205} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{1019.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_v : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$

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

$\gamma_{M0} : 1.05$

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

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

$M_{b,Rd} : 11.818 \text{ t}\cdot\text{m}$

Donde:

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

$W_{pl,y} : 1019.00 \text{ cm}^3$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{vd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

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

$f_v : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$

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

$\gamma_{M1} : 1.05$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$\chi_{LT} : 0.43$

Siendo:

$\phi_{LT} : 1.51$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$\alpha_{LT} : 0.34$

$\bar{\lambda}_{LT} : 1.28$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$M_{cr} : 17.312 \text{ t}\cdot\text{m}$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTv} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$M_{LTv} : 13.713 \text{ t}\cdot\text{m}$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$M_{LTw} : 10.566 \text{ t}\cdot\text{m}$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.	$W_{el,v}$: <u>903.89</u> cm ³
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>1043.00</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>37.30</u> cm ⁴
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>2140673</u> kp/cm ²
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>825688</u> kp/cm ²
L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^+ : <u>6.007</u> m
L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^- : <u>6.007</u> m
C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 : <u>1.00</u>
$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.	$i_{f,z}^+$: <u>4.47</u> cm
	$i_{f,z}^-$: <u>4.47</u> cm

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.127} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 11.884 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{6.893} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{54.115} \text{ t}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{35.11} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$h: \text{Canto de la sección.} \quad h : \underline{360.00} \text{ mm}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{8.00} \text{ mm}$$

$$f_{vd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$$f_v: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$37.32 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{37.32}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

$$f_{ref}: \text{Límite elástico de referencia.} \quad f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_v: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

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

$$6.269 \text{ t} \leq 27.058 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{6.269} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{54.115} \text{ t}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.407} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.928} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.947} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 11.884 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{1.617} \text{ t}$$

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

$$M_{y,Ed} : \underline{10.837} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

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

$$N_{pl,Rd} : \underline{194.093} \text{ t}$$

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

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{27.205} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{5.099} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{72.70} \text{ cm}^2$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{1019.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{191.00} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.05}$$

$$k_{v,LT} : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.94}$$

$$\chi_z : \underline{0.25}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.43}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.46}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.83}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$6.269 \text{ t} \leq 27.058 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{6.269 \text{ t}}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{54.115 \text{ t}}$$

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

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

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

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

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

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

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha	
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.	
Porcentajes de aprovechamiento:	
- Flecha: 76.6 %	

A continuación se comparan resultados obtenidos manualmente con los de CYPE:

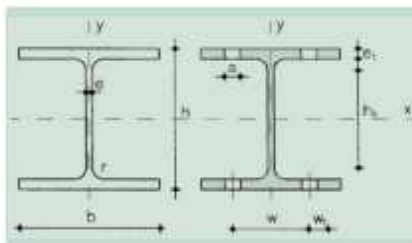
	Manual	CYPE
	0,38	0,39
	0,91	0,95
	0,15	0,127
	0,31	0,23
M_{p,Rd}	111,66 KN.m	115,81 KN.m

2.4.3.2 Comprobación de los pilares

Para los pilares el perfil seleccionado será un HEB-260. La longitud de los pilares será de 6 y 5,4 metros.

La unión entre los pilares y la cimentación se efectuará mediante una placa base anclada mediante pernos a la cimentación.

Las características del perfil HEB-260 son las siguientes:



A = Área de la sección	I _x = Módulo de torsión de la sección
S _x = Momento estático de media sección, respecto a X	I _y = Módulo de atabeo de la sección
I _x = Momento de inercia de la sección, respecto a X	u = Perímetro de la sección
W _x = 2I _x : h. Módulo resistente de la sección, respecto a X	a = Diámetro del agujero del roblón normal
i _x = √(I _x / A). Radio de giro de la sección, respecto a X	w = Gramil, (distancia entre ejes de agujeros)
I _y = Momento de inercia de la sección, respecto a Y	h = Altura de la parte plana del alma
W _y = 2I _y : b. Módulo resistente de la sección, respecto a Y	p = Peso por m
i _y = √(I _y / A). Radio de giro de la sección, respecto a Y	

Perfil	Dimensiones								Terminos de sección								Agujeros			Peso		
	h	b	e	e ₁	r	h ₁	u	A	S _x	I _x	W _x	i _x	I _y	W _y	i _y	I _t	a	w	p			
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	mm	mm	mm	kg/m		
HEB 100	100	100	6,0	10,0	12	56	507	26,0	52,1	450	90	4,16	167	33	2,53	9,34	3,375	55	—	13	20,4	P
HEB 120	120	120	6,5	11,0	12	74	606	34,0	82,6	804	144	5,04	318	53	3,06	14,90	9,410	65	—	17	26,7	P
HEB 140	140	140	7,0	12,0	12	92	805	43,0	123,0	1.509	216	5,03	550	79	3,58	22,50	22.480	75	—	21	33,7	P
HEB 160	160	160	8,0	13,0	15	104	918	54,3	177,0	2.492	311	6,78	889	111	4,05	33,20	47.940	85	—	23	42,6	P
HEB 180	180	180	8,5	14,0	15	122	1.040	65,3	241,0	3.831	428	7,68	1.363	151	4,57	46,50	93.750	100	—	25	51,2	P
HEB 200	200	200	9,0	15,0	18	134	1.150	78,1	321,0	5.696	570	8,54	2.000	200	5,07	63,40	171.100	110	—	25	61,3	P
HEB 220	220	220	9,5	16,0	18	152	1.270	91,0	414,0	8.091	736	9,43	2.843	258	5,59	84,40	295.400	120	—	25	71,5	P
HEB 240	240	240	10,0	17,0	21	164	1.380	106,0	527,0	11.259	938	10,30	3.923	327	6,08	110,00	486.900	90	35	25	83,2	P
HEB 260	260	260	10,0	17,5	24	177	1.500	118,4	641,0	14.919	1.150	11,20	5.135	395	6,58	130,00	753.700	100	40	25	93,0	P
HEB 280	280	280	10,5	18,0	24	196	1.620	131,4	767,0	19.270	1.380	12,10	6.595	471	7,09	153,00	1.130.000	110	45	25	103,0	P
HEB 300	300	300	11,0	19,0	27	208	1.730	149,1	934,0	25.166	1.680	13,00	8.563	571	7,58	192,00	1.688.000	120	50	25	117,0	P
HEB 320	320	300	11,5	20,5	27	225	1.770	161,3	1.070,0	30.823	1.930	13,80	9.239	616	7,57	241,00	2.069.000	120	50	25	127,0	P
HEB 340	340	300	12,0	21,5	27	243	1.810	170,9	1.200,0	36.856	2.180	14,60	9.890	646	7,53	278,00	2.454.000	120	50	25	134,0	P

En la “Imagen-15” se muestra un esquema del pórtico:

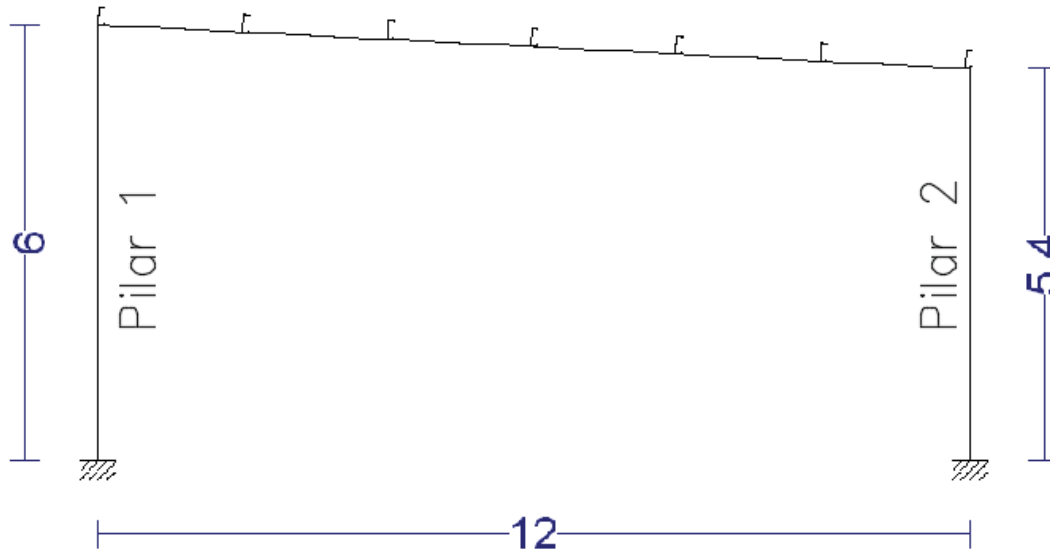


Imagen 15: Esquema pórtico

2.4.3.2.1 Pilar – 1

Los esfuerzos que soportará el pilar-1 se han extraído del modelo de CYPE (v.2016)

- Axil máximo: 74873,77 N
- Cortante máximo: 19172 N
- Momento máximo: 111,44 KN.m

A continuación se realizarán algunas de las comprobaciones manualmente:

2.4.3.2.1.1 Comprobación de cortante

Se debe cumplir:

$$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

- $V_{pl,Rd} = 55,79 Tn = 546742 N$

$$19172 \leq 273371,5$$

Cumple

2.4.3.2.1.2 Comprobación de pandeo

Se debe cumplir:

$$N_{Ed} \leq N_{b,Rd}$$

- $N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{k,y}^2} = N_{cr,y} = 1786862,81 \text{ kg}$
- $N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{k,z}^2} = N_{cr,z} = 615023,83 \text{ kg}$ (eje crítico)
- $\bar{\lambda}_{k,z} = \sqrt{\frac{A \cdot f_z}{N_{cr}}} = 0,721$
- $\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_z \cdot (\bar{\lambda}_{k,z} - 0,2) + (\bar{\lambda}_{k,z})^2] = 0,887$
- $\chi_z = \frac{1}{\phi_z + [\phi_z^2 - \bar{\lambda}_{k,z}^2]} = 0,712$
- $N_{b,Rd} = \chi_z \cdot A \cdot f_{yd} = 216879,82 \text{ kg} = 2126864,49 \text{ N}$
- $A = 118,4 \text{ cm}^2$
- $E = 2140673 \text{ kg/cm}^2$
- $I_y = 14919 \text{ cm}^4$
- $I_z = 5135 \text{ cm}^4$
- $L_{k,y} = 420 \text{ cm}$
- $L_{k,z} = 420 \text{ cm}$
- $f_{yd} = 2572,69 \text{ kg/cm}^2$

$$74873,77 \leq 2126864,49$$

Cumple

2.4.3.2.1.3 Comprobación de flexión compuesta sin cortante

Tal y como dice el art. 6.2.8 del DB-SE Acero, se debe cumplir:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

- $N_{Ed} = 67724,72 \text{ N}$
- $N_{pl,Rd} = 2988190,5 \text{ N}$

- $M_{y,Ed} = 111442,77 \text{ N.m}$
- $M_{pl,Rdy} = 323047,619 \text{ N.m}$
- $M_{z,Ed} = 0$
- $M_{pl,Rdz} = 152185,714 \text{ N.m}$

$$0,377 \leq 1$$

Cumple

2.4.3.2.1.4 Comprobación de flexión + compresión

Tal y como describe el art. 6.3.4.2 del DB-SE Acero, se debe cumplir:

$$A) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$B) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

- $N_{Ed} = 6906 \text{ kg}$
- $M_{y,Ed} = 11364 \text{ kg.m}$
- $M_{z,Ed} = 0$
- $f_{yd} = 2572,69 \text{ kg/cm}^2$
- $A = 118,4 \text{ cm}^2$
- $W_y = 1280 \text{ cm}^3$
- $W_z = 603 \text{ cm}^3$
- $\alpha_y = 0,6$
- $\alpha_z = 0,6$
- $e_{N,y} = 0$
- $e_{N,z} = 0$
- $\chi_y = 0,917$
- $\chi_z = 0,712$
- $\chi_{LT} = 1$
- $c_{m,y} = 1$
- $c_{m,z} = 1$

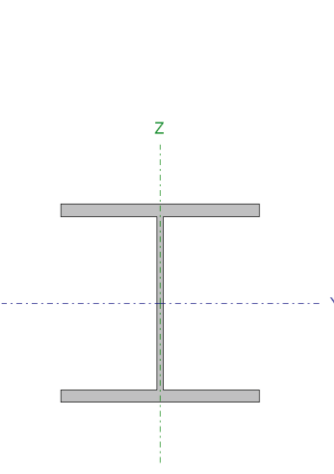
$$A) 0,354 \leq 1$$

Cumple

$$B) 0,224 \leq 1$$

Cumple

A continuación se muestran las comprobaciones realizadas mediante Cype v.2016.

Perfil: HE 260 B Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N5	N6	6.000	118.40	14920.00	5135.00	123.80
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β		0.70	0.70	0.00	0.00		
L _K		4.200	4.200	0.000	0.000		
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁		-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N5/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.363 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.812 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 3.5$	x: 5.813 m $\eta = 34.4$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 3.5$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.363 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 5.813 m $\eta = 37.1$	x: 0.363 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 37.1$
Notación: $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

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

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: **0.72** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de **Clase** : 1
 deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 118.40 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2701.33 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : 615.024 t

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

- a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y} : \underline{1786.982} \text{ t}$
- b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : \underline{615.024} \text{ t}$
- c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T} : \underline{\infty}$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$I_y : \underline{14920.00} \text{ cm}^4$
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$I_z : \underline{5135.00} \text{ cm}^4$
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	$I_t : \underline{123.80} \text{ cm}^4$
I_w : Constante de alabeo de la sección.	$I_w : \underline{753700.00} \text{ cm}^6$
E : Módulo de elasticidad.	$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$
G : Módulo de elasticidad transversal.	$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$L_{ky} : \underline{4.200} \text{ m}$
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$L_{kz} : \underline{4.200} \text{ m}$
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$
i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	$i_0 : \underline{13.01} \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$i_y : \underline{11.23} \text{ cm}$
	$i_z : \underline{6.59} \text{ cm}$
y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$
	$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$

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

Se debe satisfacer:

$$22.50 \leq 167.18 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	$h_w : \underline{225.00} \text{ mm}$
t_w : Espesor del alma.	$t_w : \underline{10.00} \text{ mm}$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{22.50} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{45.50} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{vf} : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.021} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.812 m del nudo N5, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{6.311} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{304.607} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{118.40} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.025} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.035} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{7.635} \text{ t}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{304.607} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 118.40 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 2572.69 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{216.747} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 118.40 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 2572.69 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 2701.33 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1} :** 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.92}$$

$$\chi_z : \underline{0.71}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.63}$$

$$\phi_z : \underline{0.89}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica. **α_y :** 0.34

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.42}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.72}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{615.024} \text{ t}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1786.982} \text{ t}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{615.024} \text{ t}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.344} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.813 m del nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{11.364} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.813 m del nudo N5, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH2.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{10.807} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{33.008} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{1283.00} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.035} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{1.955} \text{ t}$$

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{55.775} \text{ t}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{37.55} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{h}: \text{Canto de la sección.} \quad \mathbf{h} : \underline{260.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{t_w}: \text{Espesor del alma.} \quad \mathbf{t_w} : \underline{10.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{f_{vd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{vd}} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{f_v}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_v} : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

$$\mathbf{\gamma_{M0}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\mathbf{17.70} < \mathbf{65.92} \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltz del alma.} \quad \lambda_w : \underline{17.70}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x}: \text{Esbeltz m\acute{a}xima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

ε : Factor de reducción.

ε : 0.94

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

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

f_v : 2701.33 kp/cm²

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

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

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

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

$$1.955 \text{ t} \leq 27.887 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.363 m del nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

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

V_{Ed} : 1.955 t

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

$V_{c,Rd}$: 55.775 t

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.367} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.371} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.240} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^simos se producen en un punto situado a una distancia de 5.813 m del nudo N5, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$$\begin{aligned} N_{c,Ed} &: \text{Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p3simo.} & N_{c,Ed} &: \underline{6.906} \text{ t} \\ M_{y,Ed}, M_{z,Ed} &: \text{Momentos flectores solicitantes de c3lculo p3simos, seg3n los ejes Y y Z, respectivamente.} & M_{y,Ed}^+ &: \underline{11.364} \text{ t}\cdot\text{m} \\ & & M_{z,Ed}^+ &: \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

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

Clase: Clase de la secci3n, seg3n la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl3stica de sus elementos planos, para axil y flexi3n simple.

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: \text{Resistencia a compresi3n de la secci3n bruta.} & N_{pl,Rd} &: \underline{304.607} \text{ t} \\ M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z} &: \text{Resistencia a flexi3n de la secci3n bruta en condiciones pl3sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.} & M_{pl,Rd,y} &: \underline{33.008} \text{ t}\cdot\text{m} \\ & & M_{pl,Rd,z} &: \underline{15.493} \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Art3culo 6.3.4.2)

$$\begin{aligned} A &: \text{3rea de la secci3n bruta.} & A &: \underline{118.40} \text{ cm}^2 \\ W_{pl,y}, W_{pl,z} &: \text{M3dulos resistentes pl3sticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.} & W_{pl,y} &: \underline{1283.00} \text{ cm}^3 \\ & & W_{pl,z} &: \underline{602.20} \text{ cm}^3 \\ f_{yd} &: \text{Resistencia de c3lculo del acero.} & f_{yd} &: \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_y &: \text{L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & f_y &: \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2 \\ \gamma_{M1} &: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \gamma_{M1} &: \underline{1.05} \end{aligned}$$

k_y, k_z : Coeficientes de interacci3n.

$$k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z : \underline{1.03}$$

$$\begin{aligned} C_{m,y}, C_{m,z} &: \text{Factores de momento flector uniforme equivalente.} & C_{m,y} &: \underline{1.00} \\ & & C_{m,z} &: \underline{1.00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi_y, \chi_z &: \text{Coeficientes de reducci3n por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.} & \chi_y &: \underline{0.92} \\ & & \chi_z &: \underline{0.71} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z &: \text{Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relaci3n a los ejes Y y Z, respectivamente.} & \bar{\lambda}_y &: \underline{0.42} \\ & & \bar{\lambda}_z &: \underline{0.72} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_y, \alpha_z &: \text{Factores dependientes de la clase de la secci3n.} & \alpha_y &: \underline{0.60} \\ & & \alpha_z &: \underline{0.60} \end{aligned}$$

Resistencia a flexi3n, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.363 m del nudo N5, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$1.955 \text{ t} \leq 27.887 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \frac{1.955}{t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \frac{55.775}{t}$$

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

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

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

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

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

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

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 36.19 %

A continuación se compara los resultados obtenidos manualmente con los de CYPE.

	Manual	CYPE
	0,035	0,035
$N_{b,Rd}$	2126,864 KN	2124,12 KN
	0,377	0,367
	0,354	0,371
	0,224	0,240

2.4.3.2.2 Pilar – 2

Perfil: HE 260 B Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N7	N8	5.400	118.40	14920.00	5135.00	123.80	
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β		0.70	0.70	0.00	0.00		
L _K		3.780	3.780	0.000	0.000		
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁		-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_{wv}	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N7/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.327 m $\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.225 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 3.1$	x: 5.226 m $\eta = 23.4$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 2.7$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.327 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 5.226 m $\eta = 25.8$	x: 0.327 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 25.8$
Notación: λ: Limitación de esbeltez λ _w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

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

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: 0.65 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de **Clase** : 1

deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

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

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

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

A : 118.40 cm²

f_y : 2701.33 kp/cm²

N_{cr} : 759.289 t

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

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

$$N_{cr,y} : \underline{2206.151} \text{ t}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{759.289} \text{ t}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{14920.00} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{5135.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{123.80} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{753700.00} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$L_{ky} : \underline{3.780} \text{ m}$$

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

$$L_{kz} : \underline{3.780} \text{ m}$$

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

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

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

$$i_0 : \underline{13.01} \text{ cm}$$

Siendo:

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

$$i_y : \underline{11.23} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{6.59} \text{ cm}$$

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$22.50 \leq 167.18 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>225.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>10.00</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>22.50</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>45.50</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>2140673</u> kp/cm ²
f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{vf} : <u>2701.33</u> kp/cm ²
Siendo:	

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.019} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.225 m del nudo N7, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH2.

$$N_{t,Ed} : \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{5.681} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{304.607} \text{ t}$$

Donde:

$$A : \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} \quad A : \underline{118.40} \text{ cm}^2$$

$$f_{vd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{vd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$$f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.023} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.031} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 7.107 t

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

$N_{c,Rd}$: 304.607 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

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

A : 118.40 cm²

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 2572.69 kp/cm²

Siendo:

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

f_y : 2701.33 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: 230.271 t

Donde:

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

A : 118.40 cm²

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 2572.69 kp/cm²

Siendo:

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

f_y : 2701.33 kp/cm²

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

γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.93

χ_z : 0.76

Siendo:

ϕ_y : 0.60

ϕ_z : 0.82

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.34

α_z : 0.49

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : 0.38$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.65$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : 759.289 \text{ t}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : 2206.151 \text{ t}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : 759.289 \text{ t}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.234 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.226 m del nudo N7, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH2.

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

$$M_{Ed}^+ : 6.247 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.226 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

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

$$M_{Ed}^- : 7.726 \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 33.008 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$W_{pl,y} : 1283.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2572.69 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

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

$$f_y : 2701.33 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.027} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{1.478} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{55.775} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{37.55} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{260.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{10.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

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

$$f_v : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$17.70 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{17.70}$$

$\lambda_{\text{máx}}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{\text{máx}}$: 65.92 ε : Factor de reducción. ε : 0.94

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 2395.51 kp/cm² f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2701.33 kp/cm²**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

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

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{\text{c,Rd}}$.

$$1.478 \text{ t} \leq 27.887 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.327 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.478 t $V_{\text{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{\text{c,Rd}}$: 55.775 t**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.255} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.258} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.169} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 5.226 m del nudo N7, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

$$\mathbf{N}_{c,Ed} : \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N}_{c,Ed} : \underline{6.451} \text{ t}$$

$$\mathbf{M}_{y,Ed}, \mathbf{M}_{z,Ed} : \text{Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad \mathbf{M}_{v,Ed} : \underline{7.726} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{z,Ed}^+ : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{Clase} : \text{Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.} \quad \mathbf{Clase} : \underline{1}$$

$$\mathbf{N}_{pl,Rd} : \text{Resistencia a compresión de la sección bruta.} \quad \mathbf{N}_{pl,Rd} : \underline{304.607} \text{ t}$$

$$\mathbf{M}_{pl,Rd,y}, \mathbf{M}_{pl,Rd,z} : \text{Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad \mathbf{M}_{pl,Rd,y} : \underline{33.008} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{pl,Rd,z} : \underline{15.493} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

$$\mathbf{A} : \text{Área de la sección bruta.} \quad \mathbf{A} : \underline{118.40} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{W}_{pl,y}, \mathbf{W}_{pl,z} : \text{Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad \mathbf{W}_{pl,v} : \underline{1283.00} \text{ cm}^3$$

$$\mathbf{W}_{pl,z} : \underline{602.20} \text{ cm}^3$$

$$\mathbf{f}_{vd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f}_{vd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{f}_v : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f}_v : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

$$\mathbf{\gamma}_{M1} : \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma}_{M1} : \underline{1.05}$$

$\mathbf{k}_y, \mathbf{k}_z$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k}_y : \underline{1.00}$$

$$\mathbf{k}_z : \underline{1.02}$$

$$\mathbf{C}_{m,y}, \mathbf{C}_{m,z} : \text{Factores de momento flector uniforme equivalente.} \quad \mathbf{C}_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$\mathbf{C}_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$\mathbf{\chi}_y, \mathbf{\chi}_z : \text{Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad \mathbf{\chi}_y : \underline{0.93}$$

$$\mathbf{\chi}_z : \underline{0.76}$$

$$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z : \text{Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad \bar{\lambda}_y : \underline{0.38}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.65}$$

$$\mathbf{\alpha}_y, \mathbf{\alpha}_z : \text{Factores dependientes de la clase de la sección.} \quad \mathbf{\alpha}_y : \underline{0.60}$$

$$\mathbf{\alpha}_z : \underline{0.60}$$

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.327 m del nudo N7, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$1.478 \text{ t} \leq 27.887 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \frac{1.478}{t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \frac{55.775}{t}$$

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

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

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

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

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

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

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 24.03 %

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot Q + 1.00 \cdot N(EI) + 1.00 \cdot V H1$ a una distancia 2.94 m desde la base.

2.4.4 Vigas de atado de pórticos

Para unir los pórticos longitudinalmente se colocará una viga de atado en la parte superior de los pilares. Entre el pórtico 5 y 6, la viga de atado irá colocada a 60 cm de la parte superior de los pilares para evitar crear elementos continuos de más de 40 metros que generarían fuerzas debido a la dilatación térmica.

Dado que la marquesina no tiene fuerzas horizontales longitudinalmente las vigas no soportarán ninguna carga.

Los perfiles que se utilizarán serán IPE-120. A continuación se muestran las comprobaciones:

Perfil: IPE 120 Material: Acero (S275)								
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
	N6	N10	5.000	13.20	318.00	27.70	1.74	
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
			Pandeo		Pandeo lateral			
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β		0.00	1.00	0.00	0.00		
	L _K		0.000	5.000	0.000	0.000		
	C _m		1.000	1.000	1.000	1.000		
	C ₁		-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico								

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N6/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0 m η = 2.3	x: 0 m η = 1.1	x: 0 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 3.3	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 3.3
Notación: λ: Limitación de esbeltez λ _w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

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

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

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

Se debe satisfacer:

$24.41 \leq 248.01$ ✓

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>107.40</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>4.40</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>4.73</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>4.03</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>2140673</u> kp/cm ²
f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{vf} : <u>2803.26</u> kp/cm ²

Siendo:

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.023} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

$$\mathbf{M_{Ed}^+}$$
: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^+}$: 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH2.

$$\mathbf{M_{Ed}^-}$$
: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^-}$: 0.037 t·m

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}}$$
 : 1.621 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$\mathbf{W_{pl,y}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,y}}$: 60.70 cm³

$\mathbf{f_{vd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{vd}}$: 2669.77 kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_v}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_v}$: 2803.26 kp/cm²

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.004} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH2$.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.004} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{0.363} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,z} : \underline{13.60} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

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

$$f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.037} \text{ t}$$

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{9.703} \text{ t}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{6.30} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{h}: \text{Canto de la sección.} \quad \mathbf{h} : \underline{120.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{t_w}: \text{Espesor del alma.} \quad \mathbf{t_w} : \underline{4.40} \text{ mm}$$

$$\mathbf{f_{vd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{vd}} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\mathbf{\gamma_{M0}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\mathbf{21.23} < \mathbf{64.71} \quad \checkmark$$

Donde:

$$\mathbf{\lambda_w}: \text{Esbeltz del alma.} \quad \mathbf{\lambda_w} : \underline{21.23}$$

$$\mathbf{\lambda_{m\acute{a}x}}: \text{Esbeltz m\acute{a}xima.} \quad \mathbf{\lambda_{m\acute{a}x}} : \underline{64.71}$$

$$\mathbf{\epsilon}: \text{Factor de reducci3n.} \quad \mathbf{\epsilon} : \underline{0.92}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{ref}}: \text{L\acute{i}mite el\acute{a}stico de referencia.} \quad \mathbf{f_{ref}} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

$$\mathbf{f_y}: \text{L\acute{i}mite el\acute{a}stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1$.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}}: \underline{0.001} \text{ t}$$

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}}: \underline{13.062} \text{ t}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v}: \underline{8.47} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{A}: \text{Área de la sección bruta.} \quad \mathbf{A}: \underline{13.20} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{d}: \text{Altura del alma.} \quad \mathbf{d}: \underline{107.40} \text{ mm}$$

$$\mathbf{t_w}: \text{Espesor del alma.} \quad \mathbf{t_w}: \underline{4.40} \text{ mm}$$

$$\mathbf{f_{vd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{vd}}: \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{f_v}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_v}: \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\mathbf{\gamma_{M0}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M0}}: \underline{1.05}$$

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

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

$$\mathbf{0.037 \text{ t} \leq 4.852 \text{ t}} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP$.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}}: \underline{0.037} \text{ t}$$

$$\mathbf{V_{c,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{c,Rd}}: \underline{9.703} \text{ t}$$

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

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

$$0.001 \text{ t} \leq 6.531 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH1.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.001} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{13.062} \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.033} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.029} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.024} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}$$

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

$$M_{y,Ed}^- : \underline{0.036} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.004} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

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

$$N_{pl,Rd} : \underline{35.241} \text{ t}$$

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

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{1.621} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{0.363} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{13.20} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a

$$W_{pl,y} : \underline{60.70} \text{ cm}^3$$

la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_{pl,z} : \underline{13.60} \text{ cm}^3$$

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

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

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

$$f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.55}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.17}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.00}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1.

$$0.037 \text{ t} \leq 4.852 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

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

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

$$V_{Ed,z} : \underline{0.037} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,z} : \underline{9.703} \text{ t}$$

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

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

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

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

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

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

2.5 Cimentación

Para la cimentación se emplearán zapatas superficiales ya que el estudio geotécnico indica que cerca de la superficie del terreno se encuentra un suelo lo suficientemente resistente para sustentar el edificio. Para el cálculo de las zapatas se define una tensión admisible del terreno de 10 kg/cm^2 . A continuación en la "Imagen-16" se muestra el tipo de zapata a emplear.

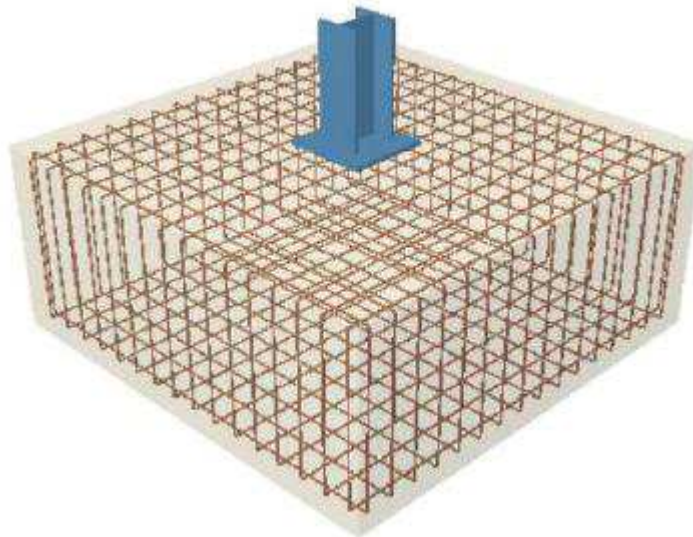


Imagen 16: Ejemplo de zapata utilizada

La cimentación empleada estará compuesta por zapatas aisladas cuadradas de $180 \times 180 \times 120 \text{ cm}$, con armado superior e inferior. Los pilares irán apoyados sobre las zapatas mediante unas placas de anclaje de $400 \times 400 \times 14 \text{ mm}$ y unidas mediante pernos de anclaje.

Las zapatas irán unidas longitudinalmente mediante unas riostras de $40 \times 40 \text{ cm}$.

El tipo de hormigón a emplear será HA-25, con tamaño máximo de árido de 30 mm y clase de exposición general de exposición IIa. Bajo las zapatas se empleará una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor. El acero empleado en las armaduras y riostras será B500S.

El nivel de control marcado para toda la obra será normal.

2.5.1 Zapatas

La zapata a comprobar será como en los casos anteriores la que soporta el pórtico 2 ya que es la que más carga soporta.

A continuación se comprobará manualmente el hundimiento, el vuelco y el deslizamiento según el DB-SE-Cimientos.

2.5.1.1 Comprobación del hundimiento

Se deberá de cumplir:

$$q_b \leq q_{adm}$$

- $q_b = \frac{V}{B^* \cdot L^*}$
- $V = 172073,77 \text{ N}$
- $B^* = B - 2 \cdot e_B = 165,66$
- $L^* = L - 2 \cdot e_L = 155,18$
- $e_B = \frac{M_B}{V} = \frac{1234800 \text{ N.cm}}{172073 \text{ N}} = 7,17 \text{ cm}$
- $e_L = \frac{M_L}{V} = \frac{2136400 \text{ N.cm}}{172073,77 \text{ N}} = 12,41 \text{ cm}$
- $B = 180 \text{ cm}$
- $L = 180 \text{ cm}$
- $q_b = \frac{172073,77 \text{ N}}{(165,66 \cdot 155,18)} = 6,69 \text{ N/cm}^2 = 0,68 \text{ kg/cm}^2$

$$0,68 \text{ kg/cm}^2 \leq 10 \text{ kg/cm}^2$$

Cumple

2.5.1.2 Comprobación del vuelco

Se deberá de comprobar que:

$$C_{sv} = \frac{N \cdot \frac{L}{2}}{M} \geq \gamma_E$$

- $\gamma_E = 1,8$
- $N = V = 172073,77 \text{ N}$
- $M = 2136400 \text{ N.cm}$
- $L = 180 \text{ cm}$

$$C_{sv} = 7,24 \geq 1,8$$

Cumple

2.5.1.3 Comprobación del deslizamiento

Deberá de cumplir la siguiente formula:

$$c_{sd} = \frac{A \cdot Cd}{V} \geq 1,5$$

- $Cd = 0,5 \cdot c = 10,195 \text{ kg/cm}^2 = 99,911 \text{ N/cm}^2$
- $c = 2 \text{ MPa} = 20,39 \text{ kg/cm}^2$
- $A = B \cdot L = 32400 \text{ cm}^2$
- $B = 180 \text{ cm}$
- $L = 180 \text{ cm}$

$$c_{sd} = 18,81 \geq 1,5$$

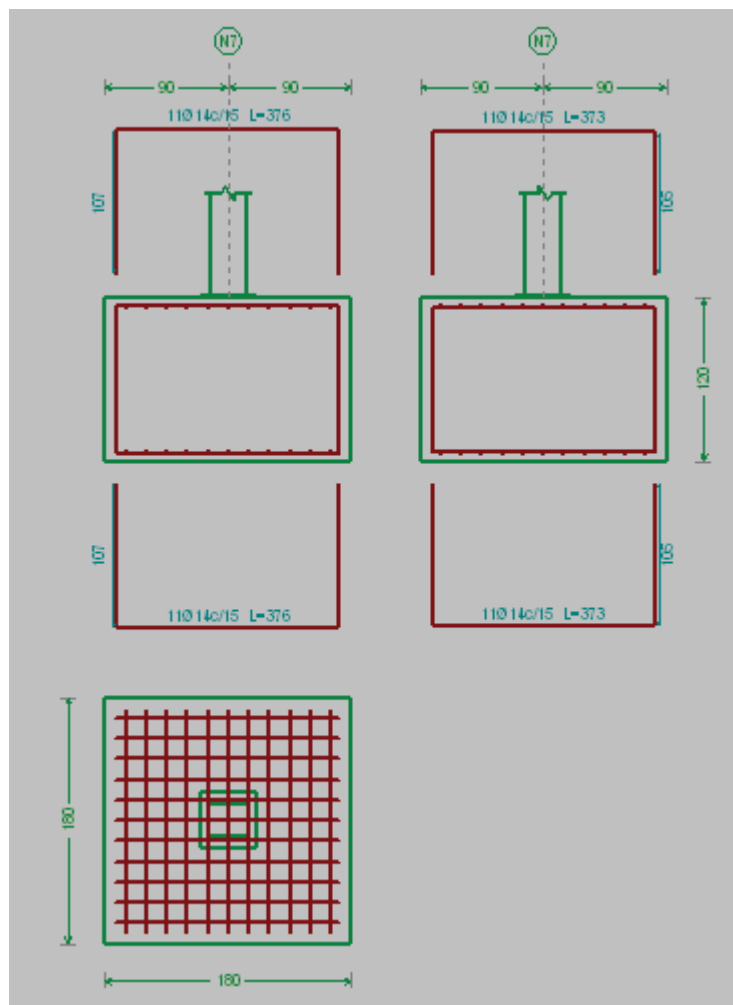
Cumple

A continuación se realizan las comprobaciones mediante Cype v.2016.

Referencia: N5		
Dimensiones: 180 x 180 x 120		
Armados: Xi:Ø14c/15 Yi:Ø14c/15 Xs:Ø14c/15 Ys:Ø14c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 10 kp/cm ² Calculado: 0.513 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 12.5 kp/cm ² Calculado: 0.507 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 12.5 kp/cm ² Calculado: 0.733 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X ⁽¹⁾		No procede
- En dirección Y:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
	Reserva seguridad: 40.3 %	Cumple
⁽¹⁾ Sin momento de vuelco		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.26 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 2.18 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 4.6 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 120 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N5:	Mínimo: 30 cm Calculado: 113 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple

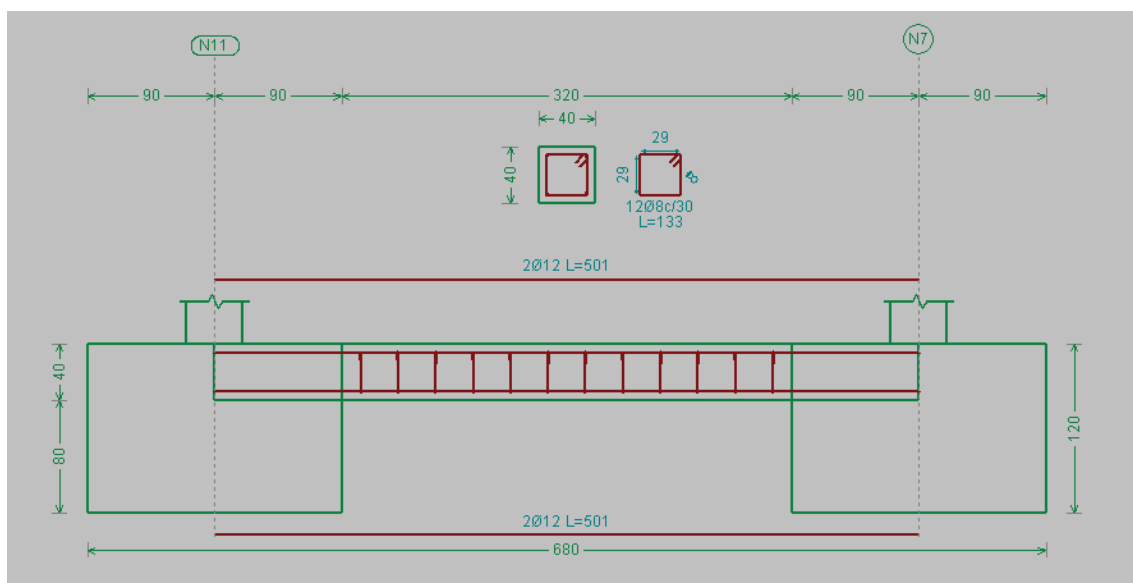
Referencia: N5		
Dimensiones: 180 x 180 x 120		
Armados: Xi:Ø14c/15 Yi:Ø14c/15 Xs:Ø14c/15 Ys:Ø14c/15		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 14 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 14 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 110 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 17 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 14 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 110 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 110 cm	Cumple

Referencia: N5		
Dimensiones: 180 x 180 x 120		
Armados: Xi:Ø14c/15 Yi:Ø14c/15 Xs:Ø14c/15 Ys:Ø14c/15		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 110 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 110 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 110 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 110 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 110 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 110 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



2.5.2 Vigas de atado

Referencia: C.1 [N11-N7] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		



2.6 Uniones

Las uniones de los elementos se realizarán mediante soldaduras. Las soldaduras se han calculado y comprobado siguiendo los requisitos establecidos en el apartado 8.6. “Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas” del DB-SE-AE. El material utilizado será acero S275 para los perfiles laminados. El material de aportación que se empleará tendrá unas características mecánicas superiores a las del material base.

A continuación se muestran los listados de comprobación extraídos de CYPE:

2.6.1 Unión entre vigas y pilar

En la “Imagen-17” se muestra un detalle en 3d de la unión entre un pilar y las vigas.

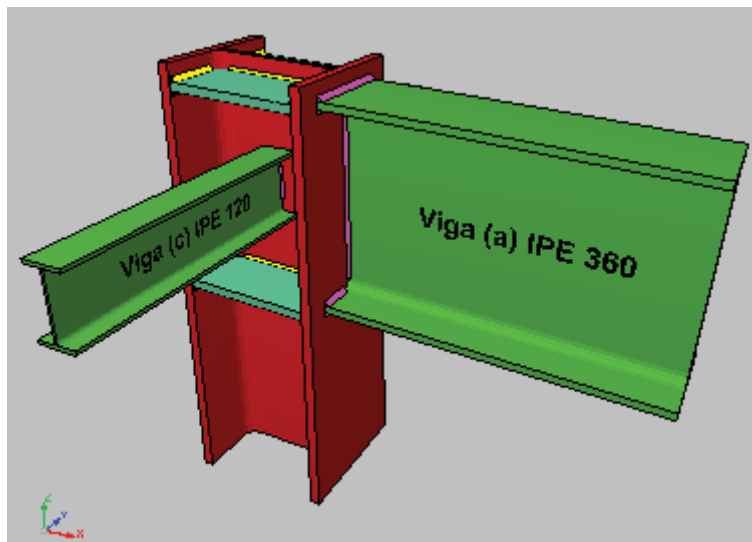
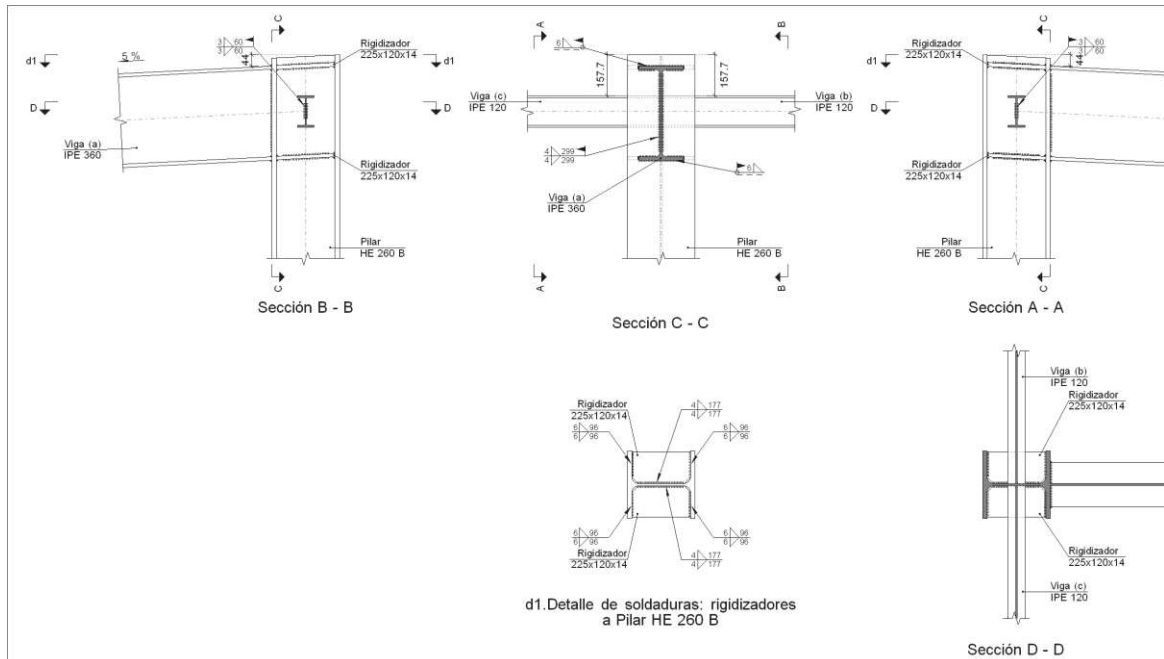


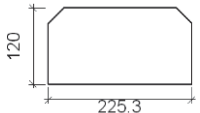
Imagen 17: Unión de pilar con vigas

2.6.1.1 Detalles de la unión



2.6.1.2 Descripción de los elementos de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Tipo	Acero	
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)		f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 260 B		260	260	17.5	10	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 120		120	64	6.3	4.4	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 360		360	170	12.7	8	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		225.3	120	14	S275	2803.3	4179.4

2.6.1.3 Comprobaciones

1) Pilar HE 260 B

– Panel

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

La esbeltez del alma del pilar debe satisfacer la condición:

$$22.50 \leq 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

d_{wc} : Canto del alma

t_{wc} : Espesor del alma.

$$d_{wc} : \underline{225} \text{ mm}$$

$$t_{wc} : \underline{10.0} \text{ mm}$$

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

f_y : Tensión de límite elástico.

$$f_y : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

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

Debe cumplirse:

$$424.41 \text{ kN} \leq 492.28 \text{ kN} \quad \checkmark$$

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

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

Donde:

$$V_{wp,Ed} : \underline{424.41} \text{ kN}$$

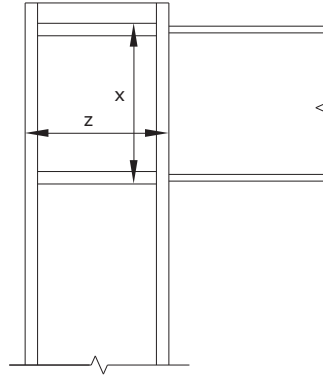
$$V_{wp,Rd} : \underline{492.28} \text{ kN}$$

A_{vc} : Área sometida a cortante

f_{vd} : Resistencia de cálculo.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ N/mm}^2$$

Dirección	A_{vc} (mm ²)	$V_{wp,Ed}$ (kN)	$V_{wp,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
z	2600	295.97	353.83	83.65
x	3617	424.41	492.28	86.21



– Rigidizador superior

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

Debe cumplirse:

$$106.93 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal

$$\sigma : \underline{-106.93} \text{ N/mm}^2$$

F_{\perp} : Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_{\perp} : \underline{-110.03} \text{ kN}$$

L_{\perp} : Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_{\perp} : \underline{74} \text{ mm}$$

τ : Tensión tangencial

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

F_{\parallel} : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección

$$F_{\parallel} : \underline{0.00} \text{ kN}$$

L_{\parallel} : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales

$$L_{\parallel} : \underline{96} \text{ mm}$$

t : Espesor

$$t : \underline{14.0} \text{ mm}$$

f_v : Tensión de límite elástico.

$$f_v : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

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

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

– Rigidizador inferior

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

Debe cumplirse:

$$113.87 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal

$$\sigma : \underline{113.87} \text{ N/mm}^2$$

F_{\perp} : Esfuerzo de cálculo normal de la sección	$F_{\perp} : \underline{117.18}$ kN
L_{\perp} : Anchura efectiva para esfuerzos normales	$L_{\perp} : \underline{74}$ mm
τ : Tensión tangencial	$\tau : \underline{0.00}$ N/mm ²

F_{\parallel} : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección	$F_{\parallel} : \underline{0.00}$ kN
L_{\parallel} : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales	$L_{\parallel} : \underline{96}$ mm
t : Espesor	$t : \underline{14.0}$ mm
f_y : Tensión de límite elástico.	$f_y : \underline{275.00}$ N/mm ²
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.	$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

– Rigidizador superior

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

Debe cumplirse:

$$106.93 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal	$\sigma : \underline{-106.93}$ N/mm ²
---------------------------	--

F_{\perp} : Esfuerzo de cálculo normal de la sección	$F_{\perp} : \underline{-110.03}$ kN
L_{\perp} : Anchura efectiva para esfuerzos normales	$L_{\perp} : \underline{74}$ mm
τ : Tensión tangencial	$\tau : \underline{0.00}$ N/mm ²

F_{\parallel} : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección	$F_{\parallel} : \underline{0.00}$ kN
L_{\parallel} : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales	$L_{\parallel} : \underline{96}$ mm
t : Espesor	$t : \underline{14.0}$ mm
f_y : Tensión de límite elástico.	$f_y : \underline{275.00}$ N/mm ²
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.	$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

– Rigidizador inferior

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

Debe cumplirse:

$$113.87 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal	$\sigma : \underline{113.87}$ N/mm ²
---------------------------	---

F_{\perp} : Esfuerzo de cálculo normal de la sección	$F_{\perp} : 117.18$ kN
L_{\perp} : Anchura efectiva para esfuerzos normales	$L_{\perp} : 74$ mm
τ : Tensión tangencial	$\tau : 0.00$ N/mm ²

F_{\parallel} : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección	$F_{\parallel} : 0.00$ kN
L_{\parallel} : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales	$L_{\parallel} : 96$ mm
t : Espesor	$t : 14.0$ mm
f_y : Tensión de límite elástico.	$f_y : 275.00$ N/mm ²
γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.	$\gamma_{MO} : 1.05$

- Ala

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

Debe cumplirse:

$$96.31 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal	$\sigma : 96.31$ N/mm ²
τ : Tensión tangencial	$\tau : 0.00$ N/mm ²
f_y : Tensión de límite elástico.	$f_y : 275.00$ N/mm ²
γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.	$\gamma_{MO} : 1.05$

Cordones de soldadura

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

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

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

En el caso de uniones en T

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

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

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

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

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

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

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

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

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

σ_{\perp} : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

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

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

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

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	96	14.0	87.14				
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	96	14.0	87.14				
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00				
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	96	14.0	87.14				
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	96	14.0	87.14				
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	86.0	90.4	0.0	178.6	46.29	86.0	26.21	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	77.7	134.5	34.87	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	91.6	96.3	0.0	190.2	49.29	91.6	27.91	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	82.7	143.3	37.13	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	86.0	90.4	0.0	178.6	46.29	86.0	26.21	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	77.7	134.5	34.87	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	91.6	96.3	0.0	190.2	49.29	91.6	27.91	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	82.7	143.3	37.13	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) IPE 360

Cordones de soldadura

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

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

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

En el caso de uniones en T

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

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

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

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

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

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

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

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

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

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

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

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

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	170	12.7	87.14
Soldadura del alma	En ángulo	4	299	8.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	170	12.7	87.14
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					
Comprobación de resistencia					

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	103.3	108.6	0.1	214.6	55.60	103.3	31.49	410.0	0.85
Soldadura del alma	90.6	90.6	27.9	187.6	48.60	90.6	27.63	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	113.3	107.7	0.1	218.3	56.57	113.3	34.53	410.0	0.85

3) Viga IPE 120

- Alma

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

Debe cumplirse:

$$2.25 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

 F_x : Esfuerzo solicitante en la dirección x

$F_x : 0.00 \text{ kN}$

 F_y : Esfuerzo solicitante en la dirección y

$F_y : 0.00 \text{ kN}$

 F_z : Esfuerzo solicitante en la dirección z

$F_z : -0.34 \text{ kN}$

 A : Área de la zona soldada del alma

$A : 264 \text{ mm}$

 f_v : Tensión de límite elástico.

$f_v : 275.00 \text{ N/mm}^2$

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

$\gamma_{M0} : 1.05$

Cordones de soldadura

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

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

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

En el caso de uniones en T

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

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

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

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

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

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

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

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

σ_{\perp} : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

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

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

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

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo			a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)		
Soldadura del alma	En ángulo			3	60	4.4	90.00		
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	1.0	1.7	0.43	0.0	0.00	410.0	0.85

2.6.2 Unión entre pilar y zapata

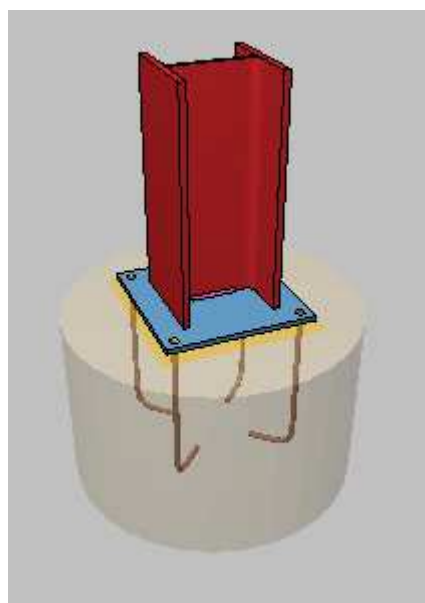
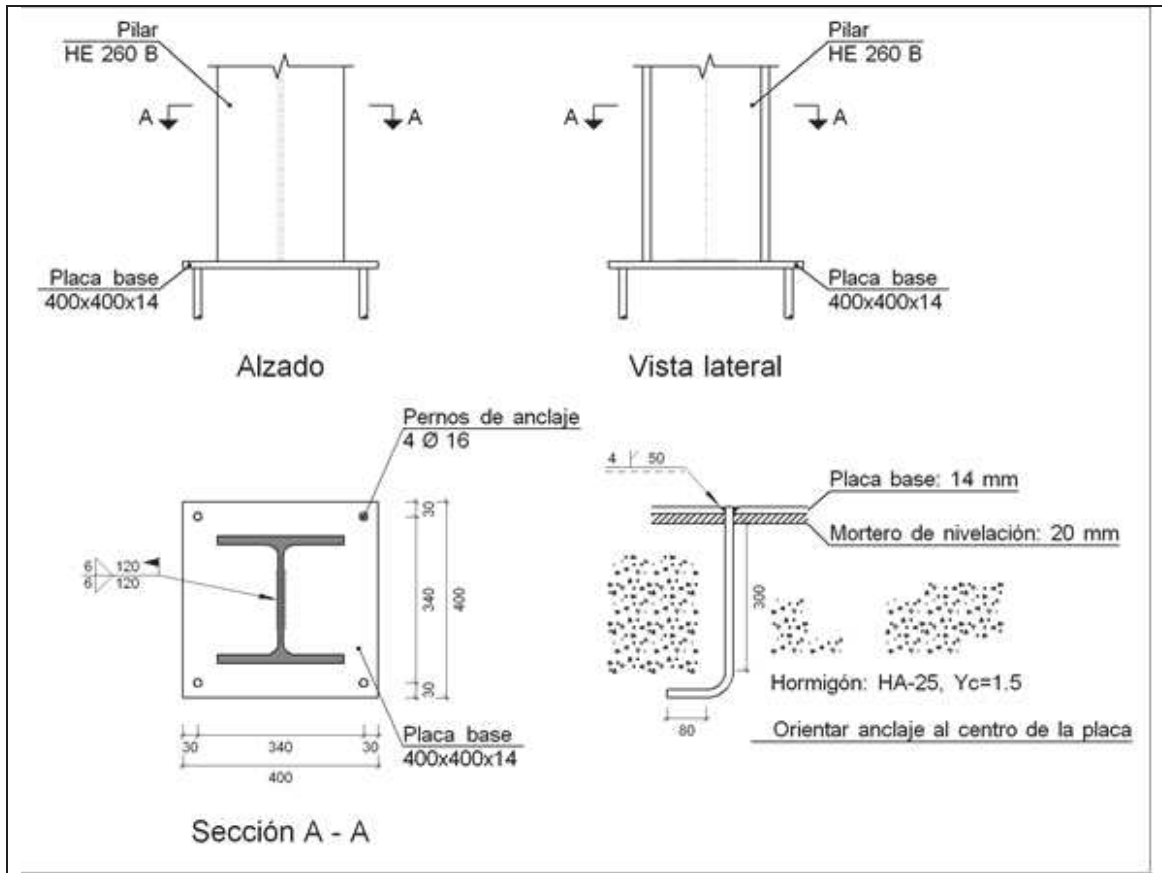
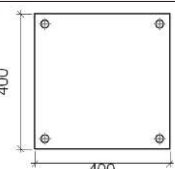


Imagen 18: Unión entre pilar y zapata

2.6.2.1 Detalles de la unión



2.6.2.2 Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Placa base		400	400	14	4	24	18	4	S275	2803.3	4179.4

2.6.2.3 Comprobaciones

1) Pilar HE 260 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)

Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	48.28	261.90	18.43
------	----------------------	-------------------	-------	--------	-------

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	6	120	10.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	26.2	26.2	8.6	54.5	14.13	26.2	8.00	410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 340 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 5.437 t Calculado: 1.335 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 3.806 t Calculado: 0.424 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 5.437 t Calculado: 1.941 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 6.557 t Calculado: 1.299 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 753.686 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 11.961 t Calculado: 0.405 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2669.77 kp/cm ²	
- Derecha:	Calculado: 808.919 kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 808.919 kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 814.67 kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 814.67 kp/cm ²	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1163.75	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1163.75	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1163.75	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1163.75	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 0 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	4	50	14.0	90.00				
<i>l: Longitud efectiva</i>									
<i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	126.8	219.6	56.90	0.0	0.00	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f _u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	4	201
	En el lugar de montaje	En ángulo	6	240

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	400x400x14	17.58
				Total
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 16 - L = 350 + 155	3.19
				Total

Anejo 5

Hidrología y drenaje

Índice

1	Introducción y objeto del anejo.....	4
2	Hidrología	5
2.1.1	Determinación de los caudales esperados (Q_e)	5
2.1.2	Cálculo de I_t	5
2.1.3	Coefficiente de escorrentía.....	7
2.1.4	Determinación de los caudales de proyecto	7
3	Drenaje	8
3.1	Introducción	8
3.2	Drenaje longitudinal	8
3.3	Drenaje transversal	10
3.4	Comprobaciones hidráulicas	10
4	Evacuación de aguas de la cubierta de la marquesina	11
4.1	Intensidad pluviométrica.....	11
4.2	Canalones.....	11
4.3	Sumideros.....	13
4.4	Bajantes	13
4.5	Colector de aguas pluviales	13

Índice de imágenes

Imagen 1: Ejemplo de canal de drenaje.....	9
Imagen 2: Ejemplo de drenaje del raíl.....	9
Imagen 3: Esquema funcionamiento del drenaje.....	9
Imagen 4: Figura B.1. Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas.....	11
Imagen 5: Detalle canalón.....	12

1 Introducción y objeto del anejo

En el presente Anejo se analizan y estudian los aspectos climatológicos, hidrológicos y el drenaje que condicionan las actuaciones proyectadas.

El estudio climatológico se ha realizado a partir de los datos recogidos por el Instituto Nacional de Meteorología de las estaciones pluviométricas y termométricas ubicadas en la zona de proyecto. Una vez recopilada toda la información, se ha procedido a seleccionar las estaciones más representativas.

La hidrología se ha estudiado a partir de los datos pluviométricos resultantes del estudio climatológico.

A partir de los caudales obtenidos en el apartado de hidrología se procede a calcular el sistema de drenaje necesario para las diferentes actuaciones.

2 Hidrología

Este estudio tiene como objetivo obtener los caudales para determinar los elementos de drenaje superficial de la plataforma.

El correcto funcionamiento de estos elementos es fundamental para la seguridad de la obra, ya que permitirá evacuar los caudales recogidos en dichos elementos.

2.1.1 Determinación de los caudales esperados (Qe)

Como las cuencas donde se ubica el proyecto son de extensión menor a 1 Km², no existen en los Organismos de Cuenca correspondientes datos de estos caudales. Por eso, siguiendo las indicaciones de la Instrucción 5.2-IC y de las normas BAT, la estimación de estos caudales se realizará mediante el método hidrometeorológico basado en la fórmula racional. La fórmula que se empleará es la siguiente:

$$Q_e = \frac{I_t \cdot S \cdot C}{3.6}$$

Siendo:

- I_t : Intensidad de lluvia en mm/h.(correspondiente a un tiempo de concentración T_c)
- S : superficie de la Cuenca en km^2
- C : Coeficiente de escorrentía (adimensional)
- Q_e : Caudal en $m^3 /seg.$

2.1.2 Cálculo de I_t

El método empleado simplifica el cálculo de la intensidad de lluvia. Estas normas tienen ya en cuenta las características del territorio y las series de datos recogidos por los Servicios de meteorología de la zona, por lo que la intensidad de lluvia pasa a depender de dos únicos factores que son el Periodo de retorno (T_r) y el Tiempo de concentración (T_c). El tiempo de concentración se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$T_c = 0.3 \cdot \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0.76}$$

Siendo:

- Tc: Tiempo de concentración en horas.
- L: Longitud de cuenca interceptada en Km.
- J: Pendiente media de la cuenca en tanto por uno.

Se considera que el tiempo de concentración mínimo es de 10 minutos, por lo que cuando el resultado de la fórmula es menor tomaremos $T_c = 10$ min.

Con el valor de Tc entramos en la tabla, para hallar directamente el valor de la Intensidad Máxima para el periodo de retorno.

Los periodos de retorno recomendados en la normativa son los siguientes:

- 25 años sumideros, cunetas, colectores, caños y obras con sección de desagüe inferior a 0.75 m².
- 100 años para caños, alcantarillas, bajantes escalonadas, tajeas, pontones y obras con sección de desagüe entre 0.75 m² y 5 m².
- 250 años para pontones, puentes y obras con sección de desagüe entre 5 m² y 50 m².
- 500 años para puentes y obras con sección de desagüe superior a 50 m².

En la siguiente tabla se obtiene I_{max} en función de estos valores:

INTENSIDAD MÁXIMA DE PRECIPITACIÓN						
Tiempo de concentración	PERIODO DE RETORNO Tr (Años)					
	10	25	50	100	250	500
24 h	6	7	8	9	10	11
12 h	9	11	12	14	16	17
9 h	11	13	15	17	19	21
6 h	14	17	19	22	24	27
5 h	16	19	22	24	27	30
4 h	18	22	25	28	31	34
3 h	21	26	29	33	37	41
2 h 30 min	23	29	32	36	41	45
2 h	27	32	37	41	47	51
1 h 45 min	29	35	40	44	50	55
1 h 30 min	31	38	43	48	55	60
1 h 20 min	33	40	46	51	58	64
1 h 10 min	36	43	49	55	63	68
1 h	40	47	53	60	68	74
50 min	42	52	59	66	75	81
40 min	47	58	66	73	84	91
30 min	55	67	76	85	96	105
25 min	60	73	83	92	105	115
20 min	66	81	92	103	117	127
15 min	76	92	105	117	133	145
10 min	91	111	125	140	159	174

2.1.3 Coeficiente de escorrentía

Para determinar el coeficiente de escorrentía se utilizará la siguiente tabla:

TIPO DE SUELO	C
Pavimentos y zonas urbanas intensivas	0.8 - 1
Zonas urbanas residenciales. Terrenos impermeables, vegetación escasa.	0.7 - 0.9
Terrenos permeables, vegetación escasa. Terrenos impermeables vegetación densa.	0.6 - 0.8
Terrenos permeables, vegetación densa. Terrenos impermeables, bosque frondoso.	0.5 - 0.7
Terrenos permeables, bosque frondoso.	0.4 - 0.6

2.1.4 Determinación de los caudales de proyecto

Para la determinación de los caudales de proyecto se multiplicará el caudal estimado, por un coeficiente de mayoración, k_p , que depende de los posibles daños que una avenida pueda ocasionar en el entorno. El parámetro k_p se obtiene en las siguientes tablas:

CLASIFICACIÓN DE LOS DAÑOS POSIBLES	
A	Inundación de vegas agrícolas por elevación de la lámina de agua con la velocidad de la corriente < 1 m/seg.
B	Inundación de granjas, instalaciones industriales y viviendas aisladas, por la elevación de la lámina de agua con velocidad de la corriente > 1 m/sg.
C	Inundación de áreas urbanas y suburbanas con arrastre de vehículos y corte de las vías de comunicación.
D	Inundación catastrófica con arrastre de árboles y animales, importantes daños materiales y peligro de vidas humanas

COEFICIENTE DE MAYORACIÓN K_p				
OBRA DE DRENAJE	Daños A	Daños B	Daños C	Daños D
Sumideros, cunetas, colectores, caños y obras con sección de desagüe inferior a 0.75 m^2	1 - 1.2	1 - 1.2	-	-
Caños, alcantarillas, tajeas, pontones y obras con sección de desagüe entre 0.75 y 5 m^2	1 - 1.2	1 - 1.2	1.1 - 1.3	1.2 - 1.4
Pontones, puentes y obras de drenaje con sección dedesagüe entre 5 y 50 m^2	1 - 1.2	1.1 - 1.3	1.2 - 1.4	1.3 - 1.5

Todos los cálculos han sido mayorados con el coeficiente de seguridad de 1.1.

3 Drenaje

3.1 Introducción

A continuación se realizará el cálculo hidrológico y a la comprobación hidráulica de los elementos que conformarán el sistema de drenaje, a partir de los resultados obtenidos anteriormente.

Para diseñar el sistema de drenaje se seguirán las directrices de la Instrucción 5.2-I.C Drenaje superficial, del Ministerio de Fomento.

Para obtener los periodos de retorno se utilizará la siguiente tabla:

TIPO ELEMENTO DE DRENAJE	PERÍODO DE RETORNO (años)
Elementos de drenaje superficial de la plataforma y los márgenes	25
Pasos inferiores con dificultad para desaguar por gravedad	50
Obras de drenaje transversal	100
Estudios de inundabilidad y erosiones en pilas.	500

3.2 Drenaje longitudinal

A continuación se describe el tipo de drenaje seleccionado:

El caudal de la plataforma del tranvía se drenará mediante la pendiente longitudinal del trazado. Cada 50 metros, se colocarán canales transversales de hormigón en V, de 200 mm de ancho y 250 mm de altura tapados con una rejilla de fundición tal y como se muestra en la "Imagen-1". Además se colocarán dichos canales en los puntos bajos del trazado.

Estos canales estarán conectados a un colector de PVC de 300 mm colocado bajo la plataforma a lo largo del trazado, donde se desaguará el agua recogida. La conexión se realizará mediante arquetas rectangulares prefabricadas de 0,50 x 0,50 x 0,60 m.



Imagen 1: Ejemplo de canal de drenaje.

Para desaguar el agua que entra en la garganta del carril se realizarán unas perforaciones en el punto donde estos se cruzan con el canal transversal tal y como se muestra en la siguiente imagen:



Imagen 2: Ejemplo de drenaje del rail.

En la siguiente imagen se muestra el modo de funcionamiento del drenaje:



Imagen 3: Esquema funcionamiento del drenaje.

3.3 Drenaje transversal

Para evacuar el agua transversalmente, se dará a la parte superior de la plataforma una pendiente del 2% hacia la acera, que garantizará la evacuación de la escorrentía.

El caudal irá a parar al borde de la acera donde se recogerá mediante los sumideros.

3.4 Comprobaciones hidráulicas

Tal y como muestra la ficha técnica que ofrece el fabricante de los canales, el caudal máximo de la sección, para una pendiente mínima de 0,5%, es de 26 l/s (0,026 m³/s).

A continuación se incluyen los resultados de los cálculos de los caudales de la plataforma para tramos de 50 metros, comprobando que estos son menores que la capacidad del canal elegido.

Los colectores de PVC deberán de conectarse con la red de saneamiento municipal existente.

Tramo	Longitud	Ancho	%	Cota max.	Cota min.	Tc	It (tr=25)	Caudal
0+000-0+075,1	50 m	3 m	0,138	5,637 m	5,568 m	10 min	111	0,0046 m ³ /s
0+075,1-0+192,7	50 m	3 m	0,016	5,568 m	5,576 m	10 min	111	0,0046 m ³ /s
0+192,7-0+243,9	50 m	3 m	0,216	5,576 m	5,441 m	10 min	111	0,0046 m ³ /s

La escorrentía máxima será de 4,6 l/s con lo que el canal seleccionado tiene capacidad suficiente de desagüe.

4 Evacuación de aguas de la cubierta de la marquesina

La función de la red de recogida de aguas pluviales será recoger el agua de la cubierta y evacuarla hacia las arquetas situadas bajo la marquesina para luego verterla a la red de saneamiento existente.

Para calcular los elementos se seguirán los requisitos del 'Documento Básico de Salubridad' DB-HS.

4.1 Intensidad pluviométrica

Para conseguir la intensidad pluviométrica se ha utilizado la siguiente imagen que muestra los datos pluviométricos en función de la ubicación del proyecto:

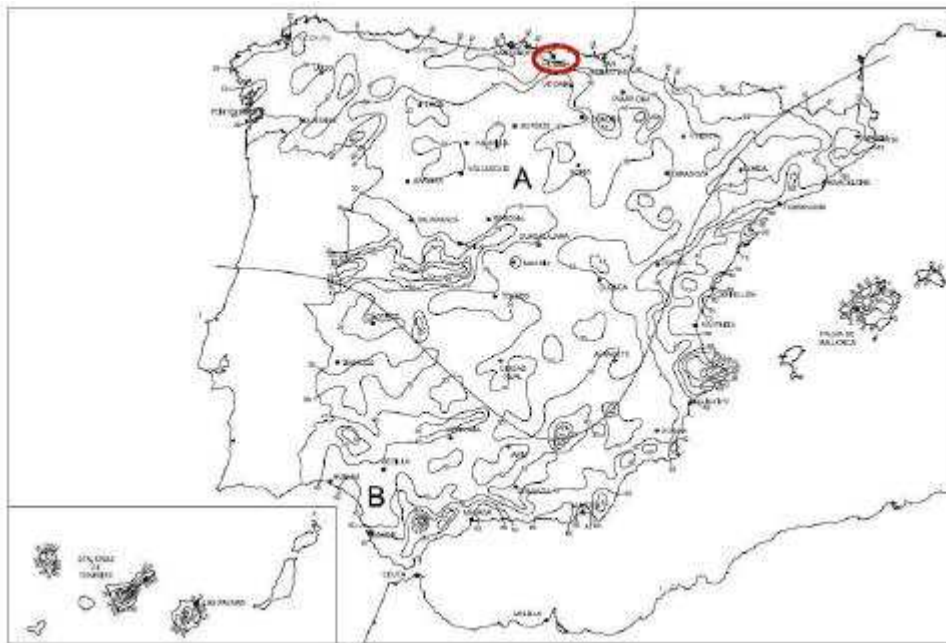


Imagen 4: Figura B.1. Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

	Intensidad Pluviométrica i (mm/h)											
Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

La zona donde se ubica el proyecto se encuentra en la isoyeta 50 dentro de la zona A con lo que la intensidad pluviométrica será de 155 mm/h.

4.2 Canalones

Los canalones irán colocados longitudinalmente en el punto más bajo de la cubierta. Estos serán de chapa galvanizada de 1,5 mm de espesor y serán de sección rectangular tal y como se muestra en la "imagen-5".

La superficie total de la cubierta es de 720 m^2 . Cuando la intensidad pluviométrica es diferente de 100 mm/h deberá de aplicarse un factor de corrección a la superficie.

$$F = i/100$$

Siendo i la intensidad pluviométrica:

$$F = 155/100 = 1,55$$

Con lo que:

$$S = 720 \times 1,55 = 1116 \text{ m}^2$$

En la siguiente tabla se muestra el diámetro de canalón necesario según la pendiente y la superficie que recoge.

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m^2)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Dado que la superficie de la marquesina es mayor que la máxima de la tabla, se optará por dividir el canalón en tramos de 10 metros y que funcionen como canalones independientes, recogiendo cada uno el agua de una superficie de 120 m^2 , que multiplicándolo por el factor de corrección:

$$S = 120 \times 1,55 = 186 \text{ m}^2$$

Dado que los canalones se colocarán con una pendiente del 2%, el diámetro nominal de estos será de 200 mm.



Imagen 5: Detalle canalón

4.3 Sumideros

Los sumideros irán colocados junto a los pilares de tal forma que las bajantes desagüen en ellos el agua recogida en los canalones. Estos irán colocados bajo las bajantes.

Para calcular el número de sumideros necesarios se utilizará la tabla que se adjunta más a continuación. Tal y como se ha hecho anteriormente el área a utilizar será de 1116 m^2 .

Tabla 4.6 Número de sumideros en función de la superficie de cubierta

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m^2)	Número de sumideros
$S < 100$	2
$100 \leq S < 200$	3
$200 \leq S < 500$	4
$S > 500$	1 cada 150 m^2

Dado que la superficie es mayor a 500 m^2 será necesario un sumidero cada 150 m^2 de superficie.

Esto hace que sean necesarios un total de 8 sumideros.

4.4 Bajantes

Las bajantes recolectarán el agua de los canalones y la canalizarán a los sumideros.

Para obtener el diámetro de las bajantes se utilizará la siguiente tabla. La superficie a la que da servicio cada bajante será de 186 m^2 .

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie en proyección horizontal servida (m^2)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

El diámetro nominal de las bajantes será de 90 mm.

4.5 Colector de aguas pluviales

El diámetro del colector se obtendrá en función de la pendiente y la superficie de la cubierta mediante la siguiente tabla. Dado que el colector recogerá el agua de todas las bajantes, la superficie de cálculo será de 1116 m^2 .

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.018	4.589	6.500	315

El diámetro nominal del colector será de 200 mm. Este deberá ir conectado a la red de saneamiento existente.

La ubicación de los elementos descritos está detallada en el “documento 2-Planos. Plano-6”.

Anejo 6

Trazado

Índice

1	Introducción	4
2	Criterios de diseño	5
2.1	Introducción	5
2.2	Solución adoptada	5
2.3	Trazado en planta	6
2.3.1	Alineaciones rectas.....	6
2.3.2	Curvas circulares.....	7
2.3.3	Longitud de curvas de transición	8
2.4	Trazado en alzado	11
2.4.1	Rampas o pendientes.....	11
2.4.2	Curvas de acuerdo	11
3	Características del trazado	13
3.1	Trazado en planta	14
3.1.1	Descripción del trazado en planta.....	15
3.1.2	Trazado en alzado.....	16
4	Listados	18
4.1	Planta.....	18
4.2	Alzado.....	19

Índice de imágenes

Imagen 1: Plataformas según la anchura de la vía urbana.....	6
Imagen 2: Esquema del trazado.....	13
Imagen 3: Punto de inicio del trazado	14
Imagen 4: Conexión del trazado con la línea de Euskotren.....	15
Imagen 5: Perfil longitudinal del trazado.....	17

1 Introducción

El objeto del presente anejo es la descripción y justificación geométrica del trazado proyectado para el enlace del tranvía de Bilbao con la línea de Euskotren.

Los cálculos se han realizado empleando los criterios de trazado facilitados por E.T.S para tramos urbanos con velocidad máxima de 50 km/h.

El trazado del enlace comienza en la calle Atxuri, frente al Colegio Público 'Maestro García Rivero', donde se conecta con la línea "La Casilla-Atxuri". Este punto coincide con el Pk 0+000 del eje definido en el proyecto.

Al final del anejo se adjuntan los listados de la definición geométrica.

2 Criterios de diseño

Los límites de los parámetros que se han utilizado para calcular el trazado en planta y alzado, han sido los valores límite que utiliza la E.T.S para tramos urbanos ($V_{max} = 50 \text{ km/h}$)

2.1 Introducción

Para definir los criterios de diseño se ha tenido en cuenta que la plataforma será en su mayor parte de circulación reservada.

Debido a las características del entorno por el que discurre el trazado, se ha tratado de minimizar las afecciones.

El trazado propuesto intentará mantener las aceras existentes en la actualidad para minimizar las afecciones que se puedan generar y se intentará siempre que sea posible mantener los elementos existentes como bordillos, imbornales, señales...

Se deberá de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Introducir un tranvía en una calle reduce el espacio útil, por lo que afectará al tráfico.
- Como el trazado se encuentra en una zona urbana consolidada, habrá algunos puntos en los que la plataforma interfiera con las diferentes redes de servicios. Dado que la plataforma del tranvía está apoyada sobre una losa continua de hormigón, no se recomienda que las redes pasen bajo esta longitudinalmente para evitar que las labores de mantenimiento o reparación afecten a la circulación del tranvía. Debido a esto las redes que vayan longitudinalmente bajo la plataforma deberán de ser desplazadas fuera de esta. Los servicios afectados serán analizados en el (Anejo nº11: Servicios afectados).

La traza diseñada se ha realizado teniendo en cuenta el perfil longitudinal de la calle.

2.2 Solución adoptada

El tipo de trazado que se ha seleccionado es el de plataforma reservada, garantizando que la mayor parte del recorrido el tranvía circule por vías separadas del resto del tráfico, mejorando la velocidad comercial y la seguridad.

Los automóviles no podrán entrar en la plataforma, excepto en determinadas intersecciones reguladas.

Suelen distinguirse tres tipos de circulación de los tranvías en plataforma reservada dentro de la vía urbana.

- Junto a las aceras. Se emplea en recorridos de un solo sentido y de vía única. Se requiere una única plataforma de 3 metros de anchura.
- En una plataforma central con andén central. Es una solución en doble vía. La anchura de la plataforma puede variar entre 8 y 9 metros. Se emplean en vías urbanas de menos de 30 metros de anchura.
- En una plataforma central con andenes laterales. También es una solución en doble vía. La anchura de la plataforma también está entre los 8 y 9 metros.

Debido a las características de la calle por la que transcurrirá el trazado siendo esta menor a los 20 metros de ancho, se recurrirá a la primera de las soluciones tal y como se puede observar en la siguiente tabla:

Anchura de calle entre fachadas	Plataforma de tranvía	Vehículos y Aparcamiento	Aceras y Bicicletas	Tipo de solución
≥ 40 m	1 x 12,5 m	2 x 6 m	2 x 7,75 m	Plataforma central con andenes laterales. Sin aparcamiento.
	1 x 11/12 m	2 x 8 m	2 x 6/6,5 m	Plataforma central con andenes centrales. Con aparcamiento
30 m	1 x 11/12 m	2 x 5 m	2 x 4/4,5 m	Plataforma central con andenes centrales. Con aparcamiento
	1 x 11/12 m	2 x 6 m	2 x 3/3,5 m	Plataforma central con andenes centrales. 2 carriles de circulación por sentido.
20 m	1 x 9,5 m	1 x 3 m	2 x 3,25 m	Plataforma junto a acera. 1 único carril de circulación
	1 x 11/12 m		2 x 4/4,5 m	Plataforma sin circulación de tráfico
	1 x 3 m	1 x 6 m	2 x 5,25 m	Plataforma junto a acera. Vía única

Imagen 1: Plataformas según la anchura de la vía urbana (Manual implantación metros ligeros).

En este caso el trazado del tranvía discurrirá junto a la acera más próxima a la estación de Atxuri, quedando únicamente un carril libre para la circulación de vehículos, ya que no se desea que los vehículos circulen por el mismo trazado que el tranvía.

2.3 Trazado en planta

Para la definición del trazado en planta existen tres tipos de alineaciones: curvas circulares, clotoides y rectas. A continuación se muestran los criterios de diseño.

2.3.1 Alineaciones rectas

La recta es la alineación más deseable, pero el trazado debe de amoldarse al entorno urbano.

2.3.2 Curvas circulares

No se recomienda utilizar radios menores de 30 metros salvo en puntos especiales como accesos a cocheras o talleres. Reducir este radio genera inconvenientes como la limitación de la velocidad, el desgaste de la rueda-carril, emisión de ruidos y vibraciones.

2.3.2.1 Peralte máximo

Como el trazado discurre por un entorno urbano, no se ha peraltado la plataforma del tranvía. Al compartirse ésta con los viales urbanos en algunos puntos, las diferencias de peralte podrían dificultar su construcción y su circulación.

2.3.2.2 Sobreanchos

Para definir los sobreanchos se han utilizado los parámetros facilitados por la Euskal Trenbide Sarea.

Sobreanchos en las curvas de radio menor de 35 m:

- 2 mm para curvas $25 \text{ m} < R < 35 \text{ m}$
- 4 mm para curvas $20 \text{ m} < R < 25 \text{ m}$
- 8 mm para curvas $18 \text{ m} < R < 20 \text{ m}$

Los sobreanchos para las curvas de este trazado que comprenden entre 25 y 35 metros serán de 2 mm.

2.3.2.3 Máxima aceleración transversal sin compensar

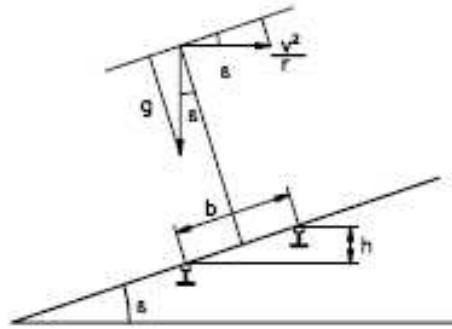
Se considerará una aceleración transversal sin compensar máxima de $1,2 \text{ m/s}^2$.

2.3.2.4 Radio mínimo

El radio mínimo de las curvas está relacionado con la velocidad de proyecto y con la aceleración transversal no compensada:

$$a_{mc} = \frac{v^2}{R} - \frac{h * g}{b}$$

Dónde:



atnc:	aceleración transversal no compensada
v:	velocidad de circulación
R:	radio de la curva circular correspondiente
h:	peralte
g:	aceleración de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$)
b:	ancho de la vía (1.000 mm)

La aceleración transversal generada tiende a desviar el tranvía hacia el exterior lo que disminuye la comodidad de los pasajeros, aumenta el desgaste del material móvil y la vía, y afecta a la seguridad.

Introduciendo en la anterior fórmula los valores de la velocidad de proyecto (50 km/h), del peralte máximo (0 mm) y de la aceleración máxima transversal no compensada ($1,20 \text{ m/s}^2$) se obtiene el valor del radio mínimo que es 160,75 m.

En este caso, la calle por la que transcurrirá el trazado impide la utilización de radios mayores a 30 metros. Con lo que debido a la trama urbanística en el tramo se reducirán los radios hasta los 30 metros. Esto implica que hay que limitar la velocidad en el nuevo trazado.

Introduciendo de nuevo en la fórmula los valores de radio (30 m), peralte máximo (0 mm) y de la aceleración máxima no compensada de ($1,20 \text{ m/s}^2$) se obtiene que la velocidad máxima de circulación será de 21,6 km/h. La velocidad estará limitada a 20 km/h.

2.3.3 Longitud de curvas de transición

La longitud de las curvas de transición viene limitada por la rampa de peralte, por la velocidad ascensional de la rueda exterior y por la variación de la aceleración transversal sin compensar.

- **Limitación por rampa de peralte**

Esta limitación viene dada por la siguiente fórmula:

$$i_p = h/L < 2,5 \text{ mm/m (viajeros)}$$

Siendo:

i_p :	pendiente de la rampa de peralte
h :	peralte
L :	longitud de clotoide

En el caso particular de este proyecto, al haberse considerado un peralte de 0 mm a lo largo del trazado, la limitación por rampa de peralte es igual a cero.

- **Limitación por velocidad ascensional de la rueda exterior**

Esta limitación viene dada por la siguiente fórmula:

$$V_{asc} = \frac{h}{L/v} \leq 50 \text{ mm/s}$$

Siendo:

V_{asc} :	velocidad ascensional de la rueda exterior
h :	peralte
L :	longitud de clotoide
v :	velocidad de circulación

En el caso particular del presente proyecto, al haberse considerado un peralte de 0 mm a lo largo del trazado, la limitación por velocidad ascensional de la rueda exterior es igual a cero.

- **Limitación de la variación de la aceleración transversal sin compensar**

Esta limitación viene dada por la siguiente fórmula:

$$\frac{da_{mc}}{dt} = \frac{a_{mc} \max}{L/v} < 0,5 \text{ m/s}^3$$

Siendo:

a_{mc} :	aceleración transversal sin compensar
L :	longitud de clotoide
v :	velocidad de circulación

Para este caso con una aceleración transversal sin compensar de $(1,2 \text{ m/s}^2)$ y una velocidad de circulación de $(21,6 \text{ km/h})$ se obtiene que la longitud mínima de la curva de transición es de 14,4 metros.

2.4 Trazado en alzado

En el alzado del trazado se distinguen dos tipos de alineaciones: rampas-pendientes y curvas de acuerdo.

2.4.1 Rampas o pendientes

La pendiente máxima está determinada por las limitaciones que presentan la adherencia entre la rueda y el carril y por la potencia del material móvil.

Los criterios empleados en el proyecto son los siguientes:

- Pendiente máxima en vía general: 80 ‰
- En paradas y aparatos de vía: 20 ‰
- En maniobras y estacionamiento: 3 ‰

Se limitará el uso de grandes pendientes para facilitar la explotación del tranvía, mejorar el confort de los usuarios y reducir costes.

2.4.2 Curvas de acuerdo

Las restricciones de acuerdos verticales tienen relación con la comodidad de los usuarios y el buen funcionamiento del material móvil.

Los acuerdos serán de tipo parábola de eje vertical y ecuación:

$$y = \frac{x^2}{2K_v}$$

Siendo K_v el radio de la circunferencia oscilatriz en el vértice de dicha parábola.

Para la velocidad de proyecto de 50 km/h, se obtiene un radio de 1000 metros, pero se podrán utilizar radios menores sin que sean menores que los radios límite.

El radio vertical mínimo en acuerdos cóncavos, en línea y vías técnicas será de 250 metros y de 500 metros en acuerdos convexos.

La aceleración vertical es la aceleración que actúa sobre el plano vertical al recorrer la curva de acuerdo:

$$A_v = \frac{V^2}{K_v}$$

Aplicando estas condiciones y teniendo como valor de A_v de $0,3 \text{ m/s}^2$ se obtiene.

Kv (m)	Vmax (km/h)
250	31,17
500	44,09

3 Características del trazado

El trazado estará compuesto por una única vía, debido a las dimensiones de la calle. Las características geométricas serán las siguientes:

- Ancho de plataforma: 3 metros
- Distancia entre ejes: En este tramo el trazado solo constará de una vía
- Ancho de vía: 1 metro

El trazado comenzará en el punto donde termina la actual línea de tranvía, antes de tomar la curva por la que se dirige hacia las cocheras.

Al final del trazado la línea se conectará con la actual línea de Euskotren, de mismo ancho de vía.

A continuación se muestra en la “*Imagen 2*” un esquema del trazado en planta:



Imagen 2: Esquema trazado, en verde nuevo trazado y en rojo trazado actual.

3.1 Trazado en planta

Para diseñar el trazado en planta se ha ajustado al planeamiento urbanístico actual. El trazado discurre a través de la Calle Atxuri, ocupando el carril derecho de la calzada.

El punto de partida, está condicionado por la conexión con el tramo precedente “La Casilla-Atxuri” y se ha fijado coincidiendo con la alineación recta en la Calle Atxuri, frente al “Colegio Público Maestro García Rivero”.

El punto de conexión entre los respectivos tramos, correspondiente a los ejes del trazado, es el siguiente:

- **Conexión en planta con el tramo “La Casilla-Atxuri”**

$X = 506371,750$

$Y = 4789073,786$

$Az = 159,2791$

Alineación en planta = Recta



Imagen 3: Punto de inicio del trazado.

- **Conexión en alzado con tramo “La Casilla-Atxuri”**

Cota = 5,637

Inclinación = -0,1379 %

Alineación en alzado = Pendiente constante

Tras recorrer los 243,892 metros de trazado, se enlazará con la actual línea de Euskotren antes de llegar a la estación de Atxuri.

- **Conexión en planta con línea de Euskotren**

X = 506329,826

Y = 4788851,608

Az = 248,1463

Alineación en planta = Recta



Imagen 4: Conexión del trazado con la línea de Euskotren.

- **Conexión en alzado con línea de Euskotren**

Cota = 5,441

Inclinación = -0,2162 %

Alineación en alzado = Pendiente constante

3.1.1 Descripción del trazado en planta

El trazado comienza tras la conexión con la línea de tranvía existente “La Casilla-Atxuri” en la Calle Atxuri.

Tras recorrer una alineación recta de 21,921 metros el trazado del tranvía girará a la derecha con un radio de 30 m, y la plataforma discurrirá sobre lo que actualmente es el carril derecho de la calzada.

Después de girar alrededor de 57 gonios el trazado continuará por la Calle Atxuri junto a la acera derecha con una alineación recta de 127 metros.

En el P.K. 0+191,049 del eje, el tranvía girará de nuevo a la derecha con un radio de 30 m, entrando dentro de la parcela perteneciente a la estación de Atxuri donde se enlazará con la actual línea de Euskotren.

Puede encontrarse la definición del trazado en los planos 7-8-9-10-11-12-13 del “documento 2-Planos”.

3.1.2 Trazado en alzado

El inicio del trazado comenzará a cota + 5,637 coincidiendo con la cota del punto tangente de la actual línea. Las alineaciones verticales del trazado coincidirán con las alineaciones actuales de la Calle Atxuri.

Comenzará descendiendo con una pendiente del 0,1379 % durante 74,334 metros.

Después el trazado se enlazará con la siguiente alineación mediante un acuerdo vertical cóncavo de $K_v = 1000$.

Una vez finalizado el acuerdo vertical la línea ascenderá con una pendiente de 0,0157 % durante 115,864 metros.

En el P.K 0+191,578 el trazado del tranvía enlazará con un acuerdo vertical convexo de $K_v = 1000$, para finalmente enlazar con un tramo descendente de pendiente 0,2162 % que conectará con la línea de Euskotren.

A continuación en la “Imagen 5” se muestra el alzado del perfil longitudinal.

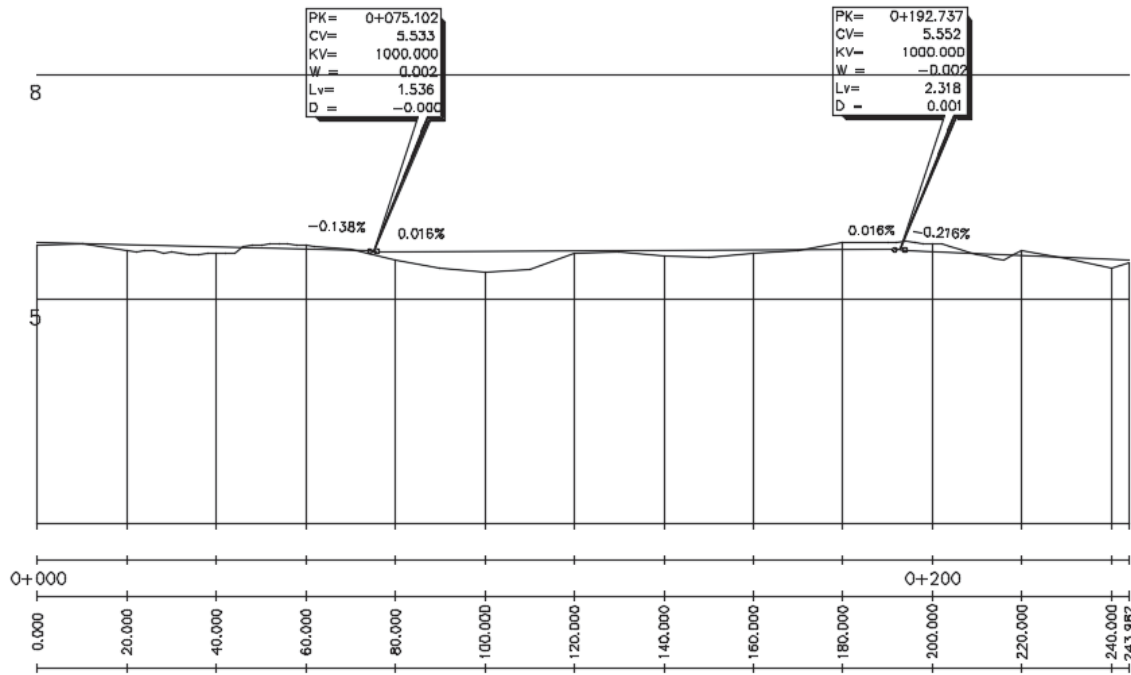


Imagen 5: Perfil longitudinal del trazado.

4 Listados

A continuación, se recogen los listados que definen analíticamente en planta el trazado proyectado.

El trazado ha sido diseñado mediante el software Istram.

El significado de los encabezamientos de los listados es el siguiente:

- Tipo: Tipo de alineación de que se trata: recta, círculo o clotoide.
- Longitud: Distancia en metros sobre el eje entre cada dos puntos singulares consecutivos
- P.K.: Punto kilométrico de cada punto singular de la alineación.
- Coord. X: Abscisa del punto singular del eje.
- Coord. Y: Ordenada del punto singular del eje.
- Radio: Radio de curvatura en metros, con su signo (negativo indica que se trata de una curva a la izquierda en el sentido de avance del kilometraje y positivo que se trata de una curva a la derecha).
- Parámetro: Parámetro de la curva de transición.
- Azimut: Azimut del eje en el punto singular en grados centesimales.
- Cos/Xc/Xinf: Coseno de una alineación recta, o abscisa del centro de una alineación circular.
- Sen/Yc/Yinf: Seno de una alineación recta, u ordenada del centro de una alineación circular.
- Pendiente: Pendiente de la rampa/pendiente en %.
- Parámetro (Kv): Parámetro del acuerdo vertical.

4.1 Planta

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1	RECTA	21.921	0.000	506371.750	4789073.786			159.2791	0.5969090	-0.8023089
	CLOT.	14.400	21.921	506384.835	4789056.199		20.785	159.2791	506384.835	4789056.199
2	CIRC.	12.465	36.321	506392.460	4789044.027	30.000		174.5579	506364.824	4789032.354
	CLOT.	14.400	48.786	506394.821	4789031.879		20.785	201.0088	506392.307	4789017.737
3	RECTA	127.863	63.186	506392.307	4789017.737			216.2877	-0.2530639	-0.9674496
	CLOT.	14.400	191.049	506359.950	4788894.036		20.785	216.2877	506359.950	4788894.036
4	CIRC.	1.149	205.449	506355.217	4788880.475	30.000		231.5665	506328.830	4788894.749
	CLOT.	14.400	206.598	506354.651	4788879.475		20.785	234.0052	506346.265	4788869.154
5	RECTA	24.056	219.925	506346.265	4788869.154			248.1463	-0.6862204	-0.7273937
			243.982	506329.758	4788851.656			248.1463		

4.2 Alzado

Puntos del eje en el alzado

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
0.000	Pendiente	5.637	-0.1379 %
20.000	Pendiente	5.609	-0.1379 %
40.000	Pendiente	5.582	-0.1379 %
60.000	Pendiente	5.554	-0.1379 %
74.334	tg. entrada	5.534	-0.1379 %
75.713	Punto bajo	5.533	0.0000 %
75.870	tg. salida	5.533	0.0157 %
80.000	Rampa	5.534	0.0157 %
100.000	Rampa	5.537	0.0157 %
120.000	Rampa	5.540	0.0157 %
140.000	Rampa	5.543	0.0157 %
160.000	Rampa	5.546	0.0157 %
180.000	Rampa	5.550	0.0157 %
191.578	tg. entrada	5.551	0.0157 %
191.734	Punto alto	5.551	0.0000 %
193.896	tg. salida	5.549	-0.2162 %
200.000	Pendiente	5.536	-0.2162 %
220.000	Pendiente	5.493	-0.2162 %
240.000	Pendiente	5.449	-0.2162 %
243.982	Pendiente	5.441	-0.2162 %

Acuerdos verticales

PENDIENTE (%)	LONGITUD (m.)	PARAMETRO (kv)	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT. (m.)	DIF.PEN (%)
			PK	Z	PK	Z	PK	Z		
					-0.000	5.637				
-0.137940	1.536	1000.000	75.102	5.533	74.334	5.534	75.870	5.533	0.000	0.154
0.015666	2.318	1000.000	192.737	5.552	191.578	5.551	193.896	5.549	0.001	-0.232
-0.216158							244.091	5.441		

Anejo 7

Plataforma y superestructura

Índice

1	Introducción	4
2	Superestructura de vía	5
2.1	Objeto y alcance	5
2.2	Condiciones de diseño	5
2.2.1	Condicionantes de trazado	5
2.2.2	Esfuerzos estáticos y dinámicos sobre la vía.....	5
2.2.3	Transmisión de la energía	6
2.2.4	Requisitos medioambientales y de comodidad	6
2.2.5	Requisitos relativos a la conservación	7
2.3	Soluciones adoptadas	7
2.3.1	Tendido de vía.....	7
2.3.2	Carril.....	7
2.3.3	Perfiles	8
2.3.4	Riostra y anclaje lateral	9
2.3.5	Mortero de nivelación	10
2.3.6	Junta de sellado superficial.....	10
2.4	Solera	11
2.5	Revestimiento de la vía	11
2.6	Tratamiento de ruidos y vibraciones.....	12
2.7	Drenaje de la superestructura	12
2.8	Protección del carril.....	13
2.8.1	Protección contra el rechinar.....	13
2.8.2	Protección contra el desgaste del carril	13
2.8.3	Tolerancias de colocación de la vía	14
3	Definición de la plataforma.....	15
3.1	Vía compartida	15
3.2	Vía reservada.....	15

Índice de imágenes

Imagen 1: Dimensiones del carril RI60N.....	8
Imagen 2: Características del carril RI60N.....	8
Imagen 3: Ejemplo de elastómero.....	9
Imagen 4: Riostra de unión.....	9
Imagen 5: Ejemplo de anclaje.....	10
Imagen 6: Ejemplo de vía con hormigón impreso en Gasteiz.....	11
Imagen 7: Ejemplo de vía con aglomerado asfáltico en Bilbao.....	11
Imagen 8: Apoyo de la rueda sobre el carril.....	13

1 Introducción

El objetivo de este anejo es definir los criterios de diseño y las soluciones técnicas empleadas para la colocación de la vía, los elementos de la superestructura y los revestimientos de la plataforma a emplear.

La mayor parte del trazado será de plataforma reservada para el tranvía, exceptuando algún punto en el que tendrá que ser compartida con vehículos y peatones.

La anchura de la plataforma será de 3 metros.

El objetivo de la plataforma, es sostener el sistema de guiado del tranvía. La plataforma debe ser lo suficientemente resistente como para sostener rígidamente el sistema de guiado, sin que sufra desplazamientos verticales o laterales del mismo con el paso de los vehículos, lo cual es especialmente importante en los tramos en curva.

Dado que el trazado previsto transcurre por zonas consolidadas por el tráfico actual, las capas de sustentación poseen ya un mínimo de capacidad portante. Para asegurarse de ello durante la ejecución habrá que realizar un estudio que garantice que la explanada sea como mínimo de calidad E1.

Para definir la superestructura se han tenido en cuenta los siguientes condicionantes:

- Integrar la plataforma en el entorno urbano.
- Disminuir el ruido y las vibraciones. Para ello se eliminará las juntas en los carriles utilizando la barra larga soldada, y empleando elementos de apoyo elástico.

Además también se definirá los elementos que componen la superestructura.

2 Superestructura de vía

2.1 Objeto y alcance

En este apartado se estudia la superestructura más adecuada a emplear y los condicionantes técnicos.

Se deberá tener en cuenta que será una plataforma de uso reservado excepto en casos de emergencia.

La plataforma tendrá una anchura de 3 metros y compartirá espacio con vehículos y peatones solamente en algún cruce.

Para definir la tipología de la superestructura se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Emplear una tipología de superestructura similar a la del trazado existente.
- Integrar la plataforma en el entorno urbano.
- Reducir el ruido y las vibraciones, para ello se empleará el sistema de barra larga soldada, empleando elementos de apoyo y sujeción elásticos.

Además se describen los elementos empleados en la superestructura.

2.2 Condiciones de diseño

2.2.1 Condicionantes de trazado

Los principales parámetros a la hora de diseñar el trazado han sido:

- Radio mínimo en curvas circulares de 30 metros.
- Parámetro de acuerdos verticales, KV, 250 metros en acuerdos cóncavos y 500 metros en acuerdos convexos.
- Pendiente máxima de 80 ‰.

2.2.2 Esfuerzos estáticos y dinámicos sobre la vía

Todos los elementos de la plataforma y la vía deberán soportar las siguientes cargas:

- 50 KN de carga vertical por rueda.

- Esfuerzo transversal por rueda de 35 KN.

2.2.3 Transmisión de la energía

La transmisión de energía que dotará a los vagones de electricidad se hará mediante hilo de contacto y los carriles.

Los carriles deberán de tener un correcto aislamiento con el suelo para impedir que se propague la corriente.

2.2.4 Requisitos medioambientales y de comodidad

2.2.4.1 Requisitos de confort

Las condiciones que deben de cumplir los elementos de la superestructura para garantizar la comodidad de los usuarios son las siguientes:

- Para evitar incrementos de la aceleración centrífuga bruscos, la unión entre alineaciones curvas y rectas se realizará mediante curvas de transición (clotoides).
- La aceleración transversal máxima no compensada será de $1,20 \text{ m/s}^2$.

2.2.4.2 Requisitos de integración en el entorno urbano

Las condiciones de integración urbanística son las siguientes:

- Debe permitir en algunos tramos la circulación del resto de vehículos.
- El tendido debe ser compatible con el tipo de revestimiento utilizado.

2.2.4.3 Requisitos de ruidos y vibraciones

El ruido generado al pasar el tranvía se debe a los siguientes motivos:

- Ruido producido por el contacto entre la rueda y el carril.
- Ruido provocado por los boogies y las cajas.
- Ruido del motor del tranvía.
- Ruido transmitido a la plataforma.
- Ruido generado por el rechinar cuando el tranvía circula por curvas de radios reducidos. Es un ruido de alta frecuencia debido a las

oscilaciones de torsión generadas en el deslizamiento de la rueda en el carril.

Las vibraciones son generadas por la excitación dinámica de la rueda y estas se propagan a través del suelo. No existe ninguna normativa directamente aplicable pero se recomienda que no se superen los 68 dB en los edificios de viviendas colindantes.

2.2.5 Requisitos relativos a la conservación

Todas las operaciones relacionadas con el mantenimiento o renovación de los elementos tienen que poder realizarse afectando lo mínimo posible a la explotación.

Al no poder inspeccionarse las vías empotradas, los elementos de la plataforma deben de garantizar el ancho y la estabilidad de la vía.

2.3 Soluciones adoptadas

Dado que el trazado será la continuación de la línea existente las características de los elementos serán las mismas que los empleados actualmente.

2.3.1 Tendido de vía

Los tendidos de vía seleccionados son los utilizados en el resto del trazado existente.

Para garantizar el ancho de vía, los carriles deben de unirse mediante unas riostras. Dichas riostras tendrán un recubrimiento elástico.

Dado que el trazado transcurre por un tramo de revestimiento impermeable, el tendido de vía propuesto es el de tipo SEDRA.

El tendido de tipo SEDRA se compone de un carril RI60N recubierto por un elemento elástico en el lateral y la base del carril. Normalmente se trata de elementos plásticos y elásticos que están ajustados a la estructura del carril.

2.3.2 Carril

Tal y como se ha indicado en el apartado anterior, el perfil seleccionado es un RI60N. Es un perfil del tipo Phoenix, un carril de garganta para poder ser instalado completamente dentro de la plataforma, y permitir así que los vehículos, peatones y ciclistas pasen por encima.

En la “Imagen-1 y 2” se muestran las dimensiones y características del carril RI60N.

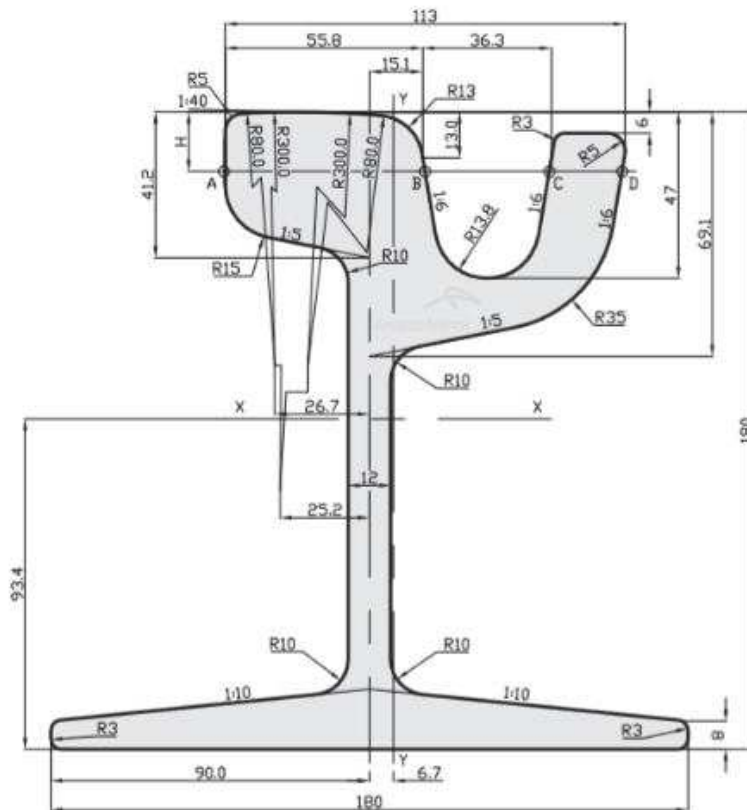


Imagen 1: Dimensiones del carril RI60N.

Dimensiones:

Tipo de Riel	Standard	Dimensiones mm							Tolerancia	Peso
									Grupo	
		H	B	C	C1	C2	E	R		kg/m
60R2	EN 14811	180,00	180,00	113,00	55,83	36,35	12	13/80/300	G or R	59,75
(Ri60N)										

Imagen 2: Características del carril RI60N.

2.3.3 Perfiles

Los perfiles que recubren el carril, deben de ajustarse a la forma del carril “Imagen-3”. Para colocarlo se empleará un adhesivo que asegure una buena unión entre el perfil y el carril evitando así la generación de ruidos y vibraciones.

El perfil estará compuesto un elastómero (mezcla de poliuretano y corcho) que servirá de apoyo entre vía y placa y además proporciona aislamiento de fugas eléctricas y absorbe las vibraciones de baja frecuencia.

En los puntos donde se coloquen riostras transversales se harán unos agujeros en la parte interior del perfil, dejando los elastómeros que envuelven la riostra unos 5-10 mm más largos.

Las uniones entre los perfiles se realizarán mediante una cola que garantice la impermeabilización del perfil.

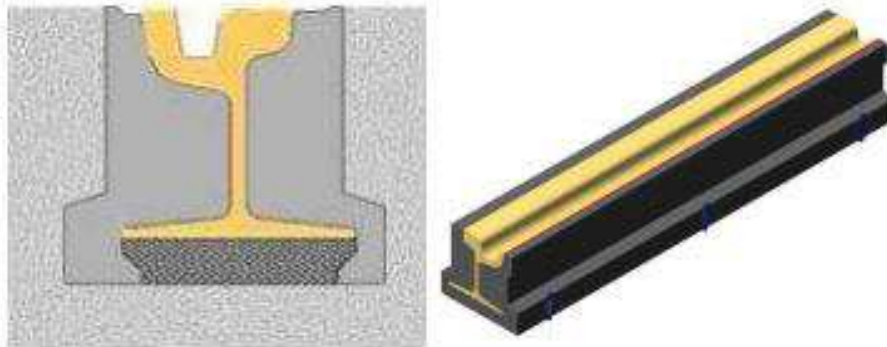


Imagen 3: Ejemplo de elastómero.

2.3.4 Riostra y anclaje lateral

La riostra estará formada por un perfil de acero de 70 x 10 mm que deberá de garantizar el ancho de vía "Imagen-4". La riostra estará envuelta en unos elastómeros que proporcionen un correcto aislamiento eléctrico.

Las riostras se colocan atornilladas al alma de los carriles transversalmente uniéndolos dos carriles.

Para que la vía esté colocada en posición correcta dentro de las tolerancias, las riostras disponen de unas tuercas que permiten ajustar las medidas con precisión.

Las riostras tendrán un revestimiento que las aísla de la vía formado por un elastómero similar al de los perfiles.

Irán colocadas cada 3 metros en alineaciones rectas y cada 0,75 metros en curvas de radio menor a 50 metros.



Imagen 4: Riostra de unión.

En cuanto al anclaje lateral de la vía se compone de 5 elementos:

- Tornillo para anclar la vía a la solera de hormigón.
- Una placa de plástico sobre la que se apoya la vía para impedir el movimiento lateral y el vuelco del carril. Además proporciona aislamiento eléctrico.
- Arandela tipo muelle.
- Tuerca
- Una capucha de plástico para proteger los elementos.

Los anclajes irán colocados a las mismas distancias que las riostras sin coincidir en los mismos puntos que estas.

A continuación la “Imagen-5” se muestra un ejemplo del tipo de anclaje empleado.

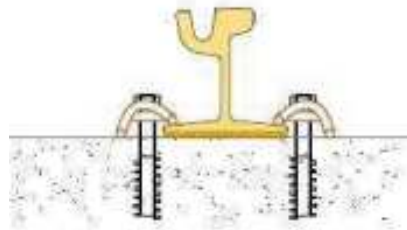


Imagen 5: Ejemplo de anclaje.

2.3.5 Mortero de nivelación

La función del mortero de nivelación será la de proporcionar una estructura dura y uniforme, evitando la aparición de huecos de aire entre la estructura y el elemento elástico.

2.3.6 Junta de sellado superficial

La junta de sellado superficial irá adherida al carril y al acabado estructural para protegerlo de la humedad y aislarlo eléctricamente.

El material estará compuesto de resina de poliuretano que proporciona la elasticidad y plasticidad adecuada.

2.4 Solera

La solera estará compuesta de una capa de hormigón HA-25 de unos 30 cm de grosor. La armadura será diferente en los tramos de uso reservado y compartido.

El revestimiento de acabado se coloca sobre esta solera.

2.5 Revestimiento de la vía

El revestimiento de la plataforma ha sido seleccionado en base a un criterio funcional y estético. Los tipos de revestimiento a emplear en este proyecto serán los siguientes:

- Hormigón impreso en los tramos de vía no compartida:

El revestimiento será de un espesor de 6 cm, al que se le realizará una imprimación y se le dará una base de color. En esta tipología de revestimiento los carriles estarán colocados por unos cauchos del tipo Sedra que serán rellenos con una capa bituminosa “Imagen-6”.



Imagen 6: Ejemplo de vía con hormigón impreso en Gasteiz.

- Aglomerado asfáltico en los tramos compartidos con el tráfico rodado.

El revestimiento estará compuesto por una capa de aglomerado asfáltico de 10 cm sobre la losa de hormigón “Imagen-7”.



Imagen 7: Ejemplo de vía con aglomerado asfáltico en Bilbao.

2.6 Tratamiento de ruidos y vibraciones

Las vibraciones generadas por el paso del tranvía se deben a las fuerzas creadas entre las ruedas y el carril. Estas fuerzas varían dependiendo de la rugosidad de la rueda y el carril.

Además, cuando pasa el tranvía las cargas distribuidas en los ejes generan una excitación en frecuencias al pasar por un punto.

Para eliminar estas vibraciones las vías se apoyan sobre elementos elásticos. El apoyo cuanto menos rígido sea, la frecuencia será menor con lo que será necesario mayor aislamiento vibratorio de alta frecuencia.

El apoyo elástico deberá garantizar que no se sobrepasen los límites de movimiento vertical y horizontal admisibles.

2.7 Drenaje de la superestructura

El drenaje se realiza de dos formas. Mediante la pendiente longitudinal del trazado y mediante una pendiente transversal que dirige el agua superficial al borde de la plataforma. De esta forma el agua se recoge en los bordes de la calzada aprovechando la red de drenaje existente si fuera posible.

Para evacuar el agua de la garganta de los carriles se realizará unos agujeros por los que el agua pasa a un canal de hormigón situado entre los dos carriles con una rejilla de fundición.

Además cada cierta distancia se colocarán sumideros con rejillas en el borde lateral de la plataforma.

Todos los detalles sobre el drenaje vienen especificados en el 'Anejo 5 – Hidrología y drenaje'.

2.8 Protección del carril

2.8.1 Protección contra el rechinamiento

En las curvas con un radio menor de 80 metros al carril se realizará un tratamiento para reducir el fenómeno de rechinamiento y para reducir su desgaste.

El rechinamiento es un chirrido que se genera debido a la rozadura generada entre la rueda y el carril en curvas de radios pequeños, se generan unas vibraciones debido a la diferencia de recorrido entre el carril interior y exterior de la curva.

Para eliminar el rechinamiento en las curvas se realizará un tratamiento del carril para reducir la fricción que consiste en añadir una soldadura de un cordón de acero especial, de una dureza similar a la del carril.

El cordón se realiza en la superficie de rodadura del carril interior de la curva.

2.8.2 Protección contra el desgaste del carril

En las curvas con un radio menor de 80 metros se realizará una protección especial del carril.

Se reforzará la cabeza del carril exterior con un cordón metálico para reducir el desgaste generado por la pestaña que guía las ruedas.

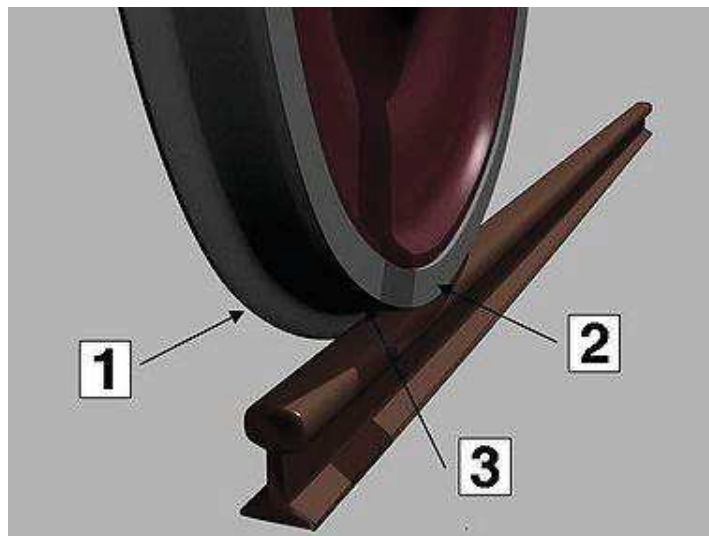


Imagen 8: Apoyo de rueda sobre raíl.

En la "Imagen-8" se muestra la unión entre carril-rueda, donde el 1 señala la pestaña de la rueda, el 2 la rueda y el 3 la base de rodadura.

2.8.3 Tolerancias de colocación de la vía

Para garantizar buenas condiciones de comodidad y seguridad las vías se colocarán dentro de las siguientes tolerancias:

2.8.3.1 Trazado

- Desviación del trazado teórico en cualquier punto = ± 4 mm
- Variación de alineación de vía con el teórico = 0,5 mm/m

2.8.3.2 Nivelación longitudinal

- Desviación del perfil teórico = ± 2 mm
- Variación en relación al perfil teórico = 0,5 mm/m

2.8.3.3 Ancho de vía

- Diferencia con el ancho teórico en un punto = 0; +2 mm
- Variación en relación al ancho teórico = 1 mm/m

3 Definición de la plataforma

Tal y como se ha descrito anteriormente la plataforma tendrá distintas características si esta tiene un uso compartido o no.

3.1 Vía compartida

Este tramo comprende entre el P.K. 0 + 010,00 y 0 + 020,00. En esta zona el trazado será atravesado por el tráfico rodado.

Dado que esta zona puede ser atravesada por vehículos pesados tales como autobuses, la losa deberá de estar reforzada.

Para mantener la uniformidad con el trazado existente, la plataforma será de las mismas características.

La plataforma estará formada por una losa de hormigón HA-25 de 30 cm de espesor. En cuanto al armado estará compuesto por barras longitudinales superiores e inferiores de $\varnothing 8$ cada 20 cm y barras transversales superiores e inferiores de $\varnothing 8$ cada 10 cm.

Tal y como se indica en el 'Anejo-6' la plataforma tendrá una pendiente del 2% hacia el exterior de la calzada para evacuar el agua.

En este tipo de plataforma será necesaria la colocación de anclajes que amortigüen y colaboren con los esfuerzos sufridos por la vía.

3.2 Vía reservada

En el resto del trazado la vía será reservada únicamente para el uso del tranvía.

Las características de este tipo de plataforma serán las mismas que las existentes en el trazado actual.

En este caso la losa será de hormigón HA-25 de 25 cm de espesor. El armado irá colocado en la parte inferior de la losa y estará compuesto por barras longitudinales de $\varnothing 8$ cada 20 cm y barras transversales de $\varnothing 8$ cada 10 cm.

Este tipo de losa tendrá una pendiente del 2% hacia el exterior de la calle para evacuar las aguas pluviales.

En este tipo de plataforma será necesaria la colocación de anclajes que amortigüen y colaboren con los esfuerzos sufridos por la vía.

Anejo 8

Electrificación y catenaria

Índice

1	Introducción y objeto del anejo.....	4
2	Suministro eléctrico.....	5
2.1	Descripción general	5
2.2	Subestaciones de tracción	5
3	Catenaria	6
3.1	Introducción	6
3.2	Características generales.....	6
3.3	Conexión de subestaciones al hilo tranviario.....	8
3.4	Alumbrado urbano.....	8
4	Ménsulas	9

Índice de imágenes

Imagen 1: Tipo de poste empleado en el tranvía de Bilbao.....	7
Imagen 2: Ejemplo ménsula empleada.....	9

1 Introducción y objeto del anejo

El presente Anejo tiene por objeto definir los sistemas de la electrificación ferroviaria y los sistemas e instalaciones eléctricas del nuevo trazado.

El criterio ha sido adoptar las características del tranvía de Bilbao, por lo que se utilizarán las mismas soluciones de diseño existentes y los elementos que lo integran.

Dado que el trazado por el que actualmente el tranvía se dirige a las cocheras ya dispone de una catenaria en uso, se intentará reutilizar todos los elementos que se encuentren en buen estado de conservación.

2 Suministro eléctrico

2.1 Descripción general

El suministro eléctrico se realizará mediante la red de distribución en Media Tensión (30KV) existente que tras ser transformado en las subestaciones a una tensión de 750 Vcc se vuelca a la catenaria.

La energía eléctrica se suministrará mediante la catenaria que será de tipo tranviaria. El sistema estará formado por un único hilo de contacto con compensación mecánica.

Las subestaciones eléctricas existentes suministrarán la energía necesaria para los motores de los vehículos con la tensión adecuada (750 Vcc). El retorno de la corriente se hará a través de los carriles.

2.2 Subestaciones de tracción

No será necesaria la instalación de nuevas subestaciones de tracción ya que las existentes tienen la capacidad de suministrar la energía necesaria, ya que actualmente los tranvías circulan hacia las cocheras por una vía paralela.

La red debe de cumplir las siguientes condiciones:

Potencia eléctrica media y puntas de potencia según la norma UNE-EN 60146-1-1:

- 100 % de la potencia nominal permanentemente.
- 150 % de la potencia nominal durante 2 horas.
- 300 % de la potencia nominal durante 1 minuto.

Tensión en la catenaria según la norma EN 60163:

- Tensión nominal: 750 Vcc
- Tensión mínima: 500 Vcc
- Tensión máxima: 900 Vcc

La red debe tener la capacidad de suministrar la energía necesaria en hora punta.

3 Catenaria

3.1 Introducción

El sistema de catenaria debe ser de las mismas características que la existente, en caso de encontrarse en buen estado de conservación se tratará de utilizar los elementos existentes.

El sistema debe de cumplir las siguientes condiciones:

- Debe ser lo más seguro posible para los usuarios.
- Tratar de que no genere un gran impacto visual.
- Un sistema que no tenga un gran coste económico.
- Que no sea necesario un gran mantenimiento.
- Que sea un sistema fiable.

3.2 Características generales

Como la velocidad durante el trazado es bastante baja la demanda energética también será reducida por lo que se empleará una catenaria de hilo único con feeder de acompañamiento de sección pequeña.

Para el diseño se deben de tener en cuenta las siguientes condiciones:

- Adaptación al entorno urbano
En zonas como cruces en ciudades se emplea catenaria tranviaria. La catenaria va suspendida de estructuras o puntos de sujeción individuales para reducir el impacto visual.
- Bajo coste de mantenimiento
Se tratará de minimizar los puntos de soporte por lo que se reducirá el número de postes y cimentaciones necesarias. Al reducir el desgaste del hilo se disminuye el mantenimiento reduciendo los costes.
- Circuito retorno
El retorno de la corriente eléctrica se realiza mediante los carriles, por eso deben de estar correctamente aislados del terreno.

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente se ha seleccionado una línea tipo trolley con un único hilo de contacto.

El hilo será de cobre de 150 mm² de sección y se compensará mediante unos resortes colocados en los postes.

Los materiales empleados para las suspensiones y los atirantados serán de un material sintético tipo parafil para garantizar un buen aislamiento.

Resumiendo, las características de la catenaria serán las siguientes:

- Catenaria tipo tranviario.
- Sin hilo sustentador.
- Un único hilo de contacto.
- Con compensación mecánica.
- Con feeder de acompañamiento.
- Apta para velocidades de hasta 60 km/h.
- Tensión nominal de 750 Vcc.
- Catenaria doblemente aislada.

El tipo de poste a emplear será similar al empleado en el trazado actual "Imagen-1", tratando de reutilizar los postes existentes.

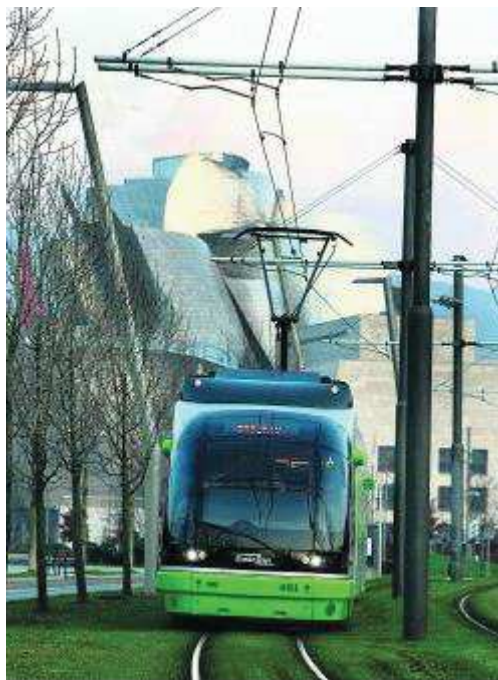


Imagen 1: Tipo de poste empleado en el tranvía de Bilbao.

Si debido a las dimensiones de la calle no fuera posible instalar los postes, la catenaria irá colgada de unos cables de sujeción anclados a los edificios colindantes.

3.3 Conexión de subestaciones al hilo tranviario

El suministro se realizará mediante las subestaciones existentes, al conectar la catenaria del nuevo tramo con el trazado existente. La conexión se realizará mediante feeders de alimentación y seccionadores.

El feeder será de tipo aislado e irá colocado dentro de una canalización enterrada. La conexión con el hilo se realizará a intervalos de unos 250 metros.

El retorno de la corriente se realizará mediante los carriles de la vía.

3.4 Alumbrado urbano

Dado que el trazado discurre a través de una zona urbana consolidada se considera que el alumbrado existente es suficiente. Además los tranvías disponen de sistema de alumbrado propio como cualquier otro vehículo.

4 Ménsulas

Las ménsulas estarán formadas por un tubo unido a los postes y sujeto mediante un cable atirantado “Imagen-2”.

El cable de sujeción que soporta la ménsula será aislante y llevará al extremo del palo un tensor para mejor regulación de la horizontalidad de la ménsula.

Llevarán un brazo de atirantado únicamente si el radio de curvatura del trazado lo requiere. Las ménsulas incorporan también un aislador al lado del poste.

Se fijarán al poste mediante articulaciones, lo que permite seguir los movimientos longitudinales del hilo de contacto y del cable sustentador.

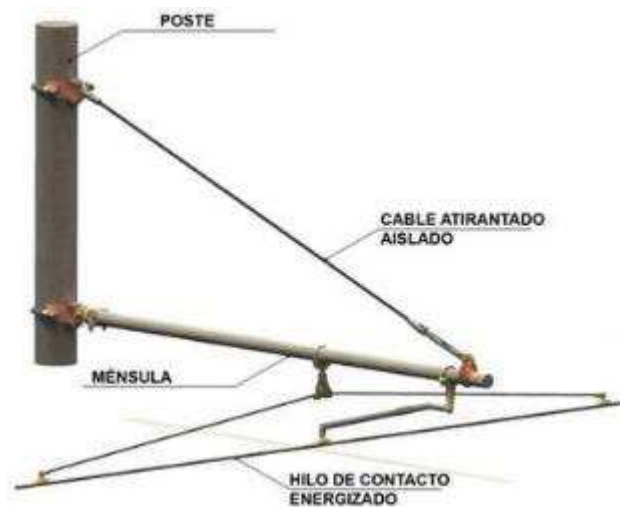


Imagen 2: Ejemplo ménsula empleada.

Anejo 9

Señalización y seguridad del sistema

Índice

1	Introducción y objeto del anejo.....	4
2	Aspectos generales	5
2.1	Tipos de infraestructura tranviaria	5
2.2	Tipo de circulación	5
3	Señalización tranviaria y detección de tranvías.....	5
3.1	Señalización tranviaria	6
3.1.1	Señalización fija.....	6
3.1.2	Enclavamientos	6
3.1.3	Balizas.....	7
3.2	Señalización semafórica	7
3.2.1	Regulación de señalización semafórica	8
3.3	Detección de posición e identificación de tranvías	8
4	Señalización viaria	9
4.1	Objetivos	9
4.2	Zonas conflictivas.....	9
4.3	Señalización en los viales	9
5	Interfaces con obra civil	11
6	Marco normativo	12

Índice de imágenes

Imagen 1: Señalización semafórica.....	7
Imagen 2: Esquema de funcionamiento de cruce.....	8

1 Introducción y objeto del anejo

El objeto del presente Anejo es describir los elementos del sistema de señalización tranviaria para el nuevo trazado, así como sus características principales.

La señalización tranviaria permite que los tranvías circulen de una forma segura, facilita la explotación, permite la supervisión de las zonas de maniobras y permite la limitación de la velocidad de en determinados puntos del trazado.

El objetivo principal del sistema de señalización es garantizar la seguridad de la operación, así como facilitar las acciones necesarias si se detecta una situación de riesgo o emergencia.

La señalización debe garantizar la preferencia de paso del tranvía en los cruces y prevenir posibles accidentes.

El tipo de operación a emplear es de tipo “marcha a la vista” como en el resto del trazado.

Para mantener la compatibilidad con el equipamiento existente en la Línea Atxuri-La Casilla, los equipos de señalización deberán ser compatibles con el equipamiento utilizado en las unidades móviles en funcionamiento actualmente.

Las nuevas señales o discos tranviarios deberán ser como los existentes en la actualidad, incluyendo la forma, número de focos y apariencia, para no generar confusiones.

2 Aspectos generales

2.1 Tipos de infraestructura tranviaria

En este trazado existen dos tipos de infraestructura:

- Compartida con otros vehículos

Los carriles van integrados en el pavimento y el trazado es accesible para el resto de vehículos sujetos a la normativa de seguridad vial. Además el trazado se comparte con los peatones en las zonas donde hay pasos de peatones.

- Separada del tráfico vial

En este tipo de infraestructura la vía es de uso exclusivo para el tranvía. La separación se realizará mediante bordillos. Este tramo puede ser cruzado por peatones en los pasos de peatones pero no puede ser atravesado por el resto de vehículos.

La circulación en este tipo de infraestructuras debe respetar las leyes y reglas utilizadas en la zona para el tráfico vial tales como velocidad máxima, semaforización, señalización etc.

El conductor del tranvía tiene el control y responsabilidad de la conducción “marcha a la vista” por lo que el conductor deberá de actuar adecuadamente ante los posibles riesgos existentes.

2.2 Tipo de circulación

El trazado discurre a través de zona urbana por lo que comparte el trazado con vehículos, peatones etc. La circulación tal y como se ha descrito anteriormente será en modo “marcha a la vista” estando bajo control del conductor.

La velocidad máxima en tramos urbanos es de 50 km/h pero tal y como se especifica en el “Anejo 6 – Trazado” debido a el radio de las curvas del nuevo trazado la velocidad estará limitada a 20 km/h.

3 Señalización tranviaria y detección de tranvías

En este apartado se proponen los tipos de señales y semáforos que se instalarán para ayudar a los conductores del tranvía y reducir las probabilidades de sufrir un accidente.

Responde al “Reglamento de circulación de tranvías”, aprobado por la Dirección de Transportes del Departamento de Transportes y Obras Públicas del Gobierno Vasco.

Las señales tranviarias se diseñan para que no sean confundidas con las señales de circulación vial.

La señalización que se empleará en el tramo actual estará compuesta de los siguientes elementos:

- Señalización tranviaria.
- Señalización mediante semáforos viarios y peatonales.
- Detectores de posición de tranvías.

3.1 Señalización tranviaria

El tipo de conducción será de ‘marcha a la vista’ por lo que los elementos de señalización serán los siguientes:

- Señalización fija
- Enclavamientos
- Balizas

3.1.1 Señalización fija

Las señales deberán de tener una dimensión lo suficientemente grandes para ser visibles desde la distancia de frenado.

Dado que las señales deben ser visibles deben cumplir las especificaciones de señalética vial, por lo que las señales deberán de ser reflectantes.

El objetivo de la señalización es indicar a los peatones y los vehículos la presencia del tranvía, por lo que se instalarán señales verticales de advertencia. Además se dispondrá de señalización horizontal para delimitar la plataforma.

3.1.2 Enclavamientos

El tipo de enclavamientos que se empleará son de tipo tranviario con nivel de seguridad mínimo de SIL-2.

Los enclavamientos reciben la información de la vía mediante las balizas o los circuitos de vía, y posteriormente se envía al puesto de mando.

Normalmente los enclavamientos se realizan desde el tranvía. El puesto de mando también puede manejar los enclavamientos según la información recibida por los elementos de vía y por el tranvía.

3.1.3 Balizas

Dado que en este trazado no cuenta con aparatos de vía solamente se emplearán balizas de relocalización.

Las balizas de relocalización se emplean para mejorar la precisión de localización.

Se instalarán en los cruces de vía o cada 500 metros en zonas cercanas a alguna estación.

3.2 Señalización semafórica

Debido a que el tranvía comparte el espacio con otros medios de transporte, la regulación semafórica del tranvía debe de estar coordinada con los semáforos de circulación vial. Por eso en los puntos donde el tranvía se cruza con el tráfico rodado habrá un sistema semafórico que coordine la intersección entre el tranvía y el tráfico rodado. Para que el sistema funcione, los semáforos detectarán a través de las balizas la llegada del tranvía.

Las señales serán igual que las empleadas en la línea existente. Las señales se colocarán en zonas cercanas a agujas, cruces de vías o cruces con tráfico rodado. Las señales utilizarán el sistema LED de dos y tres focos.

Las señales empleadas son las mostradas en la “Imagen-1”.











				
				
“SISTEMA EN REPOSO” PASO PROHIBIDO	SISTEMA DETECCIÓN ACTIVO PASO PROHIBIDO	SISTEMA DETECCIÓN ACTIVO PASO PERMITIDO	SISTEMA DETECCIÓN ACTIVO ANUNCIA CAMBIO A PASO PROHIBIDO	“SISTEMA EN REPOSO” PASO PROHIBIDO

Imagen 1: Señalización semafórica.

El tamaño máximo del foco será de 200 mm y estará a una altura de 2,4 metros. Se emplearán semáforos iguales a los utilizados en la línea actual.

3.2.1 Regulación de señalización semafórica

Actualmente los semáforos de la ciudad son controlados por el ayuntamiento mediante el uso de reguladores de tráfico. Debido al nuevo trazado del tranvía se tendrá que modificar la señalización semafórica existente para coordinar el paso del tranvía con la circulación viaria.

Las señales semafóricas estarán colocadas en las intersecciones entre el tranvía y el tráfico rodado, y deberán de estar sincronizadas con los semáforos viales.

Para un buen funcionamiento y seguro las intersecciones estarán equipadas con los sistemas de semáforo adecuados y se controlarán por un equipo de control local.

Unos metros antes de la intersección se colocará un detector para saber cuándo se aproxima un tranvía. En caso de fallo del detector el tranvía tendrá que parar antes de la intersección donde se colocará otro detector de reserva. Entre los dos detectores se colocará un detector de confirmación.

Además se colocará otro detector después de la intersección para confirmar que el tranvía ha cruzado la zona conflictiva.

En la “Imagen-2” se muestra un esquema de funcionamiento.

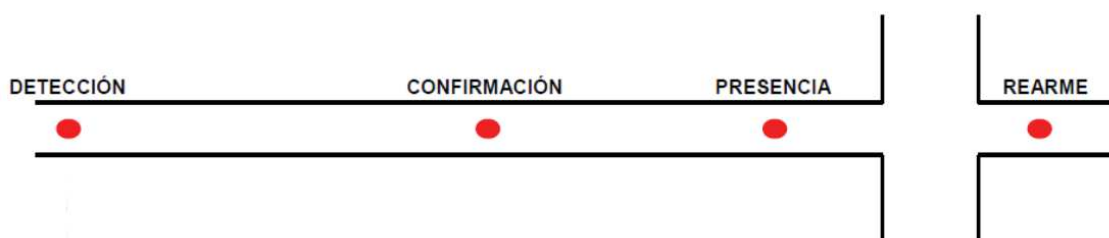


Imagen 2: Esquema de funcionamiento de cruce.

3.3 Detección de posición e identificación de tranvías

Una de las funciones de la señalización es detectar la ubicación de los tranvías en la red e informar al centro de control.

Para ello el trazado se divide en segmentos y se detecta la presencia del tranvía en cada uno de ellos. Así se sabe dónde se encuentra el tranvía en

todo momento y en caso de haber algún problema se puede interrumpir la circulación.

Para eso antes de cada segmento se colocan unas señales que prohíban la entrada del tranvía al siguiente segmento en caso de peligro.

4 Señalización viaria

4.1 Objetivos

Los principales objetivos de la señalización son los siguientes:

- Coordinar la circulación entre los tranvías, vehículos y peatones.
- Evitar accidentes.

La función de las señales es ayudar e informar al conductor del tranvía. Se tratará de identificar los puntos conflictivos para señalarlos adecuadamente.

4.2 Zonas conflictivas

Los puntos del trazado que necesitan señalización son los siguientes:

- Intersecciones entre tranvía y tráfico vial.
- Intersecciones entre tranvía y peatones.
- Otros.

4.3 Señalización en los viales

Para coordinar la señalización viaria con la tranviaria se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Tal y como lo dicta el acuerdo internacional europeo el sistema ferroviario tendrá prioridad.
- En caso de existir semáforos viales, los controladores dependerán de la autoridad que lo gestiona en la actualidad, pero los tiempos deberán de ser modificados para introducir el tranvía.
- En los puntos donde no hay semáforos, se instalarán integrándolos con el sistema semafórico actual.
- Las instalaciones semafóricas deberán de enviar la información al Centro de Control.

- Los semáforos dirigidos al tranvía serán diferentes a los empleados para el tráfico vial.

5 Interfaces con obra civil

Se tenderán canalizaciones en la fase de obra civil del mismo tipo y capacidad que las del resto de la línea.

En la obra civil se dejarán los huecos para los equipos que se instalan en la vía. Estos cajeados tendrán instalado drenaje, conectado a la red de drenaje principal. También se dejarán las arquetas necesarias y del tamaño adecuado para el tendido y empalme de los cables.

6 Marco normativo

- REGLAMENTO GENERAL DE CIRCULACIÓN. Real Decreto 1428/2003, de 21 de Noviembre.
- REGLAMENTO GENERAL DE VEHÍCULOS. Real Decreto 2822/1998, de 23 de Diciembre
- REGLAMENTO CIRCULACIÓN TRANVÍA. Orden de 15 de Octubre de 2002, del Consejero de Transportes y Obras Públicas del Gobierno Vasco.
- DECRETO 277/2010 DEL GOBIERNO VASCO (Planes de Autoprotección)

	REQUERIMIENTOS NORMATIVA	REQUERIMIENTOS ADICIONALES IMPLEMENTADOS
Reglamento General Circulación	<i>Disco viario vertical y horizontal</i>	Reglamento General de Circulación + Discos tranviarios + Detección unidades (triángulos)
Reglamento General Vehículos	<i>Dispositivos de alumbrado</i> Luz de posición (delantera y trasera) Dispositivo indicador de servicio (delantera y trasero)	Reglamento General Vehículos + Fichas UIC y CEI (Normativa Ferroviaria). Hombre muerto, velocidad prefijada, tram-stop
Reglamento Circulación Tranvía	Normativa propia del Gobierno Vasco	Discos tranviarios + Detección unidades (triángulos)
Plan de Autoprotección	Decreto 277/2010 del Gobierno Vasco	Plan de Autoprotección del Tranvía de Bilbao y Tranvía de Vitoria-Gasteiz registrados y homologados

Anejo 10

Ordenación y regulación del tráfico

Índice

1	Introducción y objeto del anejo.....	4
2	Situación actual.....	5
3	Condicionantes	6
4	Propuesta de ordenación	7
4.1	Avenida Indalecio Prieto.....	9
4.2	Calle Marcelino Menéndez y Pelayo	10
4.3	Calle Fika	11
4.4	Calle Zabalbide	12
5	Intersecciones.....	13
5.1	Intersección en P.K 0 + 021,92	13
5.2	Intersección en P.K 0 + 205,45	13
5.3	Rotonda de Miraflores	14

Índice de imágenes

Imagen 1: Zona afectada.....	5
Imagen 2: En verde circulación Atxuri-Miraflores, y en rojo circulación Miraflores-Atxuri.....	8
Imagen 3: Avenida Indalecio Prieto.....	9
Imagen 4: Calle Marcelino Menéndez y Pelayo.....	10
Imagen 5: Calle Fika.....	11
Imagen 6: Calle Zabalbide.....	12
Imagen 7: Intersección en el P.K 0 + 021,92.....	13
Imagen 8: Intersección con acera en P.K 0 + 205,45.....	14

1 Introducción y objeto del anejo

Este estudio tiene como objeto analizar y definir las afecciones al tráfico de la implantación del nuevo trazado en el entorno de Atxuri.

La construcción de un nuevo trazado en una zona urbana consolidada modifica las características del sistema de movilidad y afecta al resto de medios de transporte. La implantación del nuevo trazado debe garantizar los siguientes requisitos:

- Se debe asegurar la capacidad y seguridad suficiente para los movimientos de vehículos y peatones.
- El tranvía comparte la superficie de las intersecciones con el resto de medios de transporte, pero tiene no puede modificar su recorrido, con lo que habrá que garantizar una circulación fluida en las intersecciones.
- Las soluciones de ordenación y regulación de tráfico deben considerar la necesidad de mantener una velocidad adecuada para asegurar la seguridad y comodidad de los usuarios. La velocidad estará regulada mediante los sistemas de regulación.

La regulación vial del entorno tiene como objetivo implantar el nuevo trazado tratando de generar un impacto mínimo sobre el trazado.

2 Situación actual

El trazado transcurre en totalidad por la calle Atxuri y cruza la intersección que está tiene con la calle Encarnación plaza Basobidea.

La calle Atxuri comienza junto al puente de San Antón y su trazado sigue paralelo a la ría hasta llegar a la avenida Miraflores.

El tramo de calle afectado tiene alrededor de 9 metros de ancho que están compuestos por dos aceras de entre 1-1,5 metros (una a cada lado) y dos carriles de unos 3 metros, uno para cada sentido de tráfico.

En la “Imagen-1” se muestra la zona afectada.



Imagen 1: Zona afectada.

Dado que no se disponen de datos de tráfico de la calle Atxuri se ha realizado una estimación tras haber contado el paso de vehículos manualmente.

El resultado obtenido es que por la calle Atxuri circulan alrededor de 4588 vehículos/día. Se supondrá que el 50% del tráfico circula en cada sentido de la calzada, con lo que el número de vehículos a redirigir será de 2294.

3 Condicionantes

Dado que la intención al elaborar el trazado es que sea de plataforma reservada y debido a las reducidas dimensiones de la calle, habrá que eliminar uno de los sentidos de circulación de la calle Atxuri y redirigir el tráfico por otras vías. Con lo que la calle pasará a tener una única vía de circulación en sentido Atxuri-Miraflores.

4 Propuesta de ordenación

En este apartado se describe la propuesta de reordenación del tráfico.

Tras el análisis de diferentes opciones, se ha tomado la solución que generaba menos incidencias en el tráfico actual, además las características del entorno urbano no ofrecen muchas posibilidades.

En la solución adoptada, se redirigirá el tráfico que circula en dirección Miraflores-Atxuri, con lo que los vehículos que circulen en dirección Atxuri-Miraflores, lo seguirán haciendo por la calle Atxuri.

A continuación se muestra el nuevo trayecto que tendrán que recorrer los vehículos que se dirijan a Atxuri desde Miraflores:

4.1 Avenida Indalecio Prieto



Imagen 3: Avenida Indalecio Prieto.

La Avenida Indalecio Prieto conecta la Avenida Miraflores con una glorieta a la que enlazan la calle Santutxu, la calle Marcelino Menéndez y Pelayo, y la calle Sagarminaga. La calle consta de dos carriles para cada sentido de la circulación separadas mediante una isleta ajardinada.

El tráfico que transcurre por esta calle es de 10.707 vehículos/día, se tomará un 50% en cada sentido, con lo que en el sentido afectado circularán 5.354 vehículos.

Tras redirigir la circulación por esta calle, se incrementará el tráfico un 42,8%, por lo que la calle soportará una circulación de 7.648 vehículos/día.

4.2 Calle Marcelino Menéndez y Pelayo



Imagen 4: Calle Marcelino Menéndez y Pelayo

La calle Marcelino Menéndez y Pelayo conecta la rotonda descrita en el apartado anterior con la calle Fica. Tiene un único sentido de circulación con aparcamientos a ambos lados.

El tráfico contabilizado en esta calle ha sido de 1.038 vehículos/día.

Tras la redirección del tráfico esta calle sufrirá un incremento del 221% haciendo un total de 3.332 vehículos/día.

4.3 Calle Fika



Imagen 5: Calle Fika

La calle Fika enlaza la calle Marcelino Menéndez y Pelayo con la calle Zabalbide. Esta calle está compuesta por un único sentido de la circulación con aparcamientos a ambos lados.

La circulación medida en la calle Fika es de 1.276 vehículos/día.

Tras el paso del nuevo tráfico, este se verá incrementado en un 179,78%, haciendo un total de 3.570 vehículos/día.

4.4 Calle Zabalbide

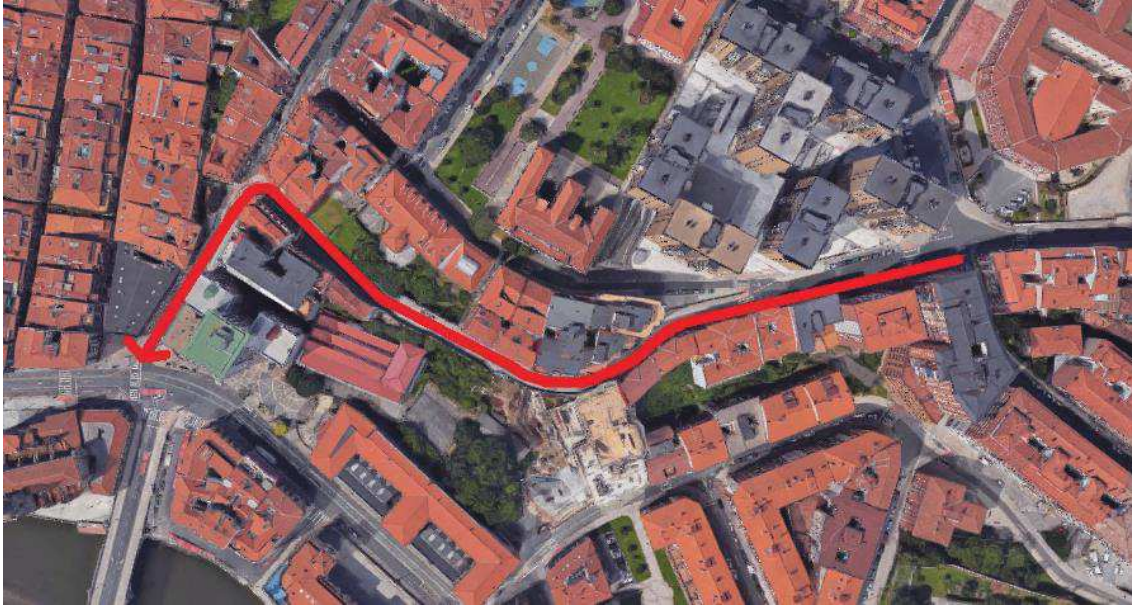


Imagen 6: Calle Zabalbide

La calle Zabalbide conecta la calle Fika con Atxuri junto al puente de San Antón. Un tramo de la calle está compuesto por dos carriles, uno en cada sentido de la circulación, y en el tramo final pasa a ser de un único carril en un sentido de circulación

El tráfico contabilizado ha sido de 1.616 vehículos/día.

La reordenación del tráfico incrementara este en un 141,95% haciendo un total de 3.910 vehículos/día.

5 Intersecciones

Durante el transcurso del trazado, este puede generar puntos conflictivos cuando atraviesa elementos como trayectorias de vehículos, aceras, pasos de peatones...

En este apartado se analiza los principales puntos conflictivos y las soluciones adoptadas:

5.1 Intersección en P.K 0 + 021,92

En este punto el trazado es atravesado por los vehículos que se dirigen a la avenida Miraflores, ya que con la nueva reordenación de tráfico estos tendrán que circular por el carril izquierdo de la calzada.

Para garantizar la seguridad se tomarán todas las medidas exigidas por la normativa vigente en cuanto a señalización y elementos de seguridad.

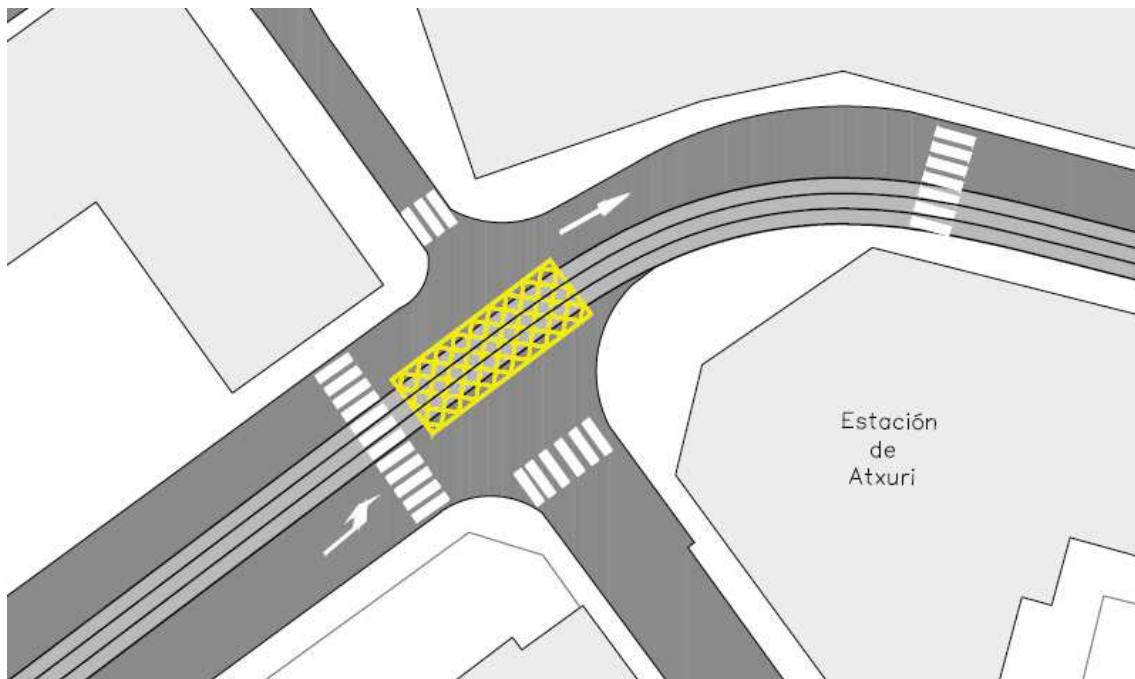


Imagen 7: Intersección en el P.K 0 + 021,92.

5.2 Intersección en P.K 0 + 205,45

En este punto el trazado atravesará la acera para acceder a la zona de vías de la estación de Atxuri. En este punto deberá de colocarse semáforos y elementos de señalización para garantizar la seguridad de los peatones.

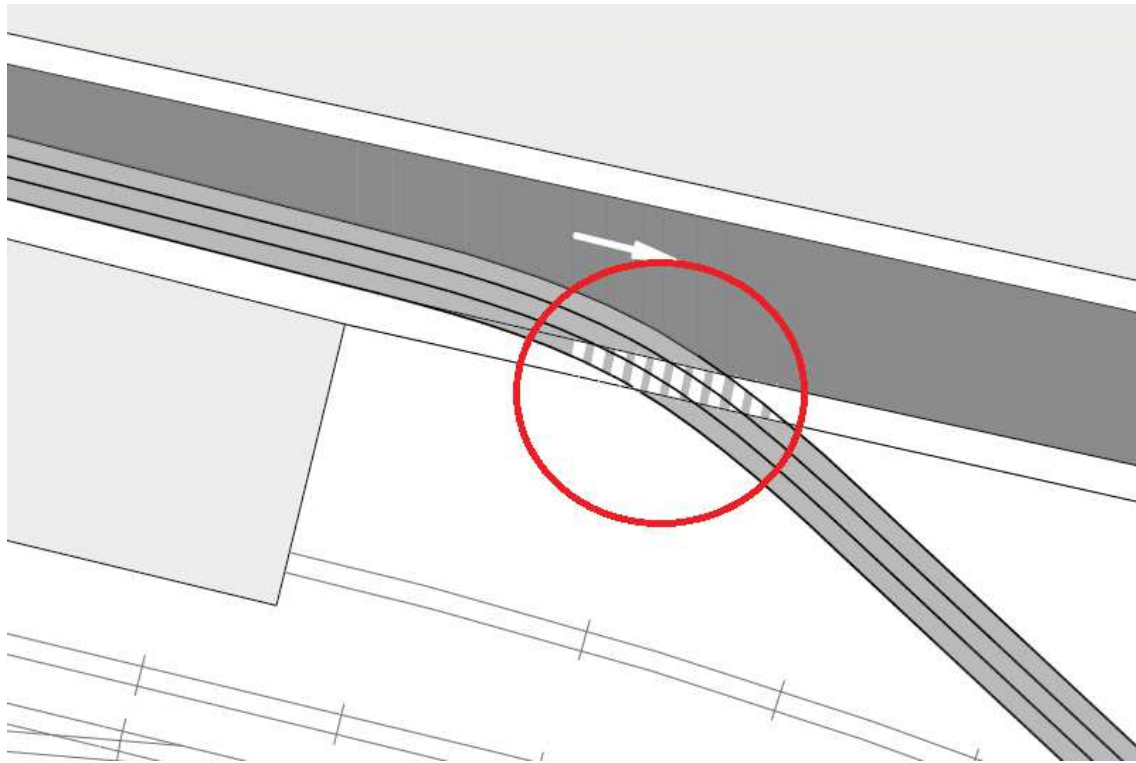


Imagen 8: Intersección con acera en P.K 0 + 205,45

5.3 Rotonda de Miraflores

Dado que el tráfico ya no podrá circular desde la rotonda de Miraflores hacia Atxuri, se instalarán señales que prohíban el paso para impedir que los vehículos accedan a la carretera.

Anejo 11

Servicios afectados

Índice

1	Introducción y objeto del anejo.....	3
2	Afección a servicios	4
2.1	Abastecimiento	4
2.2	Alumbrado.....	4
2.3	Saneamiento y drenaje	4
2.4	Electricidad	4
2.5	Telefonía.....	5
2.6	Gas	5

1 Introducción y objeto del anejo

El objeto de este anejo es la localización y descripción de los servicios existentes que puedan verse afectados por las obras definidas en el proyecto constructivo del trazado y que deben ser repuestos total o parcialmente por las compañías titulares del servicio o por aquellas empresas que éstas designen, realizándose en caso necesario su reposición y valoración.

Para la realización del inventario inicial de los servicios afectados se ha tenido en cuenta la información suministrada por el ayuntamiento de Bilbao.

2 Afeción a servicios

Para la ejecución del proyecto se realizan las siguientes afecciones a las redes de servicios existentes:

2.1 Abastecimiento

Se ven afectadas varias tuberías de abastecimiento que tendrán que ser desviadas o reforzadas.

Para la ejecución del trazado se restituirán las tuberías afectadas por unas de las mismas características en una posición similar a las actuales, pero teniendo en cuenta el nuevo trazado.

En este caso como las tuberías pasan bajo la plataforma deberá de asegurarse de que no soporten cargas de la superestructura.

La longitud aproximada a reponer es de 30 m.

2.2 Alumbrado

La red de alumbrado se modificará lo menos posible, siendo necesario el levante de las luminarias que se encuentren dentro del perímetro de excavación y de aquellas situadas junto a la plataforma, y la posterior reposición de éstas en posiciones similares a las que ocupan actualmente.

No se prevé afecciones a la red de alumbrado público.

2.3 Saneamiento y drenaje

La ejecución de las obras transcurre sobre la red de saneamiento de aguas pluviales. Esta se desplazará al borde de la plataforma manteniendo las características actuales y tratando de modificarla lo menos posible.

Los elementos de drenaje de la superestructura irán conectados a la red de saneamiento mediante arquetas.

La longitud del tramo afectado será de 210 m.

2.4 Electricidad

Una vez determinadas las posibles interferencias con las líneas eléctricas enterradas y aéreas, y replanteadas "in situ", se ejecutarán los trabajos precisos, cortando el suministro temporalmente si fuera posible.

Se estima que la afección será de unos 15 metros. Se solucionará mediante un refuerzo de las canalizaciones.

El Contratista seguirá en todo momento las instrucciones de los servicios técnicos de Iberdrola o Ayuntamiento.

2.5 Telefonía

Para determinar, interrumpir y reponer el servicio se seguirán los mismos criterios indicados para las líneas eléctricas, siguiendo las instrucciones de Telefónica y Euskaltel.

El Contratista seguirá en todo momento las instrucciones de los técnicos de las compañías que gestionan las redes telefónicas.

Se prevé una afección a las redes telefónicas de unos 15 metros. Para solucionarlo se reforzarán las canalizaciones a su paso por debajo de la plataforma.

2.6 Gas

En algún punto, el trazado pasa sobre la red de gas natural. Se prevé que quedarán afectados alrededor de 15 metros de línea.

Para solucionarlo se deberán de reforzar las canalizaciones.

La ubicación de los servicios afectados está detallada en el “Documento 2-Planos”.

Anejo 12

Gestión de residuos

Índice

1	Introducción y objeto del anejo.....	3
2	Contenido del documento	4
3	Normativa	5
3.1	Normativa comunitaria	5
3.2	Normativa nacional	5
3.3	Normativa autonómica	6
3.4	Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Bilbao.....	7
4	Identificación de los residuos que se van a generar	7
5	Medidas para la prevención de estos residuos	8
5.1	Medidas de carácter general	8
5.2	Medidas a adoptar para la prevención de RCD.....	8
5.2.1	Hormigón.....	9
5.2.2	Escombros minerales	9
5.2.3	Chatarra y ferralla	9
5.2.4	Madera	9
5.2.5	Plástico, papel y cartón.....	9
5.2.6	Albañilería	10
5.2.7	Aceites minerales y sintéticos	10
5.2.8	Productos líquidos	10
6	Operaciones de reutilización, valorización y eliminación de residuos	12
6.1	Operaciones de reutilización	12
6.2	Operaciones de valorización o eliminación	12
7	Medidas contempladas para la separación de los residuos	14
8	Pliego de prescripciones técnicas	15
8.1	Almacenamiento de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra	15
8.2	Manejo de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra	16
8.3	Otras operaciones de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra	16
9	Plano	19
10	Presupuesto	20
10.1	Mediciones.....	20
10.2	Valoración del coste previsto	20

1 Introducción y objeto del anejo

El presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción se redacta en base al Proyecto de construcción de una marquesina y enlace del tranvía de Bilbao con la línea de Euskotren en Atxuri, Bilbao, Bizkaia, de acuerdo con el RD 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición.

El presente Estudio realiza una estimación de los residuos que se prevé que se producirán en los trabajos directamente relacionados con la obra y habrá de servir de base para la redacción del correspondiente Plan de Gestión de Residuos (PGR) por parte del Constructor. En dicho Plan se desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento en función de los proveedores concretos y su propio sistema de ejecución de la obra.

El Proyecto recoge una serie de mediciones y presupuesto y este estudio supone un complemento a aquel.

2 Contenido del documento

De acuerdo con el Decreto 112/2012, de 26 de junio, que regula la producción y gestión de RCD en el País Vasco, se presenta el presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, con el siguiente contenido:

- Identificación de los residuos que se van a generar.
- Estimación de la cantidad de residuos a generar, expresada en m³ o Tn
- Medidas para la prevención de estos residuos.
- Operaciones de reutilización, valorización y eliminación de residuos
- Medidas contempladas para la separación de los residuos
- Planos de instalaciones previstas para el almacenaje, manejo, separación, etc...
- Pliego de prescripciones técnicas para la gestión.
- Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCDs, que formará parte del presupuesto del proyecto.

3 Normativa

Será de obligado cumplimiento la normativa que en materia de residuos se apruebe hasta la ejecución del proyecto.

3.1 Normativa comunitaria

- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- Directiva 2006/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a los residuos.
- Directiva 99/31/CE relativa al vertido de residuos.
- Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a los envases y residuos de envases y directivas 2004/12/CE y 2005/20/CE que la modifican.
- Directivas 91/689/CEE y 94/904/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre residuos peligrosos y directiva 94/31/CEE que los modifica.

3.2 Normativa nacional

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados. Los artículos 3.4 y 5.5 han sido derogados por el Real Decreto 106/2008, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- Real Decreto 679/2006 por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Real Decreto 653/2003 sobre incineración de residuos y R.D. 1217/97 sobre incineración de residuos peligrosos.
- Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y reglamentos posteriores que la desarrollan.
- Orden 304/2002 del Ministerio de Medio Ambiente, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, y corrección de errores publicada en B.O.E. del 12/03/2002.
- Real Decreto 1481/2001 por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Ley 10/1998 de Residuos (BOE núm. 96, de 22 de abril) y ley 62/2003 que la modifica.
- Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases y R.D. 782/98 y 252/2006 que la desarrollan y modifican.

- Real Decreto 45/1996 por el que se regulan diversos aspectos relacionados con las pilas y los acumuladores que contengan determinadas sustancias peligrosas
- Real Decreto 363/1995 de aprobación del Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- Ley 20/1986 básica de residuos tóxicos y peligrosos y R.D. 952/1997 y 833/1998 que la desarrollan.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, Responsabilidad Medioambiental.
- Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre de Responsabilidad Medioambiental.
- Plan Nacional Integrado de Residuos 2.005-2.017 y Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006.

Toda aquella normativa de Prevención y Seguridad y Salud que resulte de aplicación debido a la fabricación, distribución o utilización de residuos peligrosos o sus derivados.

3.3 Normativa autonómica

- Decreto 49/2009, de 24 de febrero, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero y la ejecución de los rellenos.
- Decreto 165/2008 de 30 Sep. Comunidad Autónoma del País Vasco (inventario de suelos que soportan o han soportado actividades o instalaciones potencialmente contaminantes del suelo).
- Ley 1/2005, de 4 de febrero, para la corrección y protección de la contaminación del suelo.
- Decreto 34/2003, de 18 de febrero, por el que se regula la valorización y posterior utilización de escorias procedentes de la fabricación de acero en hornos de arco eléctrico, en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco.
- Decreto 46/2001 de 13 de marzo, por el que se regula la gestión de los neumáticos fuera de uso en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco.
- Decreto 259/1998, de 29 de septiembre, por el que se regula la gestión del aceite usado en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco.
- Ley 3/1998, de 27 de febrero, general de protección del medio ambiente del País Vasco. TÍTULO III. Ordenación de las actividades con incidencia en el medio ambiente. Capítulo IV. Residuos.
- Decreto 112/2012, de 26 de junio, que regula la producción y gestión de RCD en el País Vasco.

3.4 Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Bilbao

- Ordenanza Municipal de Protección del Medio Ambiente (BO Vizcaya núm. 111, de 10 de junio de 2000).

4 Identificación de los residuos que se van a generar

En la siguiente tabla se hace una estimación de los RCD generados en la obra.

Código	Procedencia	Lista de residuos	Tipología
17.01.01	Demolición de muros	Hormigón	Inerte
17.03.02	Demolición de pavimentos	Mezclas bituminosas	No especial
17.01.01	Demolición de aceras y bordillos	Hormigón	Inerte
17.05.04	Excavación	Tierras y piedras	Inerte
17.02.01	Embalajes	Plástico	No especial
17.02.03	Embalajes	Madera	No especial
15.01.01	Embalajes	Papel y cartón	No especial
17.04.05	Demoliciones	Metales	No especial

5 Medidas para la prevención de estos residuos

A continuación se describen las medidas que deberán tomarse en la obra con el fin de prevenir la generación de residuos.

Para prevenir la generación de residuos, se incluyen todas las medidas que tratan de reducir la cantidad de residuos de construcción y demolición (RCD) que sin su aplicación se producirían, o bien que consigan reducir la cantidad de sustancias peligrosas contenidas en los RCD que se generen, disminuyendo la peligrosidad de los mismos, mejorando la gestión medioambiental y económica.

También se incluyen las medidas que faciliten el reciclaje de los productos, que con el tiempo se convertirán en residuos, disminuyendo el contenido de sustancias peligrosas. Todas las medidas, deben apuntar a la reducción en origen de la generación de RCD.

5.1 Medidas de carácter general

Como medida general, se deberán minimizar y reducir las cantidades de materias primas que se utilizan, así como los residuos que se originan en la obra.

Se hará una previsión de la cantidad de materiales que se necesitan para la ejecución de la obra para evitar un uso excesivo de materiales que, además de encarecer la obra, es origen de un mayor volumen de residuos.

Será necesario acumular los materiales en zonas que no entorpezcan la ejecución de las obras, de forma que permanezcan bien embalados hasta el ser utilizados, con el fin de evitar residuos procedentes de la rotura de piezas.

Las herramientas de trabajo se limpiarán después de su uso para prolongar su vida útil.

Para prevenir la generación de residuos se deberá instalar un punto de almacenaje de productos sobrantes reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos sino que se proceda a su aprovechamiento posterior por parte del Constructor.

5.2 Medidas a adoptar para la prevención de RCD

A continuación se describen las medidas a que se deberán adoptar para la prevención de los diferentes residuos de construcción y demolición que se prevén generar en la obra.

5.2.1 Hormigón

- Programar correctamente la llegada de camiones de hormigón para evitar el principio de fraguado y, por tanto, la necesidad de su devolución a planta que afecta a la generación de residuos y a las emisiones derivadas del transporte.
- Aprovechar los restos de hormigón fresco, siempre que sea posible (en la mejora de los accesos, zonas de tráfico, etc.).

5.2.2 Escombros minerales

- Se clasificarán y reciclarán los escombros según la legislación vigente.

5.2.3 Chatarra y ferralla

- Centralizar, siempre que sea posible y exista suficiente espacio en la obra, el montaje de los elementos armados.
- Almacenar correctamente los materiales para protegerlos de la intemperie y evitar la corrosión en el caso de los metales.
- Aprovechar los materiales y los recortes de material y favorecer el reciclaje de aquellos elementos que tengan opciones de valorización.
- Optimizar el corte de chapas para reducir al mínimo los recortes.

5.2.4 Madera

- Realizar los cortes de madera con precisión para aprovechar el mayor número de veces posible, respetando siempre las exigencias de calidad.
- Almacenar correctamente los materiales para protegerlos de la intemperie y evitar su deterioro y transformación en residuo.
- Aprovechar los materiales y los recortes y favorecer el reciclaje de aquellos elementos que tengan opciones de valorización.
- Se acopian separadamente y se reciclan, reutilizan o llevan a vertedero autorizado
- Los acopios de madera están protegidos de golpes o daños.

5.2.5 Plástico, papel y cartón

- Comprar evitando envoltorios innecesarios.
- Comprar materiales al por mayor con envases de un tamaño que permita reducir la producción de residuos de envoltorios.
- Dar preferencia a aquellos proveedores que envasan sus productos con sistemas de embalaje que tienden a minimizar los residuos.

- Dar preferencia a los proveedores que elaboran los envases de sus productos con materiales reciclados, biodegradables, o que puedan ser retornados para su reutilización.

5.2.6 Albañilería

- Realizar los trabajos de corte con precisión para favorecer el uso de ambas partes de la pieza.
- Disponer de una central de corte para evitar la dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillo, bloques de cemento, baldosas, etc.

5.2.7 Aceites minerales y sintéticos

- Se establece una sistemática para almacenamiento y recogida por Gestor Autorizado (GA)
- Se recogen en envases sólidos y resistentes, sin defectos estructurales ni fugas
- Se depositan en bidones, que se trasladan cerrados desde el taller hasta el almacén
- Se almacenan en cisterna de 3.000 l reconocible y con letrero etiquetado
- Se almacenan evitando mezclas con agua, con residuos oleaginosos, o con policlorofenilos, u otros RP
- Se avisa al GA cuando la cisterna está $\frac{3}{4}$ llena, o a los cinco meses de almacenamiento
- Se evitan vertidos en cauces o en alcantarillado
- Se evitan depósitos en el suelo
- Se evitan tratamientos que afecten a la atmósfera
- Se inscriben en la Hoja de control interno de RP
- Se reduce la cantidad generada reduciendo la frecuencia de cambio de aceite
- Se reduce la cantidad generada manteniendo las máquinas en buen estado
- Se reduce la cantidad generada usando las máquinas en su rango de mayor eficiencia

5.2.8 Productos líquidos

- Almacenar estos productos en lugar específico preparado para tal fin.
- Tapar los productos líquidos una vez finalizado su uso para evitar evaporación y vertidos por vuelcos accidentales.
- Usar detergentes biodegradables, sin fosfatos ni cloro.
- Reducir el uso de disolventes.
- Calcular la cantidad de pintura necesaria para evitar sobrantes.

- Vaciar los recipientes de pintura antes de gestionarlos. Almacenar la pintura sobrante y, siempre que sea posible, reutilizarla.

6 Operaciones de reutilización, valorización y eliminación de residuos

6.1 Operaciones de reutilización

- Reutilización de materiales metálicos.
- Procurar retornar los palets al suministrador.
- Reutilizar las lonas y otros materiales de protección, andamios, etc.

6.2 Operaciones de valorización o eliminación

Se clasificarán los residuos producidos, para facilitar su valorización y gestión por el gestor de residuos.

La recogida selectiva de los residuos debe ir encaminada tanto a facilitar la valorización de los residuos, como a mejorar su gestión en el vertedero. Así, los residuos, una vez clasificados se envían a gestores especializados en el reciclaje, evitándose así transportes innecesarios debido a ser rechazados por contener materiales no admitidos por el vertedero o la central recicladora.

Con el fin de realizar una gestión eficaz de los residuos se deberán conocer las mejores posibilidades para su gestión. Se analizarán las condiciones técnicas necesarias y, antes de empezar los trabajos, se definirá un conjunto de prácticas para una buena gestión de la obra, que el personal deberá cumplir durante la ejecución de los trabajos.

Se deberá planificar la obra teniendo en cuenta las expectativas de generación de residuos y de su eventual minimización o reutilización.

Se deberá identificar, en cada una de las fases de la obra, las cantidades y características de los residuos que se originarán en el proceso de ejecución, con el fin de hacer una previsión de los métodos adecuados para su minimización o reutilización y de las mejores alternativas para su deposición.

Se deberá disponer de un directorio de los compradores de residuos, vendedores de materiales reutilizados y recicladores más próximos, que se deberá presentar a la dirección de la obra previo al inicio de la obra dentro del PGR.

- Recuperación o regeneración de disolventes
- Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no utilizan disolventes
- Reciclado y recuperación de metales o compuestos metálicos
- Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas
- Regeneración de ácidos y bases
- Acumulación de residuos para su tratamiento
- Potenciar el reciclado de los sacos de papel y de plástico evitando que entren en contacto con otros materiales, clasificándolos

convenientemente y consultando a los proveedores si ofrecen algún tipo de gestión específica.

7 Medidas contempladas para la separación de los residuos

A continuación se describen las medidas tomadas para la separar los residuos en obra.

Los residuos de construcción y demolición deberán separarse, para facilitar su valorización posterior, en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 10 t
- Ladrillos, tejas, cerámicas: 10 t
- Metal: En todos los casos
- Madera: En todos los casos
- Vidrio: 0,25 t
- Plástico: En todos los casos
- Papel-cartón: 0,25 t
- Residuos peligrosos: En todos los casos

A tal efecto se deberán disponer de cuantos contenedores se estimen convenientes para llevar a cabo los niveles de separación contemplados en el apartado anterior.

Los residuos peligrosos se deberán almacenar atendiendo a la etiqueta que lo acompaña y evitando la mezcla de envases incompatibles entre sí. Además, deberá existir una zona específica para el almacenamiento de los estos residuos.

8 Pliego de prescripciones técnicas

Se establecen las siguientes prescripciones específicas en lo relativo a la gestión de residuos:

8.1 Almacenamiento de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

El depósito temporal para RCD valorizables (maderas, plásticos, chatarra, etc.) que se realice en contenedores o en acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales de volumen inferior a 1 m³ o bien en contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 cm. a lo largo de todo su perímetro. En los mismos debe figurar la siguiente información del titular: razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor o envase y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.

Para el personal de obra, los cuales están bajo la responsabilidad del Contratista y consecuentemente del Poseedor de los Residuos, estarán obligados a:

- Etiquetar de forma conveniente cada uno de los contenedores que se van a usar en función de las características de los residuos que se depositarán.
- Las etiquetas deben informar sobre qué materiales pueden, o no, almacenarse en cada recipiente. La información debe ser clara y comprensible.
- Las etiquetas deben ser de gran formato y resistentes al agua.
- Utilizar siempre el contenedor apropiado para cada residuo.

- Separar los residuos a medida que son generados para que no se mezclen con otros y resulten contaminados.
- No colocar residuos apilados y mal protegidos alrededor de la obra ya que, si se tropieza con ellos o quedan extendidos sin control, pueden ser causa de accidentes.
- Nunca sobrecargar los contenedores destinados al transporte. Son más difíciles de maniobrar y transportar, y dan lugar a que caigan residuos, que no acostumbran a ser recogidos del suelo.
- Los contenedores deben salir de la obra perfectamente cubiertos. No se debe permitir que la abandonen sin estarlo porque pueden originar accidentes durante el transporte.
- Para una gestión más eficiente, se deben proponer ideas referidas a cómo reducir, reutilizar o reciclar los residuos producidos en la obra.
- Las buenas ideas deben comunicarse a los gestores de los residuos de la obra para que las apliquen y las compartan con el resto del personal.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...), serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipales.

8.2 Manejo de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra

Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón, serán tratados como residuos “escombro”.

Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

8.3 Otras operaciones de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos. En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/1998, de 21 de abril.

No se admitirá la gestión en ningún vertedero los residuos que pueden ser objeto de valorización tales como vidrio, papel-cartón, envases, residuos de construcción y demolición, madera, etc.

El poseedor de los residuos, deberá sufragar los costes de gestión, y entregar al Promotor, los certificados y demás documentación acreditativa.

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad los certificados de los contenedores empleados así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Al contratar la gestión de los RCD, hay que asegurarse que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora, planta de reciclaje de plásticos, madera, etc.) tiene la autorización del Gobierno vasco y la inscripción en el registro correspondiente. Asimismo se realizará un estricto control documental: los transportistas y gestores de RCD deberán aportar justificantes impresos de cada retirada y entrega en destino final. Para aquellos RCD (tierras, pétreos, etc.) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental de que ha sido así y deberá estar autorizado de manera previa por el órgano ambiental correspondiente, siempre de acuerdo a la legislación vigente, o deberá pasar por un gestor.

La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se generen en obra será conforme a la legislación nacional vigente y a los requisitos de las ordenanzas locales.

Todo el personal de la obra, del cual es el responsable, conocerá sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de obra.

Debe seguirse un control administrativo de la información sobre el tratamiento de los residuos en la obra, y para ello se deben conservar los registros de los movimientos de los residuos dentro y fuera de ella.

Siempre que sea posible, intentar reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de optar por usar materiales procedentes de otros solares, siempre y cuando se dispongan de las autorizaciones pertinentes.

El personal de la obra es responsable de cumplir correctamente todas aquellas órdenes y normas que el responsable de la gestión de los residuos disponga. Pero, además, se puede servir de su experiencia práctica en la aplicación de esas prescripciones para mejorarlas o proponer otras nuevas.

9 Plano

Según la legislación vigente, en lo relativo a los planos que se deben incluir en el EGRs, se señala que: "Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra."

Es por ello, se incluye un plano estimativo de la localización de los distintos puntos de recogida selectiva de los residuos generados en la obra, en el "Documento - 2 - Planos".

10 Presupuesto

10.1 Mediciones

A continuación se presentan las tablas de unidades y mediciones para la gestión, según los datos del proyecto.

Código	Procedencia	Lista de residuos	Medición	Unidad
17.03.02	Demolición de pavimentos	Mezclas bituminosas	64,24	M3
17.01.01	Demolición de aceras y bordillos	Hormigón	34,48	M3
17.05.04	Excavación	Tierras y piedras	499,47	M3
17.02.01	Embalajes	Plástico	70,20	kg
17.02.03	Embalajes	Madera	340,10	kg
15.01.01	Embalajes	Papel y cartón	60,58	kg

10.2 Valoración del coste previsto

Para calcular el coste previsto de la gestión se excluyen los metales, su gestión no suele suponer coste. Por tanto, el coste previsto para la gestión de los residuos de construcción y demolición (incluido alquiler de contenedores, costes de transporte, tasas y cánones de vertidos aplicables, así como la gestión de los mismos y los trámites documentales) es:

Código	Procedencia	Lista de residuos	Medición	Precio Ud.	Coste
17.03.02	Demolición de pavimentos	Mezclas bituminosas	64,24 m3	32,28 €/m3	2.073,66 €
17.01.01	Demolición de aceras y bordillos	Hormigón	34,48 m3	28,30 €/m3	975,78 €
17.05.04	Excavación	Tierras y piedras	499,47 m3	26,64 €/m3	13.305,88 €
17.02.01	Embalajes	Plástico	70,20 kg	0,60 €/kg	42,12 €
17.02.03	Embalajes	Madera	340,10 kg	0,10 €/kg	34,01 €
15.01.01	Embalajes	Papel y cartón	60,58 kg	0,15 €/kg	9,08 €

Asciende el presupuesto general de ejecución por contrata a la cantidad de:

Presupuesto gestión de residuos = 16.440,53 €

Anejo 13

Plan de obra

Índice

1	Introducción y objeto del anejo.....	3
2	Relación de actividades	4
2.1	Marquesina	4
2.2	Tranvía.....	4

1 Introducción y objeto del anejo

El presente anejo tiene por objeto la definición de una secuencia constructiva viable para la realización de las obras definidas en el Proyecto.

Como consecuencia de la programación se obtiene un plazo de ejecución de la obra que servirá de base para el contratista.

Por tanto, en este anejo se suponen unos equipos de trabajo a los que se asignan unos rendimientos medios, que llevan a la obtención de un plazo de ejecución lógico y con un cierto grado de flexibilidad.

2 Relación de actividades

El tipo de proyecto a realizar permite subdividir el proyecto para su programación constructiva en dos fases.

Cada obra elemental, está definida por un conjunto de actividades, cuyos plazos de condicionan el resultado de la programación.

Para realizar la programación de la construcción, el proyecto se ha dividido en dos grupos de actividades principales que podrán ser ejecutadas simultáneamente:

- Construcción de la marquesina
- Construcción del trazado del tranvía

De esta forma, las obras elementales en que se ha dividido el proyecto para su programación, así como las actividades principales previstas, son las siguientes:

2.1 Marquesina

- Acondicionamiento del terreno: Se trata de la preparación del terreno así como la excavación de zanjas y pozos.
- Cimentación: Ejecución de las zapatas y las vigas de atado entre zapatas.
- Estructura: Montaje de la estructura metálica.
- Cubierta: Montaje y colocación de los elementos que componen la cubierta.
- Evacuación de aguas pluviales: Montaje y conexión de los elementos para evacuación de aguas pluviales.

2.2 Tranvía

- Demoliciones: Demolición de las aceras y pavimentos necesarios.
- Acondicionamiento del terreno: Excavación y adecuación del terreno donde irá la plataforma.
- Drenaje: Instalación de los elementos de drenaje.
- Cimentación: Construcción de la plataforma tranviaria.
- Tendido de vía: Colocación de los elementos que forman el tendido de vía.
- Conexión a línea existente: Se trata de los trabajos necesarios para conectar el nuevo trazado con el existente.
- Pavimentación: Construcción de los acabados superficiales.
- Catenaria: Instalación de la catenaria y los elementos que la componen.
- Señalización horizontal: Ejecutar elementos de señalización horizontal.
- Señalización vertical: Instalación de la señalización vertical.
- Limpieza y acabados: Limpieza de la zona y ejecutar acabados.

PLAN DE OBRA																
Actividad / mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Trabajos previos																
Revisión de documentación	■															
Formación en seguridad y salud	■	■														
Reunión de coordinación	■	■														
Acta de replanteo		■														
Ejecución marquesina																
Acondicionamiento del terreno		■	■	■												
Cimentación				■	■	■										
Estructuras					■	■										
Cubierta						■	■									
Evacuación de aguas							■									
Limpieza y acabados								■								
Ejecución tranvía																
Demoliciones				■	■	■	■									
Acondicionamiento del terreno						■	■	■	■							
Drenaje								■	■							
Cimentación									■	■	■	■				
Tendido de vía											■	■				
Conexión a línea existente												■	■			
Pavimentación												■	■	■	■	
Catenaria													■	■	■	
Señalización horizontal															■	
Señalización vertical																■
Limpieza y acabados																■
Finalización de obras																
Inspecciones																■
Entrega obra completa																■

Anejo 14

Control de calidad

Índice

1	Introducción y objeto del anejo.....	3
2	Sistema de garantía y calidad	4
3	Programa de garantía de calidad	5
3.1	Organización.....	5
3.2	Procedimientos, instrucciones y planos.....	5
3.3	Control de materiales y servicios comprados	5
3.4	Manejo, almacenamiento y transporte.....	5
3.5	Procesos especiales	6
3.6	Inspección de obra por parte del contratista.....	6
3.7	Gestión de la documentación	6
4	Nivel de control de calidad	7
5	Control en la fase de recepción de materiales	8
5.1.1	Cementos	9
5.1.2	Hormigón armado	9
5.1.3	Estructuras metálicas	9
5.1.4	Red de saneamiento.....	10
5.1.5	Cimentación y estructuras	10
5.1.6	Impermeabilizaciones	11
5.1.7	Revestimientos	11
5.1.8	Prefabricados	11
5.1.9	Instalaciones eléctricas.....	12
6	Control de ejecución	13
6.1	Control en la fase de ejecución de elementos constructivos	13
6.1.1	Hormigón armado	13
6.1.2	Estructuras metálicas	13
6.1.3	Impermeabilizaciones	14
6.1.4	Red de saneamiento.....	14
7	Control de la obra terminada.....	15
7.1	Elementos constructivos	15
7.1.1	Hormigón armado	15
7.1.2	Impermeabilizaciones	15
7.1.3	Instalaciones de electricidad.....	15

1 Introducción y objeto del anejo

Se entenderá por Garantía de Calidad el conjunto de acciones planeadas y sistemáticas necesarias para proveer la confianza adecuada de que todas las estructuras, componentes e instalaciones se construyen de acuerdo con el Contrato, Códigos, Normas y Especificaciones de diseño.

La Garantía de Calidad incluye el Control de Calidad el cuál comprende aquellas acciones de comprobación de que la calidad está de acuerdo con requisitos predeterminados. El Control de Calidad de una Obra comprende los aspectos siguientes:

- Calidad de materias primas.
- Calidad de equipos o materiales suministrados a obra, incluyendo su proceso de fabricación.
- Calidad de ejecución de las obras (construcción y montaje).
- Calidad de la obra terminada (inspección y pruebas).

2 Sistema de garantía y calidad

Con objeto de asegurar la calidad de las actividades que se desarrollen durante las distintas fases de la obra, la Propiedad tiene establecido un Sistema de Garantía de Calidad cuyos requisitos, junto con los contenidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, serán de aplicación al trabajo y actividades de cualquier organización o individuo participante en la realización de la obra.

El Contratista, está obligado a cumplir las exigencias de los apartados de control de calidad del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y se someterá a la aprobación de la Dirección de Obra el programa propio que prevé desarrollar para llevar a cabo lo descrito en cada uno de los capítulos.

3 Programa de garantía de calidad

El Programa de Garantía de Calidad comprenderá, como mínimo, la descripción de los siguientes conceptos:

3.1 Organización

Se creará un organigrama funcional y nominal específico para el contrato.

El organigrama incluirá la organización específica de Garantía de Calidad acorde con las necesidades y exigencias de la obra. Los medios, ya sean propios o ajenos, estarán adecuadamente homologados.

3.2 Procedimientos, instrucciones y planos

Todas las actividades relacionadas con la construcción, inspección y ensayo, deben ejecutarse de acuerdo con instrucciones de trabajo, procedimientos, planos u otros documentos análogos que desarrollen detalladamente lo especificado en los planos y Pliegos de Prescripciones del Proyecto.

3.3 Control de materiales y servicios comprados

El Contratista realizará una evaluación y selección previa de proveedores que deberá quedar documentada y será sometida a la aprobación de la Dirección de Obra.

La documentación a presentar para cada material propuesto será como mínimo la siguiente:

- Documentación del material suficiente para que el Director de la Obra puede tener la información precisa para determinar la aceptación o rechazo de éste.
- Procedimiento de construcción.
- Normas a emplear para las pruebas de recepción, especificando cuales de ellas deben realizarse en laboratorio y cuales en obra.

Asimismo, realizará la inspección de recepción en la que se compruebe que el material está de acuerdo con los requisitos del proyecto, emitiendo el correspondiente informe de inspección.

3.4 Manejo, almacenamiento y transporte

El Programa de Garantía de Calidad a desarrollar por el Contratista deberá tener en cuenta los procedimientos e instrucciones propias para el

cumplimiento de los requisitos relativos al transporte, manejo y almacenamiento de los materiales y componentes utilizados en la obra.

3.5 Procesos especiales

Los procesos especiales tales como soldaduras, ensayos, pruebas, etc., serán realizados y controlados por personal cualificado del Contratista, utilizando procedimientos homologados de acuerdo con los Códigos, Normas y Especificaciones aplicables.

3.6 Inspección de obra por parte del contratista

El Contratista es responsable de realizar los controles, ensayos, inspecciones y pruebas requeridos en el presente Pliego y en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

3.7 Gestión de la documentación

Se asegurará la adecuada gestión de la documentación relativa a la calidad de la obra de forma que se consiga una evidencia final documentada de la calidad de los elementos y actividades incluidos en el Programa de Garantía de Calidad.

4 Nivel de control de calidad

En los artículos correspondientes del presente Pliego o en los planos, se especifican el tipo de número de ensayos a realizar de forma sistemática durante la ejecución de la obra para controlar la calidad de los trabajos. Se entiende que el número fijado de ensayos es en mínimo y que en el caso de indicarse varios criterios para determinar su frecuencia, se tomará aquél que exija una frecuencia mayor.

El Director de Obra podrá modificar la frecuencia y tipo de dichos ensayos con objeto de conseguir el adecuado control de calidad de los trabajos, o recabar del Contratista la realización de controles de calidad no previstos en el proyecto.

5 Control en la fase de recepción de materiales

El control de recepción tiene por objeto comprobar las características técnicas mínimas exigidas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente en el edificio proyectado, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción.

Durante la construcción de las obras el director de la ejecución de la obra realizará los siguientes controles:

1. Control de la documentación de los suministros

Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de la ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.
- Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al mercado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

2. Control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.3 del capítulo 2 del CTE.
- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.5 del capítulo 2 del CTE, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

3. Control mediante ensayos

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar

5.1.1 Cementos

Instrucción para la recepción de cementos (RC-03)

Aprobada por el Real Decreto 1797/2003, de 26 de diciembre (BOE 16/01/2004).

- Artículos 8, 9 y 10. Suministro y almacenamiento
- Artículo 11. Control de recepción

Cementos comunes

Obligatoriedad del marcado CE para este material (UNE-EN 197-1), aprobada por Resolución de 1 de Febrero de 2005 (BOE 19/02/2005).

Cementos especiales

Obligatoriedad del marcado CE para los cementos especiales con muy bajo calor de hidratación (UNE-EN 14216) y cementos de alto horno de baja resistencia inicial (UNE- EN 197- 4), aprobadas por Resolución de 1 de Febrero de 2005 (BOE 19/02/2005).

5.1.2 Hormigón armado

Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)

- Artículo 1.1. Certificación y distintivos
- Artículo 81. Control de los componentes del hormigón
- Artículo 82. Control de la calidad del hormigón
- Artículo 83. Control de la consistencia del hormigón
- Artículo 84. Control de la resistencia del hormigón
- Artículo 85. Control de las especificaciones relativas a la durabilidad del hormigón
- Artículo 86. Ensayos previos del hormigón
- Artículo 87. Ensayos característicos del hormigón
- Artículo 88. Ensayos de control del hormigón
- Artículo 90. Control de la calidad del acero

5.1.3 Estructuras metálicas

Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB SE-A-Seguridad Estructural-Acero

- Epígrafe 12. Control de calidad
- Epígrafe 12.3 Control de calidad de los materiales
- Epígrafe 12.4 Control de calidad de la fabricación

5.1.4 Red de saneamiento

Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB HE Ahorro de Energía

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006)
Epígrafe 6. Productos de construcción

Geotextiles y productos relacionados. Requisitos para uso en sistemas de drenaje

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 13252), aprobada por Orden de 29 de noviembre de 2001 (BOE 07/12/2001).

Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibras de acero.

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 1917), aprobada por Resolución de 14 de abril de 2003 (BOE 28/04/2003).

5.1.5 Cimentación y estructuras

Sistemas y Kits de encofrado perdido no portante de bloques huecos, paneles de materiales aislantes o a veces de hormigón

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (Guía DITE Nº 009), aprobada por Resolución de 26 de noviembre de 2002 (BOE 19/12/2002).

Geotextiles y productos relacionados. Requisitos para uso en movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de construcción

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 13251), aprobada por Orden de 29 de noviembre de 2001 (BOE 07/12/2001).

Anclajes metálicos para hormigón

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos, aprobadas por Resolución de 26 de noviembre de 2002 (BOE 19/12/2002) y Resolución de 1 de febrero de 2005 (BOE 19/02/2005).

- Anclajes metálicos para hormigón. Guía DITE Nº 001–1, 2, 3 y 4.

Apoyos estructurales

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos, aprobada por Resolución de 1 de febrero de 2005 (BOE 19/02/2005).

Aditivos para hormigones y pastas

Obligatoriedad del mercado CE para los productos relacionados, aprobada por Resolución de 6 de mayo de 2002 y Resolución de 9 de noviembre de 2005 (BOE 30/05/2002 y 01/12/2005).

- Aditivos para hormigones y pastas. UNE-EN 934-2

Áridos para hormigones, morteros y lechadas

Obligatoriedad del mercado CE para los productos relacionados, aprobada por Resolución de 14 de enero de 2004 (BOE 11/02/2004).

- Áridos para hormigón. UNE-EN 12620.
- Áridos ligeros para hormigones, morteros y lechadas. UNE-EN 13055-1.
- Áridos para morteros. UNE-EN 13139.

5.1.6 Impermeabilizaciones

Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB HS1-Salubridad. Protección frente a la humedad.

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006)

- Epígrafe 4. Productos de construcción

Sistemas de impermeabilización de cubiertas con membranas flexibles fijadas mecánicamente

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos, de acuerdo con la Guía DITE nº006; aprobada por Resolución de 26 de noviembre de 2002 (BOE 19/12/2002).

5.1.7 Revestimientos

Mezclas bituminosas en caliente

Orden circular 299/89T de la Dirección de Carreteras.

5.1.8 Prefabricados

Productos prefabricados de hormigón.

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos aprobada por Resolución de 6 de mayo de 2002 (BOE 30/05/2002) y ampliadas por Resolución de 1 de febrero de 2005 (BOE 19/02/2005)

- Mástiles y postes. UNE-EN 12843.

Bordillos prefabricados de hormigón

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 1340), aprobada por Resolución de 28 de junio de 2004 (BOE 16/07/2004)

5.1.9 Instalaciones eléctricas

Columnas y báculos de alumbrado

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos aprobada por Resolución de 10 de octubre de 2003 (BOE 31/10/2003) y ampliada por resolución de 1 de 28 de junio de 2004 (BOE 16/07/2004)

- Acero. UNE-EN 40- 5.
- Aluminio. UNE-EN 40-6
- Mezcla de polímeros compuestos reforzados con fibra. UNE-EN 40-7

6 Control de ejecución

Durante la construcción, el director de la ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa. En la recepción de la obra ejecutada pueden tenerse en cuenta las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen, así como las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de la edificación.

Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, previstas en el artículo en el PPTP en fase de ejecución.

Los diferentes controles se realizarán según las exigencias de la normativa vigente de aplicación de la que se incorpora un listado por elementos constructivos.

6.1 Control en la fase de ejecución de elementos constructivos

6.1.1 Hormigón armado

Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)

Aprobada por Real Decreto 2661/1998 de 11 de diciembre. (BOE 13/01/1998)
Fase de ejecución de elementos constructivos

- Artículo 95. Control de la ejecución
- Artículo 99. Ensayos de información complementaria de la estructura

6.1.2 Estructuras metálicas

Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB SE-A-Seguridad Estructural-Acero

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006).
Epígrafe 12. Control de calidad

Fase de ejecución de elementos constructivos

- Epígrafe 12.5 Control de calidad del montaje

6.1.3 Impermeabilizaciones

Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB HS1-Salubridad. Protección frente a la humedad.

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006)

Fase de ejecución de elementos constructivos

- Epígrafe 5 Construcción

6.1.4 Red de saneamiento

Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB HE Ahorro de Energía

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006)

Fase de recepción de materiales de construcción

- Epígrafe 5. Construcción

7 Control de la obra terminada

Con el fin de comprobar las prestaciones finales del edificio en la obra terminada deben realizarse las verificaciones y pruebas de servicio establecidas en el proyecto o por la dirección facultativa y las previstas en el CTE y resto de la legislación aplicable que se enumera a continuación:

7.1 Elementos constructivos

7.1.1 Hormigón armado

Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)

Aprobada por Real Decreto 2661/1998 de 11 de diciembre. (BOE 13/01/1998)

- Artículo 4.9. Documentación final de la obra

7.1.2 Impermeabilizaciones

Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB HS1-Salubridad. Protección frente a la humedad.

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006)

- Epígrafe 5.3 Control de la obra terminada

7.1.3 Instalaciones de electricidad

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)

Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto. (BOE 18/09/2002)

Fase de recepción de las instalaciones

- Artículo 18. Ejecución y puesta en servicio de las instalaciones
- ITC-BT-04. Documentación y puesta en servicio de las instalaciones
- ITC-BT-05. Verificaciones e inspecciones
- ITC-BT-32. Instalaciones con fines especiales máquinas de elevación y transporte)

8 Presupuesto

8.1 Cuadro de precios

8.1.1 Agua

XGA010 Ud Ensayo de agua.

Ensayo sobre una muestra de agua, con determinación de: pH, contenido de sales disueltas, contenido de sulfatos, contenido de cloruros.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt49agu010	Ud	Ensayo para determinar el pH de una muestra de agua, según UNE 83952, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.	1.000	11.03	11.03
mt49agu020	Ud	Ensayo para determinar el contenido de sales disueltas de una muestra de agua, según UNE 83957, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.	1.000	68.20	68.20
mt49agu030	Ud	Ensayo para determinar el contenido de sulfatos de una muestra de agua, según UNE 83956, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.	1.000	32.01	32.01
mt49agu040	Ud	Ensayo para determinar el contenido de cloruros de una muestra de agua, según UNE 7178, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.	1.000	18.21	18.21
			Subtotal materiales:		129.45
2	%	Costes directos complementarios	2.000	129.45	2.59
			Costes directos (1+2):		132.04

8.1.2 Cementos

XAT010 Ud Ensayo de cemento.

Ensayo sobre una muestra de cemento, con determinación de: tiempo de fraguado, resistencia a flexotracción y a compresión.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt49cem010	Ud	Ensayo para determinar el tiempo de fraguado de una muestra de cemento, según UNE-EN 196-3, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.	1.000	59.50	59.50
mt49cem030	Ud	Ensayo para determinar la resistencia a flexotracción y a compresión de una muestra de cemento, según UNE-EN 196-1, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.	1.000	100.97	100.97
			Subtotal materiales:		160.47
2	%	Costes directos complementarios	2.000	160.47	3.21
			Costes directos (1+2):		163.68

8.1.3 Hormigón

XEH010 Ud Ensayo de consistencia y resistencia del hormigón de un mismo lote.

Ensayo sobre una muestra de hormigón sin D.O.R. con determinación de: consistencia del hormigón fresco mediante el método de asentamiento del cono de Abrams y resistencia característica a compresión del hormigón endurecido mediante control estadístico con fabricación de seis probetas, curado, refrentado y rotura a compresión.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 mt49hob020g	Ud	Materiales Ensayo para determinar la consistencia del hormigón fresco mediante el método de asentamiento del cono de Abrams según UNE-EN 12350-2 y la resistencia característica a compresión del hormigón endurecido mediante control estadístico con fabricación y curado de seis probetas cilíndricas de 15x30 cm del mismo lote según UNE-EN 12390-2, con refrentado y rotura a compresión según UNE-EN 12390-3, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra de hormigón fresco según UNE-EN 12350-1 e informe de resultados.	1.000	90.00	90.00
			Subtotal materiales:		90.00
2	%	Costes directos complementarios Costes directos complementarios	2.000	90.00	1.80
			Costes directos		91.80
					(1+2):

XEH016 Ud Ensayo de consistencia y resistencia del hormigón.

Ensayo sobre una muestra de hormigón con determinación de: consistencia del hormigón fresco mediante el método de asentamiento del cono de Abrams y resistencia característica a compresión del hormigón endurecido con fabricación de dos probetas, curado, refrentado y rotura a compresión.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 mt49hob025a	Ud	Materiales Ensayo para determinar la consistencia del hormigón fresco mediante el método de asentamiento del cono de Abrams según UNE-EN 12350-2 y la resistencia característica a compresión del hormigón endurecido con fabricación y curado de dos probetas cilíndricas de 15x30 cm según UNE-EN 12390-2, con refrentado y rotura a compresión según UNE-EN 12390-3, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra de hormigón fresco según UNE-EN 12350-1 e informe de resultados.	1.000	72.34	72.34
			Subtotal materiales:		72.34
2	%	Costes directos complementarios Costes directos complementarios	2.000	72.34	1.45
			Costes directos		73.79
					(1+2):

8.1.4 Estructuras metálicas

XMP020 Ud Ensayo de aptitud al soldeo.

Ensayo de aptitud al soldeo sobre una muestra soldada de perfil laminado, con determinación de: disminución de la carga total de rotura.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 mt49des010	Ud	Materiales Repercusión de desplazamiento a obra para la toma de muestras.	1.000	0.74	0.74
mt49pma020	Ud	Toma en obra de muestras de perfil laminado en estructura metálica, cuyo peso no exceda de 50 kg.	1.000	32.02	32.02
mt49ars030	Ud	Ensayo de tracción de una probeta de acero soldada para el cálculo de la disminución de la carga total de rotura.	1.000	56.18	56.18

mt49ars020	Ud	Informe de resultados del ensayo de aptitud al soldeo en obra sobre una muestra soldada de perfil laminado en estructura metálica.	1.000	96.06	96.06
			Subtotal materiales:		185.00
2	%	Costes directos complementarios			
		Costes directos complementarios	2.000	185.00	3.70
			Costes directos		188.70
					(1+2):

XMS010 Ud Inspección visual de soldaduras en estructuras metálicas.

Inspección visual sobre una unión soldada.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt49sld010	Ud	Inspección visual sobre una unión soldada, según UNE-EN ISO 17637, incluso desplazamiento a obra e informe de resultados.	1.000	62.48	62.48
			Subtotal materiales:		62.48
2	%	Costes directos complementarios			
		Costes directos complementarios	2.000	62.48	1.25
			Costes directos		63.73
					(1+2):

8.1.5 Conjunto de pruebas y ensayos**XUX010 Ud Conjunto de pruebas y ensayos.**

Conjunto de pruebas y ensayos, realizados por un laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente. El precio incluye el alquiler, construcción o adaptación de locales para este fin, el mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y la demolición o retirada final.

Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
Sin descomposición			2000.00
		Costes directos:	2000.00

8.2 Mediciones

8.2.1 Agua

XGA010 Ud Ensayo de agua.

Ensayo sobre una muestra de agua, con determinación de: pH, contenido de sales disueltas, contenido de sulfatos, contenido de cloruros.

Código	Unidad	Descripción	Medición
1			
mt49agu010	Ud	Ensayo para determinar el pH de una muestra de agua, según UNE 83952, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.	2
mt49agu020	Ud	Ensayo para determinar el contenido de sales disueltas de una muestra de agua, según UNE 83957, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.	2
mt49agu030	Ud	Ensayo para determinar el contenido de sulfatos de una muestra de agua, según UNE 83956, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.	2
mt49agu040	Ud	Ensayo para determinar el contenido de cloruros de una muestra de agua, según UNE 7178, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.	2
Total:			2

8.2.2 Cementos

XAT010 Ud Ensayo de cemento.

Ensayo sobre una muestra de cemento, con determinación de: tiempo de fraguado, resistencia a flexotracción y a compresión.

Código	Unidad	Descripción	Medición
1			
mt49cem010	Ud	Ensayo para determinar el tiempo de fraguado de una muestra de cemento, según UNE-EN 196-3, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.	2
mt49cem030	Ud	Ensayo para determinar la resistencia a flexotracción y a compresión de una muestra de cemento, según UNE-EN 196-1, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.	2
Total:			2

8.2.3 Hormigón

XEH010 Ud Ensayo de consistencia y resistencia del hormigón de un mismo lote.

Ensayo sobre una muestra de hormigón sin D.O.R. con determinación de: consistencia del hormigón fresco mediante el método de asentamiento del cono de Abrams y resistencia característica a compresión del hormigón endurecido mediante control estadístico con fabricación de seis probetas, curado, refrentado y rotura a compresión.

Código	Unidad	Descripción	Medición
1	d		

mt49hob020 g	Ud	Ensayo para determinar la consistencia del hormigón fresco mediante el método de asentamiento del cono de Abrams según UNE-EN 12350-2 y la resistencia característica a compresión del hormigón endurecido mediante control estadístico con fabricación y curado de seis probetas cilíndricas de 15x30 cm del mismo lote según UNE-EN 12390-2, con refrentado y rotura a compresión según UNE-EN 12390-3, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra de hormigón fresco según UNE-EN 12350-1 e informe de resultados.	10
Total:			10

XEH016 Ud Ensayo de consistencia y resistencia del hormigón.

Ensayo sobre una muestra de hormigón con determinación de: consistencia del hormigón fresco mediante el método de asentamiento del cono de Abrams y resistencia característica a compresión del hormigón endurecido con fabricación de dos probetas, curado, refrentado y rotura a compresión.

Código	Unidad	Descripción	Medición
1			
mt49hob025a	Ud	Ensayo para determinar la consistencia del hormigón fresco mediante el método de asentamiento del cono de Abrams según UNE-EN 12350-2 y la resistencia característica a compresión del hormigón endurecido con fabricación y curado de dos probetas cilíndricas de 15x30 cm según UNE-EN 12390-2, con refrentado y rotura a compresión según UNE-EN 12390-3, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra de hormigón fresco según UNE-EN 12350-1 e informe de resultados.	10
Total:			10

8.2.4 Estructuras metálicas**XMP020 Ud Ensayo de aptitud al soldeo.**

Ensayo de aptitud al soldeo sobre una muestra soldada de perfil laminado, con determinación de: disminución de la carga total de rotura.

Código	Unidad	Descripción	Medición
1			
mt49des010	Ud	Repercusión de desplazamiento a obra para la toma de muestras.	5
mt49pma020	Ud	Toma en obra de muestras de perfil laminado en estructura metálica, cuyo peso no exceda de 50 kg.	5
mt49ars030	Ud	Ensayo de tracción de una probeta de acero soldada para el cálculo de la disminución de la carga total de rotura.	5
mt49ars020	Ud	Informe de resultados del ensayo de aptitud al soldeo en obra sobre una muestra soldada de perfil laminado en estructura metálica.	5
Total:			5

XMS010 Ud Inspección visual de soldaduras en estructuras metálicas.

Inspección visual sobre una unión soldada.

Código	Unidad	Descripción	Medición
1			
mt49sld010	Ud	Inspección visual sobre una unión soldada, según UNE-EN ISO 17637, incluso desplazamiento a obra e informe de resultados.	5
Total:			5

8.2.5 Conjunto de pruebas y ensayos

XUX010 Ud Conjunto de pruebas y ensayos.

Conjunto de pruebas y ensayos, realizados por un laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente. El precio incluye el alquiler, construcción o adaptación de locales para este fin, el mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y la demolición o retirada final.

Descripción	Medición
Sin descomposición	1
Total:	1

8.3 Presupuesto

8.3.1 Agua

XGA010 Ud Ensayo de agua.

Ensayo sobre una muestra de agua, con determinación de: pH, contenido de sales disueltas, contenido de sulfatos, contenido de cloruros.

Código	Unidad	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
1					
mt49agu010	Ud	Ensayo para determinar el pH de una muestra de agua, según UNE 83952, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.	2		
mt49agu020	Ud	Ensayo para determinar el contenido de sales disueltas de una muestra de agua, según UNE 83957, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.	2		
mt49agu030	Ud	Ensayo para determinar el contenido de sulfatos de una muestra de agua, según UNE 83956, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.	2		
mt49agu040	Ud	Ensayo para determinar el contenido de cloruros de una muestra de agua, según UNE 7178, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.	2		
Conjunto de ensayos			2	132.04	264.08
				Total:	264.08

8.3.2 Cementos

XAT010 Ud Ensayo de cemento.

Ensayo sobre una muestra de cemento, con determinación de: tiempo de fraguado, resistencia a flexotracción y a compresión.

Código	Unidad	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
1					
mt49cem010	Ud	Ensayo para determinar el tiempo de fraguado de una muestra de cemento, según UNE-EN 196-3, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.	2		
mt49cem030	Ud	Ensayo para determinar la resistencia a flexotracción y a compresión de una muestra de cemento, según UNE-EN 196-1, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.	2		
Conjunto de ensayos			2	160.47	320.94
				Total:	320.94

8.3.3 Hormigón

XEH010 Ud Ensayo de consistencia y resistencia del hormigón de un mismo lote.

Ensayo sobre una muestra de hormigón sin D.O.R. con determinación de: consistencia del hormigón fresco mediante el método de asentamiento del cono de Abrams y resistencia característica a compresión del hormigón endurecido mediante control estadístico con fabricación de seis probetas, curado, refrentado y rotura a compresión.

Código	Unidad	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
	d				

Código	Unidad	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
1 mt49hob020g	Ud	Ensayo para determinar la consistencia del hormigón fresco mediante el método de asentamiento del cono de Abrams según UNE-EN 12350-2 y la resistencia característica a compresión del hormigón endurecido mediante control estadístico con fabricación y curado de seis probetas cilíndricas de 15x30 cm del mismo lote según UNE-EN 12390-2, con refrentado y rotura a compresión según UNE-EN 12390-3, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra de hormigón fresco según UNE-EN 12350-1 e informe de resultados.	10	91.80	910.80
Total:				910.80	

XEH016 Ud Ensayo de consistencia y resistencia del hormigón.

Ensayo sobre una muestra de hormigón con determinación de: consistencia del hormigón fresco mediante el método de asentamiento del cono de Abrams y resistencia característica a compresión del hormigón endurecido con fabricación de dos probetas, curado, refrentado y rotura a compresión.

Código	Unidad	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
1 mt49hob025a	Ud	Ensayo para determinar la consistencia del hormigón fresco mediante el método de asentamiento del cono de Abrams según UNE-EN 12350-2 y la resistencia característica a compresión del hormigón endurecido con fabricación y curado de dos probetas cilíndricas de 15x30 cm según UNE-EN 12390-2, con refrentado y rotura a compresión según UNE-EN 12390-3, incluso desplazamiento a obra, toma de muestra de hormigón fresco según UNE-EN 12350-1 e informe de resultados.	10	73.79	737.90
Total:				737.90	

8.3.4 Estructuras metálicas**XMP020 Ud Ensayo de aptitud al soldeo.**

Ensayo de aptitud al soldeo sobre una muestra soldada de perfil laminado, con determinación de: disminución de la carga total de rotura.

Código	Unidad	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
1 mt49des010	Ud	Repercusión de desplazamiento a obra para la toma de muestras.	5		
mt49pma020	Ud	Toma en obra de muestras de perfil laminado en estructura metálica, cuyo peso no exceda de 50 kg.	5		
mt49ars030	Ud	Ensayo de tracción de una probeta de acero soldada para el cálculo de la disminución de la carga total de rotura.	5		
mt49ars020	Ud	Informe de resultados del ensayo de aptitud al soldeo en obra sobre una muestra soldada de perfil laminado en estructura metálica.	5		
Conjunto de ensayos			5	188.70	943.50
Total:					943.50

XMS010 Ud Inspección visual de soldaduras en estructuras metálicas.

Inspección visual sobre una unión soldada.

Código	Unidad	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
1 mt49sld010	Ud	Inspección visual sobre una unión soldada, según UNE-EN ISO 17637, incluso desplazamiento a obra e informe de resultados.	5	63.73	318.65

Total: **318.65**

8.3.5 Conjunto de pruebas y ensayos

XUX010 Ud Conjunto de pruebas y ensayos.

Conjunto de pruebas y ensayos, realizados por un laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente. El precio incluye el alquiler, construcción o adaptación de locales para este fin, el mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y la demolición o retirada final.

Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
Sin descomposición	1	2000.00	2000.00
		Total:	2000.00

8.4 Resumen de presupuesto

• Agua	264.08 €
• Cementos	320.94 €
• Hormigón	1648.70 €
• Estructuras metálicas	1262.15 €
• Conjunto de pruebas y ensayos	2000.00 €
<hr/>	
• Total	5495.87 €

Anejo 15

Declaración de obra completa

Índice

1	Declaración de obra completa.....	3
---	-----------------------------------	---

1 Declaración de obra completa

Dado que la obra objeto del presente Proyecto incluye todos los trabajos accesorios que convierten dicha obra en ejecutable, se considera que este proyecto comprende una obra completa.

El presente proyecto comprende una obra completa en el sentido de que es susceptible de ser entregada, ya que comprende todos y cada uno de los elementos necesarios para su puesta en funcionamiento.

Bilbao, Octubre de 2019

Carlos Gutiérrez del Río

Anejo 16

Clasificación del contratista

Índice

1	Introducción y objeto del anejo.....	3
2	Clasificación del contratista.....	4

1 Introducción y objeto del anejo

En este anejo se realizará la clasificación del Contratista exigida para llevar a cabo el proyecto, en cumplimiento de lo previsto en:

- Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.
- Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001

2 Clasificación del contratista

Conforme al Artículo 11. Determinación de los criterios de selección de las empresas, del R.D. 773/2015:

3. En los contratos de obras cuando el valor estimado del contrato sea igual o superior a 500.000 euros será requisito indispensable que el empresario se encuentre debidamente clasificado como contratista de obras de las Administraciones Públicas. Para dichos contratos, la clasificación del empresario en el grupo o subgrupo que en función del objeto del contrato corresponda, con categoría igual o superior a la exigida para el contrato, acreditará sus condiciones de solvencia para contratar.

En el Artículo 25 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre (B.O.E. 26 de octubre de 2001) se establecen los grupos y subgrupos a considerar para la clasificación de los contratistas siendo los siguientes:

A- Movimiento de tierras y perforaciones

1. Desmontes y vaciados.
2. Explanaciones.

C- Edificaciones

1. Demoliciones.
2. Estructuras de fábrica u hormigón.
3. Estructuras metálicas.
4. Albañilería, revocos y revestidos.
6. Pavimentos, solados y alicatados.
7. Aislamientos e impermeabilizaciones.
9. Carpintería metálica.

D- Ferrocarriles

1. Tendido de vías.
2. Elevados sobre carril o cable.
3. Señalizaciones y enclavamientos.
4. Electrificación de ferrocarriles.
5. Obras de ferrocarriles sin cualificación específica.

E- Hidráulicas

1. Abastecimientos y saneamientos.

G- Viales y pistas

4. Con firmes de mezclas bituminosas.
5. Señalizaciones y balizamientos viales.

I- Instalaciones eléctricas

1. Alumbrados, iluminaciones y balizamientos luminosos

Los contratos de obras se clasifican en categorías según su cuantía. La expresión de la cuantía se efectuará por referencia al valor estimado del contrato, cuando la duración de éste sea igual o inferior a un año, y por referencia al valor medio anual del mismo, cuando se trate de contratos de duración superior.

Las categorías de los contratos de obras serán las siguientes:

- Categoría 1, si su cuantía es inferior o igual a 150.000 euros.
- Categoría 2, si su cuantía es superior a 150.000 euros e inferior o igual a 360.000 euros.
- Categoría 3, si su cuantía es superior a 360.000 euros e inferior o igual a 840.000 euros.
- Categoría 4, si su cuantía es superior a 840.000 euros e inferior o igual a 2.400.000 euros.
- Categoría 5, si su cuantía es superior a 2.400.000 euros e inferior o igual a cinco millones de euros.
- Categoría 6, si su cuantía es superior a cinco millones de euros.

Las categorías 5 y 6 no serán de aplicación en los subgrupos pertenecientes a los grupos I, J y K. Para dichos subgrupos la máxima categoría de clasificación será la categoría 4, y dicha categoría será de aplicación a los contratos de dichos subgrupos cuya cuantía sea superior a 840.000 euros.

Conforme a la Disposición transitoria segunda. Clasificación exigible para los contratos de obras, del R.D. 773/2015, para los contratos de obras cuyo plazo de presentación de ofertas termine antes del día uno de enero de 2020 las clasificaciones en los subgrupos incluidos en el artículo 26 del Reglamento surtirán sus efectos, con el alcance y límites cuantitativos determinados para cada subgrupo y categoría de clasificación, tanto si fueron otorgadas en los términos establecidos por el presente real decreto como si lo fueron con anterioridad a su entrada en vigor y en los términos establecidos por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento

general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, de acuerdo con el siguiente cuadro de equivalencias:

Categoría del contrato	Categoría Real Decreto 1098/2001
1	A ó B
2	C
3	D
4	E
5	F
6	F

Resumen de presupuesto

TOTAL EJECUCIÓN MARQUESINA	%	Coste
Acondicionamiento del terreno	0,91	7.907,58 €
Cimentación	1,92	16.625,76 €
Estructuras	6,67	57.887,18 €
Cubierta	2,28	19.765,36 €
Evacuación de aguas	0,22	1.933,01 €
TOTAL EJECUCIÓN TRANVIA		
Demoliciones	0,38	3.292,61 €
Acondicionamiento del terreno	1,32	11.450,02 €
Drenaje	7,93	68.817,24 €
Cimentación	12,22	106.006,05 €
Tendido de vía	23,47	203.549,73 €
Conexión con línea existente	6,27	54.356,30 €
Pavimentación	12,32	106.817,76 €
Catenaria	19,09	165.603,86 €
Señalización horizontal	0,09	856,55 €
Señalización vertical	0,70	6.085,48 €
Gestión de residuos		16.440,53 €
Plan de control de calidad		5.485,97 €
Seguridad y salud		14.417,01 €
TOTAL:		867.298,18 €

A- Movimiento de tierras y perforaciones Categoría 1
(22.650,21 €)

C- Edificaciones Categoría 1
(96.211,31 €)

D- Ferrocarriles Categoría 3
(706.007,49 €)

Se exigirá una Categoría de contratista 3.

Anejo 17

Justificación de precios

Índice

1	Justificación de precios	3
1.1	Mano de obra	3
1.2	Equipo y maquinaria	4
1.3	Materiales	6

1 Justificación de precios

1.1 Mano de obra

Código	Unidad	Descripción	Precio unitario
mo113	h	Peón ordinario construcción.	21.62 €
mo020	h	Oficial 1ª construcción.	25.16 €
mo008	h	Oficial 1ª fontanero.	25.90 €
mo107	h	Ayudante fontanero.	22.26 €
mo043	h	Oficial 1ª ferrallista.	26.27 €
mo090	h	Ayudante ferrallista.	23.29 €
mo045	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	26.27 €
mo092	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	23.29 €
mo047	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	26.27 €
mo094	h	Ayudante montador de estructura metálica.	23.29 €
mo051	h	Oficial 1ª montador de cerramientos industriales.	25.90 €
mo098	h	Ayudante montador de cerramientos industriales.	22.29 €
mo112	h	Peón especializado construcción.	22.18 €
mo041	h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	25.16 €
mo087	h	Ayudante construcción de obra civil.	22.29 €

1.2 Equipo y maquinaria

Código	Unidad	Descripción	Precio unitario
mq01exn020b	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	48.42 €
mq04dua020b	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	9.25 €
mq02rop020	h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	3.49 €
mq02cia020j	h	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.	40.02 €
mq08sol020	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	3.19 €
mq01exn050c	h	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 kW, con martillo rompedor.	64.84 €
mq01ret010	h	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 kW.	40.85 €
mq11eqc010	h	Cortadora de pavimento con arranque, desplazamiento y regulación del disco de corte manuales.	36.84 €
mq06cor020	h	Equipo para corte de juntas en soleras de hormigón.	9.62 €
mq02rod010d	h	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, anchura de trabajo 70 cm, reversible.	6.47 €
mq06bhe010	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	172.13 €
mq11ext030	h	Extendora asfáltica de cadenas, de 81 kW.	81.37 €
mq02ron010a	h	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de 24,8 kW, de 2450 kg, anchura de trabajo 100 cm.	16.79 €
mq11com010	h	Compactador de neumáticos autopropulsado, de 12/22 t.	58.94 €
mq06vib020	h	Regla vibrante de 3 m.	4.73 €
mq08lch040	h	Hidrolimpiadora a presión.	4.65 €
mq11bar010	h	Barredora remolcada con	12.46 €

		motor auxiliar.	
mq08war010a	h	Máquina manual, para pintar marcas viales sobre la calzada.	30.34 €
mq07cce010a	h	Camión con cesta elevadora de brazo articulado de 16 m de altura máxima de trabajo y 260 kg de carga máxima.	19.15 €

1.3 Materiales

Código	Unidad	Descripción	Precio unitario
mt01ara010	m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	12.02 €
mt11tpb030f	m	Tubo de PVC liso, para saneamiento enterrado sin presión, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m ² , de 300 mm de diámetro exterior y 7,7 mm de espesor, según UNE-EN 1401-1.	24.74 €
mt11var009	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC.	15.74 €
mt11var010	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	21.81 €
mt07aco020a	Ud	Separador homologado para cimentaciones.	0.13 €
mt07aco010c	kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	0.81 €
mt08var050	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1.10 €
mt10haf010nga	m ³	Hormigón HA-25/B/20/Ila, fabricado en central.	71.11 €
mt10hmf011fb	m ³	Hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central.	61.05 €
mt07ala011k	kg	Pletina de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, para aplicaciones estructurales. Trabajada y montada en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.	1.34 €
mt07ala010dab	kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN,	0.96 €

		acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.	
mt07ali010a	kg	Acero UNE-EN 10162 S235JRC, para correa formada por pieza simple, en perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, galvanizado, incluso accesorios, tornillería y elementos de anclaje.	0.98 €
mt13ccp010i	m ²	Chapa perfilada de acero galvanizado prelacado, de 1 mm de espesor, con nervios de entre 40 y 50 mm de altura de cresta, a una separación de entre 250 y 270 mm e inercia entre 21 y 34 cm ⁴ , según UNE-EN 14782.	9.41 €
mt13ccp030	Ud	Kit de accesorios de fijación, para chapas perfiladas, en cubiertas inclinadas.	1.00 €
mt12www030mcj	m	Chapa plegada de acero galvanizado, de 1 mm de espesor, 30 cm de desarrollo y 3 pliegues, para borde perimetral.	4.35 €
mt13ccg030d	Ud	Tornillo autorroscante de 6,5x130 mm de acero galvanizado, con arandela.	0.35 €
mt21vva011	l	Masilla de base neutra monocomponente, para sellado de juntas; para aplicar con pistola.	14.13 €
mt13ccg040	m	Junta de estanqueidad para chapas perfiladas de acero.	2.66 €
mt36csg020a	m	Bajante circular de acero galvanizado, de Ø 80 mm. Incluso conexiones, codos y piezas especiales.	7.43 €
mt36csg021a	Ud	Abrazadera para bajante circular de acero galvanizado, de Ø 80 mm.	1.34 €

mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra.	3.13 €
mt36csg010a	m	Canalón circular de acero galvanizado, de desarrollo 250 mm, según UNE-EN 612. Incluso soportes, esquinas, tapas, remates finales, piezas de conexión a bajantes y piezas especiales.	8.35 €
mt01var010	m	Cinta plastificada.	0.14 €
mt01zah010c	t	Zahorra artificial.	9.47 €
mt11arh010c	Ud	Arqueta con fondo, registrable, prefabricada de hormigón fck=25 MPa, de 50x50x50 cm de medidas interiores, para saneamiento.	57.80 €
mt11ppl030a	Ud	Codo 87°30' de PVC liso, D=125 mm.	9.18 €
mt11arh020c	Ud	Marco y tapa prefabricados de hormigón armado fck=25 MPa, para arquetas de saneamiento de 50x50 cm, espesor de la tapa 6 cm, con cierre hermético al paso de los olores mefíticos.	22.04 €
mt01ara010	m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	12.02 €
mt11tpb030f	m	Tubo de PVC liso, para saneamiento enterrado sin presión, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m ² , de 315 mm de diámetro exterior y 7,7 mm de espesor, según UNE-EN 1401-1.	24.74 €
mt11var009	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC.	15.74 €
mt11var010	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	21.81 €
mt11can020i	Ud	Canaleta prefabricada de hormigón polímero, de 1000 mm de longitud, 200 mm de ancho exterior y 265 mm de altura, con	48.29 €

		rejilla perforada de acero galvanizado, clase A-15 según UNE-EN 124, con cancela de seguridad, incluso piezas especiales y elementos de sujeción.	
mt11var020	Ud	Kit de accesorios de montaje, piezas especiales y elementos de sujeción, para saneamiento.	0.75 €
mt08ema050b	m ³	Madera para encofrar, de 26 mm de espesor.	389.18 €
mt08var050	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1.11 €
mt08var060	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	7.08 €
mt15bas030b	Ud	Cartucho de masilla elastómera monocomponente a base de poliuretano, de color gris, de 600 ml, tipo F-25 HM según UNE-EN ISO 11600, de alta adherencia y de endurecimiento rápido, con elevadas propiedades elásticas, resistencia a la intemperie, al envejecimiento y a los rayos UV, apta para estar en contacto con agua potable, dureza Shore A aproximada de 35 y alargamiento en rotura > 600%, según UNE-EN ISO 11600.	6.11 €
mt01zah010c	t	Zahorra artificial.	9.53 €
mt08aaa010a	m ³	Agua.	1.51 €
mt09mif010ca	t	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, categoría M-5 (resistencia a compresión 5 N/mm ²), suministrado en sacos, según UNE-EN 998-2.	32.43 €
mt18jbg010aa	Ud	Bordillo recto de hormigón, monocapa, con sección normalizada	2.56 €

		peatonal A1 (20x14) cm, clase climática B (absorción <=6%), de 50 cm de longitud, según UNE-EN 1340 y UNE 127340.	
mt47aag020aa	t	Mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico de penetración, según UNE-EN 13108-1.	53.92 €
mt09wnc011eF	kg	Mortero decorativo de rodadura para pavimento de hormigón color gris, compuesto de cemento, áridos de sílice, aditivos orgánicos y pigmentos.	0.50 €
mt09wnc020f	kg	Desmoldeante en polvo color blanco, aplicado en pavimentos continuos de hormigón impreso, compuesto de cargas, pigmentos y aditivos orgánicos.	3.12 €
mt09wnc030a	kg	Resina impermeabilizante, aplicada para el curado y sellado de pavimentos continuos de hormigón impreso, compuesta de resina sintética en dispersión acuosa y aditivos específicos.	4.22 €
mt50mvh020a	kg	Pintura acrílica de color blanco, según UNE-EN 1871.	2.21 €
mt50mvh100a	kg	Microesferas de vidrio.	1.51 €
mt53spc010a	Ud	Señal vertical de tráfico de acero galvanizado, circular, de 60 cm de diámetro, con retroreflectancia nivel 1 (E.G.), según UNE-EN 12899-1, incluso accesorios, tornillería y elementos de anclaje.	45.37 €

Anejo 18

Presupuesto para conocimiento de la administración

Índice

1	Introducción	3
2	Presupuesto de ejecución material	4
3	Presupuesto base de licitación.....	5
4	Presupuesto base de licitación más IVA	6

1 Introducción

Según la legislación vigente, el Presupuesto Base de Licitación se obtiene mediante la suma de las siguientes partidas:

- Presupuesto de ejecución material.
- Gastos Generales (13%)
- Beneficio industrial (6%)

El Presupuesto para Conocimiento de la Administración o también llamado de Inversión se obtiene mediante la suma de las siguientes partidas:

- Presupuesto Base de Licitación.
- Presupuesto de Expropiaciones e Indemnizaciones.
- Valoración de Ensayos (siempre que superen el 1% del valor de la obra).
- Partida de Trabajos de Conservación del Patrimonio Histórico Español.

2 Presupuesto de ejecución material

TOTAL EJECUCIÓN MARQUESINA	Coste
Acondicionamiento del terreno	7.907,58 €
Cimentación	16.625,76 €
Estructuras	57.887,18 €
Cubierta	19.765,36 €
Evacuación de aguas	1.933,01 €
TOTAL EJECUCIÓN TRANVIA	
Demoliciones	3.292,61 €
Acondicionamiento del terreno	11.450,02 €
Drenaje	68.817,24 €
Cimentación	106.006,05 €
Tendido de vía	203.549,73 €
Conexión con línea existente	54.356,30 €
Pavimentación	106.817,76 €
Catenaria	165.603,86 €
Señalización horizontal	856,55 €
Señalización vertical	6.085,48 €
Gestión de residuos	16.440,53 €
Plan de control de calidad	5.485,97 €
Seguridad y salud	14.417,01 €
TOTAL:	867.298,18 €

3 Presupuesto base de licitación

Como aplicación al Presupuesto de Ejecución Material de los porcentajes de Gastos Generales (13%) y Beneficio Industrial (6%), resulta el siguiente Presupuesto Base de Licitación sin IVA:

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL:	867.298,18 €
13 % Gastos Generales	112.748,76 €
6 % Beneficio industrial	52.037,89 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA:	1.032.084,83 €

4 Presupuesto base de licitación más IVA

Como aplicación al Presupuesto de Ejecución Material de los porcentajes de Gastos Generales (13%) y Beneficio Industrial (6%) y repercutir sobre la suma de todo ello el Impuesto de Valor Añadido vigente, resulta un Presupuesto Base de Licitación más IVA:

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL:	867.298,18 €
13 % Gastos Generales	112.748,76 €
6 % Beneficio industrial	52.037,89 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA:	1.032.084,83 €
21 % IVA	216.737,81 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA:	1.248.822,64 €

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de **UN MILLÓN DOSCIENTOS CUARENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS VEINTIDÓS EUROS, SESENTA Y CUATRO CENTIMOS.**