



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,  
Canales y Puertos

Estudio de soluciones y diseño estructural de pasarela  
ciclopeatonal sobre la autovía V-31 en el T.M. de Sedaví  
(Valencia)

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería de Obras Públicas

AUTOR/A: González Castillo, Andrey

Tutor/a: Alcalá González, Julián

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

# TRABAJO DE FIN DE GRADO

ESTUDIO DE SOLUCIONES Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL  
SOBRE LA AUTOVÍA V-31 EN EL TERMINO MUNICIPAL DE SEDAVÍ (VALENCIA)

*Realizado por*

González Castillo, Andrey

*Para la obtención del*

Grado en Ingeniería de Obras Públicas

*Curso: 2023/2024*

*Fecha: septiembre 2024*

*Tutor: Julián Alcalá González*

## Resumen

Este trabajo de fin grado titulado “Estudio de soluciones y diseño estructural de pasarela ciclopeatonal sobre la autovía V-31 en el T.M. de Sedaví (Valencia)” tiene por objetivo proporcionar una estructura para salvar en altura la autovía V-31 a su paso por el término municipal de Sedaví, Valencia. Dicha estructura será una pasarela ciclopeatonal que formará parte del “Anillo Verde Metropolitano de Valencia. Tramo: Pinedo – Sedaví – Picanya – Alaquàs”, concretamente, pertenecerá al “Tramo II: Sedaví – Picanya”. En el presente proyecto se llevará a cabo un estudio de distintas tipologías estructurales y, posteriormente, se escogerá la solución que obtenga la mayor puntuación. La pasarela ciclopeatonal cuenta con diversos tramos, siendo el mayor de ellos de 39,75 m entre apoyos. Se contará con acero estructural S355 y S275 para los elementos metálicos y con un hormigón armado de resistencia característica de 30 N/mm<sup>2</sup> para la losa de transición de 0,15 m de espesor. Además de la estructura principal de la pasarela, será necesario la ejecución de rampas de acceso a la misma. Este proyecto cuenta con un estudio de soluciones, una descripción de la alternativa adoptada y cálculo estructural, además del cálculo de los aparatos de apoyo. También, se cuenta con un plan de obra y una valoración económica de la misma.

## Resum

Aquest treball de fi de grau titulat "Estudi de solucions i disseny estructural de passarel·la ciclopeatonal sobre l'autovia V-31 en el T.M. de Sedaví (València)" té per objectiu proporcionar una estructura per a salvar en altura l'autovia V-31 al seu pas pel terme municipal de Sedaví, València. Aquesta estructura serà una passarel·la ciclopeatonal que formarà part de l'"Anell Verd Metropolità de València. Tram: Pinedo – Sedaví – Picanya – Alaquàs", concretament, pertanyerà al "Tram II: Sedaví – Picanya". En el present projecte es durà a terme un estudi de diferents tipologies estructurals i, posteriorment, s'escollirà la solució que obtinga la major puntuació. La passarel·la ciclopeatonal compta amb diversos trams, sent el major d'ells de 39,75 m entre suports. Es comptarà amb acer estructural S355 i S275 per als elements metàl·lics i amb un formigó armat de resistència característica de 30 N/mm<sup>2</sup> per a la llosa de transició de 0,15 m de gruix. A més de l'estructura principal de la passarel·la, serà necessària l'execució de rampes d'accés a la mateixa. Aquest projecte compta amb un estudi de solucions, una descripció de l'alternativa adoptada i càlcul estructural, a més del càlcul dels aparells de suport. També, es compta amb un pla d'obra i una valoració econòmica de la mateixa.

## Summary

This final degree project, titled "Study of Solutions and Structural Design of a Cycle-Pedestrian Bridge over the V-31 Highway in the Municipality of Sedaví (Valencia)," aims to design a structure that will allow the V-31 highway to be crossed within the municipality of Sedaví, Valencia. The proposed structure is a cycle-pedestrian bridge that will form part of the "Valencia Metropolitan Green Ring, Section: Pinedo – Sedaví – Picanya – Alaquàs," specifically within "Section II: Sedaví – Picanya." The project involves studying different structural types and selecting the solution with the highest score. The bridge will have several spans, with the longest one measuring 39,75 meters between supports. Structural steel S355 and S275 will be used for the metallic components, while a 0.15-meter-thick transition slab will be made of reinforced concrete with a characteristic strength of 30 N/mm<sup>2</sup>. Besides the main structure, access ramps will also need to be built. This project includes a study of potential solutions, a description of the chosen option, structural calculations, and the design of support devices. It also covers a construction plan and an economic assessment of the project.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Estudio de soluciones y diseño estructural de pasarela ciclopeatonal sobre la autovía V-31 en el T.M. de Sedaví (Valencia)





## ÍNDICE

### 1. DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS

- 1.1.- MEMORIA
- 1.2.- ANEJO Nº1: ANTECEDENTES Y DATOS PREVIOS
- 1.3.- ANEJO Nº2: INFORME GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO
- 1.4.- ANEJO Nº3: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
- 1.5.- ANEJO Nº4: CÁLCULO ESTRUCTURAL
- 1.6.- ANEJO Nº5: EQUIPAMIENTOS
- 1.7.- ANEJO Nº6: REPORTAGE FOTOGRÁFICO
- 1.8.- ANEJO Nº7: PLAZO DE EJECUCIÓN Y PLAN DE OBRA
- 1.9.- ANEJO Nº8: BIBLIOGRAFÍA

### 2. DOCUMENTO Nº2: PLANOS

### 3. DOCUMENTO Nº3: VALORACIÓN ECONÓMICA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Estudio de soluciones y diseño estructural de pasarela ciclopeatonal sobre la autovía V-31 en el T.M. de Sedaví (Valencia)





# ***DOCUMENTO N°1***



# MEMORIA

## ÍNDICE

\_Toc174979703

<b>1.- Objetivo.....</b>	<b>1</b>
<b>2.- Antecedentes y condiciones existentes .....</b>	<b>1</b>
<b>2.1.- Antecedentes.....</b>	<b>1</b>
<b>2.2.- Condiciones existentes .....</b>	<b>1</b>
<b>3. – Descripción de la zona .....</b>	<b>2</b>
<b>3.1.- Situación .....</b>	<b>2</b>
<b>3.2.- Emplazamiento .....</b>	<b>2</b>
<b>4.- Geología y Geotecnia .....</b>	<b>3</b>
<b>4.1.- Geología .....</b>	<b>3</b>
<b>4.2.-Geotecnia .....</b>	<b>3</b>
<b>5.- Sismicidad.....</b>	<b>4</b>
<b>6.- Estudio de alternativas.....</b>	<b>4</b>
<b>6.1.- Alternativas propuestas.....</b>	<b>4</b>
<b>6.2.- Solución adoptada .....</b>	<b>4</b>
<b>7.- Proceso constructivo .....</b>	<b>5</b>
<b>8.- Valoración económica .....</b>	<b>5</b>
<b>9.- Documentos del Proyecto.....</b>	<b>5</b>
<b>10.- Conclusiones.....</b>	<b>6</b>

## 1.- Objetivo

El objetivo del presente Trabajo de Fin de Grado es el de proporcionar una solución a la conexión del Anillo Verde Metropolitano de Valencia, a su paso por el término municipal de Sedaví. Dicha solución será una pasarela ciclopeatonal sobre la autovía V-31 a la altura de mismo termino. Se va a aplicar y a cumplir la normativa vigente para cada caso pertinente.

La pasarela ciclopeatonal ha de permitir un correcto y seguro transcurso tanto de peatones como de ciclistas, sin interferir en la circulación de vehículos que transcurran en las inmediaciones del lugar donde irá dicha estructura.

La estructura de la misma será una estructura metálica cuyo sistema estructural será de tipo arco con diversas alternativas de tipologías constructivas. Las diversas alternativas se estudiarán en el Anejo N°3 “Estudio de alternativas”, donde se seleccionará la alternativa más competente según el criterio establecido en dicho anejo y, posteriormente, se procederá a su cálculo estructural.

## 2.- Antecedentes y condiciones existentes

### 2.1.- Antecedentes

La idea del “Anillo Verde Metropolitano de Valencia” se planteó a raíz de un estudio realizado en el año 2011 con el título de “SOM MOBILITAT – XARXA DE VIANANTS/CICLISTA”. Fruto de este estudio, se planteó un itinerario circular de modo que conecte la Huerta de Valencia, con un objetivo funcional y medioambiental, enlazando l´ Horta Nord con l´ Sud, pasando por Valencia Ciudad.

El dicho itinerario tiene por objetivo conectar la huerta con costa, proporcionando la conectividad del área metropolitana con la ciudad de Valencia a través recorrido históricos y naturales presentes, poniendo en valor el paisaje y los parajes naturales del Patrimonio Nacional de la Albufera y del Patrimonio Nacional del Río Turia.

El “Anillo Verde Metropolitano” se divide en 2 partes, el “Anillo Verde Metropolitano – Horta Nord” y el “Anillo Verde Metropolitano – Horta Sud”, este proyecto pertenece al tramo “Anillo Verde

Metropolitano – Horta Sud”, concretamente, al Tramo 2 de este. El “Anillo Verde Metropolitano – Horta Sud” se desarrolla desde la Playa de Pinedo hasta la población de Quart de Poblet, recorriendo los municipios de Pinedo, Sedaví, Picanya, Alaquàs y Quart de Poblet.

La Direcció d´ Obres Públiques, Projectes Urbans i Habitatge de la Conselleria D´ Infraestructures, Territori i Medi Ambient, centra una de sus actividades en favorecer la movilidad sostenible en toda la Comunitat y, en particular, en el ámbito del área metropolitana de Valencia. Esto se ajusta a la Ley 6/2011, de 1 de abril, de la Generalitat, de Movilidad de la Comunidad Valenciana. [2011/3979], concretamente al artículo 62: “El estudio de planeamiento de infraestructura de transporte o de infraestructura logística se define como el instrumento mediante el cual la administración competente en la materia define las características básicas de las redes, líneas, tramos o elementos funcionales necesarios para la creación o ampliación de los servicios de transporte, para la mejora de la funcionalidad, comodidad, integración en el entorno o seguridad de las infraestructuras ya existentes, o para atender cualquier otro objetivo en relación con la mejora de la movilidad de las personas y con la logística”.

### 2.2.- Condiciones existentes

Tal y como se ha indicado, se pretende construir una pasarela ciclopeatonal que cruce la autovía V-31, cuyo inicio de la misma está ubicado en la calle “Carrer Riu Guadalaviar” y su final está en la glorieta de la carretera CV-401 del mismo término municipal. Al tener que cruzar 2 vías, se ha de tener en cuenta el gálibo de la estructura para ambas vías. Según el apartado 7.3.7. de la instrucción de carreteras 3.1.I.C, la altura libre mínima respecto el trazado de las vías, ha de ser de 5.50 metros sobre cualquier punto de la plataforma.

Respecto a la afección al tráfico, sobre todo de la autovía V-31, la ejecución de las diversas partes de la pasarela ciclopeatonal ha de incidir en la menor medida posible al tráfico circulante, debido a que esta autovía es una de las principales conexiones de la ciudad de Valencia con los diversos municipios próximos a esta. Por ello, los trabajos de ejecución que puedan tener una mayor repercusión sobre la circulación del tráfico se realizarán en horarios nocturnos. Además, se va a evitar la colocación de una pilar en la mediana de la autovía V-31 para tener un afección al tráfico aún menor.

### 3. – Descripción de la zona

#### 3.1.- Situación

La pasarela ciclopeatonal que se va a proyectar en este trabajo, se ubicará en el término municipal de Sedaví, Valencia. Sedaví es un municipio que pertenece a l´ Horta Sud de Valencia, encontrándose en la zona central de la provincia de Valencia y cercano a la ciudad valenciana. El municipio cuenta con más de 10.600 habitantes según los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) de 2023. La pasarela irá ubicada en la parte Este del núcleo urbano de dicho municipio.

#### 3.2.- Emplazamiento

El emplazamiento de la pasarela ciclopeatonal se encuentra entre la autovía V-31 y la calle “Carrer Riu Guadalaviar”, ubicada al este del municipio de Sedaví. Se trata de una ubicación donde existe un paso superior sobre la autovía V-31 que permite conectar el municipio con otros municipios, como puedan ser del de Alfafar o el de Valencia gracias a varios enlaces entre la carretera CV-401 y la autovía V-31. Como se ha comentado previamente, la pasarela comenzará en la calle “Carrer Riu Guadalaviar”, cruzará la autovía V-31 y terminará con un acceso a la glorieta más próxima al comercio “Leñas Roberto” de la carretera CV-401.



Imagen nº .Situación de Sedaví, Valencia.



Imagen nº . Emplazamiento de la pasarela ciclopeatonal

#### 4.- Geología y Geotecnia

Esta parte del proyecto se ha obtenido del “Anejo N° 4: Estudio Geológico – Geotécnico” del proyecto “Proyecto de Construcción del Anillo Verde Metropolitano de Valencia: Tramo 2: Sedaví-Picanya. Clave: 2446-PYO-PC2” de la empresa SONDEOS ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA SL (SEG SL), una empresa subcontratada por la Oficina Técnica de Estudios y Control de Obras S.A. (OFITECO), que a su vez es la empresa contratada por la Generalitat Valenciana, Conselleria de Vivienda, Obras Públicas y Vertebración del Territorio, para el control de la ejecución del Anillo Verde Metropolitano.

##### 4.1.- Geología

De acuerdo con el Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), en concreto a la Hoja 722 de dicho mapa, la zona del municipio de Valencia y sus inmediaciones, como es el término municipal de Sedaví, se sitúan en una gran extensión superficial de cuaternario.

La geología de la zona donde se ejecutará la pasarela ciclopeatonal se presenta como una dilatada llanura prelitoral, ocupada en su mayor parte por la Albufera y sedimentos asociados y por los limos de inundación del río Turia.

Se han distinguido tres tipos de depósitos bien diferenciados, con diferentes variantes dentro de cada uno de ellos: Depósitos continentales, Depósitos marinos, y Depósitos mixtos.

En este caso, la ubicación de la pasarela está sobre limos pardos (Q<sub>2</sub>L), según el IGME:

- Albuferas (Q<sub>2</sub>A):  
Su evolución ha sido estudiada en un trabajo reciente (V.M. ROSELLO, 1972). Además de las causas naturales, que tienden a disminuir su extensión, ha sido muy afectada por el modelado antrópico.  
Está rodeada por una orla continua de limos pardos (Q<sub>2</sub>L), que corresponden a depósitos recientes de relleno.

Aparentemente, no existe ningún depósito que atestigüe la existencia de una tectónica cuaternaria. No obstante, la existencia de terremotos recientes, la potencia del delta del Turia, que sobrepasa a la Albufera, y la inexistencia de niveles marinos escalonados, en contraposición con niveles de terrazas fluviales, hacen suponer la existencia de reajustes recientes.

El nivel freático en el emplazamiento de la pasarela ciclopeatonal es de unos 3.30 m respecto el terreno.

Los ensayos de agresividad del medio realizados por la empresa SEG SL han dado como resultado que se dispone en la zona de un terreno de carácter no agresivo pero las aguas freáticas tienen un carácter de ambiente medio.

Dicha empresa ha obtenido una variabilidad entre ambientes Q<sub>a</sub> y Q<sub>b</sub>, por lo que recomiendan seguir las recomendaciones del ambiente Q<sub>b</sub> según la Instrucción Española de Hormigón Estructural (EHE) o en su defecto, realizar ensayos específicos durante el transcurso de la obra.

##### 4.2.-Geotecnia

Con lo que respecta a la geotecnia de la zona, se van a considerar datos que obtuvo la empresa con anterioridad y datos nuevos que se han tomado. Estos datos se verán con mayor detalle en el “Anejo N° 2: Informe Geológico y Geotécnico”.

Los resultados obtenidos de realizar 2 sondeos en la zona donde irá dispuesta la pasarela ciclopeatonal, nos muestran que la estratigrafía del terreno es la siguiente:

- Rellenos y material de inundación no consolidado
- Arcillas limosas de consistencia baja-media
- Arcillas limosas de consistencia media e intercalaciones limo-arenosas de densidad media.
- Arenas limosas

Con los datos obtenidos de estos sondeos, las características geotécnicas del terreno son:

- Tipo de terreno natural y su compacidad (N<sub>30</sub> de referencia): Arcillas limosas (N<sub>30</sub> = 5)
- Clasificación del material, según el PG3: Tolerable
- Excavabilidad: buena, con medios mecánicos
- Ángulo de rozamiento interno: 30°
- Cohesión efectiva: 0 kPa
- Densidad húmeda: 19.0 kN/m<sup>3</sup>
- Módulo de deformación sin drenaje (E<sub>v</sub>): 10000 kPa
- Módulo de deformación efectivo, (E’): 8600 kPa

El nivel freático observado durante los días que se realizaron los 2 sondeos tiene una profundidad de 3.10 m/ 3.50 m respecto a la boca de dichos sondeos.

## 5.- Sismicidad

La sismicidad en la ubicación de la pasarela ciclopeatonal objeto de estudio de este proyecto, se va a determinar empleando las especificaciones de la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte de Puentes, NCSP-07, la cual fue aprobada por el Real Decreto 637/2007.

Según el apartado 1.2.2. de la NCSE-02, la pasarela ciclopeatonal se clasificará como "Construcción de importancia normal", cuya destrucción debido a un terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

A su vez, se va a tener en cuenta la propuesta de la NCSR-22 ya que esta tiene aspectos más restrictivos que las anteriores.

Para el caso de Sedaví, en las tablas de la norma NCSE-02 está indicado que le corresponde un valor de aceleración básica de  $0.07g$ , por lo que se obtiene una aceleración sísmica de  $0,084g$ . Será de obligada aplicación la Norma de Construcción Sismorresistente NCSP-07 debido a que la aceleración sísmica básica es superior a  $0.04g$ .

Si se tiene en cuenta el borrador de la norma NCSR-22, la aceleración sísmica resulta ser de  $0,14g$ .

Todos los cálculos realizados relacionados con la sismicidad se realizarán en el anejo 4.

## 6.- Estudio de alternativas

Para el diseño y el cálculo de la pasarela ciclopeatonal, se va a realizar un estudio de diversas tipologías de estructuras tipo arco para determinar cuál de ellas es la más ligera. El diseño de la misma también tendrá un peso importante a la hora de la elección de la solución óptima. La pasarela en cuestión ha de salvar una longitud de 13.86 metros, para el vano más corto, seguido de una longitud de 20.35 metros, luego el vano principal de 39.75 metros y, por último, un vano de 26.88 metros. Además, el vano corto está orientado oblicuamente a los otros 3 debido a que la rampa de acceso se conecta a un carril bici existente.

Tanto las rampas de acceso como los estribos se dimensionarán en el Anejo N°5: Cálculo Estructural.

### 6.1.- Alternativas propuestas

La primera alternativa propuesta es un arco tipo celosía Pratt, pretende dar una solución mediante montantes y tirantes que conectan el arco con el tablero.

La segunda alternativa se trata de una celosía Warren que pretende aportar un mayor espacio abierto entre tirantes pero que su vez sea segura.

La tercera alternativa es un arco tipo bow-string tipo Network, contando con péndolas de barras lisas de acero de alta resistencia creando una malla de tirantes, la cual da mayor sensación de espacio abierto sin perder seguridad.

Para las 3 alternativas, las dimensiones de cada arco serán las mismas. Los arcos cuentan con una altura de 3.3 metros, salvo el arco del vano principal ya que tiene una altura de 4.12 metros, contando todos ellos son una separación entre arcos de 5.45 metros puesto que se van a calcular con el ancho entre ejes de los arcos.

### 6.2.- Solución adoptada

La solución adoptada, como se verá en el Anejo N°3, es la pasarela con arco tipo bow-string.

Se trata de una solución donde los arcos verticales que trabajan a compresión, transmitiendo las cargas a los apoyos de la pasarela, de estos a las pilas y de las pilas a las cimentaciones. Las péndolas están dispuestas cada 2.5 metros formando un mallado en cada arco.

Estas péndolas serán barras lisas de acero S460 N, mientras que el resto de los elementos metálicos serán de acero S355. Tanto los arcos como el tablero metálico serán de sección tubular, teniendo una sección circular los arcos y una sección rectangular los

El tablero de la pasarela está constituido por una losa de hormigón con chapa colaborante de 15 cm de espesor, conectado a la estructura mediante pernos conectadores. El tablero se dispondrá sobre vigas de secciones tubulares dispuestas perpendicularmente a la dirección de los arcos.

## 7.- Proceso constructivo

La ejecución de esta obra tendrá como primer paso el replanteo general del emplazamiento para comprobar el replanteo proporcionado por el contratista. Una vez realizado esto, se procederá a ejecutar el plan de residuos que la empresa constructora haya previsto. Llevado a cabo lo mencionado, se comenzará a señalizar el emplazamiento, colocando los elementos necesarios para acordonar de forma segura la zona donde se realizarán los trabajos.

Una vez se tenga delimitada la obra, comenzarán los trabajos de desbroce y limpieza en las zonas donde se requiera. Se llevará a cabo la demolición de los elementos que puedan interferir en la correcta ejecución de los trabajos, tales como puedan ser los bordillos o acequias.

Se desmontarán todos aquellos elementos que puedan ser reutilizados por la administración propietaria de los mismo, tales como señales luminarias o señales verticales, entre otros. Adema, si fuese necesario el corte o desvío de algún tipo de servicio, la constructora se pondría en contacto con la administración pertinente para solventar el problema lo antes posible.

Una vez despejado el emplazamiento, se procederá a excavar con maquinaria en las zonas donde apoyará la estructura. También, se realizarán las perforaciones necesarias para la ejecución de las cimentaciones profundas.

Una vez se tengan las cimentaciones profundas realizadas, se procederá a la decapitación de la cabezas de las cimentaciones profundas para que, una vez colocada la armadura de los encepados, esta se quede conectado con la armadura de las cimentaciones profundas una vez se hormigone el encepado. A su vez, comenzará la ejecución de los dos estribos cerrados con un núcleo de tierras.

Cuando el encepado tenga la resistencia adecuada, se procederá a colocar el encofrado y armado de las pilas de la pasarela. Posteriormente, se hormigonarán y se dejarán curar el tiempo necesario para que adquieran resistencia. Una vez tengan la resistencia necesaria, se procederá a la colocación del encofrado de las cabezas de las pilas, donde se apoyará la estructura y las rampas de acceso.

Cuando finalicen estos trabajos, se realizarán las almohadillas de apoyo y se colocarán los aparatos de apoyo. Una vez terminada este trabajo, se procederá a la colocación de las rampas de acceso, las cuales serán placas alveolares, y se colocarán en su posición final mediante su izado con una grúa telescópica.

La pasarela metálica se habrá encargada a un fabricante indicándole las medidas necesarias y especificadas en proyecto. Además, el fabricante llevará dicha estructura en el menor número de piezas posibles ya que, de este modo, se reducen las posibilidades de cometer errores.

Mientras tanto, se llevará a cabo la colocación las medidas de protección de caída en altura definitivas en el recorrido de la pasarela.

Una vez que se tengan en obra todas las estructuras metálicas, se procederá a su montaje y ejecución de las soldaduras necesarias y de la losa de tránsito. Cuando se finalice el proceso de montaje, se llevará a cabo el izado de las estructuras.

Los trabajos de izado y colocación se realizarán en horario nocturno como lo establece la normativa para puentes sobre carreteras, ya que se pretende reducir lo máximo posible las posibilidades de accidentes de los conductores. Incluso si fuese necesario, se llevará a cabo el corte provisional de la autovía V-31 a su paso por el término municipal valenciano de Sedaví. Para el izado se dispondrá de más de una grúa telescópica para la realización de los trabajos.

Cuando finalice el proceso de izado y colocación de las estructuras metálicas, se procederá a la colocación de los elementos de seguridad y de los sistemas de iluminación, además de los equipamientos necesarios.

Para finalizar, se retirará los restos de los distintos materiales y se acondicionará el emplazamiento. Cuando finalice esto, se procederá a la retirada de las señalizaciones de obra que se hayan colocado y, posteriormente, se preparará para su puesta en servicio.

## 8.- Valoración económica

El aspecto económico está detallado en el documento nº3 “*Valoración económica*” donde se describen las unidades de obra, las mediciones y todo lo que respecta al cálculo del presupuesto de la pasarela ciclopeatonal.

El Presupuesto de Ejecución Material, *PEM*, es de 637.753,48 euros.

A este PEM se le añade un 13% de gastos generales de la empresa constructora según el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. Además, se añade un 6% de beneficio industrial del contratista y sobre el total de las cantidades se añade el 21% del impuesto de valor añadido (I.V.A.). con esto, se obtiene un Presupuesto Base de Licitación de . Ascende el Presupuesto Base de Licitación, con I.V.A. incluido, a la cantidad de .

## 9.- Documentos del Proyecto

- DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS

- Memoria
- Anejo nº1: Antecedentes y datos previos
- Anejo nº2: Informe geológico y geotécnico
- Anejo nº3: Estudio de alternativas
- Anejo nº4: Cálculo estructural

- Anejo nº5: Equipamientos
- Anejo nº6: Reportaje fotográfico
- Anejo nº7: Plazo de ejecución y Plan de Obra
- Anejo nº8: Bibliografía

- DOCUMENTO Nº2: PLANOS

- Situación y emplazamiento
- Planta y alzado estructuras metálicas
- Cimentaciones
- Detalles
- Sección de estructuras metálicas

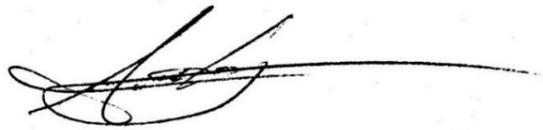
- DOCUMENTO Nº3: VALORACIÓN ECONÓMICA

- Valoración económica

## 10.- Conclusiones

En este documento se ha llevado a cabo un estudio de diferentes alternativas para una pasarela ciclopeatonal sobre la autovía V-31 a su paso por el término municipal de Sedaví, en Valencia. Este proyecto tiene como fin el proporcionar una estructura que salve dicha autovía para poder conectar el recorrido del Anillo Verde Metropolitano de Valencia, el cual une el tramo I (Pinedo-Sedaví) con el tramo II (Sedaví-Picassent) de dicho recorrido por l'Horta Sud valenciana.

Valencia, septiembre de 2024.



Andrey González Castillo



# **ANEJO Nº1: ANTECEDENTES Y DATOS PREVIOS**



## ÍNDICE

<b>1.- Objetivo.....</b>	<b>1</b>
<b>2.- Antecedentes .....</b>	<b>1</b>
<b>2.1.- Localidad .....</b>	<b>1</b>
<b>2.2.- Emplazamiento .....</b>	<b>2</b>
<b>3.- Situación actual del emplazamiento .....</b>	<b>2</b>

## 1.- Objetivo

El objetivo del presente Trabajo de Fin de Grado es el de proporcionar una solución a la conexión del Anillo Verde Metropolitano de Valencia, a su paso por el término municipal de Sedaví. Dicha solución será una pasarela ciclopeatonal sobre la autovía V-31 a la altura de mismo termino. Se va a aplicar y a cumplir la normativa vigente para cada caso pertinente.

La pasarela ciclopeatonal ha de permitir un correcto y seguro transcurso tanto de peatones como de ciclistas, sin interferir en la circulación de vehículos que transcurran tanto por la autovía V-31 como por las carreteras próximas al emplazamiento de la pasarela.

La estructura de la pasarela será una estructura metálica formada por secciones tubulares.

## 2.- Antecedentes

### 2.1.- Localidad

Sedaví es un término municipal que se encuentra al Este de la provincia de Valencia, muy próximo a la ciudad valenciana. El municipio en cuestión cuenta con más de 10.600 habitantes en el año 2023 según el Instituto Nacional de Estadística (INE).

El municipio tiene sus comienzos como un pequeño asentamiento musulmán en el año 1239, cuando un grupo de árabes procedentes de Xàtiva ha de huir debido a los conflictos entre ellos. Este grupo de árabes decidió acampar en la huerta de Valencia, donde construyeron una alquería a la cual le pusieron el nombre de “Beniçidavi”, el cual pasó a llamarse Sedaví.

Durante la conquista de las tierras valencianas por parte de Jaume I “el Conqueridor”, los 50 habitantes que vivían en la alquería de Beniçidavi quedaron igual, no hubo repoblación cristiana. Los musulmanes quedaron como estaban antes del paso de Jaume I, cambiaron sus señores, pero su vida no varió.

Entre los caballeros que llevaba Jaume I durante la conquista de la Valencia musulmana, figura Guillén Escrivá o Escribán, cuyo descendiente fue Arnaldo Guillén Escrivá, quien ostentó el título de primer Señor de Sedaví a principios del siglo XV, cuando se creó el Señorío de Sedaví.

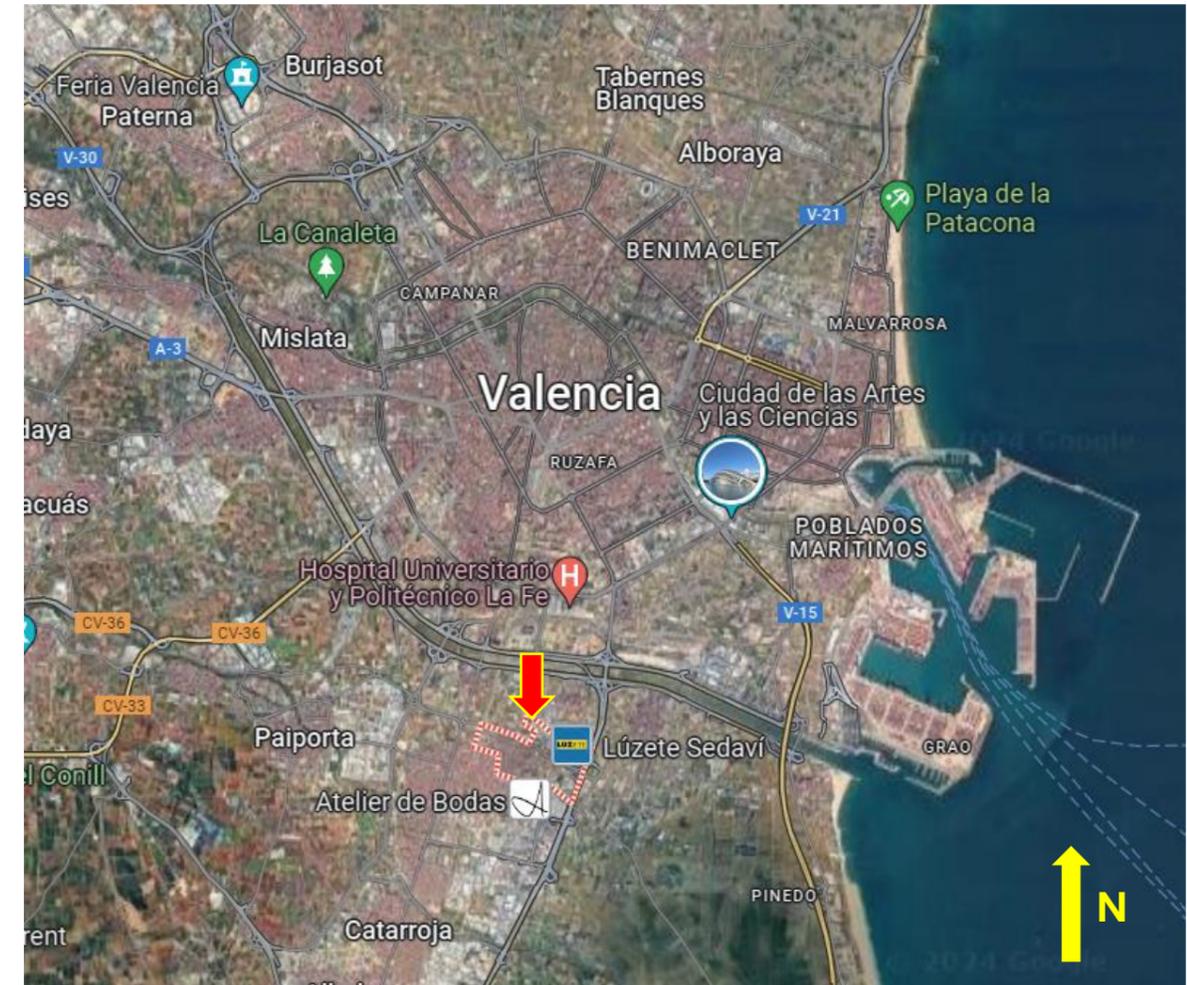


Imagen nº1 : Sedaví, Valencia

## 2.2.- Emplazamiento

El emplazamiento de la pasarela ciclopeatonal se encuentra entre la autovía V-31 y la calle “Carrer Riu Guadalaviar”, ubicada al este del municipio de Sedaví. Se trata de una ubicación donde existe un paso superior sobre la autovía V-31 que permite conectar el municipio con otros municipios, como puedan ser del de Alfafar o el de Valencia gracias a varios enlaces entre la carretera CV-401 y la autovía V-31. Como se ha comentado previamente, la pasarela comenzará en la calle “Carrer Riu Guadalaviar”, cruzará la autovía V-31 y terminará con un acceso a la glorieta más próxima al comercio “Leñas Roberto” de la carreta CV-401.



Imagen n°2 . Emplazamiento de la pasarela ciclopeatonal

## 3.- Situación actual del emplazamiento

A continuación, se va a mostrar un resumen fotográfico del emplazamiento por donde discurrirá la pasarela ciclopeatonal objeto de estudio de este proyecto.



Imagen n°3: Tramo Oeste de las rampas.



Imagen n°4: Ubicación de la pasarela desde el acceso a Sedaví.



*Imagen n°5: Tramo del cruce de la pasarela ciclopeatonal sobre la V-31.*



*Imagen n°6: Ubicación del tramo Este de las rampas.*



# **ANEJO N°2: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO**

## ÍNDICE

<b>1.- Objetivo.....</b>	<b>1</b>
<b>2.- Situación geológica.....</b>	<b>1</b>
<b>3.- Trabajo de campo y ensayos.....</b>	<b>1</b>
<b>3.1.- Calicatas .....</b>	<b>1</b>
<b>3.2.- Sondeos .....</b>	<b>2</b>
<b>3.3.- Penetraciones Dinámicas .....</b>	<b>2</b>
<b>3.4.- Ensayos de Laboratorio .....</b>	<b>2</b>
<b>4.- Características de materiales .....</b>	<b>3</b>
<b>5.- Cimentaciones .....</b>	<b>3</b>
<b>5.1.- Cimentaciones superficiales .....</b>	<b>3</b>
<b>5.1.1.- Hundimiento .....</b>	<b>3</b>
<b>5.1.2.- Asientos.....</b>	<b>4</b>
<b>5.2.- Cimentaciones profundas .....</b>	<b>4</b>
<b>5.2.1- Pilotes Perforados y hormigonados “in situ” .....</b>	<b>4</b>
<b>5.2.2- Micropilotes.....</b>	<b>6</b>
<b>6.- Resultados obtenidos .....</b>	<b>7</b>
<b>7.- Resumen de los parámetros geotécnicos.....</b>	<b>13</b>
<b>8.- Sismo .....</b>	<b>14</b>

## 1.- Objetivo

El presente Estudio Geológico-Geotécnico se ha elaborado a partir del Anejo nº4 del “Proyecto de Construcción del Anillo Verde Metropolitano de Valencia: Tramo 2: Sedaví-Picanya. Clave: 2446-PYO-PC2” de la empresa SONDEOS ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA SL (SEG SL), una empresa subcontratada por la Oficina Técnica de Estudios y Control de Obras S.A. (OFITECO), que a su vez es la empresa contratada por la Generalitat Valenciana, Conselleria de Vivienda, Obras Públicas y Vertebración del Territorio, para el control de la ejecución del Anillo Verde Metropolitano.

También se ha tenido en cuenta el “Estudio de planeamiento Anillo Verde Metropolitano de Valencia. Horta Sud Tramo I: Pinedo-Sedaví”.

## 2.- Situación geológica

El municipio de Sedaví se encuentra en el sector geológico que corresponde a la parte sudeste de la Cordillera Ibérica que denominan Sector Levantino de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. Además, Valencia está situada en una amplia depresión morfológica de origen tectónico complejo. Esta depresión recibe el nombre de Huerta de Valencia y se extiende entre el mar y las estribaciones de los relieves de Chiva y Buñol, al oeste de la provincia de Valencia.

De acuerdo con el Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), en concreto a la Hoja 722 de dicho mapa, la zona del municipio de Valencia y sus inmediaciones, como es el término municipal de Sedaví, se sitúan en una gran extensión superficial de cuaternario. Se trata de una dilatada llanura prelitoral, ocupada en su mayor parte por la Albufera y sedimentos asociados y por limos de inundación del río Turia.

Se han distinguido tres tipos de depósitos bien diferenciados, con diferentes variantes dentro de cada uno de ellos: Depósitos continentales, Depósitos marinos, y Depósitos mixtos.

En este caso, la ubicación de la pasarela está sobre limos pardos (Q<sub>2</sub>L), según el IGME:

- Albuferas (Q<sub>2</sub>A):  
Su evolución ha sido estudiada en un trabajo reciente (V.M. ROSELLO, 1972). Además de las causas naturales, que tienden a disminuir su extensión, ha sido muy afectada por el modelado antrópico.  
Está rodeada por una orla continua de limos pardos (Q<sub>2</sub>L), que corresponden a depósitos recientes de relleno.

Aparentemente, no existe ningún depósito que atestigüe la existencia de una tectónica cuaternaria. No obstante, la existencia de terremotos recientes, la potencia del delta del Turia, que sobrepasa a la Albufera, y la inexistencia de niveles marinos escalonados, en contraposición con niveles de terrazas fluviales, hacen suponer la existencia de reajustes recientes.

El nivel freático en el emplazamiento de la pasarela ciclopeatonal es de unos 3.30 m respecto al terreno.

Los ensayos de agresividad del medio realizados por la empresa SEG SL han dado como resultado que se dispone en la zona de un terreno de carácter no agresivo pero las aguas freáticas tienen un carácter de ambiente medio.

Dicha empresa ha obtenido una variabilidad entre ambientes Q<sub>a</sub> y Q<sub>b</sub>, por lo que recomiendan seguir las recomendaciones del ambiente Q<sub>b</sub> según la Instrucción Española de Hormigón Estructural (EHE) o en su defecto, realizar ensayos específicos durante el transcurso de la obra.

## 3.- Trabajo de campo y ensayos

Como se ha mencionado previamente, la empresa SEG SL ya tiene unos datos que se tomaron en zona del emplazamiento de la pasarela. Estos datos más los nuevos que se han tomado nos permiten terminar la estratigrafía del terreno, así como sus características resistentes.

La empresa mencionada cuenta en el anejo que, en este tramo, el tramo II, se van a realizar un total de 5 calicatas y 5 penetraciones dinámicas para la obtención de muestras de terreno para analizarlas en laboratorio.

### 3.1.- Calicatas

Se trata de un tipo de reconocimiento del terreno que permite acceder al terreno para poder tomar datos litológicos del mismo. Las muestras se recogerán en un saco y su método de ejecución es el siguiente:

- Apertura del terreno mediante retroexcavadora hasta la profundidad deseada.
- Testificación de los materiales detectados, diferenciando los niveles y levantando la correspondiente columna estratigráfica.
- Observación de la presencia o no de agua.
- Toma de muestra en caso de los niveles más significativos. Toma de otra muestra en bolsa hermética para otros ensayos.
- Fotografiado de las paredes de la calicata y de los materiales que se han extraído.
- Relleno y compactado de la cata con los materiales extraídos previamente.

Para poder tomar las muestras de las penetraciones dinámicas, primero se ha de realizar un sondeo.

### 3.2.- Sondeos

La empresa ha decidido realizar los sondeos mecánicos rotativos con extracción de testigo mediante una sonda tipo “Andalucía 850.60” incorporada sobre camión que cuenta con el certificado CE y el mantenimiento según fabricante.

La realización del taladro se ha llevado a cabo por el procedimiento de rotación con, o sin, inyección de agua dependiendo de la consistencia del terreno. Se han empleado coronas de widia de diámetro Ø101 mm para la extracción del testigo en suelos y también se han empleado tuberías de acero de Ø 113 mm para la sujeción de las paredes del sondeos en los estratos de terreno no cohesivo.

El testigo que se ha extraído de forma continua se recoge en cajas de cartón plastificado, donde se anotan sus cotas detalladas, sus muestras y sus ensayos “in situ”. En cada sondeo se realizan fotografías del emplazamiento y de las cajas de testigo.

A la vez que se avanza durante la perforación, se han realizado ensayos “in situ” de penetración Standard (S.P.T.) según la Norma UNE 103.800/92 para la determinación de la capacidad portante del terreno. Dichos ensayos se realizan hincado un toma-muestras standard de 60 cm de longitud, anotando el número de golpes (N) necesarios para hincar los 30 cm centrales con una maza de 63.5 kg desde una altura de caída de 75 cm, realizándose con puntaza ciega en los suelos de grano grueso (gravas) y con zapata abierta en los suelos de grano fino (arenas, limos y arcillas).

SEG SL ha utilizado un toma-muestras de pared gruesa hincado a percusión (XP P-94-202) para la toma de muestras inalteradas en los suelos. Se ha realizado una previa limpieza del taladro antes de tomar una muestra, teniendo siempre la precaución de dejar la tubería de revestimiento por encima de la cota en que se va a realizar una de las muestras. Con ello se consigue que las muestras estén lo menos alteradas posibles para que se pueda determinar en laboratorio las características de resistencia y consolidación del suelo.

En caso de que no sea posible la extracción de muestras inalteradas debido a la dureza del terreno, se procede al parafinado o plastificado del propio testigo. Si por lo contrario el terreno es muy blando, se realizará la toma de muestras mediante un tubo de pared delgada o “Shelby” que se introduce a presión, sin percusión.

La profundidad de los sondeos vendrá dada por las características de la estructura a definir en cada punto. La cadencia del muestreo y de los ensayos “in situ” se realizará de forma alterna cada 1.50 metro de avance.

### 3.3.- Penetraciones Dinámicas

Las penetraciones dinámicas proporcionan información sobre la compacidad de los terrenos atravesados, completan la información obtenida por las calicata, en las zonas de terraplenado o relleno de mayor envergadura, así como en algunas de las estructuras.

La empresa SEG SL ha realizado las penetraciones dinámicas con un penetrómetro dinámico tipo DPSH sobre orugas.

Este ensayo emplea una puntaza maciza de 20 cm<sup>2</sup> de sección circular y con un ángulo de 90°, acoplado al extremo inferior de una barra de 32 mm. La maza de golpeo pesa 63.5 kg cae de una altura de 75 cm. Este ensayo se ajusta a lo establecido en la Norma UNE-103 801/94.

Durante la realización del ensayo, se anota el número de golpes necesarios para avanzar 20 cm. Todos los ensayos se realizarán hasta la profundidad deseada según la influencia de la estructura a realizar o hasta alcanzar un rechazo de 100 golpes en 20 cm.

Los resultados obtenidos se adjuntan en gráficos o curvas de penetración-nº de golpes. En cada ensayo se refleja la localización, fecha de ejecución y observaciones que puedan ayudar a interpretar los resultados, sobre todo que ha podido producirse falso rechazo por golpear sobre algún bolo u otro obstáculo aislado.

### 3.4.- Ensayos de Laboratorio

Sobre las muestras obtenidas a partir de las calicatas, se realizarán en laboratorio los ensayos especificados en el PG-3 y ensayos de compactación. Se han realizado los ensayos en las muestras más representativas de todas las obtenidas.

A partir de las muestras obtenidas en los sondeos se han realizado ensayos de identificación y estado, de resistencia, de consolidación y deformación y ensayos químicos.

Los principales ensayos realizados han sido los siguientes:

- Ensayos de identificación y estado:
  - o Análisis granulométrico por tamizado.
  - o Límites de Atterbeg.
  - o Determinación del contenido en humedad.
  - o Determinación de la densidad aparente y seca.
  - o Determinación de la densidad de las partículas.

- Ensayos de resistencia:
  - o Determinación de la resistencia a la compresión simple en suelos.
  - o Determinación de la resistencia al corte mediante corte directo.
  - o Ensayos de consolidación y deformación.
  - o Ensayo de consolidación unidimensional en edómetro.
  - o Hinchamiento libre en la celda edométrica.
  - o Ensayo de colapso en celda edométrica.
- Ensayos a compactación:
  - o Ensayos Proctor Modificado (densidad seca máxima y humedad óptima).
  - o Determinación del índice C.B.R. en laboratorio.
- Ensayos Químicos en agua y suelo:
  - o Análisis químico (agresividad al hormigón): pH, magnesio, amonio, sulfatos, cloro y dióxido de carbono libre.
  - o Determinación del contenido en sulfatos.
  - o Determinación del contenido de Materia orgánica.
  - o Determinación del contenido en sales solubles.
  - o Determinación del contenido en yesos.

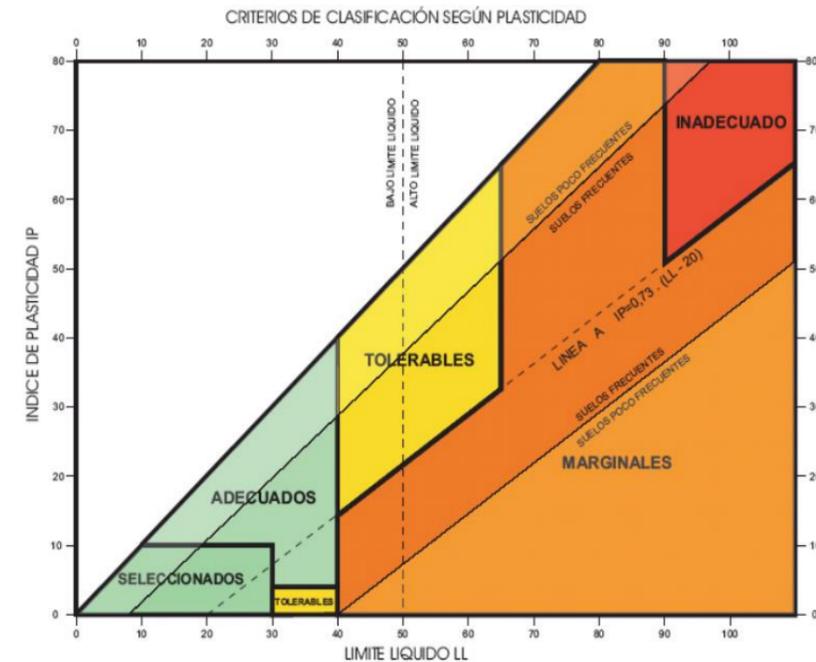


Imagen nº2: Clasificación según la plasticidad

Todos los ensayos se han realizado por el laboratorio de SEG SL.

#### 4.- CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

Para la clasificación de los materiales se ha utilizado la clasificación del PG-3. La clasificación consta de materiales seleccionados, adecuados o tolerables según los criterios siguientes:

Todos los suelos para terraplén deben cumplir #20 > 70% ó #0,08 ≥ 35%

SELECCIONADOS	ADECUADOS	TOLERABLES	MARGINALES	
<0,2%	<1%	<2%	apdo 330.4.4.5	Materia orgánica
<0,2%	<0,2%	YESO <5% OTRAS <1%	apdo 330.4.4.3 apdo 330.4.4.4	Sales solubles
—	—	<3%	<5% apdo 330.4.4.2	Hinchamiento libre
—	—	<1%	apdo 330.4.4.1	Asiento en ensayo de colapso
≤100	≤100	—	—	Tamaño máximo (mm)
#0,4 < 15% (*)	#2 < 80%	#2 < 80%	—	Otras condiciones granulométricas
	#0,4 < 75%	—	—	Finos (#0,08)
	<25%	<35%	—	Plasticidad
SEGÚN GRÁFICO ADJUNTO				

(\*) en caso de cumplir la condición indicada, se esta exento del resto de las comprobaciones de granulometría y plasticidad  
 #n = A% porcentaje en peso que pase por tamiz n UNE  
 (#n = Nº de tamiz de la serie UNE)

Imagen nº1: Clasificación de los materiales

La empresa SEG SL cuenta que la excavabilidad ha sido determinada a partir de las litologías observadas en los niveles atravesados en las catas y en la facilidad de excavación de estas.

#### 5.- CIMENTACIONES

Para determinar el tipo de cimentación necesaria para que la pasarela ciclopeatonal no sufra hundimientos y/o asientos excesivos en el terreno, se ha de determinar el hundimiento del suelo y los asientos que están asociados al tipo de terreno que hay en la zona.

##### 5.1.- Cimentaciones superficiales

##### 5.1.1.- Hundimiento

Para el cálculo de la presión de hundimiento se emplea la fórmula de Brinch-Hansen, la cual es la siguiente:

$$p_u = qN_q S_q d_q + cN_c S_c d_c + \frac{1}{2} B \gamma N_\gamma S_\gamma d_\gamma$$

donde:

- $P_u$  = presión de hundimiento de la cimentación.
- $q$  = sobrecarga sobre la superficie del terreno.
- $B$  = ancho de cimentación.
- $c$  = cohesión del terreno.
- $\gamma$  = densidad del terreno.
- $\varphi$  = ángulo de rozamiento del terreno.
- $N_q, N_c, N_\gamma$  = coeficientes dependientes de  $g$ .
- $S_q, S_c, S_\gamma$  = coeficientes dependientes de la forma de la zapata.
- $d_q, d_c, d_\gamma$  = coeficientes dependientes de la profundidad de la zapata.

La presión admisible por rotura del terreno obtiene de aplicar a la presión de hundimiento obtenida previamente, un coeficiente de seguridad, en este de valor 3.

Se debe calcular la tensión admisible del terreno para la hipótesis de hundimiento a largo plazo y para la hipótesis de hundimiento a corto plazo, siendo el menor valor de estos, el valor que se tomará como tensión admisible del terreno.

### 5.1.2.- Asientos

Se han de comprobar los asientos previstos para cada hipótesis de presión de trabajo ya que no se garantiza que los asientos sean admisibles, aunque la estructura no sufra de hundimiento.

Para terrenos cohesión, el cálculo de asientos se suele realizar por extrapolación de los datos obtenidos de los ensayos edométricos. En ausencia de dichos datos, se puede aplicar el método elástico, ya que es válido tanto para suelos granulares como suelos cohesivos.

La empresa SEG SL, en este caso, ha realizado los cálculos de los asientos por el Método de Steinbrenner. Consiste en suponer que el terreno es un sólido elástico y el asiento de un punto situado a una profundidad  $z$ , bajo la esquina de una superficie rectangular cargada es:

$$\frac{s(z)}{B} = \frac{q}{E} I_z (L/B; Z/B)$$

Donde:

- $B$  y  $L$ : lados de la cimentación.
- $s(z)$ : el movimiento vertical de un punto situado a una profundidad  $z$  en un semiespacio homogéneo.
- $E$ : módulo de elasticidad.
- $q$ : carga transmitida.
- $I_z$ : coeficiente de influencia.

El asiento de un estrato de potencia  $H$  situado entre las profundidades  $z_1$  y  $z_2$  con  $z_1 - z_2 = H$ , será:

$$\frac{\Delta s}{B} = \frac{q}{E} (I_{z1} - I_{z2})$$

El asiento de un terreno compuesto por  $n$  número de estratos, se obtendrá sumando la contribución de cada uno de ellos:

$$S_{total} = \sum \Delta S_i$$

### 5.2.- Cimentaciones profundas

La empresa también realizó un estudio para cimentaciones profundas en el tramo II.

#### 5.2.1- Pilotes Perforados y hormigonados "in situ"

Para la determinación de la resistencia por fuste de los niveles cohesivos se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$\tau_{fh} = c_u \frac{p_0}{p_0 + c_u}$$

Para la resistencia por punta se ha utilizada esta expresión:

$$\sigma_{ph} = 9 \cdot c_u$$

donde:

- $c_u$ : resistencia a corte sin drenaje.
- $P_0$ : presión de referencia, que se toma igual a 100 kPa.

En los estratos granulares, se ha de empleará la siguiente fórmula:

$$\tau_{fh} = 2 \cdot N_{30} (kPa) \leq 90 kPa$$

La resistencia por punta puede tomarse igual al siguiente expresión:

$$\sigma_{pu} = \alpha \cdot N_{30} \cdot (MPa)$$

donde:

- $\sigma_{pu}$ : resistencia por punta última (MPa).
- $N_{30}$ : valor golpeo del ensayo SPT.
- $\alpha$ : factor que depende del tamaño medio de los granos de arena:
  - arenas finas ( $D_{50} \leq 0.2$  mm);  $\alpha = 0.1$  MPa.
  - arenas gruesas ( $D_{50} \leq 0.6$  mm);  $\alpha = 0.2$  MPa.

El valor obtenido del cálculo del parámetro de la resistencia por punta será el valor medio que se asigne a la zona activa inferior y a la zona pasiva superior.

En general, el espaciado mínimo entre centros de los pilotes apoyados sobre estratos duros es de 2 a  $2,5\phi$ . En grupos de pilotes será recomendable comprobar la seguridad frente al hundimiento conjunto del grupo de pilotes. El cálculo se realizará de la siguiente manera:

- En primer lugar, el conjunto de todos los pilotes del grupo se asimilará a un gran pilote cuya sección transversal sea tal que englobe a todas las secciones transversales del grupo de pilotes y del terreno que existe entre ellos. Para la longitud de dicho pilote se tomará la longitud media de los pilotes del grupo.

- El contorno del pilote equivalente se considerará el correspondiente al de la sección transversal y sobre este se aplicará la resistencia por fuste. La parte del contorno que sea ocupada por el propio terreno se supondrá que la resistencia unitaria por fuste es la misma que en el contacto real pilote-terreno.
- El peso del pilote equivalente debe tomarse como la suma del correspondiente a cada uno de los pilotes del grupo y del terreno interno del grupo.

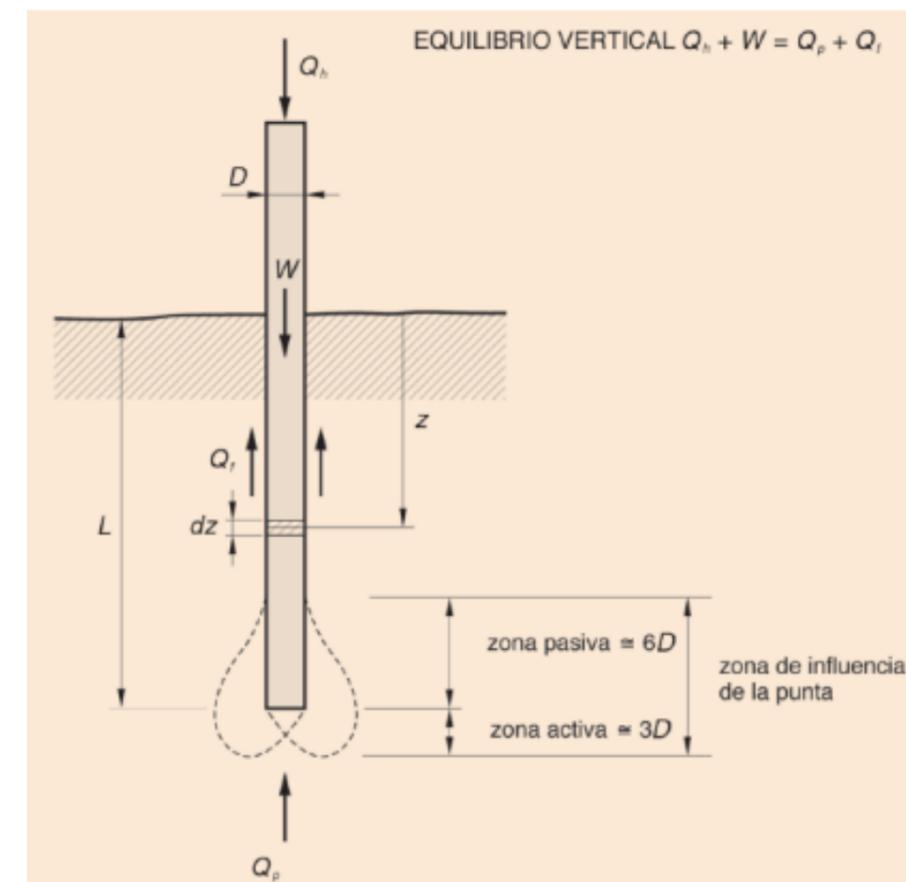


Imagen nº3: Equilibrio vertical de un pilote individual

El cálculo de la carga de hundimiento de este pilote equivalente se realizará con los valores que se en el informe de la empresa SEG SL.

La carga admisible de un pilote individual se puede obtener de la siguiente expresión:

$$Q_{adm} = \frac{\frac{\sigma_{ph} \cdot \pi \cdot \phi_p^2}{4} + \sum_i \tau_{fi} L_i \cdot \pi \cdot \phi_p}{FS}$$

donde:

- $\sigma_{ph}$ : resistencia por punta.
- $\tau_{fi}$ : resistencia por fuste del nivel i.
- $L_i$ : longitud del nivel i.
- $\phi_p$ : diámetro del pilote.
- FS: factor de seguridad (FS=3).

El coeficiente de seguridad global no ha de ser inferior a 2.5 si se decide realizar los cálculos con diferentes coeficientes de seguridad para la resistencia por punta y por fuste. En este caso se ha optado por un coeficiente de seguridad de 2.5.

### 5.2.2- Micropilotes

Si se dice utilizar micropilotes, estos se empotrarán en el terreno a la longitud necesaria en función de las cargas de servicio, del diámetro seleccionado y la de la resistencia unitaria por fuste que se asigne a cada estrato.

Según los ábacos de Casagrande y los distintos tipos de inyección se podrían dar los siguientes valores de resistencia por fuste (MPa) a los estratos en función del SPT:

- Ábaco para limos y arcillas:

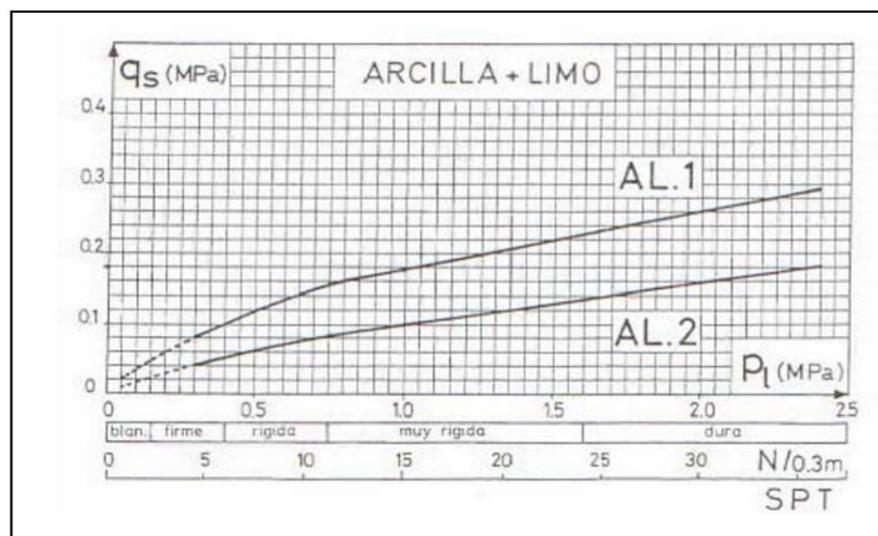


Imagen nº4: Ábaco para limos y arcillas

La figura incluye dos curvas diferentes correspondientes a otros tantos tipos de micropilotes, en función del tipo de inyección aplicada:

- o AL-1: IGU, inyección única global.
- o AL-2: IRS, inyección repetida y selectiva.

- Para el caso de arenas y gravas:

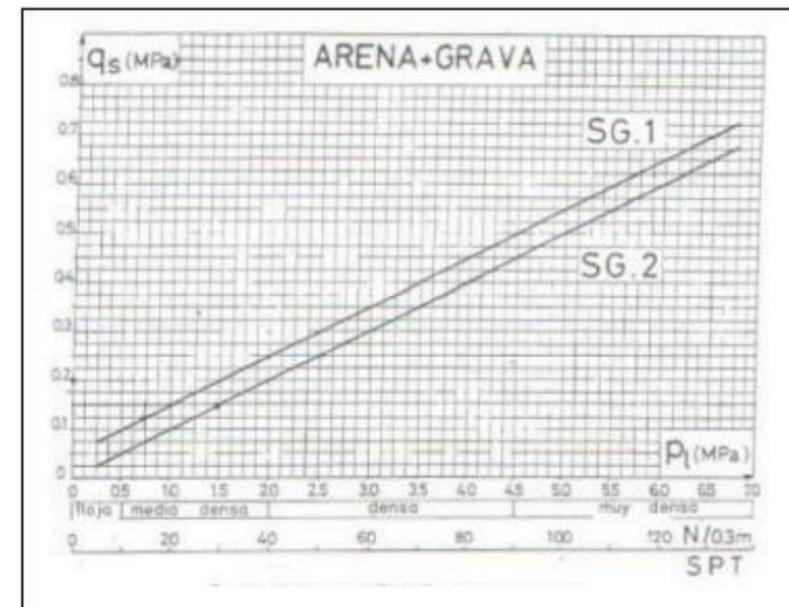


Imagen nº5: Ábaco arenas y gravas

La figura también cuenta con dos curvas correspondientes a otros tantos tipos de micropilotes, en función del tipo de inyección aplicada:

- o SG1: IGU, inyección única global.
- o SG2: IRS, inyección repetitiva y selectiva.

Para la parte del fuste que se encuentre a una profundidad menor a 5 metros, mediada verticalmente desde la superficie, deberá adoptarse en todo caso e independientemente del procedimiento de inyección empleado, el valor de resistencia límite correspondiente al de una inyección tipo IU.

Dada la esbeltez de los micropilotes, cuyos diámetros son relativamente pequeños, no consideraremos la resistencia por punta. La carga admisible total vendrá definida únicamente por la resistencia por fuste, pudiendo aplicar la siguiente expresión:

$$R_{adm} = \frac{1}{FS} \sum \pi D L_i r_{fi}$$

donde:

- D: diámetro del micropilote.
- $L_i$ : longitud del micropilote comprendida en cada nivel o tramo del terreno.
- $r_{fi}$ : resistencia unitaria límite por fuste en cada nivel o tramo del terreno.
- FS: factor de seguridad, que adoptará:
  - o FS = 1.45; micropilotes con función estructural < 6 meses.
  - o FS = 1.65; micropilotes con función estructural > 6 meses.

Se deberá cumplir que:

$$R_{adm} > E_d$$

Lo cual significa que la carga admisible por hundimiento debe ser mayor que el esfuerzo de cálculo por la estructura, en este caso la pasarela ciclopeatonal, y obtenido a partir de las acciones mayoradas.

## 6.- Resultados obtenidos

Dado que la empresa SEG SL ha sido subcontratada para la realización del Anejo de Geología y Geotecnia del Proyecto de Construcción del Anillo Verde Metropolitano de Valencia. Tramo II: Sedaví-Picanya, han realizado la obtención de datos in situ en el tramo. En el proyecto presente, se va a tener en cuenta los datos obtenidos en el tramo del emplazamiento de la pasarela ciclopeatonal a diseñar y dimensionar.

La pasarela ciclopeatonal está situada dentro del tramo II, en el subtramo B desde el P.K. 0+230 hasta P.K. 0+520.

Como se ha mencionado previamente, la empresa SEG SL ya poseía datos previos ya que habían realizado un estudio geotécnico en la Pista de Silla en el año 2014. En el subtramo B, en el P.K. 0+300, a 100 metros de la traza, realizaron 2 penetraciones dinámicas, cuyas curvas de penetración-nº golpes son los siguientes:

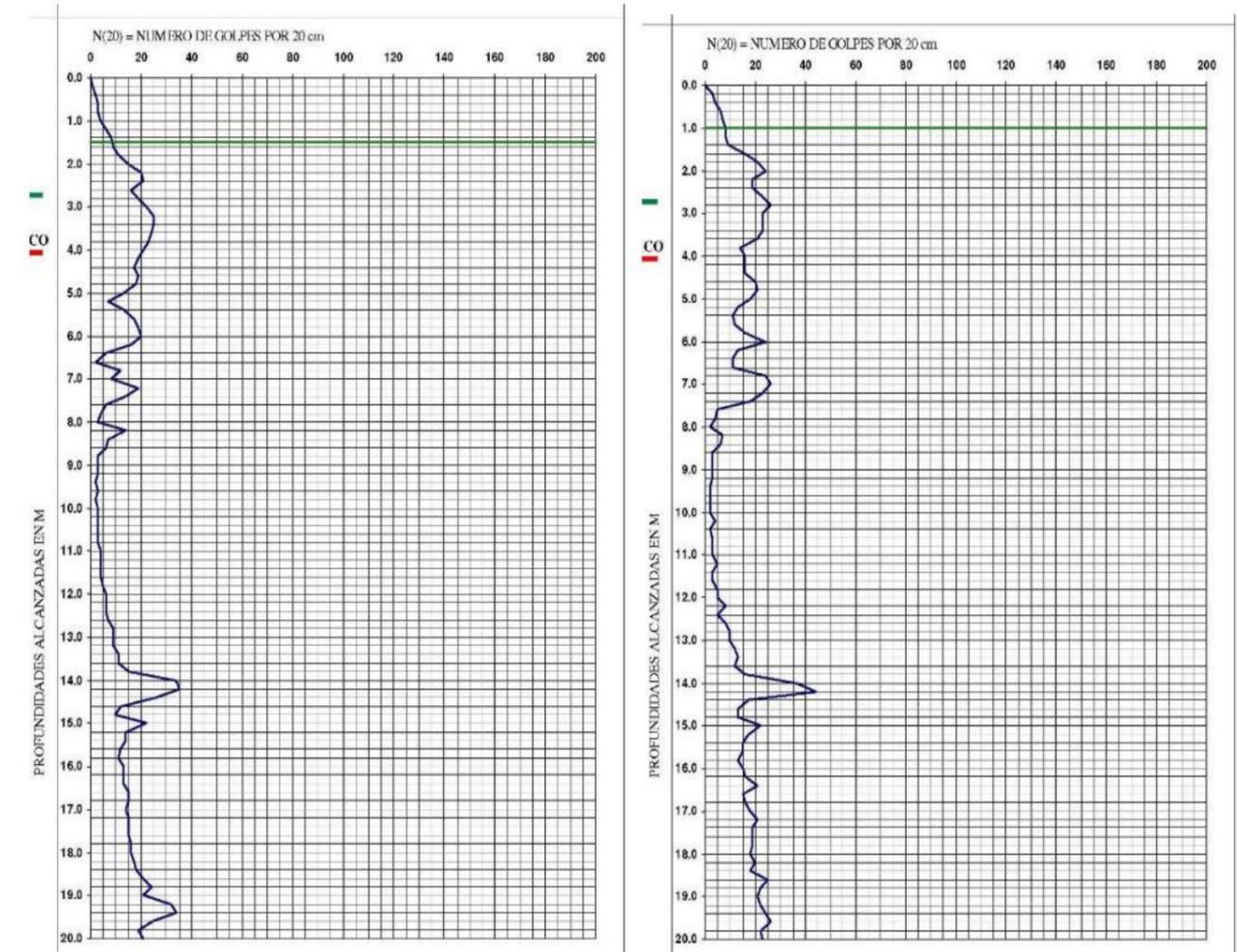


Imagen nº6: Curva de penetración-número de golpes

También se ha comentado que la empresa ha realizado nuevas tomas de muestras en todo el tramo II para complementar y completar la información que tenían previamente.

Se ha realizado dos sondeos, el S-0+310 y el S-0+420 y los datos obtenidos son los siguientes:

- S-0+310:

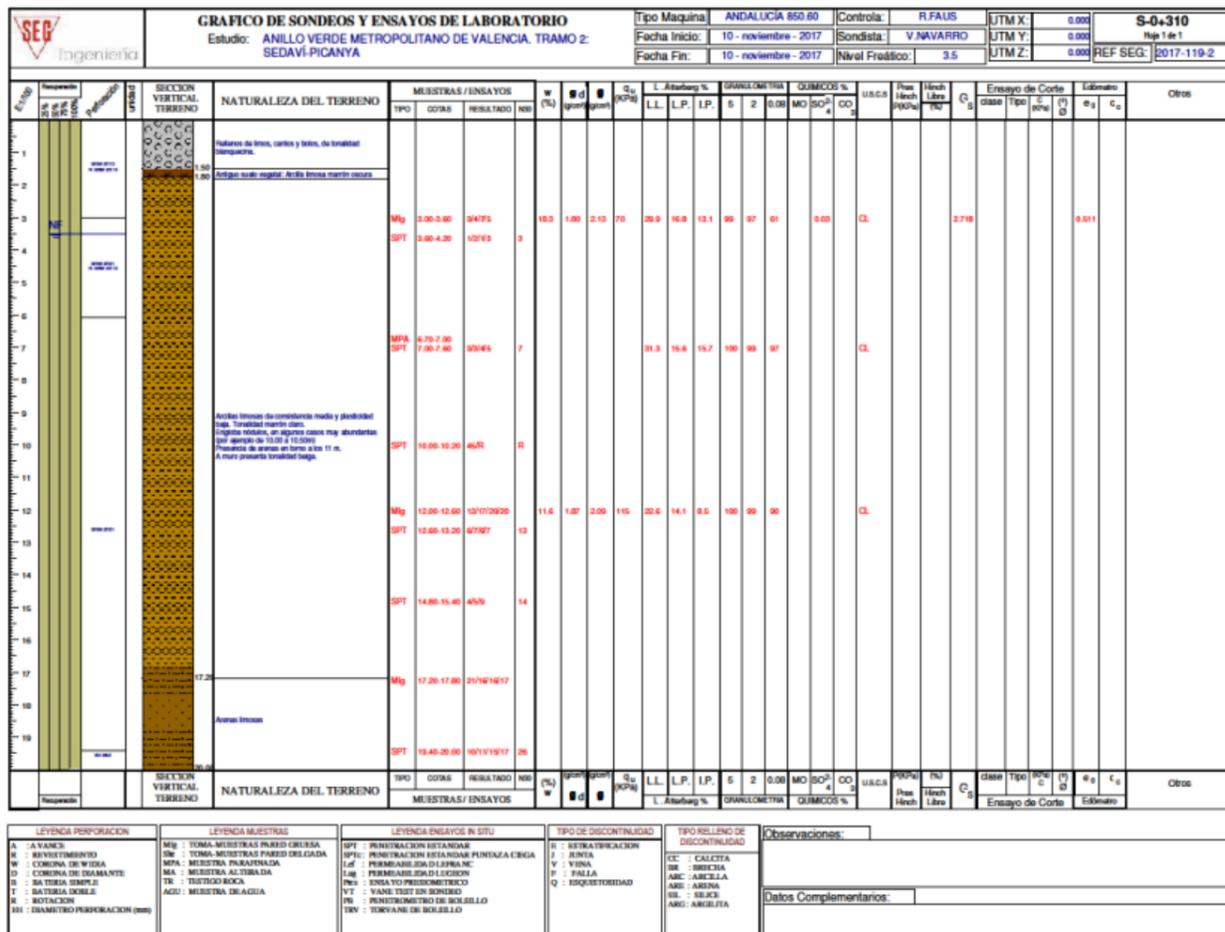


Tabla n°1: Datos hasta la profundidad de 12 m del sondeo S-0+310

	W (%)	γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	γ (g/cm <sup>3</sup> )	Qu (kPa)	Límites de Atterberg			Granulometría			Clasif	e <sub>0</sub>	SO <sub>4</sub> (%)
					LL	LP	IP	#5	#2	#0.08			
MI (3.00-3.60) m	18.3	1.80	2.13	70	29.9	16.8	13.1	99	97	61	CL	0,511	0.03
SPT (7.00-7.60) m					31.3	15.6	15.7	100	99	97	CL		
MI (12.00-12.60) m	11.6	1.87	2.09	115	22.6	14.1	8.5	100	99	90	CL		

- S-0+420:

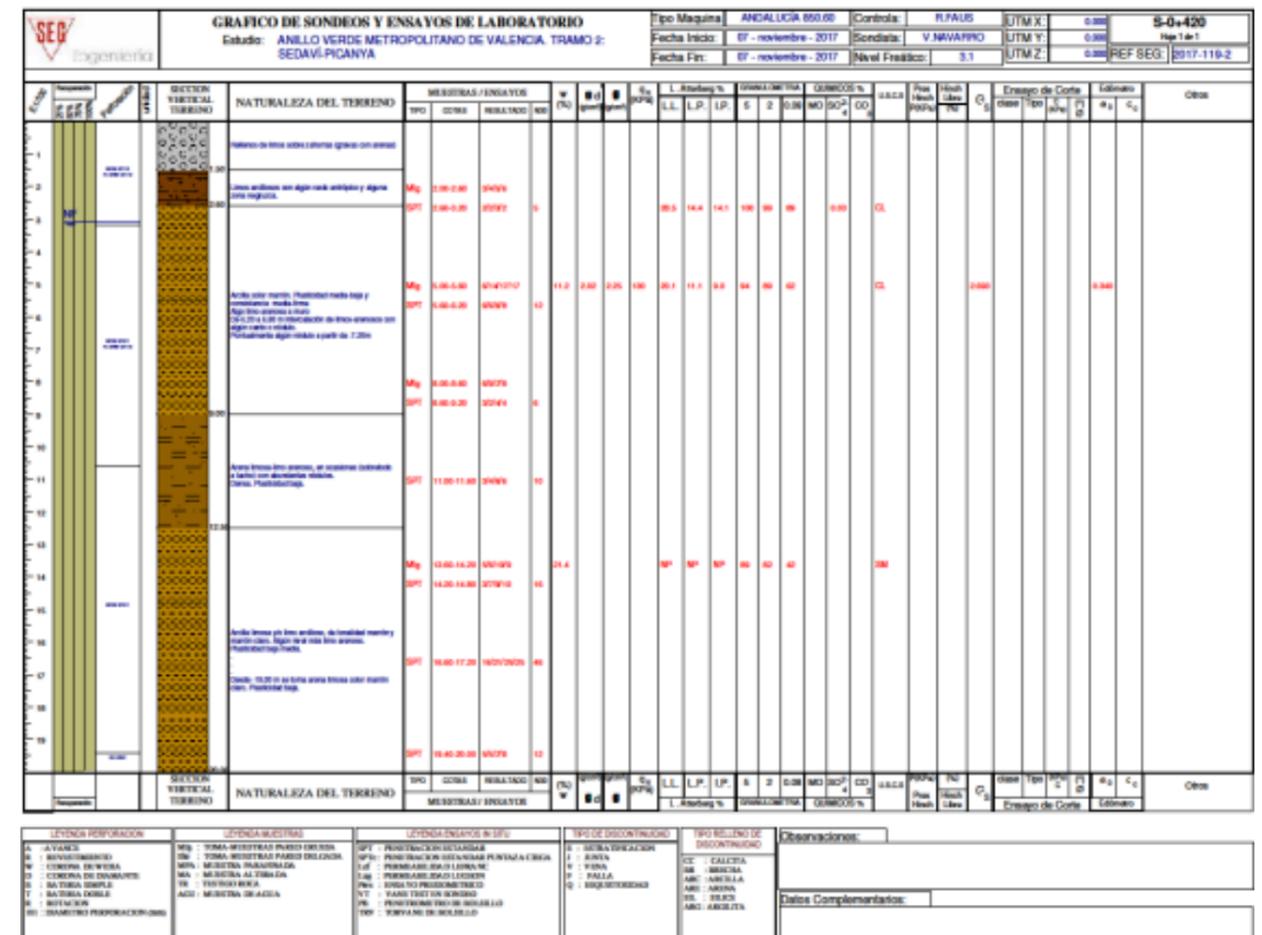


Imagen n°8: Gráfico y ensayos del sondeo S-0+420

En este sondeo se ha tomado una muestra inalterada (MI) de la profundidad de 3,00 metros hasta los 3,60 metros. Se ha realizado un SPT en la profundidad de 7,00 metros hasta los 7,60 metros y, nuevamente, se ha tomado una muestra inalterada (MI) en la profundidad de 12,00 metros hasta la profundidad de 12,60 metros.

Los datos obtenidos están expresados en la siguiente tabla:

En este sondeo se ha realizado un SPT y 2 muestras inalteradas. El SPT se ha realizado a la profundidad de 2.60 metros hasta la profundidad de 3.20 metros. La primera muestra inalterada (MI) se ha tomado a los 5.00 metros de profundidad hasta los 5.60 metros, y la segunda se ha tomado a los 13.60 metros de profundidad hasta los 14.20 metros.

Los resultados de las muestras tomadas son los siguientes:

	W	$\gamma_d$	$\gamma$	Qu	Límites de Atterberg			Granulometría.			Clasif	$e_0$	SO <sub>2</sub> (%)
	(%)	(g/cm <sup>3</sup> )	(g/cm <sup>3</sup> )	(kPa)	LL	LP	IP	#5	#2	#0.08			
<b>SPT (2.60-3.20) m</b>					28.5	14.4	14.1	100	99	89	CL		0.03
<b>MI (5.00-5.60) m</b>	11.2	2.02	2.25	130	20.1	11.1	9.0	94	89	62	CL	0.340	
<b>MI (13.60-14.20) m</b>	21.4				NP	NP	NP	89	82	42	SM		

Tabla n°2: Datos hasta la profundidad de 12 m del sondeo S-0+420

De estos resultados se puede definir la estratigrafía del terreno de la siguiente manera:

- 1- Rellenos y material de inundación no consolidado.  
Rellenos antrópicos, potencia 1.50 m, formado por limos, cantos y bolos, sin estructura definida, compactados en las zonas urbanizadas.  
Limos arcillosos con algún resto antrópico, tonalidad marrón y marrón oscuro. Restos de raíces según tramos. Antiguos suelos vegetales.

Datos del sondeo S-0+310:

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL
S-0+310	0.00-1.50	Rellenos antrópicos
	1.50-1.80	Limos inundación/S. vegetal

Tabla n°3: Primer estrato del sondeo S-0+310

Datos del sondeo S-0+420:

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL
S-0+420	0.00-1.50	Rellenos antrópicos
	1.50-2.60	Limos inundación/S. vegetal

Tabla n°4: Primer estrato del sondeo S-0+420

Consistencia baja deducida de los ensayos "in situ" realizados:

SONDEO	COTA (m)	TIPO	GOLPEOS	(N <sub>20</sub> ) [N <sub>60</sub> ]
S-0+420	2.00-2.60	Mlg	3/4/5/6	[9]

Tabla n°5: Ensayo "in situ" en el sondeo S-0+420

A partir de los datos anteriores se puede definir las siguientes características geotécnicas:

Resumen parámetros geotécnicos. Rellenos y material de inundación no consolidado		
Parámetros geotécnicos	Cohesión efectiva, $c'$ (kPa),	0.00
	Ángulo rozamiento Interno efectivo (°)	22
	Densidad húmeda (kN/m <sup>3</sup> )	16.0

Tabla n°6: Parámetros del primer estrato

- 2- Arcillas limosas, consistencia baja-media:

Este es un estrato de baja plasticidad, formado por arcillas limosas de tonalidad marrón, aleatoriamente presenta nódulos.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL
S-0+310	1.80-10.00	Arcillas limosas
S-0+420	2.60-9.00	Arcillas limosas

Tabla n°7: Segundo estrato de los sondeos

Los datos geotécnicos de este estrato son los siguientes:

	W	$\gamma_d$	$\gamma$	Qu	Límites de Atterberg			Granulometría.			Clasif	$e_0$	SO <sub>4</sub> (%)
	(%)	(g/cm <sup>3</sup> )	(g/cm <sup>3</sup> )	(kPa)	LL	LP	IP	#5	#2	#0.08			
S-0+420 SPT (2.60-3.20) m					28.5	14.4	14.1	100	99	89	CL		0.03
S-0+310 MI (3.00-3.60) m	18.3	1.80	2.13	70	29.9	16.8	13.1	99	97	61	CL	0.511	0.03
S-0+420 MI (5.00-5.60) m	11.2	2.02	2.25	130	20.1	11.1	9.0	94	89	62	CL	0.340	
S-0+310 SPT (7.00-7.60) m					31.3	15.6	15.7	100	99	97	CL		

Tabla n°8: Datos geotécnicos del estrato

Consistencia baja-media a techo y media a partir de los deducidos de los ensayos "in situ" realizados:

SONDEO	COTA (m)	TIPO	GOLPEOS	(N <sub>30</sub> ) [N <sub>60</sub> ]
S-0+310	3.00-3.60	Mlg	3/4/7/5	[11]
	3.60-4.20	SPT	1/2/1/3	(3)
	7.00-7.60	SPT	3/3/4/5	(7)
S-0+420	2.60-3.20	SPT	2/2/3/2	(5)
	5.00-5.60	Mlg	6/14/17/17	[31]
	5.60-6.20	SPT	6/6/6/8	(12)
	8.00-8.60	Mlg	6/9/7/8	[16]
	8.60-9.20	SPT	3/2/4/4	(6)

Tabla n°9: Toma de muestras en el estrato

Parámetros geotécnicos de la unidad :

- Cohesión sin drenaje  $c_u$ :  
Se adoptará el valor relacionado con el resultado de la Resistencia a Compresion Simple (RCS)

$$c_u = \frac{RCS}{2} = \frac{100}{2} \approx 50 \text{ kPa}$$

- Ángulo de Rozamiento interno ( $\phi'$ ):  
En terrenos cohesivos, se puede obtener el valor del ángulo de rozamiento interno a partir del índice de plasticidad. Se utiliza la correlación propuesta por la NAVFAC de 1971, como se muestra en la figura siguiente, se tendría un valor de :  $\phi' \approx 28^\circ$ .

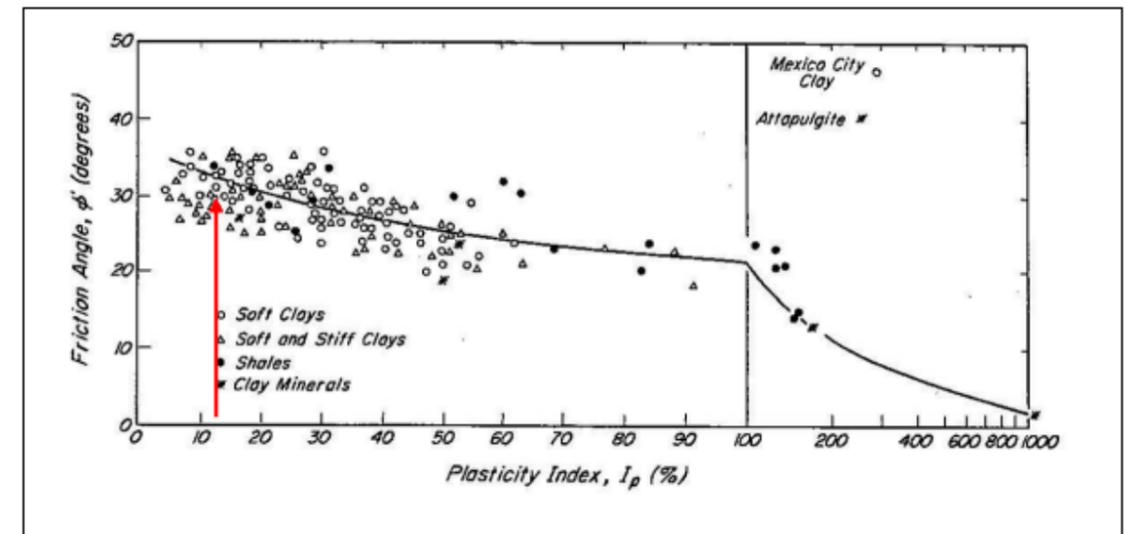


Imagen n°9: Ángulo de rozamiento interno según la plasticidad

- Deformabilidad, módulo de deformación con drenaje y efectivo,  $E_u$ ,  $E'$ :  
Se adopta la siguiente relación a partir del parámetro  $c_u$  (arcillas normalmente consolidadas) para obtener el valor del módulo de deformación sin drenaje:

$$E_u = K \cdot c_u = 200 \cdot c_u = 10000 \text{ kPa}$$

Para este valor de  $E_u$  se tiene un valor de módulo de deformación,  $E'$ :

$$E' = \frac{1+\nu'}{1.5} \cdot E_u \approx 8600 \text{ kPa}$$

Siendo  $\nu'$  el coeficiente de Poisson, al cual se le ha dado un valor de 0.3

Resumen parámetros geotécnicos. Arcilla limosa de consistencia baja-media		
Parámetros geotécnicos	Cohesión sin drenaje, $c_u$ (KPa)	50
	Cohesión efectiva, $c'$ (kPa),	10
	Ángulo rozamiento Interno efectivo ( $^\circ$ )	28
	Densidad húmeda ( $kN/m^3$ )	21.9
	Módulo de deformación sin drenaje, $E_u$ (KPa)	10000
	Módulo de deformación efectivo, $E'$ (KPa)	8600

Tabla nº10: Resumen de los parámetros geotécnicos

	W	$\gamma_d$	$\gamma$	$Q_u$	Límites de Atterberg			Granulometría.			Clasif	$e_0$	$SO_4$ (%)
	(%)	( $g/cm^3$ )	( $g/cm^3$ )	(kPa)	LL	LP	IP	#5	#2	#0.08			
S-0+310 MI (12.00-12.60) m	11.6	1.87	2.09	115	22.6	14.1	8.5	100	99	90	CL		
S-0+420 MI (13.60-14.20) m	21.4				NP	NP	NP	89	82	42	SM		

Tabla nº12: Datos geotécnicos del tercer estrato

Consistencia media en las arcillas y densidad en los estratos no plásticos media-densa, deducida de los ensayos "in situ" realizados:

3- Arcillas limosas, consistencia media, intercalaciones limo-arenosas densidad media:

Estrato de arcillas limosas y limos arenosos, con nodulaciones abundantes en algunos tramos. Baja o nula plasticidad. Tonalidad marrón y beige. Pasadas o niveles arenosos.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL
S-0+310	10.00-10.50	Arcillas y limos con nódulos
	10.50-17.20	Arcillas arenosas
S-0+420	9.00-12.50	Limos arenosos con nódulos
	12.50-17.00	Arcillas arenosas

Tabla nº11: Sondeos del tercer estrato

SONDEO	COTA (m)	TIPO	GOLPEOS	( $N_{60}$ ) [ $N_{60}$ ]
S-0+310	10.00-10.20	SPT	45/R	(R)
	12.00-12.60	Mig	12/17/20/20	[37]
	12.60-13.20	SPT	6/7/6/7	(13)
	14.80-15.40	SPT	4/5/9/	(14)
S-0+420	11.00-11.60	SPT	3/4/6/6	(10)
	13.60-14.20	Mig	5/6/10/9	[16]
	14.20-14.80	SPT	3/7/9/10	(16)

Tabla nº13: Ensayos realizados en el tercer estrato

Los datos geotécnicos de este estrato son los siguientes:

Parámetros geotécnicos de la unidad:

- Cohesión sin drenaje  $c_u$ :  
Se adoptará el valor relacionado con el resultado de la Resistencia a Compresion Simple (RCS)

$$c_u = \frac{RCS}{2} = \frac{115}{2} \approx 55 \text{ kPa}$$

- Ángulo de Rozamiento interno ( $\phi'$ ):  
En terrenos cohesivos, se puede obtener el valor del ángulo de rozamiento interno a partir del índice de plasticidad. Se utiliza la correlación propuesta por la NAVFAC de 1971, como se muestra en la figura siguiente, se tendría un valor de :  $\phi' \approx 28^\circ$ .

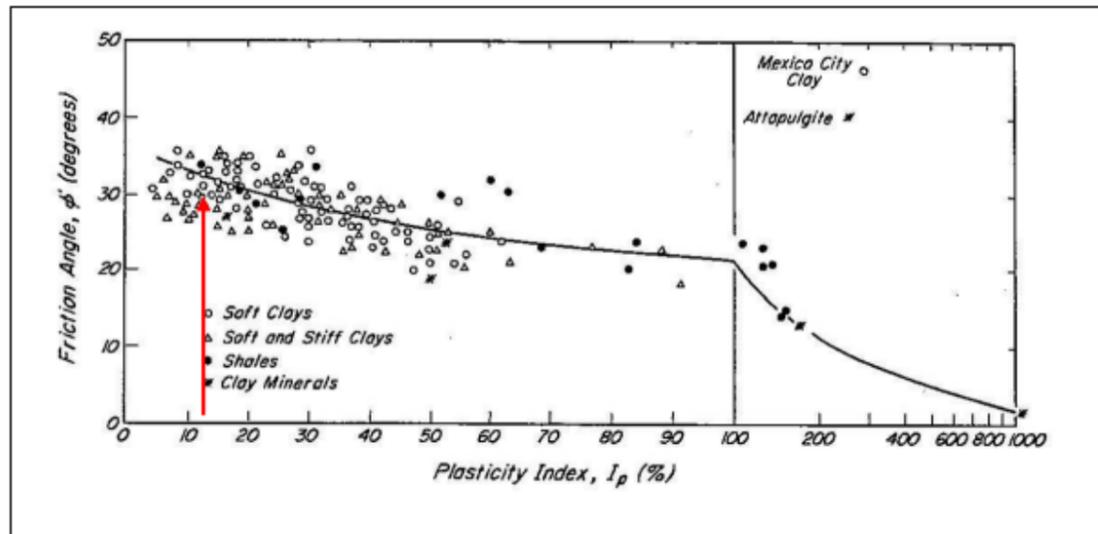


Imagen nº10: Ángulo de rozamiento interno según la plasticidad

- Deformabilidad, módulo de deformación con drenaje y efectivo,  $E_u$ ,  $E'$ :  
Se adopta la siguiente relación a partir del parámetro  $c_u$  (arcillas normalmente consolidadas) para obtener el valor del módulo de deformación con drenaje:

$$E_u = K \cdot c_u = 200 \cdot c_u = 11000 \text{ kPa}$$

Para este valor de  $E_u$  se tiene un valor de módulo de deformación,  $E'$ :

$$E' = \frac{1 + \nu'}{1,5} \cdot E_u \approx 9500 \text{ kPa}$$

Siendo  $\nu'$  el coeficiente de Poisson, al cual se le ha dado un valor de 0.3

A continuación, se muestra una tabla a modo resumen de los parámetros geotécnicos de este estrato:

Resumen parámetros geotécnicos. Arcilla limosa de consistencia media		
Parámetros geotécnicos	Cohesión sin drenaje, $c_u$ (KPa)	55
	Cohesión efectiva, $c'$ (kPa),	20
	Ángulo rozamiento Interno efectivo ( $^\circ$ )	28
	Densidad húmeda ( $\text{kN/m}^3$ )	21.0
	Módulo de deformación sin drenaje, $E_u$ (KPa)	11.000
	Módulo de deformación efectivo, $E'$ (KPa)	9.500

Tabla nº14: Parámetros geotécnicos del tercer estrato

#### 4- Arenas limosas

Arenas limosas de tonalidad beige, densidad media.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL
S-0+310	17.20-20.00	Arenas limosas
S-0+420	17.00-20.00	Arenas limosas

Tabla nº15: Sondeos del cuarto estrato

Se trata de unas arenas, en general densas, con valores medios N20 del ensayo DPSH de 20 golpes, y valores N30 del ensayo SPT de 30 golpes.

Parámetros geotécnicos de la unidad:

Resistencia y deformabilidad, Densidad relativa, para niveles granulares se utilizará la siguiente expresión:

$$\frac{DR}{100} = 0,2236 \cdot \sqrt{\frac{N_{30}}{a + b \cdot \sigma'_{vo}}}$$

Siendo:

- $N_{30}$ : golpeo de cálculo del SPT (30 golpes)
- $\sigma'_{vo}$ : tensión efectiva
- a y b: constantes de valor 1,00 y 0,20 respectivamente

Operando, se obtiene una densidad relativa del 96 %.

Una vez determinada la densidad relativa de este nivel, se procederá a la determinación de los parámetros mecánicos, procediendo en primer lugar al cálculo del ángulo de rozamiento de este nivel y posteriormente el ángulo de rozamiento interno del material.

- Ángulo de rozamiento interno:

$$\phi = 25^\circ + 0,15 DR\% = 39.4^\circ \text{ (Meyerhoff, 1956)}$$

$$\phi = 20^\circ + 3,5\sqrt{N_{30}} = 30.2^\circ \text{ (Muromachi, 1974)}$$

- Deformabilidad:

$$E = 7 \cdot \sqrt{N_{30}} = 14.5 \text{ MPa (Denver, 1982)}$$

$$E = 0,756 \cdot N_{30} + 18,75 = 41.4 \text{ MPa (D'Appolonia, 1970)}$$

A continuación, se muestra una tabla a modo resumen de los parámetros geotécnicos de este estrato:

Resumen parámetros geotécnicos. Arenas limosas		
Parámetros geotécnicos	Cohesión efectiva, $c'$ (kPa),	0.00
	Ángulo rozamiento Interno efectivo ( $^\circ$ )	35
	Densidad húmeda ( $\text{kN/m}^3$ )	22.0
	Módulo de deformación efectivo, $E'$ (MPa)	14.5

Tabla nº16: Parámetros geotécnicos del cuarto estrato

## 7.- Resumen de los parámetros geotécnicos.

A continuación, se muestra una tabla a modo resumen extraída del anejo de geología y geotecnia de la empresa SEG SL, mencionado previamente, de los distintos parámetros obtenidos del terreno existente en el subtramo B del tramo II del Anillo Verde Metropolitano de Valencia, donde irá ubicada la pasarela ciclopeatonal objeto de este proyecto.

SUBTRAMO	B	
Pk 's	0+230-0+520	
Espesor medio de saneo (m)	2.50	
Categoría explanada natural (m)	Tolerable	
Excavabilidad	Fácil (con medios mecánicos)	
$N_{30}$ teórico, terreno natural	Nivel b.- Arcillas limosas consistentes baja-media	8
Cohesión, $c'$ (kPa)		10
Ángulo de rozamiento		28
Densidad aparente ( $\text{kN/m}^3$ )		21.9
Densidad seca ( $\text{kN/m}^3$ )		18.0
Nivel freático	3.30	
Agresividad aguas freáticas	media	

Tabla nº10: Parámetros geotécnicos del subtramo B

## 8.- Sismo

Para la acción sísmica se ha considerado la “Norma de Construcción Sismorresistente. Parte general y edificación” (NCSE-02) y la “Norma de Construcción Sismorresistente de Puentes” (NCSP-07). El ámbito de aplicación de la NCSP-07 se extiende a todos los proyectos y obras nuevas de construcción de puentes que formen parte de la red de carreteras del Estado o de la red de ferroviaria de interés general.

La NCSP-07 incluye un mapa de peligrosidad sísmica, procedente de la NCSE-02, en el cual se proporciona los valores de la aceleración sísmica básica según la zona. La aceleración sísmica básica es el valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un periodo de retorno de 500 años.

Además, se ha tenido en cuenta el proyecto de la NCSR-23 ya que ésta incluye un mapa de peligrosidad sísmica más restrictivo que la NCSP-07 para un periodo de retorno de 475 años.

La acción sísmica se desarrollará en el *Anejo nº4: Cálculo estructural*.

Peligrosidad sísmica básica	NCSE-02	NCSP-07	NCSR-23
$a_b$ (m/s <sup>2</sup> )	0,07g	0,07g	0,12g

*Tabla nº11: Aceleración sísmica en Sedaví*



# ANEJO N°3: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

---



## ÍNDICE

<b>1.- Objetivo.....</b>	<b>1</b>
<b>2.- Condicionantes .....</b>	<b>1</b>
<b>3.- Planteamiento de alternativas.....</b>	<b>1</b>
<b>4.- Descripción de las alternativas.....</b>	<b>2</b>
<b>4.1.- Pasarela tipo viga .....</b>	<b>2</b>
<b>4.2.- Pasarela tipo arco .....</b>	<b>3</b>
<b>4.3.- Pasarela tipo arco atirantado .....</b>	<b>4</b>
<b>5.- Valoración de las alternativas .....</b>	<b>5</b>
<b>6.- Solución adoptada .....</b>	<b>7</b>
<b>6.1.- Alternativa seleccionada .....</b>	<b>7</b>
<b>6.2.- Accesos a la pasarela .....</b>	<b>7</b>

## 1.- Objetivo

El presente anejo tiene por objetivo la realización de un estudio de las alternativas de diseño planteadas para la pasarela ciclopeatonal de este proyecto. Dicho estudio consistirá en la comparación de las diferentes tipologías constructivas de las soluciones para que, de este modo, se pueda obtener la solución más adecuada para este caso.

Se va a plantear tres soluciones viables y se adoptará finalmente una de ellas teniendo en cuenta puntos como la estética, la funcionalidad, la economía, el mantenimiento y la construcción.

Una vez descritas las alternativas, se procederá a la ponderación de los diferentes puntos de vista mencionados con una puntuación de 1 a 10, siendo 10 el mayor valor. Cuando se tengan ponderadas las alternativas, se procederá a la posterior descripción de la alternativa con mayor valor obtenido.

## 2.- Condicionantes

A continuación, se va a señalar las condiciones mínimas que han de tener todas las alternativas propuestas:

- La luz que han de tener los cuatro tramos son, aproximadamente: 14 m, 20 m, 40 m y 27 m.
- El tramo mayor, el de 40 m, no debe de tener apoyos intermedios para no interferir en la circulación de vehículos por la autovía V-31.
- Debido a la intensidad de tráfico en la autovía V-31, según las directrices del Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana, los cortes de circulación necesario para la instalación y montaje de la estructura se realizará en horario nocturno debido a que es menor la intensidad del tráfico y con duración de cuatro horas. De esta forma se intenta preservar, en lo máximo posible, la seguridad tanto de los trabajadores como de los vehículos
- El ancho total de la estructura será de 5 m, contando con un carril ciclopeatonal que se conectará con uno ya existente en Sedaví.
- La pendiente longitudinal de la pasarela no será superior al 6%.
- El gálibo mínimo de la pasarela, según la norma IAP-11, ha de ser de 5,5 m sobre el trazado de la autovía.

## 3.- Planteamiento de alternativas

El objetivo principal de este proyecto, como se ha comentado, es el de aportar una estructura que permita realizar un trazado ciclopeatonal seguro sobre la autovía V-31 para el enlace de los tramos I y II del Arco Verde Metropolitano de Valencia a su paso por el término municipal de Sedaví.

Esta estructura se conectará, en su acceso Oeste, con un carril bici existente en la “*Avinguda del País Valencià*” y, por el acceso Este, estará conectada con la “*Vía Lv-Sedaví*” la cual está conectada al tramo I: Pinedo-Sedaví del tramo *L’ Horta Sud* del Arco Verde Metropolitano de Valencia.

La estructura ha de ser fácil y rápida de montar y, todo sobre, tiene que ser ligera debido a uno de los condicionantes mencionados previamente, ya que se procurará realizar los cortes estrictamente necesarios para evitar posibles accidentes. Debido a esto, la estructura se deberá traer montada de fábrica o prefabricada en el menor número de piezas posibles para que, una vez en el emplazamiento, se coloque en su posición final.

A continuación, se procede a realizar una breve descripción de las alternativas planteadas como posibles soluciones:

- Pasarela tipo viga:  
Esta tipología de solución es una de las más sencillas a la hora de su ejecución debido a que están constituidas por piezas rectilíneas las cuales tienen uno o más puntos de apoyo. Esta solución tiene por ventajas su sencillez y su rapidez a la hora de montarla. Por el contrario, esta solución pierde efectividad con el aumento de la luz entre apoyos.
- Pasarela tipo arco:  
Esta tipología cuenta con uno o dos arcos con los cuales resiste a las solicitaciones a las que está sometido el tablero y las transmite los apoyos en los extremos de los mismos arcos. Consiste en una solución versátil y con diferentes tipos de sistemas estructurales dentro del sistema arco.
- Pasarela de arco atirantado:  
Esta tipología cuenta con uno o dos arcos con los cuales resiste a las solicitaciones a las que está sometido el tablero y las transmite los apoyos en los extremos de los mismos arcos. Este tipo de arco evita la transmisión de esfuerzos horizontales a las cabezas de las pilas ya que el tablero trabaja como si fuese un tirante. Además, el arco está unido al tablero mediante cables o péndolas de acero de resistencia.

#### 4.- Descripción de las alternativas

A continuación, se va a describir y analizar las alternativas mencionadas previamente en el apartado anterior.

Además, todas las alternativas han de seguir el siguiente trazado debido a que a la complejidad del emplazamiento y para poder enlazar de una forma segura ambos lados de la autovía V-31.

De modo general, las dimensiones que ha de tener la pasarela han de ser, como máximo, un único tramo de unos 88 m de longitud para salvar la autovía V-31 y un carril de acceso a esta, además de un tramo de unos 14 m en dirección oblicua al anterior tramo.

##### 4.1.- Pasarela tipo viga

Para esta alternativa se ha pensado realizar una viga de hormigón de alta resistencia (HMAR) como la que se encuentra sobre la autovía V-21 entre Alboraya y Port Saplaya o, la que se encuentra en el barranco de Ovejas, Alicante.



Imagen n°1: Pasarela de HMAR sobre V-21 entre Alboraya y Port Saplaya, Valencia



Imagen n°2: Pasarela de HMAR en el barranco de Ovejas, Alicante

Esta tipología de pasarela tipo viga resulta un tanto compleja debido a la utilización como materia le hormigón de alta resistencia.

Sin embargo, la estética, que será un factor importante en la elección de la alternativa, es buena y ofrece un aspecto modernista.

La sección transversal de la pasarela será una artesa cuyas almas serán dos celosías Warren de canto variable. De esta forma, las propias celosías son las barandillas de la pasarela, consiguiendo así un mayor impacto visual. La pasarela se prefabricará en su totalidad y se podrá utilizar encofrados que se utilicen para la fabricación de vigas para puentes de hormigón armado y pretensado.

Este tipo de pasarela de hormigón cuenta con nervios longitudinales y transversales los cuales sirven de apoyo para la losa del tablero, además de contribuir en la rigidez torsional de la estructura de la viga, además de disminuir la longitud de pandeo de las diagonales laterales.

Dicha disposición de los nervios genera la existencia de un cajón de servicio sobre los cordones traccionados inferiores donde se aloja el pretensado necesario.

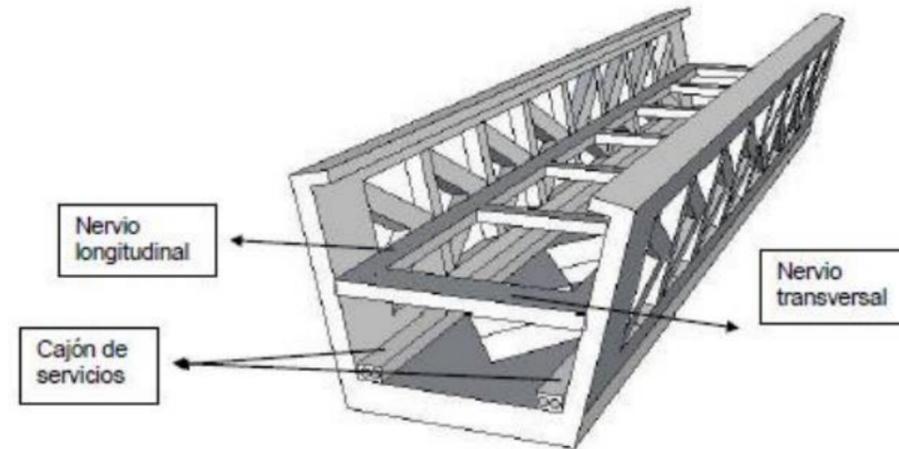


Imagen n3º: Esquema general de la sección

Teniendo en cuenta la pasarela del barranco de Ovejas, esta pesa un total de 70 toneladas con una longitud de unos 44 m, basándonos en este dato y aplicándolo a esta alternativa propuesta, tendríamos como mínimo, dos tramos de unos 40 m cada uno para salvar la autovía de un lado al otro.

La problemática de esta solución es el elevado peso de la estructura debido al hormigón que se emplea para la ejecución de este tipo de pasarela.

Además de ello, no se puede ejecutar un único vano de casi 90 m debido a las flexiones que se producen simplemente con su peso propio.

Como solución a un único vano se puede plantear 2 vanos de unos 40 m cada uno, pero generaría un impacto visual poco agradable ya que la estructura tiene una cierta curvatura en el cordón superior de la celosía Warren, lo que produciría dos curvaturas en sentido longitudinal de la pasarela.

Asimismo, la disposición de dos vanos no resulta viable ya que, a los 40 m, donde termina un tramo y comienza el siguiente, estaría ubicado en medio de la autovía V-31, lo que es imposible de realizar.

Se puede plantear una solución de tres vanos, el primero de unos 20 m, el siguiente de unos 40 m y el último de unos 27 m. Con esta solución se salvaría la autovía y el carril de acceso del área de servicio colindante a la V-31 en esa ubicación. Esto supondría, igual que en el caso anterior, un aumento de curvaturas en sentido longitudinal del cordón superior de la celosía Warren, siendo en este caso igual a tres curvaturas distintas, lo cual rompe la estética uniforme de la pasarela.

El precio de ejecución de este tipo de pasarelas es de unos 3 €/kg, este precio incluye la fabricación, transporte y colocación de la misma. El peso de la pasarela del barranco de Ovejas es de unas 70 T con una longitud de unos 44 m, extrapolando este dato al presente proyecto, se tiene que el peso de la pasarela planteada, teniendo en cuenta que en este caso se tiene una longitud del doble de largo, unos 88 m, más un tramo de 14 m, es de unas 160 T.

Con el peso de la estructura planteada y el precio por kilogramo que supone una pasarela de hormigón de alta resistencia, tenemos que el presupuesto aproximado es de unos 500,000 €.

Finalmente, con lo descrito previamente sobre la pasarela de hormigón de alta resistencia como posible solución, resulta ser una alternativa no viable debido a su alto coste y al impacto visual no uniforme que resultaría de ejecutar la pasarela en tres vanos.

Además, la unión del tramo oblicuo al tramo perpendicular a la autovía resultaría muy complejo de ejecutar ya que este tipo de pasarelas se diseñan para tramos rectos y, la unión de ambos tramos se tendría que resolverse con una barandilla adicional, rompiendo de esta manera la totalidad de la estética de la pasarela ya que se pasaría de las barandillas que forman de la estructura de la sección artesana de la pasarela, a una barandilla metálica.

#### 4.2.- Pasarela tipo arco

Dentro de las diferentes tipologías de un puente tipo arco, para esta alternativa se va a escoger la de arco superior con tablero inferior. De este modo, el arco soporta las solicitaciones a las que está sometido el tablero y las transmite sus apoyos en las pilas o estribos.

Para esta alternativa el arco estará unido al tablero mediante un cercha tipo viga Pratt. Una viga tipo Pratt es una viga triangulada formada por montantes verticales y diagonales inclinadas que unen el cordón superior e inferior. En la viga Pratt, bajo acciones gravitacionales, los montantes trabajan a compresión y las diagonales trabajan a tracción.



Imagen nº4: Arco con celosía Pratt

Debido a falta de un emplazamiento adecuado y a la seguridad vial, se va a plantear una solución con cuatro arcos de diferentes longitudes debido a que, si se plantea un único arco, este resultaría de casi 90 m y, como se ha mencionado, no se dispone de un emplazamiento donde se pueda ejecutar el arco completo y luego colocarlo en su posición final.

Las longitudes entre los apoyos de los cuatro arcos con las que se va a diseñar esta solución son de 13,86 m, de 20,35 m, de 39,75 m y 26,88 m respectivamente.

La estructura de esta alternativa se realizará con acero estructural S355 y con una losa de 15 cm de espesor de hormigón armado (HA-30).

Además, se cuenta con una barandilla de 1,45 m de altura para todos los arcos.

El predimensionamiento de la estructura se ha basado en otros proyectos similares en los cuales las luces eran similares. Además, únicamente se ha tenido en cuenta el peso propio de la estructura, las cargas muertas y la sobrecarga de uso.

Para los cuatro arcos se tomará una relación flecha/luz típica para estos puentes arco, está relación es de 1/6.

Para el arco menor, el de 13,86 m, con la relación flecha/luz de 1/6, se tendría un arco con una flecha de unos 2,3 m, pero se va a aumentar dicha flecha a 4 m para dar una mayor sensación de seguridad a los peatones y para que este arco sea visualmente más homogéneo respecto al resto de arcos. En este caso, los montantes estarán separados 1,8 m entre si desde el centro del vano.

El peso de la estructura metálica es de 47,8 kN, a 3,10 €/kg, el presupuesto de la estructura es de 15.109,92 €. En este presupuesto se incluye el montaje, las soldaduras y el transporte de la estructura.

Para el arco de 20,35 m, se tiene una flecha de 3,4 m, al igual que en el caso anterior, se aumentará la flecha hasta los 4 m para un aspecto más homogéneo. En este caso los montantes están separados cada 2 m respecto del montante del centro del vano. El peso de la estructura metálica es de unos 64,8 kN y, a un precio de 3,10 €/kg, el presupuesto para este arco es de unos 20.483,74€.

Para el arco de 39,75 m, es el arco más condicionante, teniendo en cuenta la relación flecha/luz de 1/6 que se ha mencionado previamente, la flecha de este arco es unos 6,6 m. Los montantes están separados cada 3 m. Como en los casos anteriores, la losa tiene un espesor de 15 cm y se cuenta con la barandilla mencionada previamente de 1,2 m de altura.

Teniendo en cuenta que se ha llevado a cabo un predimensionamiento con el peso propio, las cargas muertas y la sobrecarga de uso repartida por todo el tablero, el peso propio de la estructura es de 305,25 kN. A un coste unitario de 3,10 €/kg del acero, donde se incluye el montaje, soldaduras y el transporte al emplazamiento, hace un total de 96.491,66 €

Por último, el arco de 26,88 m tiene una flecha de 4,5 m y con una separación entre montantes de 2,5 m respecto del montante central. El peso de la estructura metálica para este arco es de unos 105,69 kN, teniendo en cuenta el coste unitario de 3,10 €/kg, el presupuesto de la estructura es de unos 33.409,35 €.

El presupuesto de esta alternativa, teniendo en cuenta que únicamente se ha tenido en cuenta el acero estructural, es de 165.494,66 €.

#### 4.3.- Pasarela tipo arco atirantado

El arco atirantado o arco Bow-string es una tipología de puente arco donde el tablero actúa como un tirante metálico y la parte resistente de la estructura se encuentra por encima del tablero.



Imagen nº5: Arco Bow-string

Para esta alternativa también se va a plantear como arco con tablero inferior, con dos arcos paralelos. Los arcos serán paralelos debido a que la luz de los arcos no es muy grande por lo que la relación flecha/luz no aporta una flecha alta. Además, el arco estará conectado con el tablero mediante péndolas de acero de alta resistencia S460N, mientras que el resto de la estructura metálica es de acero estructural S355.

Se van a plantar cuatro arcos por el mismo motivo que en la alternativa anterior, no se dispone de un emplazamiento adecuado para montar y colocar una estructura que mida casi 90 m. Además, podría suponer un peligro grave colocar la estructura de 90 m de luz debido a la intensidad media diaria de la V-31, independientemente de que se colocase en horario nocturno.

En esta alternativa, la relación flecha/luz típica de los bow-string es de 1/8.

Además, esta alternativa se desarrollará los arcos tipo bow-string tipo Network, ya que esta disposición de péndolas permite una distribución más homogénea de las cargas al arco debido a que las péndolas se encuentran inclinadas y la poca separación de las mismas.

La disposición de las péndolas se realizará sobre el arco con una separación de 2 a 4 m entre las péndolas y, estas, formarán un ángulo de 55° respecto a una línea perpendicular al arco que pasa por los puntos de las péndolas.

Para el arco menor, el de 13,86 m, con la relación flecha/luz de 1/8, se tendría un arco con una flecha de 1,73 m, pero se va a aumentar dicha flecha a 4 m para dar una mayor sensación de seguridad a los peatones y para que este arco sea visualmente más homogéneo respecto del resto de arcos. El peso de la estructura metálica es de 42,47 kN, a 3,10 €/kg, el presupuesto de la estructura es de 13.425,06 €. Para las péndolas, el precio tiene bastante variación, por lo que, para esta ocasión, se ha decidido que su valor sea 14,46 €/kg, por lo visto en otros proyectos y bases de datos sobre dicho acero. El peso de las péndolas es de 1,76 kN, por tanto, el precio de las mismas es de 2.595,10 €. El presupuesto total de la parte metálica de este arco es de 16.020,16 €.

Para el arco de 20,35 m, se tiene una flecha de 3,4 m, al igual que en el caso anterior, se aumentará la flecha hasta los 4 m para un aspecto más homogéneo. El peso de la estructura metálica es de unos 47,25 kN y, a un precio de 3,10 €/kg, el precio de la estructura metálica es de 14.936,06 €. Para el caso de las péndolas, se tiene un peso de 5,02 kN, a un precio de 14,76 €/kg, el precio de las péndolas es de 7.401,92 €. El presupuesto de este arco es de unos 22.337,98 €.

Para el arco de 39,75 m, es el arco más condicionante, teniendo en cuenta la relación flecha/luz de 1/6 que se ha mencionado previamente, la flecha de este arco es unos 5 m. Como en los casos anteriores, la losa tiene un espesor de 15 cm y se cuenta con la barandilla mencionada previamente de 1,45 m de altura. El peso de la estructura metálica es de 140,42 kN, a un coste unitario de 3,10 €/kg, el presupuesto de la estructura es de 44.387,75 €. Para las péndolas se tiene un peso de 5,42 kN, a un coste de 14,46 €/kg, el presupuesto de las péndolas es de 7.991,75 €. El presupuesto total de este arco es de 52.379,46 €.

Por último, el arco de 26,88 m tiene una flecha de 3,36 m, pero se va a aumentar hasta los 5 m para dar un aspecto homogéneo. El peso de la estructura metálica para este arco es de unos 56,73 kN, teniendo en cuenta el coste unitario de 3,10 €/kg, el presupuesto de la estructura es de unos 17.932,75 €. El peso de las péndolas es de 3,67 kN, con un coste de 14,46 €/kg, dando un presupuesto de 5.299,09 €. El presupuesto total de este arco es de unos 23.231,85 €.

El presupuesto de esta alternativa, teniendo en cuenta que únicamente se ha tenido en cuenta el acero estructural y las péndolas, es de 113.969,44 €.

## 5.- Valoración de las alternativas

A continuación, se procede a realizar la valoración de las tres alternativas propuestas en el apartado anterior

Como se ha mencionado previamente, la valoración de las alternativas va a realizar de forma numérica, del 1 al 10 siendo este último el valor mayor. Esta valoración va a tener en cuenta aspectos diferentes como es la estética, la funcionalidad, la economía, el mantenimiento y la construcción.

Además de la puntuación que se le otorgue a cada alternativa para cada aspecto mencionado, se añadirá un porcentaje el cual es pendiente de la importancia que se le ha asignado a cada aspecto.

Dichos porcentajes para cada aspecto son los siguientes:

- Aspecto estético: se trata de un punto de valor en el estudio de las alternativas ya que la pasarela que se seleccione debe encajar en su entorno, ser agradable a la vista y no generar un gran impacto ambiental. Debido a esto, se le asigna a este aspecto un porcentaje del 25%.

- Aspecto funcional: la pasarela que se seleccione ha de ser segura para los peatones y su diseño no tiene que condicionar su uso. Por ello, se le asigna a este aspecto un porcentaje del 5%.
- Aspecto económico: este aspecto es uno de los más importantes a tener en consideración a la hora de realizar un proyecto. Este aspecto aporta un presupuesto final, el cual no tiene en cuenta posibles complicaciones que puedan variar el presupuesto inicial. Por ello, a este aspecto se le asigna un 50%.
- Aspecto de mantenimiento: en este aspecto se tiene en cuenta la vida útil de la estructura ya que se tendrán que realizar mantenimiento durante su puesta en servicio, lo que supondrá un incremento de costes. Estructuras que necesiten menos mantenimientos a lo largo de su vida útil, menores sobrecostes. Por ello, se le asigna un porcentaje del 10% a este aspecto.
- Aspecto constructivo: en este aspecto se considera la ejecución de las alternativas, cuanto menos laboriosa sea la estructura, menores tiempos de construcción y menores costes. Esta alternativa está asignada con un porcentaje del 10%.

A continuación, se procede a la comparación de las alternativas descritas previamente, indicando punto favorables y puntos desfavorables de las mismas.

La primera alternativa, la de la pasarela tipo viga de hormigón de alta resistencia, tiene un aspecto moderno y robusto, lo cual es favorable, sin embargo, al tener que realizar tres vanos de distintas longitudes rompe la estética propia de estas pasarelas. La funcionalidad de esta alternativa es total ya que su estética no condiciona su función. El aspecto más desfavorable de esta alternativa es el económico, ya que, como se ha visto, su presupuesto para salvar todo el tramo necesario resulta ser de unos 500.000 €, un presupuesto muy por encima del resto de las alternativas. Esta solución requiere un mantenimiento prácticamente nulo, lo cual es un punto favorable. Por último, la construcción de esta pasarela es un tanto compleja debido al uso de materiales de alta resistencia y de sus acabados.

La segunda alternativa, la pasarela tipo arco de cercha tipo Pratt, tiene un aspecto un tanto cargado debido al entramado de montantes y diagonales, dando un aspecto más cerrado. La funcionalidad de la esta alternativa no tiene ningún inconveniente. El aspecto económico es menos elevado que la alternativa anterior, siendo más favorable que ya que resulta más económica. Esta alternativa no supone un gran mantenimiento durante su vida útil, resultando un punto favorable. El aspecto constructivo no produce grandes tiempos de ejecución siendo un punto importante a la hora de seleccionar una de las alternativa.

Por último, la alternativa del arco atiranto con disposición de las péndolas tipo Network tiene un aspecto moderno y agradable a la vista, ya que su entramado de péndolas proporciona huecos de mayor tamaño que la alternativa del arco con cercha tipo Pratt. La funcionalidad de esta alternativa resulta ser como las de las otras alternativas, no produce ningún problema en su función. El aspecto económico resulta ser el más favorable de las tres alternativas propuestas, teniendo en cuenta que únicamente se ha realizado un predimensionamiento con la sobrecarga de uso y las cargas muertas (barandilla y capa de pavimento). Su aspecto constructivo supone un tanto más complejo que la alternativa anterior debido a la disposición de las péndolas. Por ello, el mantenimiento es más elevado debido a que se tiene que revisar el estado de las péndolas.

Una vez realizado la comparación entre las alternativas propuestas, se procede a realizar la puntuación de los aspectos para cada alternativa y obtener su media ponderada. Una vez obtenida la media ponderada de las alternativa se diseñará la que obtenga la mayor nota.

	Viga HMAR	Arco Pratt	Arco Atirantado
Estética (20%)	7	6	8
Funcionalidad (10%)	9	9	9
Economía (50%)	5	6	8
Mantenimiento (10%)	9	7	6
Construcción (10%)	5	8	6
Media Ponderada	6,2	6,6	7,7

Tabla n°1: Puntuación de las alternativas

Como se puede observar, siguiendo el criterio de puntuación que se ha descrito previamente, la alternativa que ha obtenido una mayor media ponderada es la alternativa del arco Bow-string tipo Network.

## 6.- Solución adoptada

### 6.1.- Alternativa seleccionada

La solución adoptada es la del arco tipo Bow-string con disposición tipo Network de las péndolas. Como se ha mencionado previamente, esta solución consistirá en cuatro arcos con luces diferentes, siendo estas de 13,86 m, 20,35 m, 39,75 m y de 26.88 m.

Los arcos serán paralelos entre si debido a que no tiene mucha flecha ya que esta está condicionada por la luz del vano.

Las péndolas estarán dispuestas según el tipo Network, lo que supone que se cruzarán entre sí. Además, las péndolas no serán paralelas entre sí, sino que estarán inclinadas a 55° respecto del arco y de un línea perpendicular al arco por el punto donde se conectan las péndolas.

Esta disposición de las péndolas permite una distribución más homogénea de las cargas al propio arco debido a la inclinación de las péndolas y al poco espaciado entre las mismas. De esta forma, tanto el tablero, que actúa como un tirante horizontal, como el arco actúan prácticamente en todo momento a esfuerzo axial y, debido a esto, el resto de los esfuerzos son casi despreciables. Con ello se consigue optimizar la sección del arco y el tirante.

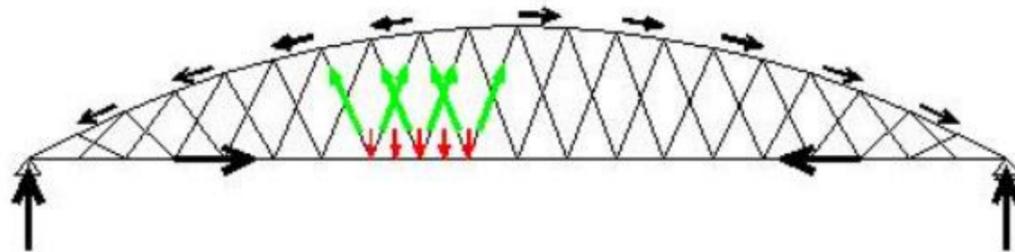


Imagen nº4: Sistema Network

Las péndolas se seleccionarán de la empresa Macalloy de su catálogo de “Macalloy Tension Structures”. Las péndolas serán de acero de alta resistencia “Macalloy S460” de acero inoxidable. El cruce de las mismas se realizará con el “Cross Coupler” que ofrece dicho catálogo, porque, de este modo, se evita crear excentricidades en las péndolas.

Las péndolas serán barras rascadas que se pueden acoplar a otras para aumentar la longitud de las mismas ya que cada una tiene un recorrido del arco al tablero.

### 6.2.- Accesos a la pasarela

El acceso a la pasarela estaba previsto que fuese el mismo para las tres alternativas planteadas. Como se ha mencionado previamente, la pasarela ha de salvar la autovía V-31 y un acceso a la misma, por tanto, ha de tener un gálibo 5 m medidos desde la calzada al punto más bajo de la estructura metálica.

El acceso cuenta con rampas de acceso y dos estribos. Las rampas se realizarán con placas alveolares de 5 m de ancho y con una longitud de unos 9 m. Estas rampas estarán apoyadas en diferentes pilas hasta alcanzar los estribos.

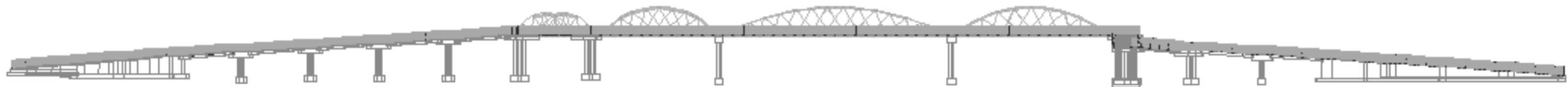
Los estribos serán cerrados en todos sus lados ya que no tendrán un derrame de tierras. Los estribos estarán formados por núcleo de tierras y contarán con la misma barandilla que el resto de la estructura. El cálculo de estos no se va a realizar en este proyecto con el fin de agilizar los cálculos.

La pasarela completa queda de la siguiente manera:

Imagen nº5: Planta de la pasarela ciclopeatonal completa:



Imagen nº6: Alzado de la pasarela ciclopeatonal completa:





# ANEJO Nº 4: CÁLCULO ESTRUCTURAL

---



## ÍNDICE

<b>1.- Objetivo.....</b>	<b>1</b>
<b>2.- Descripción de la estructura .....</b>	<b>1</b>
<b>3.- Proceso Constructivo.....</b>	<b>2</b>
<b>4.- Bases de proyecto.....</b>	<b>2</b>
<b>4.1.- Normativa utilizada .....</b>	<b>2</b>
<b>4.2.- Materiales.....</b>	<b>2</b>
<b>5.- Acciones .....</b>	<b>3</b>
<b>5.1.- Acciones permanentes .....</b>	<b>3</b>
<b>5.2.- Acciones variables .....</b>	<b>4</b>
<b>6.- Valores representativos de las acciones .....</b>	<b>18</b>
<b>6.1.- Valor representativo de las acciones permanentes.....</b>	<b>18</b>
<b>6.2.- Valores de cálculo de las acciones.....</b>	<b>18</b>
<b>6.3.- Combinación de acciones.....</b>	<b>20</b>
<b>6.4.- Nivel de control .....</b>	<b>21</b>
<b>7.- Modelo estructural .....</b>	<b>22</b>
<b>7.1.- Definición del modelo.....</b>	<b>22</b>
<b>7.2.- Asignación de cargas .....</b>	<b>23</b>
<b>8.- Verificación de los estados límite .....</b>	<b>32</b>
<b>9.- Diseño y comprobación de aparatos de apoyo.....</b>	<b>54</b>
<b>9.1.- Dimensionamiento de los apoyos .....</b>	<b>57</b>
<b>10.- Cimentaciones.....</b>	<b>69</b>

## 1.- Objetivo

El objetivo de este anejo es el de definir el dimensionamiento y justificar los cálculos de la pasarela ciclopeatonal ubicada en el término municipal de Sedaví, en el subtramo B del Tramo 2, Sedaví-Picanya, del Anillo Verde Metropolitano de Valencia. Así como el comportamiento estructural de la misma atendiendo a las normativas vigentes.

Para el cálculo, se ha tenido en cuenta los coeficientes de seguridad de cada estado límite para realizar las diversas comprobaciones.

## 2.- Descripción de la estructura

El sistema estructural de la pasarela ciclopeatonal es de tipo arco, en concreto, de un arco *Bow-string* tipo *Network*. Se va a emplear péndolas las cuales serán barras lisas de la compañía Macalloy. El arco cuenta con un tablero inferior el cual está formado por perfiles de acero estructural IPE dispuestos transversalmente a dos perfiles rectangulares huecos de acero conformado en disposición longitudinal, los cuales soportan una chapa colaborante. El tablero cuenta con una losa de 15 cm de espesor, la cual está conectada a la estructura por medio de dicha chapa colaborante.

La pasarela ciclopeatonal se divide en un total de 4 arcos con diversas longitudes, por ello, se ha de dimensionar cada bow-string ya que cada uno de ellos tendrá una flecha diferente.

Las dimensiones de los arcos son:

### - Arco 1:

Se trata del arco principal, el de mayor longitud, éste tiene una longitud de 39,75 m y un ancho de 5 m entre apoyos. Tiene dos arcos paralelos de 0,4 m de diámetro con una relación de flecha/luz de 1/8, dando una flecha de 5 m de altura. Como se ha mencionado previamente, las péndolas van separadas a una distancia constante en el arco de 2,76 m y forman un ángulo de 66° entre ellas. El número de péndolas es de 26 para cada arco y con un diámetro de 0,022 m. El talero cuenta con dos perfiles rectangulares de sección 0,45x0,45 m con un longitud total de 40 m y un ancho de 5,45 m. Las vigas transversales son vigas IPE-400.

### - Arco 2:

Se trata del segundo arco de mayor longitud, en este caso de 26,88 m y un ancho de 5 m entre apoyos. Tiene dos arcos paralelos de 0,3 m de diámetro con una relación de flecha/luz de 1/8, dando una flecha de 3,36 m de altura, pero se le ha dado una altura de 5 m para que el arco no estuviese tan tendido. Las péndolas van separadas a una distancia constante en el arco de 2,93 m y forman un ángulo de 62° entre ellas. El número de péndolas es de 16 para cada arco y con un diámetro de 0,022 m y 0,0028 m. El talero cuenta con dos perfiles rectangulares de sección 0,35x0,3 m con un longitud total de 27,33 m y un ancho de 5,35 m. Las vigas transversales son vigas IPE-240.

### - Arco 3:

Se trata del arco de longitud de 20,35 m y un ancho de 5 m entre apoyos. Tiene dos arcos paralelos de 0,2 m de diámetro con una relación de flecha/luz de 1/8, dando una flecha de 2,5 m de altura, pero como en el caso anterior se considera finalmente una altura de 5 m. Para este caso, las péndolas van separadas a una distancia constante en el arco de 2,34 m y forman un ángulo de 60° entre ellas. El número de péndolas es de 16 para cada arco y con un diámetro de 0,019 m. El talero cuenta con dos perfiles rectangulares de sección 0,25x0,3 m con un longitud total de 20,55 m y un ancho de 5,25 m. Las vigas transversales son vigas IPE-220.

### - Arco 4:

Se trata arco de menor longitud, con una longitud de 13,86 m y un ancho de 5 m entre apoyos. Tiene dos arcos paralelos de 0,2 m de diámetro con una relación de flecha/luz de 1/8, dando una flecha de 1,73 m de altura, pero se le ha dado una altura de 4 m por el mismo motivo que el anterior. Las péndolas van separadas a una distancia constante en el arco de 2,31 m y forman un ángulo de 50° entre ellas. El número de péndolas es de 10 para cada arco y con un diámetro de 0,019 m. El talero cuenta con dos perfiles rectangulares de sección 0,25x0,3 m con un longitud total de 14,06 m y un ancho de 5,25 m. Las vigas transversales son vigas IPE-160.

La estructura apoya en un cinco pilas, contando con un total de 14 pilas en el recorrido total, además de dos estribos en los extremos.

### 3.- Proceso Constructivo

La ejecución de esta obra tendrá como primer paso el replanteo general del emplazamiento para comprobar el replanteo proporcionado por el contratista. Una vez realizado esto, se procederá a ejecutar el plan de residuos que la empresa constructora haya previsto. Llevado a cabo lo mencionado, se comenzará a señalizar el emplazamiento, colocando los elementos necesarios para acordonar de forma segura la zona donde se realizarán los trabajos.

Una vez se tenga delimitada la obra, comenzarán los trabajos de desbroce y limpieza en las zonas donde se requiera. Se llevará a cabo la demolición de los elementos que puedan interferir en la correcta ejecución de los trabajos, tales como puedan ser los bordillos o acequias.

Se desmontarán todos aquellos elementos que puedan ser reutilizados por la administración propietaria de los mismo, tales como señales luminarias o señales verticales, entre otros. Adema, si fuese necesario el corte o desvío de algún tipo de servicio, la constructora se pondría en contacto con la administración pertinente para solventar el problema lo antes posible.

Una vez despejado el emplazamiento, se procederá a excavar con maquinaria en las zonas donde apoyará la estructura. También, se realizarán las perforaciones necesarias para la ejecución de las cimentaciones profundas.

Una vez se tengan las cimentaciones profundas realizadas, se procederá a la decapitación de la cabezas de las cimentaciones profundas para que, una vez colocada la armadura de los encepados, esta se quede conectado con la armadura de las cimentaciones profundas una vez se hormigone el encepado. A su vez, comenzará la ejecución de los dos estribos cerrados con un núcleo de tierras.

Cuando el encepado tenga la resistencia adecuada, se procederá a colocar el encofrado y armado de las pilas de la pasarela. Posteriormente, se hormigonarán y se dejarán curar el tiempo necesario para que adquieran resistencia. Una vez tengan la resistencia necesaria, se procederá a la colocación del encofrado de las cabezas de las pilas, donde se apoyará la estructura y las rampas de acceso.

Cuando finalicen estos trabajos, se realizarán las almohadillas de apoyo y se colocarán los aparatos de apoyo. Una vez terminada este trabajo, se procederá a la colocación de las rampas de acceso, las cuales serán placas alveolares, y se colocarán en su posición final mediante su izado con una grúa telescópica.

La pasarela metálica se habrá encargada a un fabricante indicándole las medidas necesarias y especificadas en proyecto. Además, el fabricante llevará dicha estructura en el menor número de piezas posibles ya que, de este modo, se reducen las posibilidades de cometer errores.

Mientras tanto, se llevará a cabo la colocación las medidas de protección de caída en altura definitivas en el recorrido de la pasarela.

Una vez que se tengan en obra todas las estructuras metálicas, se procederá a su montaje y ejecución de las soldaduras necesarias y de la losa de tránsito. Cuando se finalice el proceso de montaje, se llevará a cabo el izado de las estructuras.

Los trabajos de izado y colocación se realizarán en horario nocturno como lo establece la normativa para puentes sobre carreteras, ya que se pretende reducir lo máximo posible las posibilidades de accidentes de los conductores. Incluso si fuese necesario, se llevará a cabo el corte provisional de la autovía V-31 a su paso por el término municipal valenciano de Sedaví. Para el izado se dispondrá de más de una grúa telescópica para la realización de los trabajos.

Cuando finalice el proceso de izado y colocación de las estructuras metálicas, se procederá a la colocación de los elementos de seguridad y de los sistemas de iluminación, además de los equipamientos necesarios.

Para finalizar, se retirará los restos de los distintos materiales y se acondicionará el emplazamiento. Cuando finalice esto, se procederá a la retirada de las señalizaciones de obra que se hayan colocado y, posteriormente, se preparará para su puesta en servicio.

### 4.- Bases de proyecto

#### 4.1.- Normativa utilizada

La normativa utilizada para la realización de los diversas cálculos es la siguiente:

- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11).
- Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07).
- Eurocódigo 3-Parte 1.1. Reglas generales y reglas para la construcción.
- Instrucción de acero estructural (EAE).
- Instrucción de hormigón armado (EHE-08).

#### 4.2.- Materiales

Los materiales empleados en esta pasarela ciclopeatonal son los siguientes:

- Acero:
  - Acero pasivo: B500-S
    - Módulo de elasticidad:  $E_a = 210.000 \text{ N/mm}^2$
  - Acero estructural: S 355 JR

- Módulo de elasticidad:  $E_a = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- Módulo de elasticidad transversal:  $G_a = 81.000 \text{ N/mm}^2$
- Coeficiente de Poisson:  $\nu = 0,3$
- Coeficiente de dilatación térmica:  $\alpha = 1.2 \times 10^{-5} \text{ m/m}^\circ\text{C}$
- Tensión de rotura:  $f_u = 470 \text{ N/mm}^2$
- Límite elástico:  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$

○ Acero de estructural alta resistencia : Macalloy S 460

- Módulo de elasticidad:  $E_a = 205.000 \text{ N/mm}^2$
- Módulo de elasticidad transversal:  $G_a = 78.846,2 \text{ N/mm}^2$
- Coeficiente de Poisson:  $\nu = 0,3$
- Coeficiente de dilatación térmica:  $\alpha = 1.2 \times 10^{-5} \text{ m/m}^\circ\text{C}$
- Tensión de rotura:  $f_u = 610 \text{ N/mm}^2$
- Límite elástico:  $f_y = 460 \text{ N/mm}^2$

- Hormigón:

○ Pilas

- HA-30/B/20/IIb
  - Control: estadístico
  - Resistencia característica:  $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
  - Resistencia media:  $f_{cm} = 38 \text{ N/mm}^2$
  - Módulo de elasticidad:  $E_c = 28.576,79 \text{ N/mm}^2$
  - Coeficiente de Poisson: 0,2
  - Coeficiente de dilatación térmica:  $\alpha = 1.0 \times 10^{-5} \text{ m/m}^\circ\text{C}$

○ Cimentación

- HA-25/B/20/IIb
  - Control: estadístico
  - Resistencia característica:  $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
  - Resistencia media:  $f_{cm} = 33 \text{ N/mm}^2$
  - Módulo de elasticidad:  $E_c = 27.264 \text{ N/mm}^2$
  - Coeficiente de Poisson: 0,2
  - Coeficiente de dilatación térmica:  $\alpha = 1.0 \times 10^{-5} \text{ m/m}^\circ\text{C}$

## 5.- Acciones

Las acciones consideradas en el cálculo son las establecidas en la “Instrucción sobre acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera” (IAP-11) del Ministerio de Fomento. Para alguna acción en particular se procederá a considerar criterios de otras instrucciones o recomendaciones.

### 5.1.- Acciones permanentes

Las cargas permanentes son debidas al peso propio de los distintos elementos que forman parte de la estructura, teniendo un valor constante y sin tener una variación de su posición. La IAP-11 las clasifica como peso propio y cargas muertas.

#### 5.1.1.- Peso propio

La acción del peso propio corresponde al peso de los diferentes materiales:

- Peso del hormigón armado:  $25 \text{ kN/ m}^3$
- Peso del acero estructural:  $78.5 \text{ kN/ m}^3$

#### 5.1.2.- Cargas Muertas

Las cargas muertas son las debidas a elementos no estructurales que gravitan sobre las estructura, tales como los elementos de contención, calzada, aceras, etc. En este caso, al tratarse de una pasarela ciclopeatonal, no se requiere de un pavimento ya que bastará con un tratamiento superficial de la losa de hormigón.

El elemento de contención debe de ser diseñado de modo que sea seguro para los peatones.

Por tanto, en este caso se tiene que las cargas muertas son las siguientes:

- Barandilla:  $1,5 \text{ kN/m}$
- Tratamiento superficial:  $0.5 \text{ kN/ m}^2$

## 5.2.- Acciones variables

### 5.2.1.- Sobrecarga de uso

Según la IAP-11, para la determinación de los efectos estáticos de la sobrecarga de uso debido al tráfico peatonal, se considera la acción simultanea de las cargas siguientes:

- Una carga vertical uniformemente repartida de  $5 \text{ kN/m}^2$
- Una fuerza horizontal longitudinal de valor igual al 10% del total de la carga vertical uniformemente repartida, actuando en el eje del tablero al nivel de la superficie del pavimento. Por tanto, esta fuerza tiene un valor de  $0,5 \text{ kN/m}^2$

### 5.2.2.- Viento

En general, la acción del viento se asimila a una carga estática equivalente y ésta se obtendrá del apartado 4.2 de la IAP-11.

- Velocidad básica del viento

La velocidad básica fundamental del viento es la velocidad media a lo largo de un periodo de 10 minutos, con un periodo de retorno (T) de 50 años, medida con independencia de la dirección del viento y de la época del año en una zona plana y desprotegida frente al viento, equivalente a un entorno de puente tipo II a una altura de 10 m sobre el suelo.

Su expresión es la siguiente:

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0}$$

Donde:

- o  $V_b$ : velocidad básica del viento para un periodo de retorno de 50 años (m/s)
- o  $C_{dir}$ : factor direccional del viento que, a falta de estudios más precisos, puede tomarse igual a 1,0
- o  $C_{season}$ : factor estacional del viento que, a falta de estudios más precisos, puede tomarse igual a 1,0
- o  $V_{b,0}$ : velocidad básica fundamental del viento (m/s) según el mapa de isotacas de la figura siguiente:

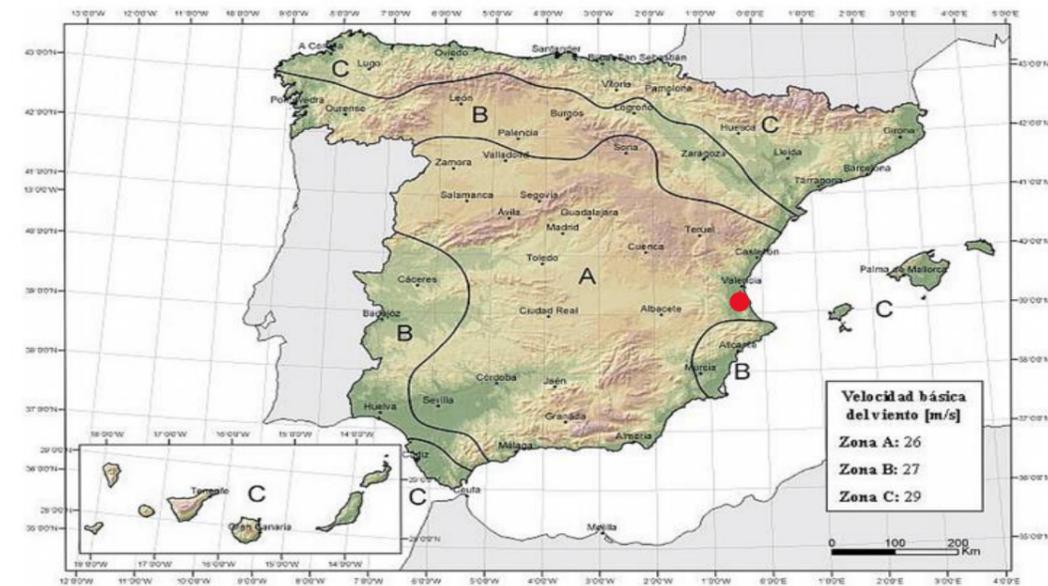


Imagen nº1: Mapa de isotacas de España (IAP- 11)

Como se muestra la figura, el término municipal de Sedaví está marcado con un punto rojo dentro de la zona A, por lo que la velocidad básica fundamental del viento es de 26 m/s.

Para un periodo de retorno de 50 años, la velocidad básica del viento  $v_b(T)$  es:

$$v_b(T) = v_b \cdot C_{prob}$$

Donde:

- o T: es el periodo de retorno (años). En caso de situaciones persistentes, a falta de estudios específicos, se considerará un periodo de retorno de 100 años, dando un  $C_{prob} = 1.04$ .
- o  $C_{prob}$ : factor de probabilidad, obtenido de la siguiente expresión:

$$C_{prob} = \left\{ \frac{1 - k \cdot \ln \left( -\ln \left( 1 - \frac{1}{T} \right) \right)}{1 - k \cdot \ln(-\ln(0.98))} \right\}^n$$

donde:

- $K = 0.2$
- $n = 0.5$

Una vez sustituidos los valores correspondientes, la velocidad básica del viento en este proyecto sobre la pasarela ciclopeatonal es de:

$$v_b = 27,04 \text{ m/s}$$

A continuación, se procede a determinar el empuje del viento ( $F_w$ ) el cual se calculará de forma independiente para cada elemento dentro de la pasarela. En este caso, al tener cuatro arcos, se procederá a realizar el cálculo del empuje del viento para cada uno de ellos.

La expresión del empuje del viento es la siguiente:

$$F_w = \left[ \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2(T) \right] \cdot c_e(z) \cdot c_f \cdot A_{ref}$$

donde:

- $F_w$ : empuje horizontal del viento (N)
- $\rho$ : densidad del aire, que se tomará igual a  $1,25 \text{ kg/m}^3$
- $V_b$ : velocidad básica del viento (m/s)
- $C_f$ : coeficiente de fuerza del elemento considerado. Este coeficiente tiene un valor diferente según la forma del objeto que se esté estudiando.
- $C_e$ : coeficiente de exposición en función de la altura  $z$  calculado según la fórmula siguiente:

$$C_e(z) = k_r^2 \cdot \left[ c_o^2 \cdot \ln^2 \left( \frac{z}{z_0} \right) + 7 \cdot k_l \cdot c_o \cdot \ln \left( \frac{z}{z_0} \right) \right]$$

donde:

- o  $C_o$ : factor de topografía, que habitualmente se tomará igual a  $1,0$ .
- o  $K_r$ : factor del terreno
- o  $K_l$ : factor de turbulencia, que se tomará igual a  $1,0$
- o  $Z_0$ : longitud de la rugosidad
- o  $Z$ : altura del punto de aplicación del empuje de viento respecto del terreno o respecto el nivel mínimo del agua bajo el puente. En este caso  $7,25 \text{ m}$ .

Los valores del factor del terreno ( $K_r$ ) y la longitud de la rugosidad ( $Z_0$ ) dependen del tipo de entorno en el que se encuentra la estructura.

En este caso, según la IAP-11 la estructura se encuentra en el entorno Tipo II “zona rural con vegetación baja y obstáculos aislados, con separaciones de la menos 20 veces la altura de los obstáculos”.

Dichos parámetros tienen los siguientes valores:

TIPO DE ENTORNO	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
0	0,156	0,003	1
I	0,170	0,01	1
II	0,190	0,05	2
III	0,216	0,30	5
IV	0,235	1,00	10

Imagen nº2: Coeficientes según entorno (Tabla 4.2-b de la IAP-11)

Por tanto, coeficiente de exposición da:

$$C_e(7,25) = 0,19^2 \cdot \left[ 1^2 \cdot \ln^2 \left( \frac{7,25}{0,05} \right) + 7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \ln \left( \frac{7,25}{0,05} \right) \right] = 2,152$$

Para evaluar la acción del viento sobre la estructura, la IAP-11 en su apartado 4.2.4 nos indica la actuación de este en dos direcciones:

- Perpendicular al eje del tablero: dirección transversal (X). Esta componente podrá ir acompañada de una componente en la dirección vertical (Z).
- Paralela al eje del tablero: dirección longitudinal (Y).

Por tanto, se definirá un viento en la dirección transversal al tablero el cual producirá un empuje horizontal que irá acompañado de un empuje vertical concomitante. Además de ello, también se definirá un viento longitudinal que solo producirá empuje horizontal en la dirección del eje del tablero.

#### Viento transversal al tablero

El empuje provocado por el viento transversal al eje del tablero tendrá un área de referencia ( $A_{ref,x}$ ) la cual estará definida por el producto la longitud total del tablero por la altura equivalente ( $h_{eq}$ ).

La altura equivalente se va a considerar la altura de la viga longitudinal de sección hueca rectangular añadiéndole la altura de la sobrecarga de uso del tablero ya que, de este modo, el empuje es mayor debido a una mayor área.

$$h_{eq} = h_{tablero} + h_{SCU} = 0.5 + 1.25 = 1.6 \text{ m}$$

Por tanto, el área de referencia en la dirección transversal al tablero tiene un valor de:

$$A_{ref,x} = L \cdot h_{eq} = 40 \cdot 1,75 = 70 \text{ m}^2$$

Finalmente, para obtener el empuje del viento se procede a calcular el coeficiente de fuerza ( $C_f$ ).

A falta de datos experimentales, la norma IAP-11 nos facilita la expresión para obtener dicho coeficiente de fuerza, para tableros de alma llena, en la dirección X mediante la siguiente fórmula:

$$c_{f,x} = 2.5 - 0.3 \cdot \left(\frac{B}{h_{eq}}\right)$$

donde:

- $h_{eq}$ : altura equivalente obtenida previamente (m)
- B: anchura total del tablero (m)

Este coeficiente queda limitado por los siguientes valores:

$$1.3 \leq c_{f,x} \leq 2.4$$

Por tanto, el valor de dicho coeficiente es el siguiente:

$$c_{f,x} = 2.5 - 0.3 \cdot \left(\frac{5}{1,6}\right) = 1,56$$

Con ello, el empuje producido por el viento transversal al eje del tablero tiene un valor de:

$$F_{w,x} = \left[\frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 27,04^2\right] \cdot 2,152 \cdot 1,64 \cdot 70 = 112.895,74 \text{ N} = 113 \text{ KN}$$

Una vez se ha obtenido el empuje horizontal en dirección X, se procede a calcular el empuje concomitante, el empuje vertical. El empuje vertical actúa sobre todo el tablero en el sentido más desfavorable y su valor viene dado por la siguiente expresión:

$$F_{w,z} = \left[\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2(T)\right] \cdot c_e(z) \cdot c_{f,z} \cdot A_{ref,z}$$

donde:

- $C_{f,z}$ : coeficiente de fuerza en la dirección vertical Z, que se tomará igual a  $\pm 0,9$
- $A_{ref,z}$ : área en plana del tablero ( $\text{m}^2$ )

El área en plana del tablero viene tiene un valor de:

$$A_{ref,z} = B \cdot L = 5 \cdot 40 = 200 \text{ m}^2$$

Entonces, el empuje en la dirección Z es el siguiente:

$$F_{w,z} = \left[\frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 27,04^2\right] \cdot 2,152 \cdot \pm 0,9 \cdot 200 = \pm 177.014,2 \text{ N} = \pm 177 \text{ KN}$$

A continuación, se procederá a realizar el cálculo del empuje del viento en los otros elementos de la estructura. Estos elementos son los arcos y las péndolas. El empuje del viento actuará sobre el arco en sentido transversal y en sentido longitudinal, mientras que sobre las péndolas actuará únicamente en sentido transversal.

La expresión del empuje del viento es la misma que en los anteriores casos:

$$F_w = \left[\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2(T)\right] \cdot c_e(z) \cdot c_f \cdot A_{ref}$$

Con ello, el empuje producido por el viento transversal al eje del tablero tiene un valor de:

Para secciones circulares, la norma IAP-11 recoge en su tabla 4.2-b el coeficiente de fuerza para dichas secciones:

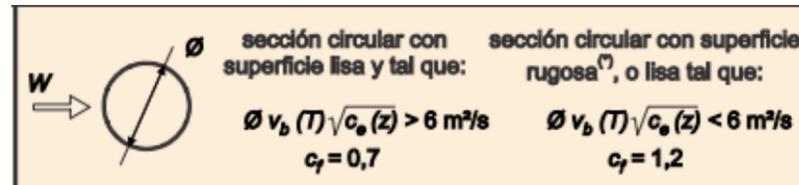


Imagen nº3: Coeficiente de fuerza (Figura 4.2-b IAP-11)

Tanto para los arcos como para las péndolas, el área de referencia ( $A_{ref}$ ) se sustituirá por el valor del diámetro del elemento en cuestión. De este modo el empuje va un valor de fuerza por metro, ya que así resulta ser más sencillo a la hora de utilizar el software empleado, en este caso el software SAP000.

El empuje sobre los otros elementos de la estructura resulta ser de:

o Arco 1:

- Diámetro del arco: 0,4 m

$$\phi \cdot v_b(T) \cdot \sqrt{c_e(z)} = 0,4 \cdot 27,04 \cdot \sqrt{2,152} = 15,86 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$C_f = 0,7$$

Empuje del viento sobre el arco:

$$F_{w,x} = \left[ \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 27,04^2 \right] \cdot 2,152 \cdot 0,7 \cdot 0,4 = 275,3 \text{ N/m} = 0,28 \text{ KN/m}$$

- Diámetro de las péndolas: 0,022 m

$$\phi \cdot v_b(T) \cdot \sqrt{c_e(z)} = 0,022 \cdot 27,04 \cdot \sqrt{2,152} = 0,87 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$C_f = 1,2$$

Empuje del viento sobre las péndolas:

$$F_{w,x} = \left[ \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 27,04^2 \right] \cdot 2,152 \cdot 1,2 \cdot 0,022 = 25,95 \text{ N/m} = 0,03 \text{ KN/m}$$

o Arco 2:

- Diámetro del arco: 0,3 m

$$\phi \cdot v_b(T) \cdot \sqrt{c_e(z)} = 0,03 \cdot 27,04 \cdot \sqrt{2,152} = 11,89 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$C_f = 0,7$$

Empuje del viento sobre las péndolas:

$$F_{w,x} = \left[ \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 27,04^2 \right] \cdot 2,152 \cdot 0,7 \cdot 0,3 = 206,5 \text{ N/m} = 0,21 \text{ KN/m}$$

- Diámetro de las péndolas: 0,022 m

$$\phi \cdot v_b(T) \cdot \sqrt{c_e(z)} = 0,022 \cdot 27,04 \cdot \sqrt{2,152} = 0,87 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$C_f = 1,2$$

Empuje del viento sobre las péndolas:

$$F_{w,x} = \left[ \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 27,04^2 \right] \cdot 2,152 \cdot 1,2 \cdot 0,022 = 25,95 \text{ N/m} = 0,03 \text{ KN/m}$$

o Arco 3:

- Diámetro del arco: 0,2 m

$$\phi \cdot v_b(T) \cdot \sqrt{c_e(z)} = 0,2 \cdot 27,04 \cdot \sqrt{2,152} = 7,93 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$C_f = 0,7$$

Empuje del viento sobre el arco:

$$F_{w,x} = \left[ \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 27,04^2 \right] \cdot 2,152 \cdot 0,7 \cdot 0,2 = 137,6 \text{ N/m} = 0,14 \text{ KN/m}$$

- Diámetro de las péndolas: 0,019 m

$$\phi \cdot v_b(T) \cdot \sqrt{c_e(z)} = 0,019 \cdot 27,04 \cdot \sqrt{2,152} = 0,75 \text{ m}^2/s$$

$$C_f = 1,2$$

Empuje del viento sobre las péndolas:

$$F_{w,x} = \left[ \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 27,04^2 \right] \cdot 2,152 \cdot 1,2 \cdot 0,019 = 22,42 \text{ N/m} = 0,02 \text{ KN/m}$$

- Arco 4:

- Diámetro del arco: 0,2 m

$$\phi \cdot v_b(T) \cdot \sqrt{c_e(z)} = 0,2 \cdot 27,04 \cdot \sqrt{2,152} = 0,75 \text{ m}^2/s$$

$$C_f = 0,7$$

Empuje del viento sobre el arco:

$$F_{w,x} = \left[ \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 27,04^2 \right] \cdot 2,152 \cdot 0,7 \cdot 0,2 = 30,664 \text{ N/m} = 31 \text{ KN/m}$$

- Diámetro de las péndolas: 0,019 m

$$\phi \cdot v_b(T) \cdot \sqrt{c_e(z)} = 0,019 \cdot 27,04 \cdot \sqrt{2,152} = 10,75 \text{ m}^2/s$$

$$C_f = 1,2$$

Empuje del viento sobre las péndolas:

$$F_{w,x} = \left[ \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 27,04^2 \right] \cdot 2,152 \cdot 1,2 \cdot 0,019 = 22,5 \text{ N/m} = 0,02 \text{ kN/m}$$

### Viento longitudinal al tablero

El empuje horizontal en la dirección Y debido a la acción del viento longitudinal está definido en el apartado 4.2.5.2 de la IAP-11, donde expone que dicho valor será una fracción del empuje transversal producido por el viento en la dirección X del tablero y, además, se le aplicará un coeficiente reductor.

El coeficiente reductor será del 25% para elementos sólidos como tableros o vigas y no se considerará la reducción debida a la inclinación de las almas de los tableros de alma llena.

Dicho coeficiente reductor viene definido por la siguiente expresión:

$$1 - \left[ \frac{7}{c_o \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) + 7} \right] \cdot \Phi\left[\frac{L}{L(z)}\right]$$

donde:

- L: longitud sobre la cual actúa el empuje longitudinal. Se tomará igual a la longitud total del puente (m)
- L(z): longitud integral de la turbulencia (m) definida por:
- 

$$L(z) = \begin{cases} 300 \cdot \left(\frac{z_{min}}{200}\right)^\alpha & \text{para } z < z_{min} \\ 300 \cdot \left(\frac{z}{200}\right)^\alpha & \text{para } z_{min} \leq z \leq 200 \\ 300 & \text{para } z > 200 \end{cases}$$

- Z, Z<sub>min</sub>, Z<sub>0</sub>, C<sub>o</sub>: definidos previamente
- α: coeficiente según el tipo de entorno, definido en la tabla 4.2-d de la IAP-11

TABLA 4.2-d COEFICIENTE  $\alpha$  SEGÚN EL TIPO DE ENTORNO

TIPO DE ENTORNO	$\alpha$
0	0,38
I	0,44
II	0,52
III	0,61
IV	0,67

Imagen n°4: Coeficientes  $\alpha$  según entorno (Tabla 4.2-d IAP-11)

$$\Phi[L/L(z)] = 0.230 + 0.182 \cdot \ln [L/L(z)]$$

Por tanto, el coeficiente reductor resulta ser de:

$$z_{min} = 2 \text{ m} \leq z = 7,25 \text{ m} \leq 200 \text{ m}$$

$$L(z) = 300 \cdot \left(\frac{7,25}{200}\right)^{0.52} = 53,45 \text{ m}$$

$$\Phi[L/L(z)] = 0.230 + 0.182 \cdot \ln \left[\frac{40}{53,45}\right] = 0,177$$

$$1 - \left[ \frac{7}{1 \cdot \ln\left(\frac{7,25}{2}\right) + 7} \right] \cdot 0,177 = 0,85$$

Una vez obtenido el coeficiente reductor se procede a calcular el empuje del viento en la dirección longitudinal del eje del tablero de la pasarela ciclopeatonal:

$$F_{w,y} = 0,25 \cdot 0,85 \cdot F_{w,x}$$

- Arco 1:

$$F_{w,y} = 0,25 \cdot 0,85 \cdot 100 = 21 \text{ kN}$$

- Arco 2:

$$F_{w,y} = 0,25 \cdot 0,85 \cdot 63 = 14 \text{ kN}$$

- Arco 3:

$$F_{w,y} = 0,25 \cdot 0,85 \cdot 48 = 11 \text{ kN}$$

- Arco 4:

$$F_{w,y} = 0,25 \cdot 0,85 \cdot 31 = 7 \text{ kN}$$

### 5.2.3.- Acción térmica

Una vez obtenido el empuje del viento en la dirección transversal y en la dirección longitudinal del eje del tablero, se procede al cálculo de la acción térmica de la estructura.

La acción térmica se obtendrá con el apartado 4.3 de la IAP-11, en dicho apartado se diferencias el tipo de tablero que se tiene. Para este caso, el tipo de tablero es el Tipo 2: "Tableros mixtos compuestos por acero estructural y hormigón armado o pretensado (conectados de forma que ambos materiales trabajen de forma solidaria)".

#### Componente uniforme de la temperatura del tablero

Se partirá del valor de la temperatura del aire a la sombra en el lugar del emplazamiento del puente para poder calcular los efectos de la componente uniforme de temperatura.

La temperatura máxima del aire a la sombra ( $T_{max}$ ) depende del lugar y de la altitud de este y, para obtener dicha valor para un periodo de retorno de 50 años, se seguirán las indicaciones de la figura 4.3-a de la IAP-11:

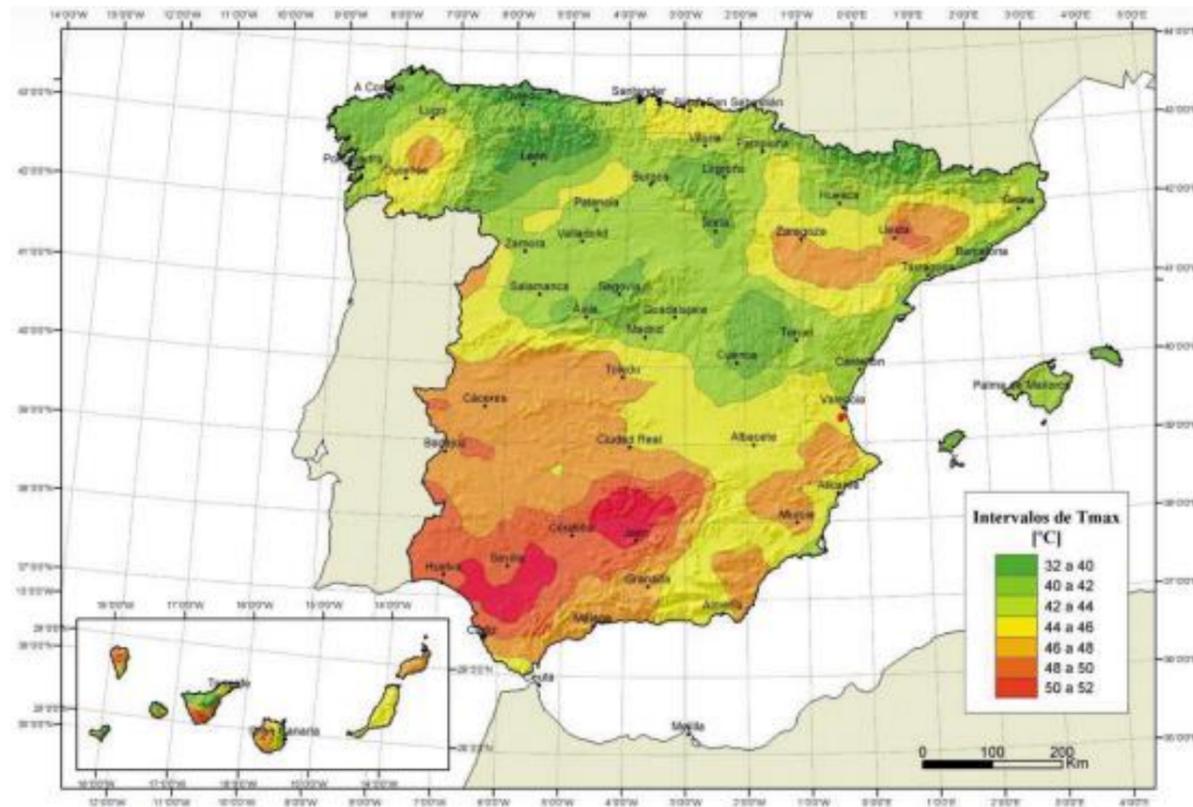


FIGURA 4.3-a ISOTERMAS DE LA TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL DEL AIRE,  $T_{max}$  [ °C]  
(Coincide con el mapa correspondiente del Código Técnico de la Edificación)

Imagen nº5: Isotermas de la temperatura máxima anual del aire (Figura 4.3-a IAP-11)



FIGURA 4.3-b ZONAS CLIMÁTICAS DE INVIERNO  
(Coincide con el mapa correspondiente del Código Técnico de la Edificación)

Imagen nº6: Zonas climáticas de invierno (Figura 4.3-b IAP-11)

Para este caso, el término municipal de Sedaví se encuentra en la tonalidad amarillenta, por lo que se tiene un intervalo de temperatura máxima  $T_{max}$  de entre 44 a 46°C. Se ha procedido a tomar como valor de  $T_{max}$  45°C ya que es el valor medio del intervalo.

En el caso contrario, en el de la temperatura mínima del aire a la sombra ( $T_{min}$ ), se obtiene de la figura 4.3-b en función de la altitud que se haya considerado en la tabla 4.3-a de la IAP-11.

Como se puede observar, toda la Comunidad Valenciana se encuentra en la Zona 5 del mapa de zonas climáticas de invierno de la IAP-11.

A continuación, se procede a entrar en la tabla siguiente sabiendo la zona donde se encuentra el puente y la altitud de la localización.

**TABLA 4.3-a TEMPERATURA MÍNIMA ANUAL DEL AIRE,  $T_{min}$  [ °C]**  
(Coincide con la tabla correspondiente del Código Técnico de la Edificación)

ALTITUD [m]	ZONA DE CLIMA INVERNAL (SEGÚN FIGURA 4.3-b)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	-7	-11	-11	-6	-5	-6	6
200	-10	-13	-12	-8	-8	-8	5
400	-12	-15	-14	-10	-11	-9	3
600	-15	-16	-15	-12	-14	-11	2
800	-18	-18	-17	-14	-17	-13	0
1000	-20	-20	-19	-16	-20	-14	-2
1200	-23	-21	-20	-18	-23	-16	-3
1400	-26	-23	-22	-20	-26	-17	-5
1600	-28	-25	-23	-22	-29	-19	-7
1800	-31	-26	-25	-24	-32	-21	-8
2000	-33	-28	-27	-26	-35	-22	-10

Imagen nº7: Temperatura mínima anual del aire (Tabla 4.3-a IAP-11)

El término municipal de Sedaví se encuentra a una altitud inferior de 200 m, pero superior a 0 m, concretamente a 8 m de altitud respecto del nivel del mar. Al ser una altitud tan baja, se procederá a considerarse que Sedaví se encuentra a una altitud de 0 m con sus respectivos valores.

Por tanto, la temperatura mínima del aire a la sombra ( $T_{min}$ ) para el término de Sedaví es de -5°C.

En caso de que se desee calcular con un periodo de retorno diferente de 50 años, se deberá ajustar los valores de  $T_{max}$  y  $T_{min}$  por  $T_{max,p}$  y  $T_{min,p}$  respectivamente. Se va a considerar un periodo de retorno de 100 años ya que para situaciones persistentes es el periodo de retorno que se considera, por lo que las expresiones de  $T_{max,p}$  y  $T_{min,p}$  son las siguientes:

$$T_{max,p} = T_{max} \cdot \{k_1 - k_2 \cdot \ln [-\ln (1 - \rho)]\}$$

$$T_{min,p} = T_{min} \cdot \{k_3 + k_4 \cdot \ln [-\ln (1 - \rho)]\}$$

siendo:

- $\rho$ : el inverso del periodo de retorno
- $K_1= 0,781$
- $K_2= 0,056$
- $K_3= 0,393$
- $K_4= -0,156$

Sustituyendo dichos datos, los valores de  $T_{max,p}$  y  $T_{min,p}$  son los siguientes:

$$T_{max,p} = 45 \cdot \{0,781 - 0,056 \cdot \ln [-\ln (1 - 0,01)]\} = 46,74 \text{ °C}$$

$$T_{min,p} = -5 \cdot \{0,393 + (-0,156) \cdot \ln [-\ln(1 - 0,01)]\} = -5,55 \text{ °C}$$

La componente uniforme de la temperatura, temperatura efectiva, tendrá un valor máximo ( $T_{e,max}$ ) y un valor mínimo ( $T_{e,min}$ ) que se determinarán a partir de la temperatura del aire, mediante las expresiones siguientes:

$$T_{e,max} = T_{max} + \Delta T_{e,max}$$

$$T_{e,min} = T_{min} + \Delta T_{e,min}$$

donde:

- $T_{min}$ : valor de la temperatura mínima del aire con el ajuste del periodo de retorno ( $T_{min,p}$ )
- $T_{max}$ : valor de la temperatura máxima del aire con el ajuste del periodo de retorno ( $T_{max,p}$ )
- Los valores de  $\Delta T_{e,min}$  y  $\Delta T_{e,max}$  vienen dados en la tabla 4.3-b de la IAP-11:

**TABLA 4.3-b VALORES DE  $\Delta T_{e,min}$  Y  $\Delta T_{e,max}$  PARA EL CÁLCULO DE LA COMPONENTE UNIFORME DE TEMPERATURA**

TIPO DE TABLERO	$\Delta T_{e,min}$ [°C]	$\Delta T_{e,max}$ [°C]
Tipo 1: Tablero de acero	-3	+16
Tipo 2: Tablero mixto	+4	+4
Tipo 3: Tablero de hormigón	+8	+2

Imagen nº8: Coeficientes para la componente uniforme de temperatura (Tabla 4.3-b IAP-11)

En este caso se tiene un tablero mixto, por lo que la temperatura efectiva es la siguiente:

$$T_{e,max} = 46,74 + 4 = 50,74 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{e,min} = -5,55 + 4 = -1,55 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Una vez obtenidos los valores característicos máximo y mínimo de la componente uniforme de temperatura y a partir de la temperatura inicial ( $T_0$ ) se obtendrán los rangos de variación térmica que permitan determinar la contracción y la dilatación máxima del tablero.

La temperatura inicial  $T_0$  se podrá tomar con valor de  $15^\circ\text{C}$  cuando no sea posible determinarla por falta de datos.

Entonces, el valor característico de la mínima variación de la componente uniforme de temperatura en contracción será:

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min}$$

$$\Delta T_{N,con} = 15 - (-1,55) = 16,55 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Entonces, el valor característico de la máxima variación de la componente uniforme de temperatura en expansión será:

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0$$

$$\Delta T_{N,exp} = 50,74 - 15 = 35,74 \text{ } ^\circ\text{C}$$

El efecto de la diferencia vertical de temperatura en tableros mixtos se considerará mediante una diferencia en la temperatura de las secciones parciales de acero y de hormigón.

En las condiciones de *calentamiento*, se considerará que la sección parcial de acero, respecto a la sección parcial de hormigón, tiene un incremento de:

$$\Delta T_{M,heat} = +18 \text{ } ^\circ\text{C}$$

En las condiciones de *enfriamiento*, se considerará que la sección parcial de acero, respecto a la sección parcial de hormigón, tiene un incremento de:

$$\Delta T_{M,cool} = -10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

El efecto de la diferencia horizontal de la componente de la diferencia de temperatura definido en el apartado 4.3.1.2.2 de la IAP-11, considera dicha diferencia como el cambio de temperatura entre las dos caras extremas del tablero. La misma normativa señala que esto solo será exigible si esta acción produjera efectos estructurales o funcionales significativos. En este caso no procede la aplicación de dicha diferencia horizontal.

Para la determinación de los efectos debidos a la componente uniforme de temperatura, la norma IAP-11 en su tabla 4.3-c, indica los valores de la dilatación térmica que se emplearán salvo que se empleen otros debidamente justificados con ensayos o estudios detallados.

**TABLA 4.3-c VALORES DEL COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICA LINEAL  $\alpha_T$  ( $\times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )**

MATERIAL	$\alpha_T$ ( $\times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )
Acero inoxidable	16
Acero estructural, hierro dulce o fundición <sup>(1)</sup>	12
Hormigón <sup>(2)</sup>	10

<sup>(1)</sup> En estructuras mixtas, el coeficiente de dilatación lineal del acero estructural puede tomarse igual al del hormigón:  $\alpha_T = 10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

<sup>(2)</sup> En el caso de hormigón con áridos ligeros:  $\alpha_T = 7 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Imagen n°9: Coeficiente de dilatación térmica (Tabla 4.3-c IAP-11)

Como la estructura está realizada en acero estructural, el coeficiente de dilatación térmica es:

$$\alpha_T = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Una vez obtenido la acción térmica de la estructura, en el apartado 4.3.3.1 de la IAP-11 se explica que para puentes con tirantes o con péndolas metálicas, como es este caso, se considerará una diferencia entre la temperatura uniforme de los tirantes o péndolas y la temperatura uniforme del resto de los elementos del puente con los siguientes valores:

- Diferencia positiva:  $T_{tirantes} - T_{resto\ puente} = +20 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Diferencia negativa:  $T_{tirantes} - T_{resto\ puente} = -10 \text{ } ^\circ\text{C}$

Por tanto, la componente uniforme de la temperatura de contracción y dilatación de las péndolas es:

$$\Delta T_{N,exp,pend} = T_{resto\ puente} + 20 = 35,74 + 20 = 55,74 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,con,pend} = T_{resto\ puente} - 10 = -10 - (-1,55) = -8,45 \text{ } ^\circ\text{C}$$

En el caso de que coexistan en el puente elementos metálicos y de hormigón o mixtos, como es el caso de este proyecto, se entenderá que la diferencia de temperatura anterior es la que se produce entre las péndolas y el elemento que sufra menor variación de la temperatura uniforme, que será el tablero de hormigón en este caso.

En el caso de un puente arco, según el apartado 4.3.3.2 de la IAP-11, se considerará una diferencia de temperatura uniforme entre el tablero y el arco. En cualquier caso, se supondrá una diferencia de temperatura entre el arco y tablero superior a  $\pm 15^\circ\text{C}$ , cumpliendo la siguiente expresión:

$$|T_{arco} - T_{tablero}| \geq 15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

A modo de resumen que la siguiente tabla de la acción térmica sobre la pasarela ciclopeatonal:

Componente uniforme ( $^\circ\text{C}$ )	Tablero	Arcos	Péndolas
$\Delta T_{N,con}$	-1,55	16,55	55,74
$\Delta T_{N,exp}$	50,74	35,74	-8,45

Tabla n<sup>o</sup>1: Componente uniforme de temperatura de los elementos

#### 5.2.4.- Nieve

Generalmente sólo será necesario considerar la sobrecarga de nieve en puentes situados en zonas de alta montaña o durante la construcción.

Según la IAP-11, en su apartado 4.4, explica que de no existir datos específicos suficientes de la zona en que se ubicará el puente, se puede tomar como valor característico de la sobrecarga de nieve el que se indica en el apartado 4.4.2.

Sin embargo, debido a la orográfica del emplazamiento y su altitud, no se va a considerar para este proyecto la sobrecarga de nieve sobre la pasarela ciclopeatonal.

#### 5.2.5.- Acciones accidentales

Las acciones accidentales son aquellas cuya probabilidad de actuación, durante un periodo establecido, es pequeña pero cuya importancia puede ser considerable.

Se incluyen en dichas acciones las siguientes:

- Impacto de vehículos de carretera contra un elemento estructural del puente o pasarela
- Impacto contra sistemas de contención de vehículos
- Impacto de vehículos ferroviarios
- Impacto de embarcaciones

Para este estudio no se va a considerar las acciones accidentales sobre la estructura.

#### 5.2.6.- Acción sísmica

La acción sísmica, según la IAP-11 en su apartado 5.2, explica que se considerará en el proyecto de puentes de acuerdo con las prescripciones recogidas en la *Norma de Construcción Sismorresistente de Puentes* (NCSP-07) o la normativa que la sustituya.

Para la aplicación de la Norma, los puentes se clasifican según su importancia, en este caso, la pasarela ciclopeatonal pertenece a la categoría “*Puentes de importancia normal*” ya que su destrucción puede interrumpir un servicio necesario para la colectividad o producir importantes pérdidas económicas sin que, en ningún caso, se trate de un servicio imprescindible o pueda dar lugar a efectos catastróficos.

Para la obtención de la acción sísmica sobre la estructura, se ha de aplicar la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02) para complementar la NCSP-07.

A su vez, se va a tener en cuenta la propuesta de la NCSR-23 ya que esta recoge las anteriores normativas y tiene aspectos más restrictivos que las anteriores.

La aceleración sísmica de cualquier punto en un terreno determinado se calcula con la siguiente expresión:

$$a_c = a_b \cdot S \cdot \rho$$

Donde:

$a_b$ : Aceleración sísmica básica, según la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02. Es el valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un periodo de retorno de 500 años.

$\rho$ : Coeficiente adimensional de riesgo, obtenido como producto de dos factores:  $\rho = \gamma_l \cdot \gamma_{II}$ .

$\gamma_l$ : Factor de importancia, función de la importancia del puente.

$\gamma_{II}$ : Factor modificador para considerar un periodo de retorno diferente de 500 años. El producto  $\rho \cdot a_b$  representa la aceleración sísmica horizontal correspondiente a un periodo de retorno PR. El valor de esa aceleración puede deducirse de un estudio probabilista de la peligrosidad sísmica en el emplazamiento del puente. A falta de este estudio, de forma aproximada puede suponerse:

$$\gamma_{II} = \left(\frac{P_R}{500}\right)^{0.4}$$

S: Coeficiente de ampliación del terreno:

- Para  $\rho \cdot a_b \leq 0,1g$

$$S = \frac{C}{1,25}$$

- Para  $0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g$

$$S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \cdot \left(\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1\right) \cdot \left(1 - \frac{C}{1,25}\right)$$

- Para  $0,4g \leq \rho \cdot a_b$

$$S = 1,0$$

C: Coeficiente del terreno:

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $v_s > 750$  m/s.
- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelo granular denso o cohesivo duro. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $750 \text{ m/s} \geq v_s > 400$  m/s.
- Terreno tipo III: Suelo granular de compactación media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $400 \text{ m/s} \geq v_s > 200$  m/s.
- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $v_s \leq 200$  m/s.

Coeficientes del terreno

Tipo de terreno	Coeficiente C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

Imagen n°10: Tabla de coeficientes del terreno (NCSP-07)

La naturaleza del terreno se debe definir en los 30 metros por debajo de la superficie.

En este caso, la empresa SEG SL cuenta con datos de prospecciones realizadas en el pasado y de nuevas que se realizaron para el estudio. Estos datos indican que el tipo de terreno es:

- De 0,00 m hasta 20,0 m:
  - Terreno Tipo II: C = 1,6
- De 20,0 m a 30,0 m:
  - Terreno Tipo III: C = 1.30

Como dice la norma, el coeficiente depende de las características de los primeros 30 metros de terreno en un emplazamiento en concreto. En el caso de que el terreno tenga diversos tipos de terrenos, se ha de aplicar la siguiente fórmula para obtener el valor de C:

$$Y_u = \left(\frac{P_R}{500}\right)^{0.4}$$

donde:

- $C_i$ : valor del tipo de terreno.
- $e_i$ : espesor del tipo de terreno.

Aplicando la fórmula se obtiene un valor del coeficiente C de:

$$C = \frac{1.6 \cdot 20 + 10 \cdot 1.3}{30} = 1,5$$

El coeficiente adimensional de riesgo,  $\rho$ , depende de dos factores. El factor adimensional de riesgo ( $Y_l$ ) depende de la importancia de la estructura. Como se ha mencionado previamente, según la NCSE-02, en su apartado 1.2.2. recoge la clasificación de las construcciones. En este caso, la pasarela ciclopeatonal objeto de este estudio se clasifica como “importancia moderada” ya que es una estructura que su destrucción debido a un terremoto puede ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos. Por tanto, su valor es igual a 1.

Por tanto, para el coeficiente adimensional de riesgo tenemos que:

- $Y_l = 1$
- $Y_u = \left(\frac{P_R}{500}\right)^{0.4} = \left(\frac{500}{500}\right)^{0.4} = 1$

$$\rho = Y_l \cdot Y_u = 1$$

Por su parte, según la NCSR-22 y su mapa de peligrosidad sísmica, se indica que dichos valores están referidos a un periodo de retorno de 475 años. Por tanto, el factor modificador resulta ser de valor:

$$Y_u = \left(\frac{P_R}{500}\right)^{0.4} = \left(\frac{475}{500}\right)^{0.4} = 0,9797$$

$$\rho = Y_l \cdot Y_u = 0,9797$$

La aceleración sísmica básica, según la NCSE-02 y su mapa de peligrosidad sísmica, nos indica que la zona de Sedaví se encuentra en un rango de valores de entre  $0,04g$  y  $0,08g$ . Para obtener un valor más preciso de la aceleración sísmica básica en Sedaví, se utilizan las tablas de peligrosidad sísmica que ofrece la NCSE-02, estas nos indican que, para este municipio, la aceleración sísmica básica tiene un valor de  $0,07g$ .

No obstante, según el mapa de peligrosidad sísmica propuesto en el Anejo Nacional de la norma UNE-EN-1998 y en el proyecto de la nueva Norma de Construcción Sismorresistente NCSR-23, el cual está en tramitación, se obtiene que, para el mismo municipio, la aceleración sísmica básica tiene un valor igual a  $0,12g$ .

Debido a que el valor de la peligrosidad sísmica es mayor en la NCSR-22, se va a realizar los cálculos con dicha aceleración sísmica básica y el periodo de retorno de 475 años.

Por ello, tenemos que:

- $a_b = 0,12g$
- $\rho = 0,9797$

Factor de importancia

Importancia del puente	$\gamma_i$
Normal	1,0
Especial	1,3

Imagen nº11: Tabla de factor de importancia (NCSP-07)

El sismo último de cálculo se obtiene multiplicando la acción del sismo básico, obtenido de las tablas de peligrosidad sísmica de la NCSE-02, por este factor de importancia.

Para el factor modificador, según la NCSP-07, se tomará con valor igual a 1 para un periodo de retorno de 500 años, ya que para este periodo de retorno que se ha de considerar para el sismo básico. Para obtener el valor de este factor se ha de emplear la siguiente fórmula:

A continuación, se va a obtener el valor del coeficiente de ampliación del terreno. Para ello debemos de conocer el rango en el que nos encontramos:

$$\rho \cdot a_b = 0.9797 \cdot 0.12g = 0,117g$$

Por tanto, en este caso el rango es :  $0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g$ .

Según la norma, el coeficiente de ampliación del terreno es:

$$S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \cdot \left( \rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) \cdot \left( 1 - \frac{C}{1,25} \right)$$

donde:

- $C = 1,5$
- $a_b = 0,12g$
- $\rho = 0,9797$

Entonces:

$$S = 1,188$$

Una vez obtenido el coeficiente de ampliación del terreno, se procederá a obtener los espectros de respuesta elástica. Los espectros de aceleración se dividen en los componentes horizontales y en el componente vertical.

- Componentes horizontales:

Según la norma NSCP-07, se considerará el siguiente espectro de respuesta elástica de aceleración  $S_a(T)$ , correspondiente a un oscilador lineal simple.

$$\circ \quad 0 \leq T \leq T_A: \quad S_a(T) = \left( 1 + \frac{T}{T_A} \cdot (2,5 \cdot v - 1) \right) \cdot a_c$$

$$\circ \quad T_A \leq T \leq T_B: \quad S_a(T) = 2,5 \cdot v \cdot a_c$$

$$\circ \quad T_B \leq T \leq T_C: \quad S_a(T) = 2,5 \cdot v \cdot \frac{T_B}{T} \cdot a_c$$

$$\circ \quad T_C \leq T: \quad S_a(T) = 2,5 \cdot v \cdot \frac{T_B \cdot T_C}{T^2} \cdot a_c$$

siendo:

$a_c$ : aceleración sísmica de cálculo.

$v$ : factor corrector dependiente del amortiguamiento equivalente de la estructura, que puede obtenerse mediante la siguiente fórmula:

$$v = \left( \frac{5}{\zeta} \right)^{0,4} \geq 0,55$$

Donde el índice de amortiguamiento ( $\zeta$ ), en porcentaje, está definido en la norma NCSP-07 con un valor de 4 para puentes de acero, puentes de hormigón pretensado y puentes mixtos bajo la acción del sismo último de cálculo. Por ello:

$$v = \left( \frac{5}{4} \right)^{0,4} = 1,0933$$

$T_A, T_B, T_C$ : valores del periodo que delimitan el espectro. Dependen del tipo de sismo de cálculo y del tipo de terreno de cimentación del puente.

Sismo último de cálculo	Sismo frecuente de cálculo Sismo de construcción
$T_A = K C / 10$ $T_B = K C / 2,5$ $T_C = K (2 + C)$	$T_A = K C / 20$ $T_B = K C / 5$ $T_C = K (1 + 0,5 C)$

Imagen nº12: Tabla de valores del periodo del espectro (NCSP-07)

$K$ : coeficiente de contribución, según la NCSE-02, para el municipio de Sedaví, este valor es igual a 1.

$C$ : coeficiente de terreno.

En este caso se va a calcular únicamente el sismo último de cálculo, entonces tenemos que:

-  $T_A = 1 \cdot \frac{1,5}{10} = 0,15$

-  $T_B = 1 \cdot \frac{1,5}{2,5} = 0,6$

-  $T_C = 1 \cdot (2 + 1,5) = 3,5$

Una vez obtenido los valores del periodo que delimitan el espectro, se procede a realizar una gráfica donde se muestra la forma del espectro de aceleraciones:

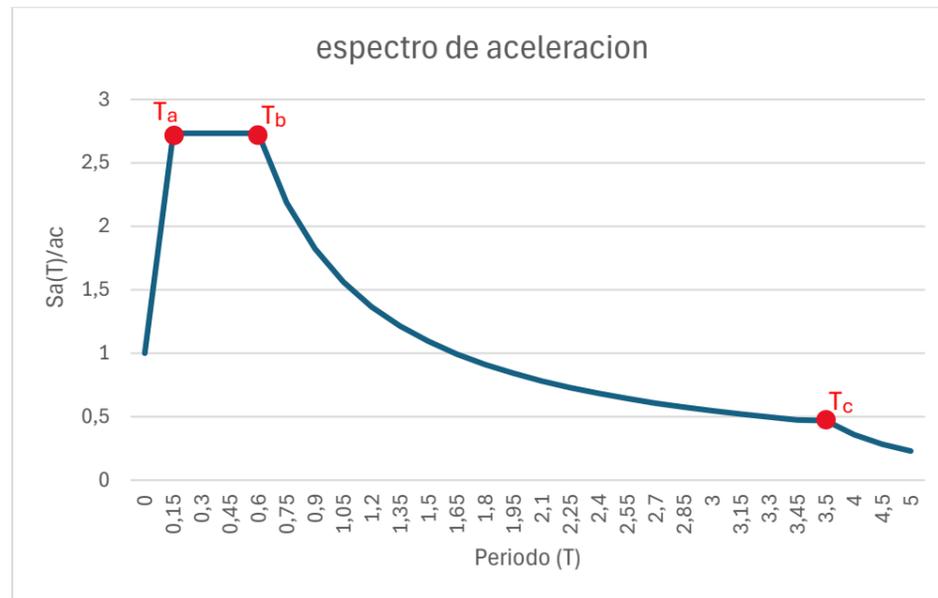


Imagen nº13: Espectro de aceleración para los periodos Ta, Tb y Tc.

Donde el periodo (T) está dispuesto cada 0,15 y la componente vertical resulta de la división del espectro de respuesta elástica de aceleraciones  $S_a(T)$  entre la aceleración sísmica de cálculo definida previamente.

	(T)	Sa(T)/ac
T<Ta	0	1
Ta	0,15	2,73325
Ta<T<Tb	0,3	2,73325
	0,45	2,73325
Tb	0,6	2,73325
Tb<T<Tc	0,75	2,1866
	0,9	1,82216667
	1,05	1,56185714
	1,2	1,366625
	1,35	1,21477778
	1,5	1,0933
	1,65	0,99390909
	1,8	0,91108333
	1,95	0,841
	2,1	0,78092857
	2,25	0,72886667
	2,4	0,6833125
	2,55	0,64311765
	2,7	0,60738889
	2,85	0,57542105
3	0,54665	
3,15	0,52061905	
3,3	0,49695455	
3,45	0,47534783	
Tc	3,5	0,46855714
Tc<T	4	0,35873906
	4,5	0,28344815
	5	0,229593

Tabla nº2: Valores del espectro de aceleración

- La componente vertical:

A falta de estudios, según la NCSP-07, define que el espectro correspondiente a la componente vertical podrá obtenerse simplícidamente a partir del horizontal multiplicado por un factor igual a 0,7.

## 6.- Valores representativos de las acciones

El valor representativo de una acción es el valor de la misma utilizado para la verificación de los estados límites.

El principal valor representativo de las acciones es el valor característico, calculado en el apartado anterior. Para las acciones variables se considerarán, además, otros valores representativos que se especificarán en este apartado.

### 6.1.- Valor representativo de las acciones permanentes

Para las acciones permanentes se considerará un único valor representativo, coincidente con el valor característico  $G_k$ .

#### 6.1.1.- Valor representativo de las acciones variables

Para cada acción variable se considerarán los siguientes valores representativos, según la comprobación de que se trate:

- Valor de combinación  $\psi_0 Q_k$ : es el valor de la acción cuando actúe con alguna otra acción variable, para tener en cuenta la pequeña probabilidad de que actúen simultáneamente los valores más desfavorables de varias acciones independientes. Este valor se utilizará en las comprobaciones de estado límite últimos en situaciones persistente o transitoria y de estado límite de servicio irreversibles.
- Valor frecuente  $\psi_1 Q_k$ : es el valor de la acción tal que sea sobrepasado durante un periodo de corta duración respecto de la vida útil del puente. Corresponde a un periodo de retorno de una semana. Este valor se utilizará en las comprobaciones de estados límite últimos en situación accidental y de estados límite de servicio reversibles.
- Valor casi-permanente  $\psi_2 Q_k$ : es el valor de la acción tal que sobrepasado durante un gran parte de la vida útil del puente. Este valor se utilizará también en las comprobaciones de estados límite últimos en situación accidental y de estados límite de servicio reversibles, además de en la evaluación de efectos diferidos.

Los valores de los factores de simultaneidad ( $\psi$ ) serán distintos para cada acción y están especificados en la tabla 6.1-a de la IAP-11.

Acción	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Sobrecarga de uso	0,4	0,4	0
Viento	0,3	0,2	0
Acción térmica	0,6	0,6	0,5

Tabla n°3: Factores de simultaneidad

### 6.2.- Valores de cálculo de las acciones

El valor de cálculo de una acción se obtiene multiplicando su valor representativo por el correspondiente coeficiente parcial ( $\gamma_F$ ).

Según la IAP-11, los coeficientes  $\gamma_F$  tendrán valores diferentes según la situación de proyecto de que se trate y del estado límite objeto de comprobación.

A continuación, se especificarán en los siguientes apartados los valores de dichos coeficientes según sea el caso, teniendo en cuenta la incertidumbre en la estimación de las acciones y en la modelización de los efectos de dichas acciones.

#### 6.2.1.- Valor de cálculo para comprobaciones en ELU

##### Situación persistente o transitoria

Este valor se centrará en el estudio en situación persistente o transitorio en la que se realizará la comprobación de equilibrio (EQU) con los coeficientes parciales  $\gamma_F$  indicados en la tabla 6.2-a de la IAP-11.

Acción		Efecto	
		Favorable	Desfavorable
Permanente (G)	Peso propio	0,9	1,1
	Carga muerta	0,9	1,1
Variable (Q)	Sobrecarga de uso	0	1,35
	Acciones climáticas	0	1,5

Tabla nº4: coeficientes parciales (Tabla 6.2-a IAP-11)

La comprobación más importante a realizar en el ELU es la resistencia (STR), ya que es más desfavorable, adoptando los valores de los coeficientes parciales de la tabla 6.2-b de la IAP-11.

Acción		Efecto	
		Favorable	Desfavorable
Permanente (G)	Peso propio	1	1,35
	Carga muerta	1	1,35
Variable (Q)	Sobrecarga de uso	0	1,35
	Acciones climáticas	0	1,5

Tabla nº5: coeficientes parciales (Tabla 6.2-b IAP-11)

La aplicación de los diferentes valores de los coeficientes tendrá en cuenta, según la normativa, las prescripciones siguientes:

- Para las acciones permanentes de valor constante  $G$ , los coeficientes  $\gamma_G = 1,35$  y  $\gamma_G = 1,0$  se aplicará, a la totalidad de la acción del mismo origen, según su efecto total sea favorable o desfavorable, respectivamente.

- En el caso de la carga de pavimento, se considerará para la totalidad de la acción:
  - o El valor representativo inferior  $G_{k,inf}$  ponderado por  $\gamma_G = 1,0$  cuando su efecto sea favorable.
  - o El valor representativo superior  $G_{k,sup}$  ponderado por  $\gamma_G = 1,35$  cuando su efecto sea desfavorable.

La comprobación de fatiga (FAT) están profundamente vinculadas al material estructural, la IAP-11 señala que los coeficientes parciales serán los recogidos por la normativa específica que corresponda.

#### En situación accidental

La acción accidental no se va a considerar en el estudio de este proyecto.

#### En situación sísmica

Para las comprobaciones de equilibrio (EQU) como resistentes (STR), se considerará como valor de cálculo de la acción sísmica el definido por la NCSP-07 o norma que la sustituya.

#### 6.2.2.- Valor de cálculo para comprobaciones en ELS

Para las comprobaciones en estado límite de servicio, se adoptarán los valores de los coeficientes parciales indicados en la tabla 6.2-c de la IAP-11.

Acción		Efecto	
		Favorable	Desfavorable
Permanente (G)	Peso propio	1	1
	Carga muerta	1	1
Variable (Q)	Sobrecarga de uso	0	1
	Acciones climáticas	0	1

Tabla nº6: coeficientes parciales (Tabla 6.2-c IAP-11)

### 6.3.- Combinación de acciones

Para cada situación de proyecto se identificarán las hipótesis de carga críticas y el valor de cálculo del efecto de las acciones se obtendrá combinando las acciones que puedan actuar simultáneamente, según los criterios generales especificados en este apartado para el proyecto de la pasarela.

#### 6.3.1.- Combinaciones para comprobaciones en ELU

Las combinaciones de acciones a tener en cuenta para las verificaciones en ELU son las siguientes:

- En situación persistente o transitoria
- En situación accidental
- En situación sísmica

De estas situaciones, este anejo de cálculo va a centrarse únicamente en la *situación persistente o transitoria*.

La combinación de acciones se realizará de acuerdo con la expresión siguiente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

donde:

- $G_{k,j}$ : valor característico de cada acción permanente
- $Q_{k,1}$ : valor característico de la acción variable dominante
- $\psi_{0,i}$ ;  $Q_{k,i}$ : valor de combinación de las acciones variables concomitantes a la acción variable dominante
- $\gamma_G, \gamma_Q$ : coeficientes parciales

Deberán realizarse tantas hipótesis o combinaciones como sea necesario, considerando, una de las acciones variables como dominante y el resto como concomitantes.

Al combinar las diferentes acciones variables, se tendrán en cuenta las prescripciones siguientes según la normativa:

- Cuando se considere el viento transversal al eje del tablero, se considerará la actuación simultánea de la componente vertical del viento y el momento de vuelco correspondiente.
- El viento longitudinal sobre el tablero, no se deberá la actuación simultánea del viento transversal, ni el empuje vertical, ni el momento de vuelco correspondiente.
- Cuando se considere la acción del viento como predominante, no se tendrá en cuenta la actuación de la sobrecarga de uso.
- Cuando se considere la sobrecarga de uso como predominante, se considerará el viento concomitante correspondiente.
- No se considerará la acción simultánea del viento y de la acción térmica.
- En general, no se considerará la acción simultánea e la carga de nieve y la sobrecarga de uso.

Las combinaciones a realizar para el estado límite último (ELU) en situación persistente o transitoria para la comprobación resistente (SRT) son las siguientes:

$$Com_{SRT_1} = 1,35 \cdot Perm + 1,35 \cdot SCU + 1,5 \cdot 0,3 \cdot V_{trans}$$

$$Com_{SRT_2} = 1,35 \cdot Perm + 1,35 \cdot SCU + 1,5 \cdot 0,3 \cdot V_{long}$$

$$Com_{SRT_3} = 1,35 \cdot Perm + 1,35 \cdot SCU + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Temp$$

$$Com_{SRT_4} = 1,35 \cdot Perm + 1,5 \cdot V_{trans}$$

$$Com_{SRT_5} = 1,35 \cdot Perm + 1,5 \cdot V_{long}$$

$$Com_{SRT_6} = 1,35 \cdot Perm + 1,5 \cdot Temp + 1,35 \cdot 0,4 \cdot SCU$$

La combinación de acciones correspondiente a la situación sísmica se realizará con la expresión siguiente:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} + \psi_{2,1} \cdot Q_{k,1} + A_{Ed}$$

donde:

- $G_{k,j}$ : valor característico de cada acción permanente
- $Q_{k,1}$ : valor casi-permanente de la sobrecarga de uso
- $\psi_{2,1}$ : valor casi-permanente de la sobrecarga de uso
- $A_{Ed}$ : valor de cálculo de la acción sísmica

### 6.2.3.- Combinación para comprobaciones en ELS

Según el estado límite de servicio que se vaya a verificar, se adoptará uno de los tres tipos de combinación de acciones indicados a continuación:

- Combinación característica
- Combinación frecuente
- Combinación casi-permanente

De estas tres combinaciones, se llevará a cabo la comprobación para el ELS mediante la combinación frecuente, debido a que esta se utiliza en general para la verificación de ELS reversibles. La combinación característica coincide formalmente con la combinación fundamental de ELU y se utiliza en general para la verificación de ELS irreversibles. Por el otro lado, la combinación casi-permanente se utiliza para la verificación de alguno ELS reversibles y para la verificación de los efectos diferidos.

La expresión para la combinación de acciones frecuente para la verificación del ELS es la siguiente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

donde:

- $G_{k,j}$ : valor característico de cada acción permanente
- $Q_{k,1}$ : valor característico de la acción variable dominante
- $\psi_{2,i}$ ;  $Q_{k,i}$ : valor de combinación de las acciones variables concomitantes a la acción variable dominante
- $\gamma_G, \gamma_Q$ : coeficientes parciales

Las prescripciones enunciadas para los ELU también serán de aplicación para el caso de la comprobación de los ELS.

### 6.4.- Nivel de control

El nivel del control de la calidad de los diversos elementos de la estructura abarca desde el control de la ejecución al control de los materiales.

Los coeficientes parciales de seguridad para la resistencia adoptada en los cálculos de la seguridad estructural son los expresados en la siguiente tabla:

Hormigón	Acero de armar	Acero estructural
$\gamma_c = 1,5$	$\gamma_s = 1,15$	$\gamma_a = 1,1$

Tabla n°7: Coeficientes parciales de seguridad

#### 6.4.1.- Elementos de acero estructural

Los diversos materiales que formen parte de la construcción metálica deberán disponer de certificados de control de emisión por el fabricante según lo especifica la Norma UNE-EN-10021. A falta de dichos certificados, se deberá certificar el control de calidad en un laboratorio homologado.

#### 6.4.2.- Elementos de hormigón armado

El control de calidad del hormigón así como de los materiales que lo forman y la ejecución del propio hormigón se realizará según está establecido en la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE).

Existen diversos niveles de control de calidad, en este caso, se adoptarán los siguientes niveles de control según se especifica en la EHE:

- Acero de armar: Nivel Normal (todos los casos)
- Hormigón: Nivel Estadístico (todos los casos)
- Ejecución: Nivel Intenso (todos los casos)

## 7.- Modelo estructural

### 7.1.- Definición del modelo

Para la definición del modelo se ha empleado los software diferentes con los que se ha elaborado un modelo estructural de barras.

Como primer programa se utilizó AutoCAD para generar la geometría de la estructura de manera lineal. Después de generó un modelo 3D de la pasarela que se exportó con un archivo de extensión DXF, el cual se implementó en el software SAP 2000.

A continuación, se muestra una imagen de la geometría de líneas necesario para el análisis estructural de los cuatro arcos que forman la pasarela.

Una vez obtenido se ha generado el archivo DXF del modelo de la pasarela, se procede a abrirlo en el software SAP 2000, el cual sirve para el cálculo de todo tipo de estructuras ya que se basa en el Método de los Elementos Finitos.

A continuación, se muestra los modelos de los arcos en el software de cálculo SAP 2000:

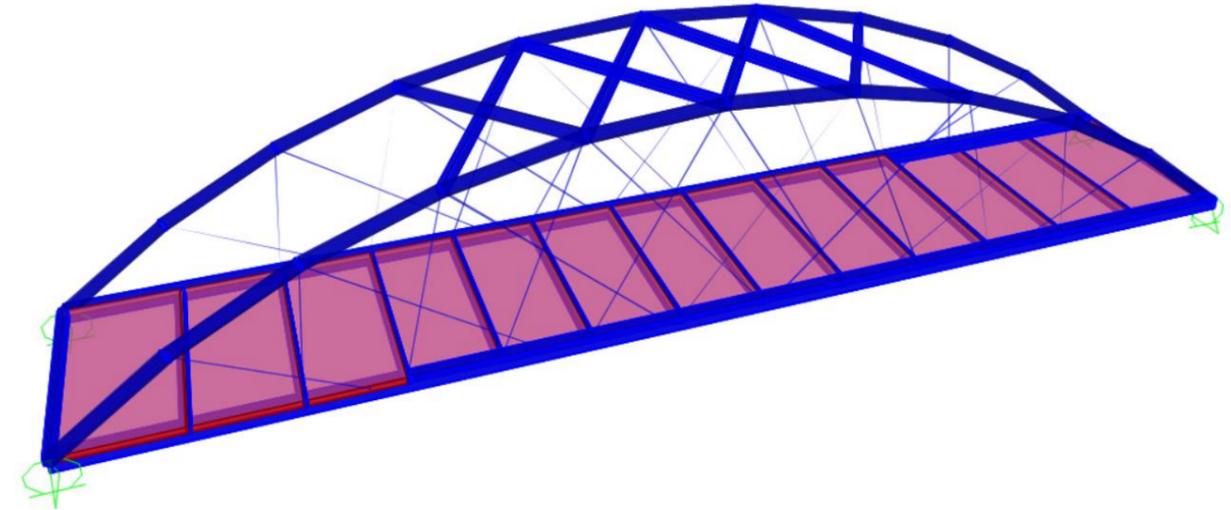


Imagen nº15: Modelo del Arco 2 en SAP 2000

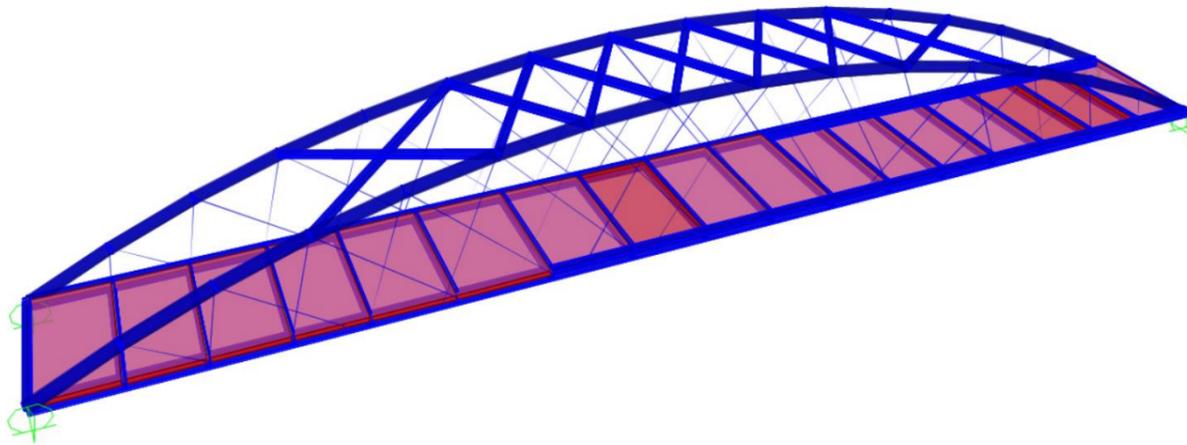


Imagen nº14: Modelo del Arco 1 en SAP 2000

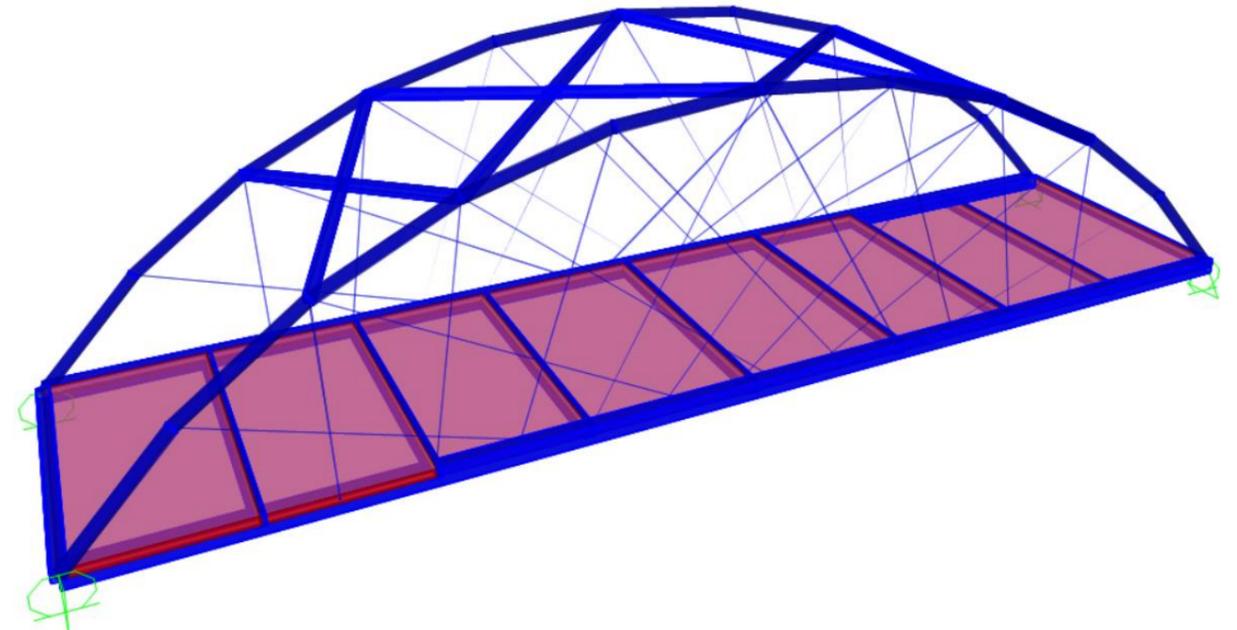


Imagen nº16: Modelo del Arco 3 en SAP 2000

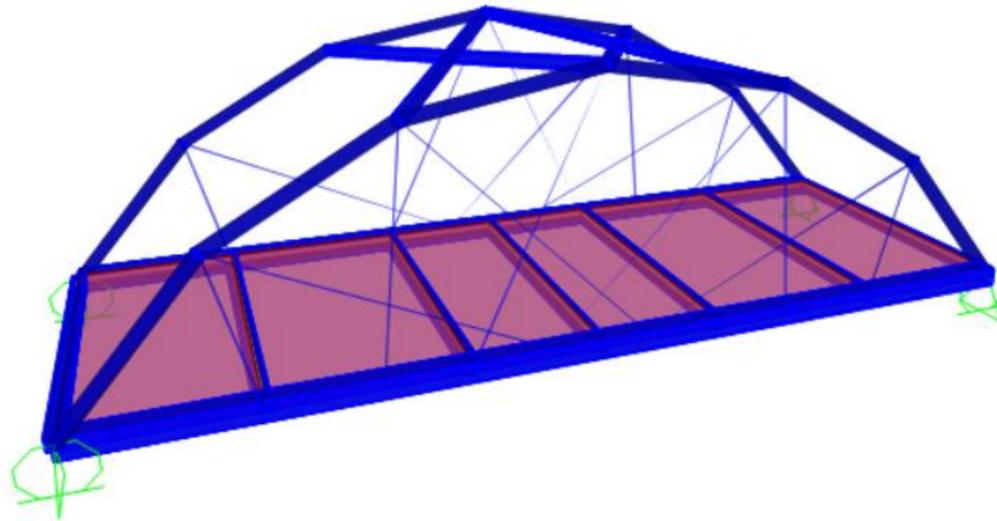


Imagen nº17: Modelo del Arco 4 en SAP 2000

## 7.2.- Asignación de cargas

En este apartado se a realizar la explicación de la implementación y asignación de las cargas en el programa de cálculo de estructuras utilizado.

### 7.2.1.- Acciones permanentes

Las acciones permanentes son el sumatorio del peso propio de la estructura y de las cargas muertas que se han considerado. En este caso, como se ha mencionado previamente, las cargas muertas son la barandilla y el tratamiento superficial de la losa de hormigón.

El sumatorio de las acciones permanentes se definirá como un caso de carga combinada con el nombre de “*permanentes*”, en el cual estará definido el peso propio de la estructura y las cargas muertas, ambas multiplicadas por 1 para que sean los valores reales de las cargas.

#### 7.2.1.1.- Peso propio

El peso propio de la estructura se genera de manera automática por el software SAP 2000, carga *DEAD*, ya que tiene en cuenta el peso de los materiales y el dimensionamiento de las secciones de la estructura.

A continuación, se especificarán los valores obtenidos por la acción del peso propio sobre la estructura.

#### 7.2.1.2.- Cargas muertas

La carga muerta es el tratamiento superficial de la losa y la barandilla. El tratamiento superficial de la losa se aplicará sobre la losa que forma el tablero. Dicho tratamiento transmite una carga al tablero de  $0,5 \text{ kN/ m}^2$  en sentido gravitatorio.

En el caso de la barandilla, al ser un elemento lineal, se va a asignar su carga de forma lineal sobre las vigas longitudinales de sección hueca rectangular.

## 7.2.2.- Acciones variables

### 7.2.2.1.- Sobrecarga de uso

La carga debida a la sobrecarga de uso en las pasarelas es debida al tráfico de peatones y esta se divide en dos cargas como indica la normativa.

Por un lado, la carga vertical uniformemente distribuida de valor  $5 \text{ kN/m}^2$  en sentido gravitatorio.

Por el otro lado, una fuerza horizontal sobre el tablero en sentido longitudinal del mismo. Dicha carga, como se ha mencionado previamente, resulta ser el 10% de la sobrecarga de uso. Por tanto, dicha carga tiene un valor de  $0.5 \text{ kN/m}^2$ .

### 7.2.2.2.- Acción del viento

Esta acción se dividirá entre elementos, tablero, arco y péndolas, y según el empuje del viento longitudinal y transversal, según lo indica la normativa. El viento se definirá con los valores característicos obtenidos previamente.

### 7.2.2.2.1.- Viento transversal

Como se ha explicado previamente, se va a considerar únicamente que sobre el tablero actúa la sobrecarga de uso ya que, de esta forma, el área sobre la que actúa el viento es mayor que si no estuviera actuando la sobrecarga de uso.

La acción del viento sobre el tablero, en sentido transversal al eje del tablero, genera un empuje horizontal y a su vez un empuje vertical. Estos dos empujes generan un momento de vuelco.

Según la IAP-11, en su apartado 4.2.5.1.3, el empuje transversal estará aplicado en el 60% de la altura del primer frente máximo adoptado en el cálculo del área expuesta a la componente horizontal del viento transversal, incluyendo el área correspondiente a la sobrecarga de uso si fuese el caso.

En el mismo apartado, la Norma indica que el empuje vertical estará aplicado a una distancia del borde de barlovento igual a un cuarto de la anchura del tablero.

#### Tablero con sobrecarga de uso

A continuación, se va a mostrar un esquema de aplicación de los empujes de viento que se acaban de describir, aplicados a una sección del arco 1 ya que es el arco de mayor tamaño. Para el resto de los arcos, la obtención y aplicación del momento de vuelco es la misma que para el arco 1, teniendo en cuenta los valores para cada arco respectivamente.

Se va a proceder a la obtención del momento de vuelco para el arco 1:

- $F_{w,x} = 100 \text{ kN}$
- $F_{w,z} = 177 \text{ kN}$
- $B = 5 \text{ m}$
- $H = 0,4 + 0,15 + 1,25 = 1,8 \text{ m}$
- $h_{eq} = 0,6 \cdot 1,7 = 1,08 \text{ m}$

$$M_{vuelco,1} = \frac{F_{w,x} \cdot (0,6 \cdot h_{eq} - H) - F_{w,z} \cdot \left(\frac{B}{4}\right)}{B}$$

$$M_{vuelco,1} = \frac{100 \cdot (1,08 - 1,8) - 177 \cdot \left(\frac{5}{4}\right)}{5} = 58,6 \text{ kN}$$

Tanto el valor del momento de vuelco como las fuerzas del viento en X y Z se dividirán entre la longitud total para obtener el valor por metro.

- $F_{w,z} = 177 / 39,75 = 4,45 \text{ kN/m}$
- $F_{w,x} = 100 / 39,75 = 2,5 \text{ kN/m}$
- $M_{vuelco,1} = 58,6 / 39,75 = 1,47 \text{ kN/m}$

A continuación, se muestra una imagen del viento V1, el cual recoge el momento de vuelco, el viento transversal al tablero y el viento vertical. El viento V1 se aplicará en el software SAP 2000 siguiendo el siguiente esquema:

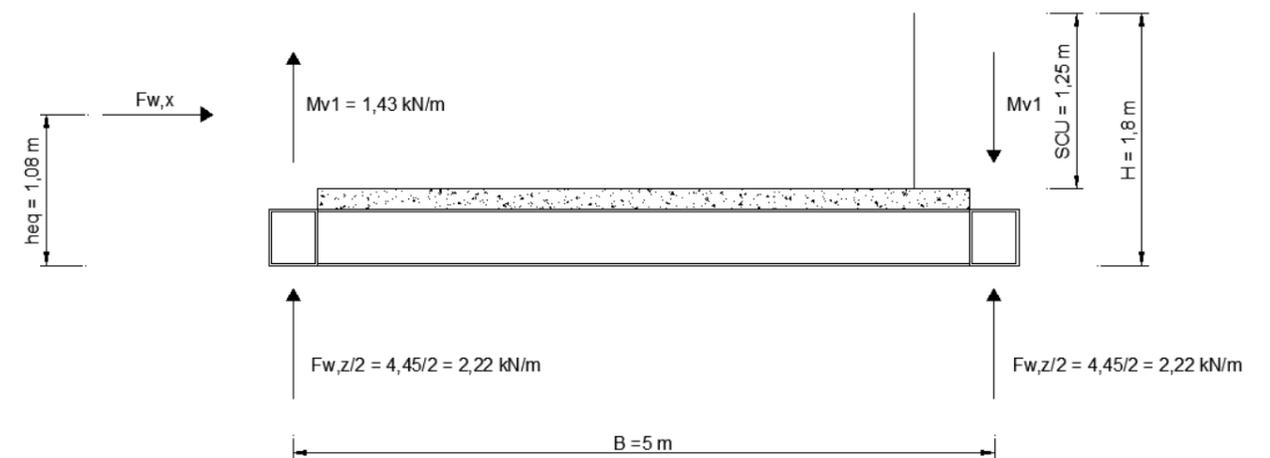


Imagen nº18: Esquema de cargas de viento V1 para Arco 1

A continuación, se procede a calcular el momento de vuelco que genera el viento V2:

- $F_{w,x} = 100 \text{ kN}$
- $F_{w,z} = 177 \text{ kN}$
- $B = 5 \text{ m}$
- $H = 0,4 + 0,15 + 1,25 = 1,8 \text{ m}$
- $h_{eq} = 0,6 \cdot 1,7 = 1,08 \text{ m}$

$$M_{vuelco,1} = \frac{F_{w,x} \cdot (0,6 \cdot h_{eq} - H) + F_{w,z} \cdot \left(\frac{B}{4}\right)}{B}$$

$$M_{vuelco,1} = \frac{[100 \cdot (1,08 - 1,8) + 177 \cdot (\frac{5}{4})]}{5} = 29,85 \text{ kN}$$

Tanto el valor del momento de vuelco como las fuerzas del viento en X y Z se dividirán entre la longitud total para obtener el valor por metro.

- $F_{w,z} = 177 / 39,75 = 4,45 \text{ kN/m}$
- $F_{w,x} = 100 / 39,75 = 2,5 \text{ kN/m}$
- $M_{vuelco,1} = 29,85 / 39,75 = 0,75 \text{ kN/m}$

El esquema de carga que forma este viento es el siguiente:

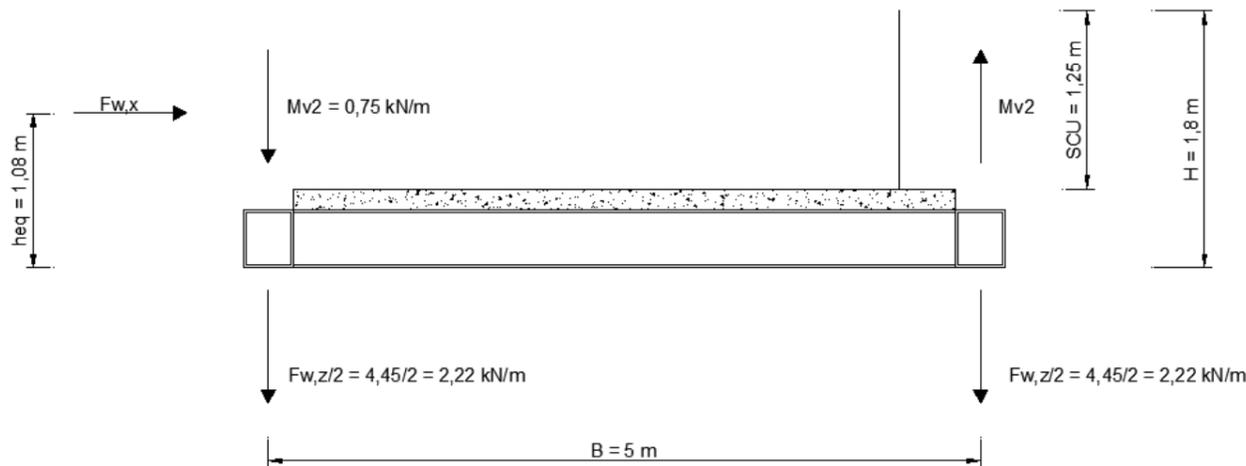


Imagen nº19: Esquema de cargas de viento V2 para Arco 1

Se va a proceder a la obtención del momento de vuelco para el arco 2:

- $F_{w,x} = 63 \text{ kN}$
- $F_{w,z} = 119 \text{ kN}$

- $B = 5 \text{ m}$
- $H = 0,3 + 0,15 + 1,25 = 1,7 \text{ m}$
- $h_{eq} = 0,6 \cdot 1,7 = 1,02 \text{ m}$

$$M_{vuelco,1} = \frac{[F_{w,x} \cdot (0,6 \cdot h_{eq} - H) - F_{w,z} \cdot (\frac{B}{4})]}{B}$$

$$M_{vuelco,1} = \frac{[63 \cdot (1,02 - 1,7) - 119 \cdot (\frac{5}{4})]}{5} = 39 \text{ kN}$$

Tanto el valor del momento de vuelco como las fuerzas del viento en X y Z se dividirán entre la longitud total para obtener el valor por metro.

- $F_{w,z} = 119 / 26,88 = 4,4 \text{ kN/m}$
- $F_{w,x} = 63 / 26,88 = 2,3 \text{ kN/m}$
- $M_{vuelco,1} = 39 / 26,88 = 1,45 \text{ kN/m}$

Se implementa el viento V1 en el software SAP 2000 siguiendo el siguiente esquema:

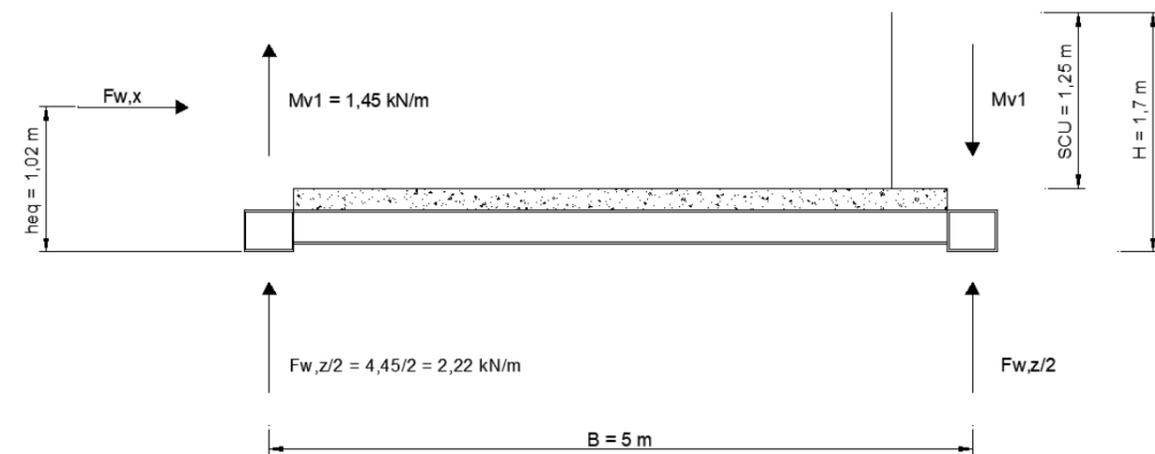


Imagen nº20: Esquema de cargas de viento V1 para Arco 2

A continuación, se procede a calcular el momento de vuelco que genera el viento V2:

- $F_{w,x} = 63 \text{ kN}$
- $F_{w,z} = 119 \text{ kN}$
- $B = 5 \text{ m}$
- $H = 0,3+0,15+1,25 = 1,7 \text{ m}$
- $h_{eq} = 0,6 \cdot 1,7 = 1,02 \text{ m}$

$$M_{vuelco,1} = \frac{F_{w,x} \cdot (0,6 \cdot h_{eq} + H) + F_{w,z} \cdot \left(\frac{B}{4}\right)}{B}$$

$$M_{vuelco,1} = \frac{63 \cdot (1,02 - 1,7) + 119 \cdot \left(\frac{5}{4}\right)}{5} = 21,2 \text{ kN}$$

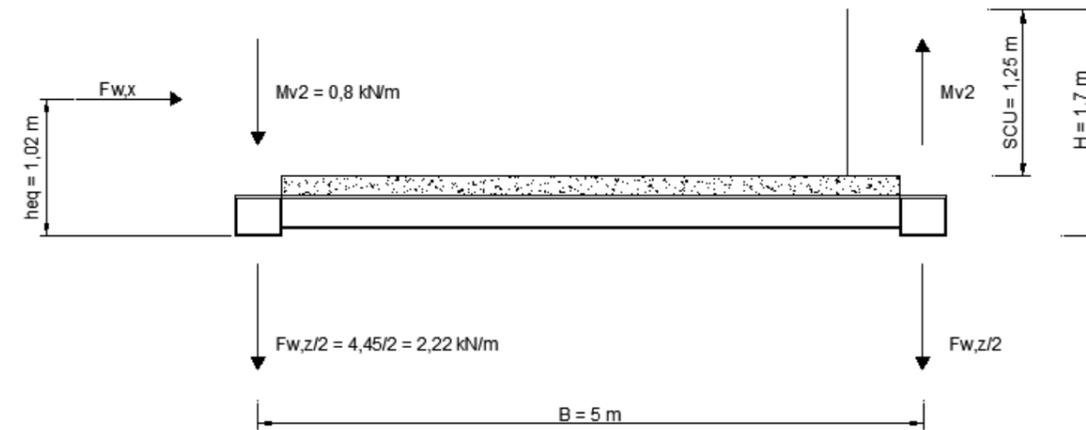


Imagen nº21: Esquema de cargas de viento V2 para Arco 2

Tanto el valor del momento de vuelco como las fuerzas del viento en X y Z se dividirán entre la longitud total para obtener el valor por metro.

- $F_{w,z} = 119/26,88 = 4,4 \text{ kN/m}$
- $F_{w,x} = 63/26,88 = 2,3 \text{ kN/m}$
- $M_{vuelco,1} = 21,2/26,88 = 0,8 \text{ kN/m}$

El esquema de carga que forma este viento es el siguiente:

Se va a proceder a la obtención del momento de vuelco para el arco 3:

- $F_{w,x} = 48 \text{ kN}$
- $F_{w,z} = 90 \text{ kN}$
- $B = 5 \text{ m}$
- $H = 0,3+0,15+1,25 = 1,7 \text{ m}$
- $h_{eq} = 0,6 \cdot 1,7 = 1,02 \text{ m}$

$$M_{vuelco,1} = \frac{F_{w,x} \cdot (0,6 \cdot h_{eq} - H) - F_{w,z} \cdot \left(\frac{B}{4}\right)}{B}$$

$$M_{vuelco,1} = \frac{48 \cdot (1,02 - 1,7) - 90 \cdot \left(\frac{5}{4}\right)}{5} = 29 \text{ kN}$$

Tanto el valor del momento de vuelco como las fuerzas del viento en X y Z se dividirán entre la longitud total para obtener el valor por metro.

- $F_{w,z} = 90/20,35 = 4,4 \text{ kN/m}$
- $F_{w,x} = 48/20,35 = 2,35 \text{ kN/m}$

-  $M_{vuelco,1} = 29/20,35 = 1,43 \text{ kN/m}$

Se implementa el viento V1 en el software SAP 2000 siguiendo el siguiente esquema:

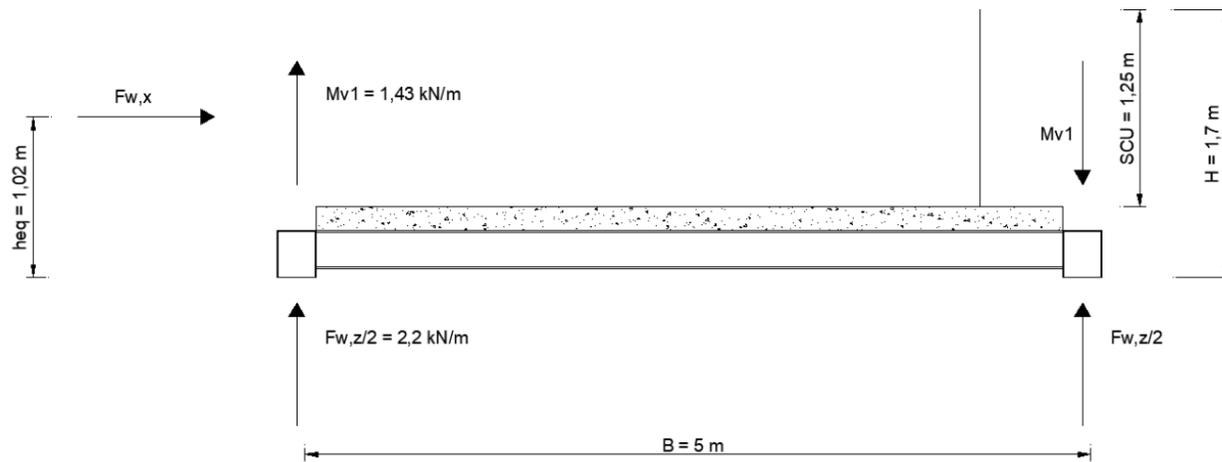


Imagen nº22: Esquema de cargas de viento V1 para Arco 3

A continuación, se procede a calcular el momento de vuelco que genera el viento V2:

- $F_{w,x} = 63 \text{ kN}$
- $F_{w,z} = 119 \text{ kN}$
- $B = 5 \text{ m}$
- $H = 0,4+0,15+1,25 = 1,8 \text{ m}$
- $h_{eq} = 0,6 \cdot 1,7 = 1,08 \text{ m}$

$$M_{vuelco,1} = \frac{F_{w,x} \cdot (0,6 \cdot h_{eq} + H) + F_{w,z} \cdot \left(\frac{B}{4}\right)}{B}$$

$$M_{vuelco,1} = \frac{48 \cdot (1,02 - 1,7) + 90 \cdot \left(\frac{5}{4}\right)}{5} = 16 \text{ kN}$$

Tanto el valor del momento de vuelco como las fuerzas del viento en X y Z se dividirán entre la longitud total para obtener el valor por metro.

- $F_{w,z} = 90/20,35 = 4,4 \text{ kN/m}$
- $F_{w,x} = 48/20,35 = 2,35 \text{ kN/m}$
- $M_{vuelco,1} = 16/20,35 = 0,8 \text{ kN/m}$

El esquema de carga que forma este viento es el siguiente:

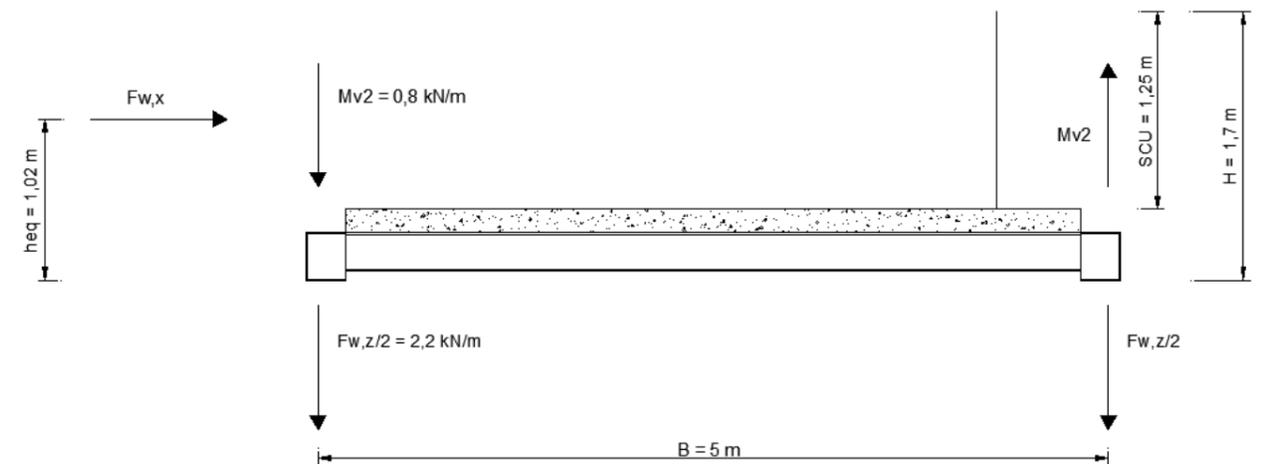


Imagen nº23: Esquema de cargas de viento V2 para Arco 3

Se va a proceder a la obtención del momento de vuelco para el arco 4:

- $F_{w,x} = 31 \text{ kN}$
- $F_{w,z} = 62 \text{ kN}$
- $B = 5 \text{ m}$
- $H = 0,3+0,15+1,25 = 1,7 \text{ m}$
- $h_{eq} = 0,6 \cdot 1,7 = 1,02 \text{ m}$

$$M_{vuelco,1} = \frac{F_{w,x} \cdot (0,6 \cdot heq - H) - F_{w,z} \cdot \left(\frac{B}{4}\right)}{B}$$

$$M_{vuelco,1} = \frac{31 \cdot (1,02 - 1,7) - 62 \cdot \left(\frac{5}{4}\right)}{5} = 20 \text{ kN}$$

Tanto el valor del momento de vuelco como las fuerzas del viento en X y Z se dividirán entre la longitud total para obtener el valor por metro.

- $F_{w,z} = 62 / 13,86 = 4,5 \text{ kN/m}$
- $F_{w,x} = 31 / 13,86 = 2,2 \text{ kN/m}$
- $M_{vuelco,1} = 20 / 13,86 = 1,44 \text{ kN/m}$

Se implementa el viento V1 en el software SAP 2000 siguiendo el siguiente esquema:

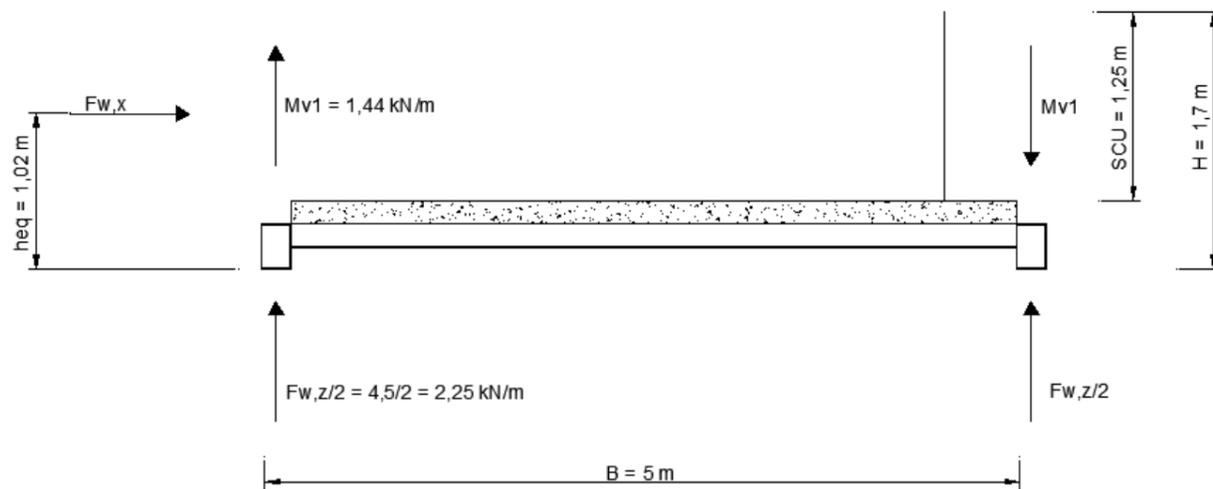


Imagen nº24: Esquema de cargas de viento V1 para Arco 4

A continuación, se procede a calcular el momento de vuelco que genera el viento V2:

- $F_{w,x} = 63 \text{ kN}$
- $F_{w,z} = 119 \text{ kN}$
- $B = 5 \text{ m}$
- $H = 0,4 + 0,15 + 1,25 = 1,8 \text{ m}$
- $heq = 0,6 \cdot 1,7 = 1,08 \text{ m}$

$$M_{vuelco,1} = \frac{F_{w,x} \cdot (0,6 \cdot heq + H) + F_{w,z} \cdot \left(\frac{B}{4}\right)}{B}$$

$$M_{vuelco,1} = \frac{31 \cdot (1,02 - 1,7) + 62 \cdot \left(\frac{5}{4}\right)}{5} = 12 \text{ kN}$$

Tanto el valor del momento de vuelco como las fuerzas del viento en X y Z se dividirán entre la longitud total para obtener el valor por metro.

- $F_{w,z} = 92 / 13,86 = 6,64 \text{ kN/m}$
- $F_{w,x} = 31 / 13,86 = 2,24 \text{ kN/m}$
- $M_{vuelco,1} = 12 / 13,86 = 0,9 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

El esquema de carga que forma este viento es el siguiente:

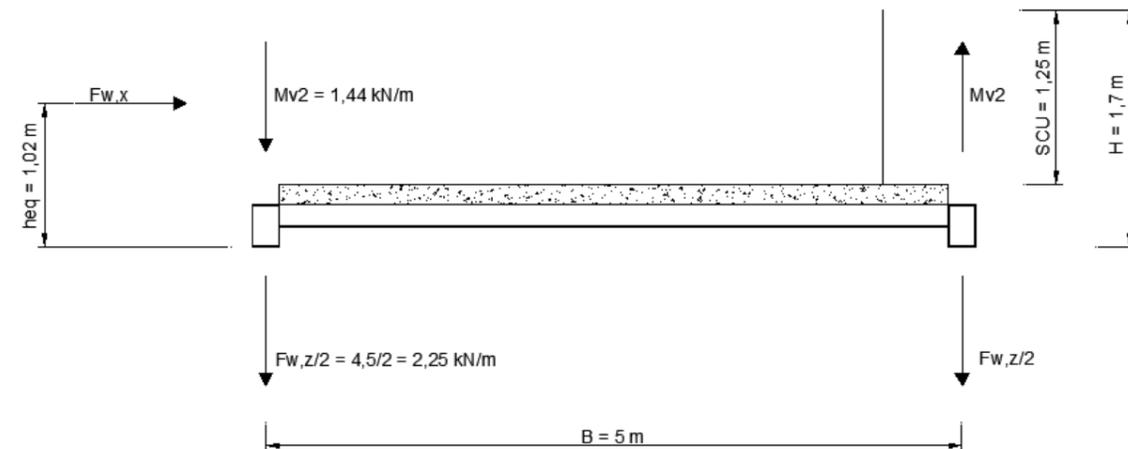


Imagen nº25: Esquema de cargas de viento V2 para Arco 4.

### Arco

El empuje que produce el viento transversal está calculado previamente en el apartado 5.2.2. de este anejo. Como se ha indicado previamente en el apartado mencionado, el empuje está definido por unidad de longitud ya que, de este modo, resulta menos laborioso el implementarlo en el software de cálculo. El empuje debido al viento transversal sobre los distintos arcos es de:

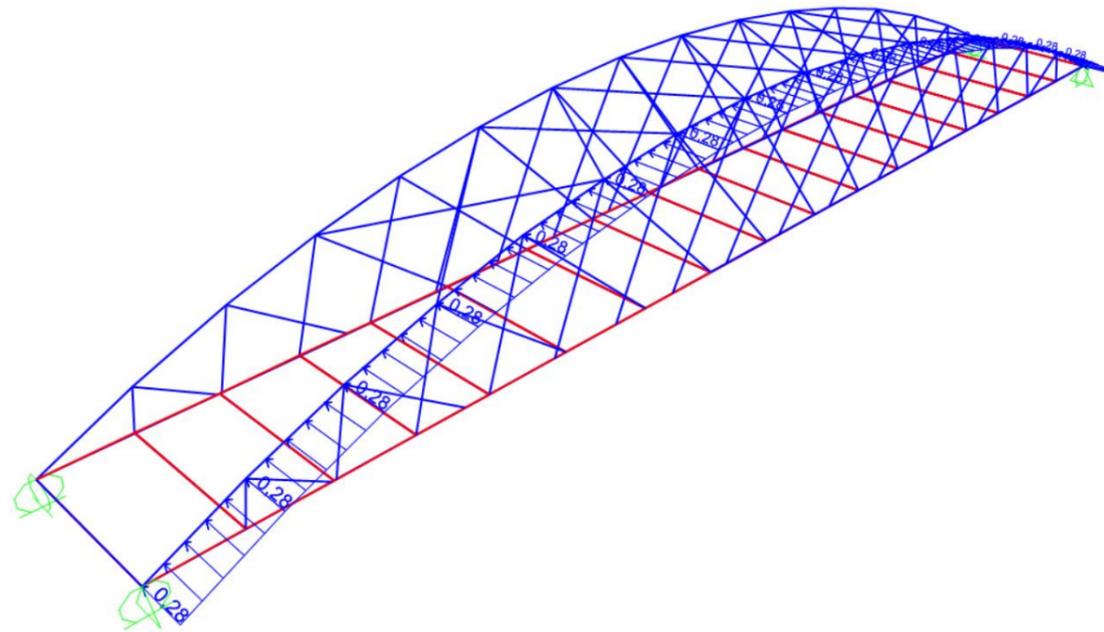


Imagen n°26: Empuje del viento sobre el arco 1.

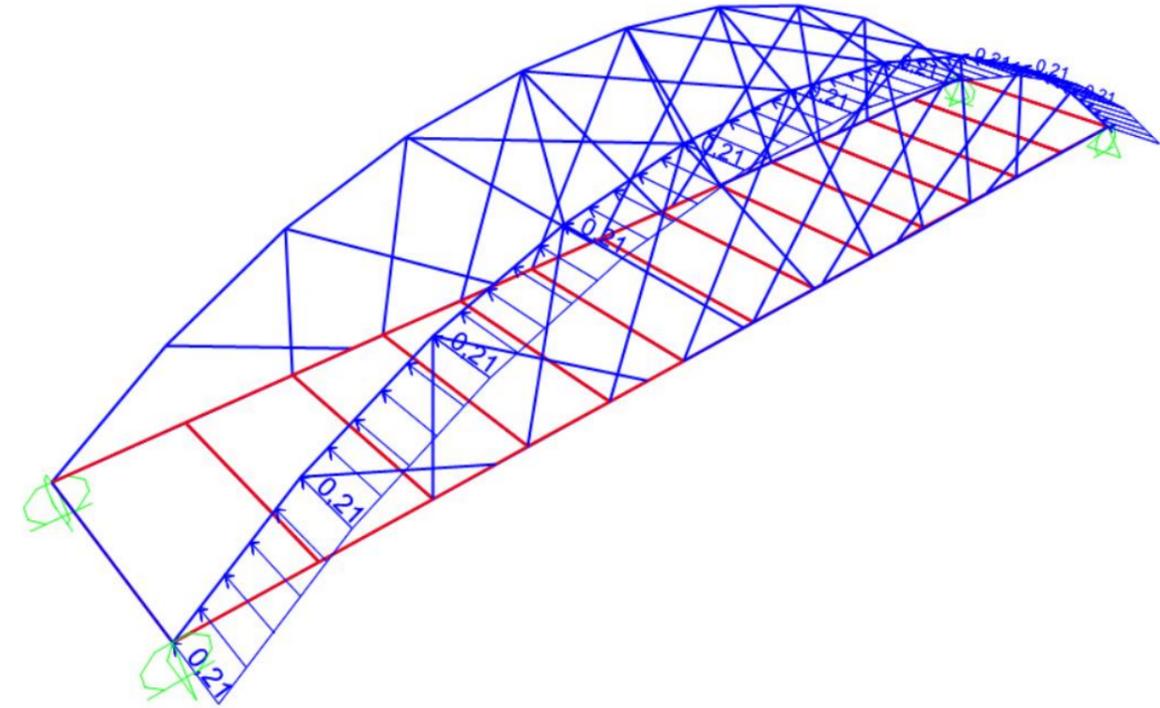


Imagen n°27: Empuje del viento sobre el arco 2.

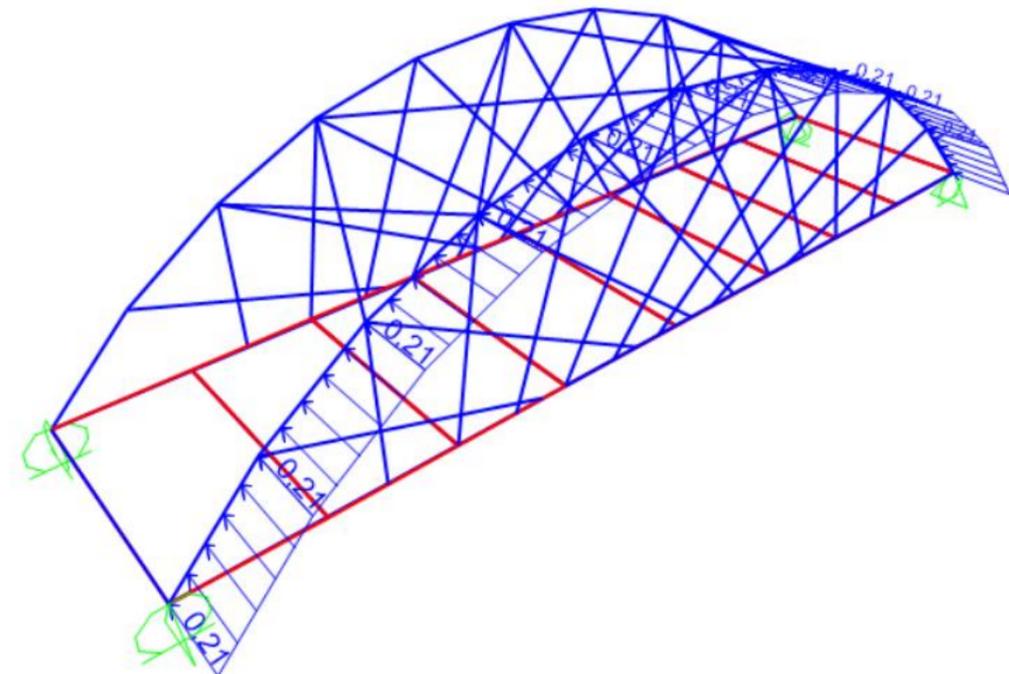


Imagen n°28: Empuje del viento sobre el arco 3.

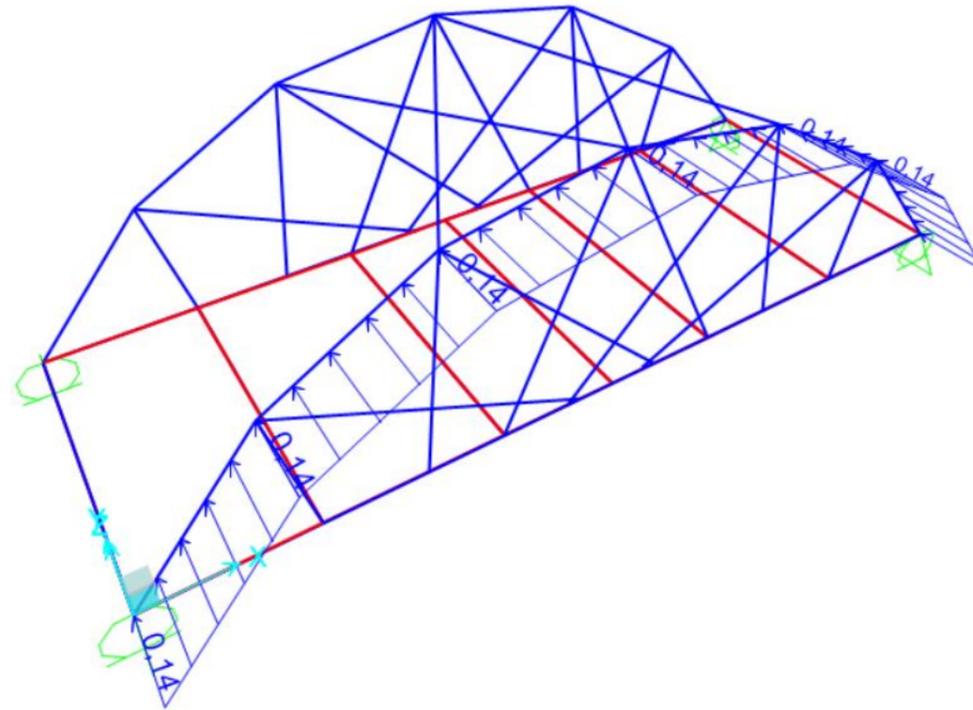


Imagen nº29: Empuje del viento sobre el arco 4.

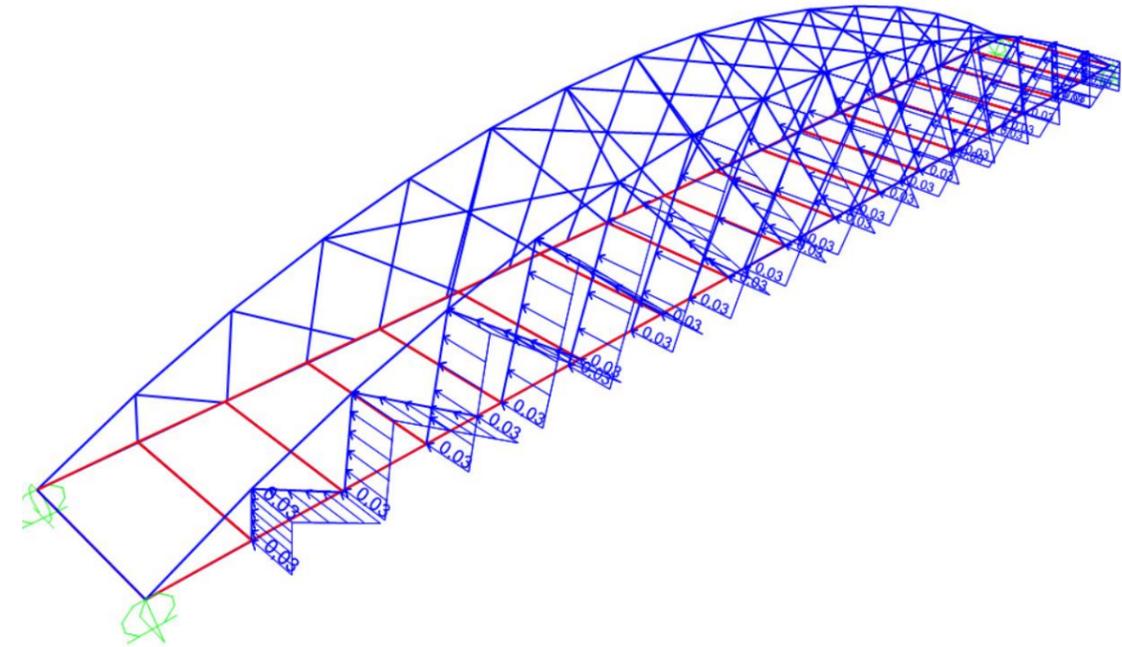


Imagen nº30: Empuje del viento sobre las péndolas del arco 1.

### Péndolas

De igual modo que en el caso anterior, el empuje del viento sobre las péndolas está definido en el apartado 5.2.2. de este anejo. Como se ha mencionado previamente en dicho apartado, el empuje del viento solamente actuará sobre las péndolas en sentido transversal al eje del tablero de la pasarela, según lo indica la normativa.

A continuación, se procede a mostrar imágenes del software SAP 2000 donde se aprecia el empuje del viento sobre las péndolas de los distintos arcos que forman la pasarela ciclopeatonal.

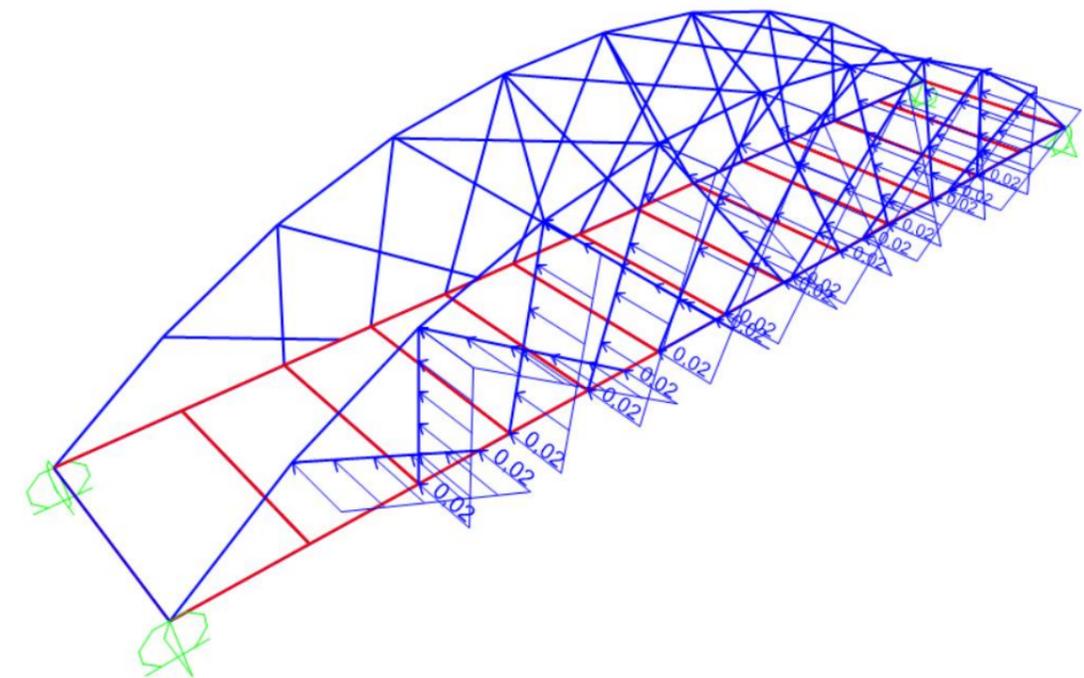


Imagen nº31: Empuje del viento sobre las péndolas del arco 2.

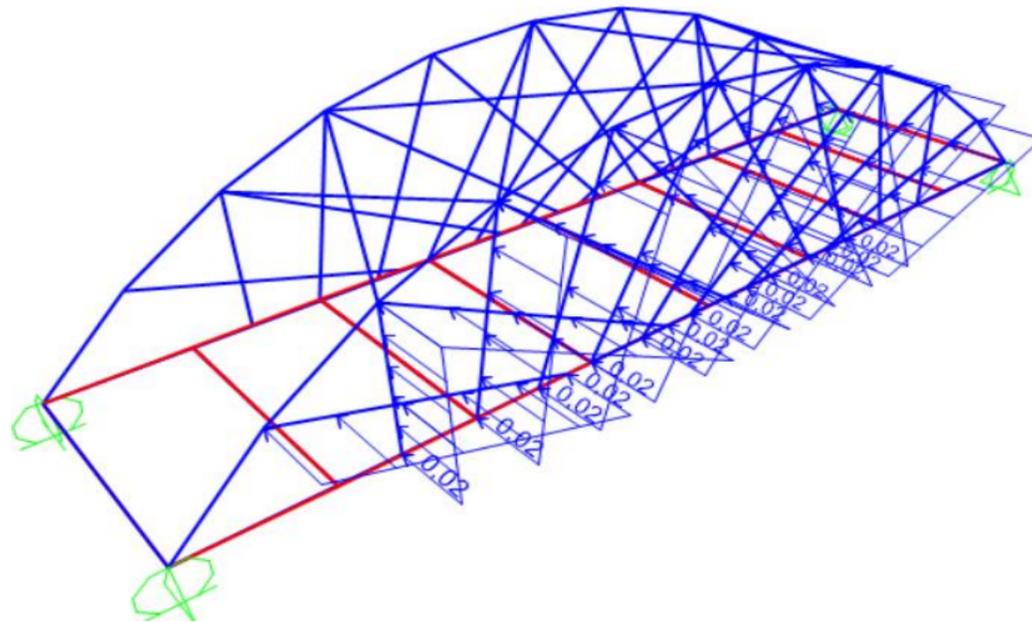


Imagen nº32: Empuje del viento sobre las péndolas del arco 3.

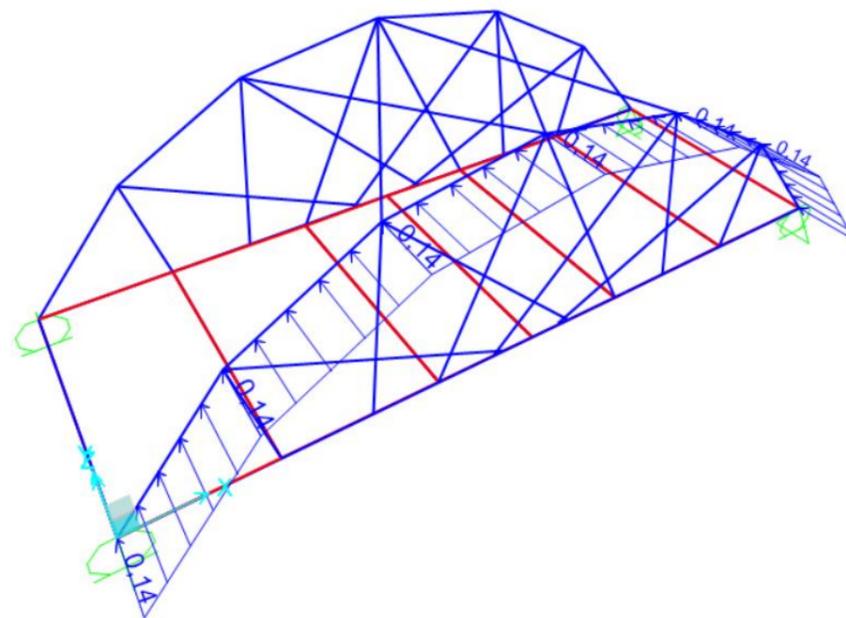


Imagen nº33: Empuje del viento sobre las péndolas del arco 4.

#### 7.2.2.2.- Viento longitudinal

Como se ha mencionado previamente, el empuje del viento en la dirección longitudinal resulta ser la reducción del viento transversal al tablero.

El valor de este empuje será de valor pequeño debido al coeficiente reductos que se emplea según lo indica la normativa.

#### Tablero con sobrecarga de uso

En este caso, el empuje del viento longitudinal sobre la estructura se va a considerar que actúa únicamente en la cara de la sección transversal de la pasarela y cuyo resultado es de:

#### 7.2.2.3.- Acción térmica

La acción térmica sobre los diferentes elementos que forman la pasarela está reflejada en el apartado 5.2.3 de este anejo.

A continuación, se van a mostrar los distintos arcos con sus acciones térmica, tanto para la acción de dilatación como para la acción de contracción.

#### 7.2.3.- Combinación de acciones

Las combinaciones de acciones aplicadas en el software SAP 2000 según lo especificado en apartados anteriores y teniendo en cuenta la normativa serán las desarrolladas en este apartado.

Dichas combinaciones se registrarán según la dirección considerada ya que la acción del viento actúa en un dirección, pero no en la otra.

Los vientos actuantes en cada una de las direcciones son:

- Dirección del viento 1:  $V_{T1}$ ,  $V_{T2}$  y  $V_{L,SCU}$
- Dirección del viento 2:  $V_{T1}'$ ,  $V_{T2}'$  y  $V_{L,SCU}'$

## ESTADOS LÍMITE ÚLTIMO

### Estado límite último de equilibrio (EQU)

Para la verificación de estado límite último de equilibrio (EQU) se ha considerado como acciones favorables aquellas que puedan evitar el vuelco producido por el viento transversal. En este caso, dichas acciones son las permanentes, el peso propio y las cargas muertas. Por el otro lado, las acciones desfavorables, las que pueden producir el vuelco de la estructura, se tratan de los vientos transversales al eje del tablero en ambas direcciones.

A continuación, se muestra una tabla con las acciones favorable y desfavorables para la verificación de estado límite último de equilibrio:

ELU_EQU1	
EQU1 = 0,9·Perm	
EQU2 = 1,5·VT1	EQU2 = 1,5·VT1'
EQU3 = 1,5·VT2	EQU3 = 1,5·VT2'

Tabla nº8: Combinación ELU-EQU

### Estado límite último resistente (STR)

Las combinaciones para la verificación de los estado límite último resistente (STR) se muestran a continuación.

ELU_STR1	ELU_STR2
STR1_1 = 1,35·Perm+1,35·SCU+1,5·0,3·VT1	STR1_2 = 1,35·Perm+1,35·SCU+1,5·0,3·VT1'
STR2_1 = 1,35·Perm+1,35·SCU+1,5·0,3·VT2	STR2_2 = 1,35·Perm+1,35·SCU+1,5·0,3·VT2'
STR3_1 = 1,35·Perm+1,35·SCU+1,5·0,3·VLSCU	STR5_2 = 1,35·Perm+1,35·SCU+1,5·0,3·VLSCU'
STR4_1 = 1,35·Perm+1,35·SCU+1,5·0,6·Tcon	STR6_2 = 1,35·Perm+1,35·SCU+1,5·0,6·Tcon
STR5_1 = 1,35·Perm+1,35·SCU+1,5·0,6·Texp	STR6_2 = 1,35·Perm+1,35·SCU+1,5·0,6·Texp
STR6_1 = 1,35·Perm+1,5·VT1	STR7_2 = 1,35·Perm+1,5·VT1'
STR7_1 = 1,35·Perm+1,5·VT2	STR8_2 = 1,35·Perm+1,5·VT2'
STR8_1 = 1,35·Perm+1,5·VLSCU	STR11_2 = 1,35·Perm+1,5·VLSCU'
STR9_1 = 1,35·Perm+1,5·Tcon+1,35·0,4·SCU	STR12_2 = 1,35·Perm+1,5·Tcon+1,35·0,4·SCU
STR10_1 = 1,35·Perm+1,5·Texp+1,35·0,4·SCU	STR13_2 = 1,35·Perm+1,5·Texp+1,35·0,4·SCU

Tabla nº9: Combinación ELU-STR

## ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

Para las combinaciones de los estados límite de servicio consistirá en comprobar los casos más desfavorables. En este caso, los casos de carga que consideren la sobrecarga de uso como acción dominante y el viento transversal como su combinación concomitante.

Cabe señalar que los coeficientes parciales son menor valor, por tanto, si se cumple el estado límite último, a su vez, también se cumplirá el estado límite último de servicio.

Las comprobaciones más importantes son las siguientes:

ELS
ELS1 = 1·Perm+1·SCU+0,3·VT1
ELS2 = 1·Perm+1·SCU+0,3·VT2

Tabla nº10: Combinación ELS

## 8.- Verificación de los estados límite

Este apartado se resolverá mediante las tablas de análisis que ofrece el software de cálculo SAP 2000, al cual se le ha introducido los casos de carga descritos previamente, tanto los de estados límite últimos como los de estados límite de servicio.

Para evitar un exceso de tablas, se ha procedido a realizar las comprobaciones únicamente en una de las direcciones, puesto que se ha considerado que las acciones del viento son perpendiculares a la estructura y, además, las acciones tienen el mismo valor en ambas direcciones. En este caso se ha optado por la direcciones 1 para realizar las comprobaciones.

En total hay tres tablas, "Steel Design 1- Summary Data – Eurocode 3-2005", "Steel Design 2 – PMM Details – Eurocode 3-2005" y "Steel Design 3 – Shear Details - Eurocode 3-2005", las cuales estarán divididas en partes debido a la extensión de las mismas.

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - Eurocode 3-2005, 1 of 2				
Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio
Text	Text	Text	Text	Unitless
1	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,51061
2	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,489455
3	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,521185
4	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,459194
5	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,512215
6	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,437156
7	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,489712
8	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,41818
9	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,466811
10	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,402138
11	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,437576
12	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,38877
13	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,388436
14	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,325408
15	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,514843
16	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,48476
17	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,524846
18	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,450343
19	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,514029
20	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,433991
21	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,487285
22	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,419961
23	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,461562
24	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,405911
25	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,435614
26	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,390888
28	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,325661
58	viga transversal	Beam	No Messages	0,25177
59	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,459014
60	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,446813
61	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,471177
62	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,426142
63	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,473751
64	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,405766
65	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,465751
66	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,393548
67	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,447792
68	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,389174
69	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,422518
70	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,38877
72	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,325408

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - Eurocode 3-2005. 1 of 2				
Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio
Text	Text	Text	Text	Unitless
73	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,465142
74	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,439869
75	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,476665
76	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,417278
77	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,476224
78	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,402596
79	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,463316
80	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,395335
81	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,442531
82	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,392954
83	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,420553
84	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,390888
85	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,376059
86	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,325661
116	IPE-400	Beam	No Messages	0,682817
117	IPE-400	Beam	No Messages	0,680595
118	IPE-400	Beam	No Messages	0,677371
119	IPE-400	Beam	No Messages	0,679183
120	IPE-400	Beam	No Messages	0,677738
121	IPE-400	Beam	No Messages	0,680017
122	IPE-400	Beam	No Messages	0,681448
123	IPE-400	Beam	No Messages	0,684479
124	IPE-400	Beam	No Messages	0,688388
125	IPE-400	Beam	No Messages	0,692372
126	IPE-400	Beam	No Messages	0,70076
127	IPE-400	Beam	No Messages	0,697928
128	IPE-400	Beam	No Messages	0,684202
129	IPE-400	Beam	No Messages	0,676057
130	IPE-400	Beam	No Messages	0,680671
131	IPE-400	Beam	No Messages	0,682816
132	viga transversal	Beam	No Messages	0,251742
133	cruces	Brace	No Messages	0,073262
134	cruces	Brace	No Messages	0,025639
135	cruces	Brace	No Messages	0,031295
136	cruces	Beam	No Messages	0,025163
137	cruces	Brace	No Messages	0,0306
138	cruces	Brace	No Messages	0,02585
139	cruces	Brace	No Messages	0,058425
140	cruces	Brace	No Messages	0,073325
141	cruces	Brace	No Messages	0,02573
142	cruces	Brace	No Messages	0,031411

**TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - Eurocode 3-2005. 1 of 2**

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio
Text	Text	Text	Text	Unitless
143	cruces	Beam	No Messages	0,02522
144	cruces	Brace	No Messages	0,030488
145	cruces	Brace	No Messages	0,025759
146	cruces	Brace	No Messages	0,058287
147	viga longitudinal	Beam	No Messages	0,102557
148	viga longitudinal	Beam	No Messages	0,102557
149	arco	Brace	No Messages	0,317431
150	arco	Brace	No Messages	0,215503
151	arco	Brace	No Messages	0,216908
152	arco	Brace	No Messages	0,248367
153	arco	Brace	No Messages	0,210783
154	arco	Brace	No Messages	0,210797
155	arco	Brace	No Messages	0,208998
156	arco	Beam	No Messages	0,209829
157	arco	Brace	No Messages	0,209701
158	arco	Brace	No Messages	0,21159
159	arco	Brace	No Messages	0,241784
160	arco	Brace	No Messages	0,214576
161	arco	Brace	No Messages	0,311849
162	arco	Brace	No Messages	0,215412
163	arco	Brace	No Messages	0,242423
164	arco	Brace	No Messages	0,321716
165	arco	Brace	No Messages	0,221383
166	arco	Brace	No Messages	0,221552
167	arco	Brace	No Messages	0,250969
168	arco	Brace	No Messages	0,216725
169	arco	Brace	No Messages	0,217007
170	arco	Brace	No Messages	0,215404
171	arco	Beam	No Messages	0,216242
172	arco	Brace	No Messages	0,216104
173	arco	Brace	No Messages	0,217802
174	arco	Brace	No Messages	0,248598
175	arco	Brace	No Messages	0,219612
176	arco	Brace	No Messages	0,314704
177	arco	Brace	No Messages	0,221291
178	arco	Brace	No Messages	0,242423
29	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,376591
27	pendola 22mm	Brace	No Messages	0,387905

**TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - Eurocode 3-2005. 2 of 2**

Frame	RatioType	Combo	Location	ErrMsg	WarnMsg
Text	Text	Text	m	Text	Text
1	PMM	ELU_STR1_6	3,0381	No Messages	No Messages
2	PMM	ELU_STR1_6	2,91054	No Messages	No Messages
3	PMM	ELU_STR1_6	3,07553	No Messages	No Messages
4	PMM	ELU_STR1_1	2,70273	No Messages	No Messages
5	PMM	ELU_STR1_6	3,00874	No Messages	No Messages
6	PMM	ELU_STR1_1	2,42144	No Messages	No Messages
7	PMM	ELU_STR1_1	2,81774	No Messages	No Messages
8	PMM	ELU_STR1_1	2,07097	No Messages	No Messages
9	PMM	ELU_STR1_1	2,47406	No Messages	No Messages
10	PMM	ELU_STR1_1	1,65366	No Messages	No Messages
11	PMM	ELU_STR1_1	1,93638	No Messages	No Messages
12	PMM	ELU_STR1_5	2,3404	No Messages	No Messages
13	PMM	ELU_STR1_1	1,14327	No Messages	No Messages
14	PMM	ELU_STR1_4	1,23947	No Messages	No Messages
15	PMM	ELU_STR1_6	3,0381	No Messages	No Messages
16	PMM	ELU_STR1_6	2,91054	No Messages	No Messages
17	PMM	ELU_STR1_6	3,07553	No Messages	No Messages
18	PMM	ELU_STR1_1	2,70273	No Messages	No Messages
19	PMM	ELU_STR1_6	3,00874	No Messages	No Messages
20	PMM	ELU_STR1_1	2,42144	No Messages	No Messages
21	PMM	ELU_STR1_1	2,81774	No Messages	No Messages
22	PMM	ELU_STR1_1	2,07097	No Messages	No Messages
23	PMM	ELU_STR1_1	2,47406	No Messages	No Messages
24	PMM	ELU_STR1_1	1,65366	No Messages	No Messages
25	PMM	ELU_STR1_1	1,93638	No Messages	No Messages
26	PMM	ELU_STR1_5	2,3404	No Messages	No Messages
28	PMM	ELU_STR1_4	1,23947	No Messages	No Messages
58	PMM	ELU_STR1_9	0	No Messages	No Messages
59	PMM	ELU_STR1_1	3,0381	No Messages	No Messages
60	PMM	ELU_STR1_1	2,91054	No Messages	No Messages
61	PMM	ELU_STR1_1	3,07553	No Messages	No Messages
62	PMM	ELU_STR1_1	2,70273	No Messages	No Messages
63	PMM	ELU_STR1_1	3,00874	No Messages	No Messages
64	PMM	ELU_STR1_5	2,42144	No Messages	No Messages
65	PMM	ELU_STR1_1	2,81774	No Messages	No Messages
66	PMM	ELU_STR1_5	2,07097	No Messages	No Messages
67	PMM	ELU_STR1_1	2,47406	No Messages	No Messages
68	PMM	ELU_STR1_5	1,65366	No Messages	No Messages
69	PMM	ELU_STR1_1	1,93638	No Messages	No Messages
70	PMM	ELU_STR1_5	2,3404	No Messages	No Messages
72	PMM	ELU_STR1_4	1,23947	No Messages	No Messages

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - Eurocode 3-2005. 2 of 2					
Frame	RatioType	Combo	Location	ErrMsg	WarnMsg
Text	Text	Text	m	Text	Text
73	PMM	ELU_STR1_1	3,0381	No Messages	No Messages
74	PMM	ELU_STR1_1	2,91054	No Messages	No Messages
75	PMM	ELU_STR1_1	3,07553	No Messages	No Messages
76	PMM	ELU_STR1_1	2,70273	No Messages	No Messages
77	PMM	ELU_STR1_1	3,00874	No Messages	No Messages
78	PMM	ELU_STR1_5	2,42144	No Messages	No Messages
79	PMM	ELU_STR1_1	2,81774	No Messages	No Messages
80	PMM	ELU_STR1_5	2,07097	No Messages	No Messages
81	PMM	ELU_STR1_1	2,47406	No Messages	No Messages
82	PMM	ELU_STR1_5	1,65366	No Messages	No Messages
83	PMM	ELU_STR1_1	1,93638	No Messages	No Messages
84	PMM	ELU_STR1_5	2,3404	No Messages	No Messages
85	PMM	ELU_STR1_1	1,14327	No Messages	No Messages
86	PMM	ELU_STR1_4	1,23947	No Messages	No Messages
116	PMM	ELU_STR1_9	1	No Messages	No Messages
117	PMM	ELU_STR1_9	0,5	No Messages	No Messages
118	PMM	ELU_STR1_9	0,5	No Messages	No Messages
119	PMM	ELU_STR1_9	0,5	No Messages	No Messages
120	PMM	ELU_STR1_9	0,5	No Messages	No Messages
121	PMM	ELU_STR1_9	0,5	No Messages	No Messages
122	PMM	ELU_STR1_9	0,5	No Messages	No Messages
123	PMM	ELU_STR1_9	0,5	No Messages	No Messages
124	PMM	ELU_STR1_9	0,5	No Messages	No Messages
125	PMM	ELU_STR1_9	0,5	No Messages	No Messages
126	PMM	ELU_STR1_9	0,5	No Messages	No Messages
127	PMM	ELU_STR1_9	0,5	No Messages	No Messages
128	PMM	ELU_STR1_9	0,5	No Messages	No Messages
129	PMM	ELU_STR1_9	0,5	No Messages	No Messages
130	PMM	ELU_STR1_9	0,5	No Messages	No Messages
131	PMM	ELU_STR1_9	1	No Messages	No Messages
132	PMM	ELU_STR1_9	0	No Messages	No Messages
133	PMM	ELU_STR1_6	0	No Messages	No Messages
134	PMM	ELU_STR1_5	2,85558	No Messages	No Messages
135	PMM	ELU_STR1_1	2,85558	No Messages	No Messages
136	PMM	ELU_STR1_1	5,71115	No Messages	No Messages
137	PMM	ELU_STR1_1	2,85558	No Messages	No Messages
138	PMM	ELU_STR1_2	2,85558	No Messages	No Messages
139	PMM	ELU_STR1_4	7,44554	No Messages	No Messages
140	PMM	ELU_STR1_6	0	No Messages	No Messages
141	PMM	ELU_STR1_5	2,85558	No Messages	No Messages
142	PMM	ELU_STR1_1	2,85558	No Messages	No Messages

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - Eurocode 3-2005. 2 of 2					
Frame	RatioType	Combo	Location	ErrMsg	WarnMsg
Text	Text	Text	m	Text	Text
143	PMM	ELU_STR1_1	5,71115	No Messages	No Messages
144	PMM	ELU_STR1_1	2,85558	No Messages	No Messages
145	PMM	ELU_STR1_2	2,85558	No Messages	No Messages
146	PMM	ELU_STR1_4	7,44554	No Messages	No Messages
147	PMM	ELU_STR1_9	37,46324	No Messages	No Messages
148	PMM	ELU_STR1_9	2,28676	No Messages	No Messages
149	PMM	ELU_STR1_1	0	No Messages	No Messages
150	PMM	ELU_STR1_1	0	No Messages	No Messages
151	PMM	ELU_STR1_1	0	No Messages	No Messages
152	PMM	ELU_STR1_1	0	No Messages	No Messages
153	PMM	ELU_STR1_1	0	No Messages	No Messages
154	PMM	ELU_STR1_1	0	No Messages	No Messages
155	PMM	ELU_STR1_1	0	No Messages	No Messages
156	PMM	ELU_STR1_1	0	No Messages	No Messages
157	PMM	ELU_STR1_1	2,75993	No Messages	No Messages
158	PMM	ELU_STR1_1	2,75993	No Messages	No Messages
159	PMM	ELU_STR1_1	1,37997	No Messages	No Messages
160	PMM	ELU_STR1_1	2,75993	No Messages	No Messages
161	PMM	ELU_STR1_1	2,75993	No Messages	No Messages
162	PMM	ELU_STR1_1	2,75993	No Messages	No Messages
163	PMM	ELU_STR1_5	2,75993	No Messages	No Messages
164	PMM	ELU_STR1_1	0	No Messages	No Messages
165	PMM	ELU_STR1_1	0	No Messages	No Messages
166	PMM	ELU_STR1_1	0	No Messages	No Messages
167	PMM	ELU_STR1_1	0	No Messages	No Messages
168	PMM	ELU_STR1_1	0	No Messages	No Messages
169	PMM	ELU_STR1_1	0	No Messages	No Messages
170	PMM	ELU_STR1_1	0	No Messages	No Messages
171	PMM	ELU_STR1_1	0	No Messages	No Messages
172	PMM	ELU_STR1_1	2,75993	No Messages	No Messages
173	PMM	ELU_STR1_1	2,75993	No Messages	No Messages
174	PMM	ELU_STR1_1	1,37997	No Messages	No Messages
175	PMM	ELU_STR1_1	2,75993	No Messages	No Messages
176	PMM	ELU_STR1_1	2,75993	No Messages	No Messages
177	PMM	ELU_STR1_1	2,75993	No Messages	No Messages
178	PMM	ELU_STR1_5	2,75993	No Messages	No Messages
29	PMM	ELU_STR1_1	1,14327	No Messages	No Messages
27	PMM	ELU_STR1_1	1,14327	No Messages	No Messages

TABLE: Steel Design 2 - PMM Details - Eurocode 3-2005. 1 of 7						
Frame	DesignSect	DesignType	Status	Combo	Location	Pu
Text	Text	Text	Text	Text	m	KN
1	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_6	3,0381	39,482
2	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_6	2,91054	40,729
3	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_6	3,07553	39,116
4	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,70273	62,554
5	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_6	3,00874	38,835
6	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,42144	63,353
7	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,81774	58,772
8	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,07097	64,364
9	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,47406	59,889
10	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	1,65366	65,218
11	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	1,93638	62,61
12	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_5	2,3404	64,907
13	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	1,14327	62,886
14	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_4	1,23947	54,328
15	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_6	3,0381	40,222
16	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_6	2,91054	39,908
17	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_6	3,07553	39,756
18	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,70273	61,007
19	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_6	3,00874	39,152
20	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,42144	62,8
21	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,81774	58,348
22	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,07097	64,675
23	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,47406	58,971
24	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	1,65366	65,878
25	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	1,93638	62,266
26	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_5	2,3404	65,26
28	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_4	1,23947	54,371
58	viga transversal	Beam	No Messages	ELU_STR1_9	0	-345,11
59	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	3,0381	57,867
60	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,91054	59,547
61	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	3,07553	57,335
62	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,70273	60,261
63	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	3,00874	56,952
64	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_5	2,42144	60,981
65	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,81774	57,159
66	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_5	2,07097	62,629
67	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,47406	58,447
68	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_5	1,65366	64,829
69	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	1,93638	61,077
70	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_5	2,3404	64,907
72	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_4	1,23947	54,328

TABLE: Steel Design 2 - PMM Details - Eurocode 3-2005. 1 of 7						
Frame	DesignSect	DesignType	Status	Combo	Location	Pu
Text	Text	Text	Text	Text	m	KN
73	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	3,0381	58,938
74	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,91054	58,333
75	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	3,07553	58,295
76	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,70273	58,711
77	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	3,00874	57,385
78	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_5	2,42144	60,427
79	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,81774	56,734
80	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_5	2,07097	62,942
81	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,47406	57,527
82	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_5	1,65366	65,49
83	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	1,93638	60,733
84	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_5	2,3404	65,26
85	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	1,14327	61,09
86	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_4	1,23947	54,371
116	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_9	1	-507,597
117	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_9	0,5	-504,323
118	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_9	0,5	-501,427
119	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_9	0,5	-502,588
120	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_9	0,5	-501,455
121	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_9	0,5	-503,244
122	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_9	0,5	-504,318
123	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_9	0,5	-506,678
124	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_9	0,5	-509,673
125	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_9	0,5	-512,806
126	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_9	0,5	-519,066
127	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_9	0,5	-516,84
128	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_9	0,5	-506,73
129	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_9	0,5	-500,55
130	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_9	0,5	-504,412
131	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_9	1	-507,597
132	viga transversal	Beam	No Messages	ELU_STR1_9	0	-345,076
133	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_6	0	-16,62
134	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_5	2,85558	9,638
135	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,85558	-6,688
136	cruces	Beam	No Messages	ELU_STR1_1	5,71115	2,534
137	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,85558	-6,071
138	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_2	2,85558	9,019
139	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_4	7,44554	-9,683
140	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_6	0	-16,632
141	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_5	2,85558	9,656
142	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,85558	-6,698

TABLE: Steel Design 2 - PMM Details - Eurocode 3-2005. 1 of 7						
Frame	DesignSect	DesignType	Status	Combo	Location	Pu
Text	Text	Text	Text	Text	m	KN
143	cruces	Beam	No Messages	ELU_STR1_1	5,71115	2,534
144	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,85558	-6,061
145	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_2	2,85558	9,002
146	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_4	7,44554	-9,664
147	viga longitudinal	Beam	No Messages	ELU_STR1_9	37,46324	-847,057
148	viga longitudinal	Beam	No Messages	ELU_STR1_9	2,28676	-847,057
149	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	-1651,723
150	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	-1655,486
151	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	-1652,517
152	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	-1637,545
153	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	-1632,668
154	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	-1638,975
155	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	-1629,931
156	arco	Beam	No Messages	ELU_STR1_1	0	-1633,805
157	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,75993	-1631,162
158	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,75993	-1641,593
159	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	1,37997	-1635,145
160	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,75993	-1640,293
161	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,75993	-1654,416
162	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,75993	-1657,006
163	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_5	2,75993	-1651,92
164	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	-1697,025
165	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	-1700,907
166	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	-1697,711
167	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	-1686,064
168	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	-1680,822
169	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	-1690,41
170	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	-1681,359
171	arco	Beam	No Messages	ELU_STR1_1	0	-1685,478
172	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,75993	-1682,589
173	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,75993	-1693,023
174	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	1,37997	-1683,293
175	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,75993	-1688,807
176	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,75993	-1699,607
177	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,75993	-1702,424
178	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_5	2,75993	-1651,92
29	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	1,14327	61,183
27	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	1,14327	62,793

TABLE: Steel Design 2 - PMM Details - Eurocode 3-2005. 2 of 7							
Frame	MuMajor	MuMinor	VuMajor	VuMinor	Tu	Equation	TotalRadio
Text	KN-m	KN-m	KN	KN	KN-m	Text	Unitless
1	0,1046	0,2077	0	0	-0,00009543	6.2.1(7)	0,51061
2	0,0868	-0,1906	0	0	0,0001031	6.2.1(7)	0,489455
3	0,117	0,2128	0	0	-0,0001108	6.2.1(7)	0,521185
4	0,0665	-0,0493	0	0	0,00006688	6.2.1(7)	0,459194
5	0,1209	0,2037	0	0	-0,0001276	6.2.1(7)	0,512215
6	0,0466	-0,0396	0	0	0,00002502	6.2.1(7)	0,437156
7	0,1134	0,0536	0	0	-0,0001124	6.2.1(7)	0,489712
8	0,0289	-0,029	0	0	-0,00001228	6.2.1(7)	0,41818
9	0,0927	0,0413	0	0	-0,00008139	6.2.1(7)	0,466811
10	0,015	-0,0185	0	0	0,00001379	6.2.1(7)	0,402138
11	0,0598	0,0253	0	0	-0,00002229	6.2.1(7)	0,437576
12	-3,591E-18	0	0,009931	0	0,0001813	6.2.3(1)-6.5	0,38877
13	0,0218	0,0088	0	0	0,00001007	6.2.1(7)	0,388436
14	-1,509E-19	0	0,003678	0	0,0003874	6.2.3(1)-6.5	0,325408
15	0,1046	-0,2077	0	0	0,00009401	6.2.1(7)	0,514843
16	0,0868	0,1906	0	0	-0,0001042	6.2.1(7)	0,48476
17	0,117	-0,2128	0	0	0,0001104	6.2.1(7)	0,524846
18	0,0665	0,0493	0	0	-0,00006764	6.2.1(7)	0,450343
19	0,1209	-0,2037	0	0	0,0001277	6.2.1(7)	0,514029
20	0,0466	0,0396	0	0	-0,00002564	6.2.1(7)	0,433991
21	0,1134	-0,0536	0	0	0,000114	6.2.1(7)	0,487285
22	0,0289	0,029	0	0	0,00001134	6.2.1(7)	0,419961
23	0,0927	-0,0413	0	0	0,0000831	6.2.1(7)	0,461562
24	0,015	0,0185	0	0	-0,00001413	6.2.1(7)	0,405911
25	0,0598	-0,0253	0	0	0,00002365	6.2.1(7)	0,435614
26	-3,166E-18	0	0,009931	0	-0,000181	6.2.3(1)-6.5	0,390888
28	1,447E-18	0	0,003678	0	-0,0003875	6.2.3(1)-6.5	0,325661
58	-1,3872	-0,0528	-1,596	0	2,125E-13	6.3.3(4)-6.61	0,25177
59	0,1046	0	0	0	0,00003459	6.2.1(7)	0,459014
60	0,0868	0	0	0	-0,00005501	6.2.1(7)	0,446813
61	0,117	0	0	0	0,00003977	6.2.1(7)	0,471177
62	0,0665	0	0	0	-0,00004803	6.2.1(7)	0,426142
63	0,1209	0	0	0	0,00007152	6.2.1(7)	0,473751
64	0,0466	0	0	0	-7,467E-06	6.2.1(7)	0,405766
65	0,1134	0	0	0	0,00006671	6.2.1(7)	0,465751
66	0,0289	0	0	0	0,00003148	6.2.1(7)	0,393548
67	0,0927	0	0	0	-0,00002746	6.2.1(7)	0,447792
68	0,015	0	0	0	-0,0000382	6.2.1(7)	0,389174
69	0,0598	0	0	0	-0,0001742	6.2.1(7)	0,422518
70	-3,591E-18	0	0,009931	0	-0,0001813	6.2.3(1)-6.5	0,38877
72	-1,509E-19	0	0,003678	0	-0,0003874	6.2.3(1)-6.5	0,325408

TABLE: Steel Design 2 - PMM Details - Eurocode 3-2005. 2 of 7							
Frame	MuMajor	MuMinor	VuMajor	VuMinor	Tu	Equation	TotalRadio
Text	KN-m	KN-m	KN	KN	KN-m	Text	Unitless
73	0,1046	0	0	0	-0,000034	6.2.1(7)	0,465142
74	0,0868	0	0	0	0,00005573	6.2.1(7)	0,439869
75	0,117	0	0	0	-0,00003998	6.2.1(7)	0,476665
76	0,0665	0	0	0	0,00004917	6.2.1(7)	0,417278
77	0,1209	0	0	0	-0,00007206	6.2.1(7)	0,476224
78	0,0466	0	0	0	9,159E-06	6.2.1(7)	0,402596
79	0,1134	0	0	0	-0,00006807	6.2.1(7)	0,463316
80	0,0289	0	0	0	-0,00002932	6.2.1(7)	0,395335
81	0,0927	0	0	0	0,00002612	6.2.1(7)	0,442531
82	0,015	0	0	0	0,00003846	6.2.1(7)	0,392954
83	0,0598	0	0	0	0,0001728	6.2.1(7)	0,420553
84	-3,166E-18	0	0,009931	0	0,000181	6.2.3(1)-6.5	0,390888
85	0,0218	0	0	0	0,0002856	6.2.1(7)	0,376059
86	1,447E-18	0	0,003678	0	0,0003875	6.2.3(1)-6.5	0,325661
116	0,4865	-0,0268	-1,258	0	1,204E-15	6.3.3(4)-6.62	0,682817
117	0,1059	0,0217	-1,677	0	8,03E-16	6.3.3(4)-6.62	0,680595
118	0,2478	-0,0121	-1,677	0	3,436E-16	6.3.3(4)-6.62	0,677371
119	0,313	0,0074	-1,677	0	2,042E-16	6.3.3(4)-6.62	0,679183
120	0,3372	-0,0042	-1,677	0	7,922E-17	6.3.3(4)-6.62	0,677738
121	0,3386	0,0009016	-1,677	0	-2,463E-17	6.3.3(4)-6.62	0,680017
122	0,334	-0,0021	-1,677	0	-8,922E-17	6.3.3(4)-6.62	0,681448
123	0,3231	-0,0012	-1,677	0	-1,138E-16	6.3.3(4)-6.62	0,684479
124	0,3066	-0,0027	-1,677	0	-9,38E-17	6.3.3(4)-6.62	0,688388
125	0,288	-0,0011	-1,677	0	-1,525E-16	6.3.3(4)-6.62	0,692372
126	0,2755	-0,0064	-1,677	0	-2,908E-16	6.3.3(4)-6.62	0,70076
127	0,2777	0,0098	-1,677	0	-2,913E-16	6.3.3(4)-6.62	0,697928
128	0,2728	0,0005273	-1,677	0	-2,513E-16	6.3.3(4)-6.62	0,684202
129	0,2266	0,0117	-1,677	0	-3,913E-16	6.3.3(4)-6.62	0,676057
130	0,0963	-0,0224	-1,677	0	-5,052E-16	6.3.3(4)-6.62	0,680671
131	0,4835	0,0274	-1,258	0	-5,747E-16	6.3.3(4)-6.62	0,682816
132	-1,3867	0,0515	-1,596	0	-9,616E-14	6.3.3(4)-6.61	0,251742
133	-1,9745	1,3578	-1,41	0,32	-0,0095	6.2.9.3(2)	0,073262
134	0,9849	0,071	-0,046	-0,183	0,0476	6.2.9.3(2)	0,025639
135	1,0156	0,0522	-0,057	0,255	-0,0484	6.3.3(4)-6.61	0,031295
136	-0,3949	1,0069	0,964	-0,352	0,0464	6.2.9.3(2)	0,025163
137	1,0326	-0,0427	-0,017	0,255	-0,0421	6.3.3(4)-6.61	0,0306
138	1,031	-0,0727	0,021	-0,179	0,0276	6.2.9.3(2)	0,02585
139	-1,5163	-1,3944	1,303	0,386	-0,0001928	6.2.9.3(2)	0,058425
140	-1,9761	-1,3592	-1,411	-0,32	0,0087	6.2.9.3(2)	0,073325
141	0,9898	-0,0708	-0,047	0,183	-0,0417	6.2.9.3(2)	0,02573
142	1,0212	-0,0525	-0,056	-0,255	0,0419	6.3.3(4)-6.61	0,031411

TABLE: Steel Design 2 - PMM Details - Eurocode 3-2005. 2 of 7							
Frame	MuMajor	MuMinor	VuMajor	VuMinor	Tu	Equation	TotalRadio
Text	KN-m	KN-m	KN	KN	KN-m	Text	Unitless
143	-0,3984	-1,007	0,965	0,352	-0,0464	6.2.9.3(2)	0,02522
144	1,0269	0,0425	-0,016	-0,255	0,0486	6.3.3(4)-6.61	0,030488
145	1,026	0,073	0,02	0,179	-0,0335	6.2.9.3(2)	0,025759
146	-1,5108	1,3927	1,302	-0,385	0,00006541	6.2.9.3(2)	0,058287
147	11,7379	3,1	1,869	-0,937	0,7205	6.3.3(4)-6.62	0,102557
148	11,7379	3,1	-1,869	0,937	-0,7205	6.3.3(4)-6.62	0,102557
149	38,4162	-16,1061	6,82	-3,96	2,1208	6.3.3(4)-6.62	0,317431
150	11,1255	-5,3046	-3,193	-3,96	1,7764	6.3.3(4)-6.61	0,215503
151	11,2136	5,4965	-3,173	-3,96	2,142	6.3.3(4)-6.61	0,216908
152	11,956	14,5066	-2,358	3,646	2,3639	6.3.3(4)-6.62	0,248367
153	9,3392	4,2786	-3,179	3,646	2,6506	6.3.3(4)-6.61	0,210783
154	8,4318	-5,1042	-3,051	-0,384	1,2675	6.3.3(4)-6.61	0,210797
155	7,5183	-4,3076	-3,466	-2,797	0,3692	6.3.3(4)-6.61	0,208998
156	7,66	3,0572	-3,545	-0,001773	-0,0045	6.3.3(4)-6.61	0,209829
157	8,3034	-4,3171	3,302	2,802	-0,3751	6.3.3(4)-6.61	0,209701
158	8,6611	-5,1121	3,252	0,383	-1,2657	6.3.3(4)-6.61	0,21159
159	11,4859	-0,7557	-0,066	-3,652	-2,6479	6.3.3(4)-6.62	0,241784
160	11,8381	14,5264	2,372	-3,652	-2,3608	6.3.3(4)-6.61	0,214576
161	10,8757	5,5041	3,251	3,966	-2,1406	6.3.3(4)-6.62	0,311849
162	10,9033	-5,3117	3,151	3,966	-1,7745	6.3.3(4)-6.61	0,215412
163	47,3216	-11,8165	-13,396	3,006	-1,7865	6.2.1(7)	0,242423
164	39,6102	3,9068	7,114	0,933	-1,2771	6.3.3(4)-6.62	0,321716
165	11,5094	0,9331	-3,194	1,305	-1,2186	6.3.3(4)-6.61	0,221383
166	11,601	-3,0613	-3,24	1,695	-1,4228	6.3.3(4)-6.61	0,221552
167	12,2957	-6,6768	-2,328	-2,217	-1,3327	6.3.3(4)-6.62	0,250969
168	9,5974	-0,948	-3,055	-1,803	-1,398	6.3.3(4)-6.61	0,216725
169	8,3999	2,776	-3,091	-0,844	-0,5714	6.3.3(4)-6.61	0,217007
170	7,6101	4,8548	-3,474	2,742	-0,0402	6.3.3(4)-6.61	0,215404
171	7,7756	-2,8563	-3,545	-0,172	0,0044	6.3.3(4)-6.61	0,216242
172	8,3939	4,8644	3,309	-2,747	0,0459	6.3.3(4)-6.61	0,216104
173	8,6292	2,7835	3,292	0,845	0,5694	6.3.3(4)-6.61	0,217802
174	11,5728	1,4234	-0,19	1,635	1,3952	6.3.3(4)-6.62	0,248598
175	12,1777	-6,695	2,343	2,222	1,3296	6.3.3(4)-6.61	0,219612
176	11,2637	-3,0687	3,318	-1,699	1,4214	6.3.3(4)-6.62	0,314704
177	11,2875	0,9392	3,152	-1,31	1,2167	6.3.3(4)-6.61	0,221291
178	47,3216	11,8165	-13,396	-3,006	1,7865	6.2.1(7)	0,242423
29	0,0218	0	0	0	-0,0002866	6.2.1(7)	0,376591
27	0,0218	0,0088	0	0	-9,176E-06	6.2.1(7)	0,387905

TABLE: Steel Design 2 - PMM Details - Eurocode 3-2005. 3 of 7							
Frame	PRatio	MMajRatio	MMinRatio	SRLimit	NsdDsgn	Ncrd	Ntrd
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	KN	KN	KN
1	0,225789	0,128084	0,254396	0,95	39,482	0,612	166,954
2	0,232924	0,106275	0,233482	0,95	40,729	0,666	166,954
3	0,223699	0,143288	0,260704	0,95	39,116	0,598	166,954
4	0,357737	0,081519	0,0604	0,95	62,554	0,771	166,954
5	0,222093	0,148051	0,249503	0,95	38,835	0,624	166,954
6	0,362306	0,057026	0,048481	0,95	63,353	0,957	166,954
7	0,336108	0,138867	0,06565	0,95	58,772	0,71	166,954
8	0,368084	0,035383	0,035463	0,95	64,364	1,301	166,954
9	0,342496	0,113546	0,050611	0,95	59,889	0,917	166,954
10	0,372969	0,018427	0,022611	0,95	65,218	2,019	166,954
11	0,358053	0,07323	0,031004	0,95	62,61	1,483	166,954
12	0,38877	0	0	0,95	64,907	3,949	166,954
13	0,359634	0,026698	0,010808	0,95	62,886	4,13	166,954
14	0,325408	0	0	0,95	54,328	13,205	166,954
15	0,230022	0,128084	0,254396	0,95	40,222	0,612	166,954
16	0,228229	0,106275	0,233482	0,95	39,908	0,666	166,954
17	0,22736	0,143288	0,260704	0,95	39,756	0,598	166,954
18	0,348887	0,081519	0,0604	0,95	61,007	0,771	166,954
19	0,223906	0,148051	0,249503	0,95	39,152	0,624	166,954
20	0,359142	0,057026	0,048481	0,95	62,8	0,957	166,954
21	0,333682	0,138867	0,06565	0,95	58,348	0,71	166,954
22	0,369865	0,035383	0,035463	0,95	64,675	1,301	166,954
23	0,337247	0,113546	0,050611	0,95	58,971	0,917	166,954
24	0,376742	0,018427	0,022611	0,95	65,878	2,019	166,954
25	0,356091	0,07323	0,031004	0,95	62,266	1,483	166,954
26	0,390888	0	0	0,95	65,26	3,949	166,954
28	0,325661	0	0	0,95	54,371	13,205	166,954
58	0,246936	0,004601	0,000233	0,95	-345,11	1397,571	2079,13
59	0,330929	0,128084	0	0,95	57,867	0,612	166,954
60	0,340538	0,106275	0	0,95	59,547	0,666	166,954
61	0,327889	0,143288	0	0,95	57,335	0,598	166,954
62	0,344623	0,081519	0	0,95	60,261	0,771	166,954
63	0,3257	0,148051	0	0,95	56,952	0,624	166,954
64	0,348739	0,057026	0	0,95	60,981	0,957	166,954
65	0,326884	0,138867	0	0,95	57,159	0,71	166,954
66	0,358165	0,035383	0	0,95	62,629	1,301	166,954
67	0,334246	0,113546	0	0,95	58,447	0,917	166,954
68	0,370747	0,018427	0	0,95	64,829	2,019	166,954
69	0,349287	0,07323	0	0,95	61,077	1,483	166,954
70	0,38877	0	0	0,95	64,907	3,949	166,954
72	0,325408	0	0	0,95	54,328	13,205	166,954

TABLE: Steel Design 2 - PMM Details - Eurocode 3-2005. 3 of 7							
Frame	PRatio	MMajRatio	MMinRatio	SRLimit	NsdDsgn	Ncrd	Ntrd
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	KN	KN	KN
73	0,337058	0,128084	0	0,95	58,938	0,612	166,954
74	0,333594	0,106275	0	0,95	58,333	0,666	166,954
75	0,333377	0,143288	0	0,95	58,295	0,598	166,954
76	0,335758	0,081519	0	0,95	58,711	0,771	166,954
77	0,328173	0,148051	0	0,95	57,385	0,624	166,954
78	0,345569	0,057026	0	0,95	60,427	0,957	166,954
79	0,324449	0,138867	0	0,95	56,734	0,71	166,954
80	0,359952	0,035383	0	0,95	62,942	1,301	166,954
81	0,328985	0,113546	0	0,95	57,527	0,917	166,954
82	0,374527	0,018427	0	0,95	65,49	2,019	166,954
83	0,347323	0,07323	0	0,95	60,733	1,483	166,954
84	0,390888	0	0	0,95	65,26	3,949	166,954
85	0,349361	0,026698	0	0,95	61,09	4,13	166,954
86	0,325661	0	0	0,95	54,371	13,205	166,954
116	0,674116	0,007862	0,000839	0,95	-507,597	752,981	2218,645
117	0,669769	0,010147	0,000679	0,95	-504,323	752,981	2218,645
118	0,665922	0,011071	0,000378	0,95	-501,427	752,981	2218,645
119	0,667464	0,01149	0,000229	0,95	-502,588	752,981	2218,645
120	0,665959	0,011649	0,00013	0,95	-501,455	752,981	2218,645
121	0,668335	0,011654	0	0,95	-503,244	752,981	2218,645
122	0,669761	0,011621	0	0,95	-504,318	752,981	2218,645
123	0,672896	0,011545	0	0,95	-506,678	752,981	2218,645
124	0,676873	0,011431	0	0,95	-509,673	752,981	2218,645
125	0,681035	0,011303	0	0,95	-512,806	752,981	2218,645
126	0,689348	0,011208	0,000204	0,95	-519,066	752,981	2218,645
127	0,686392	0,011227	0,000309	0,95	-516,84	752,981	2218,645
128	0,672965	0,01122	0	0,95	-506,73	752,981	2218,645
129	0,664758	0,010936	0,000363	0,95	-500,55	752,981	2218,645
130	0,669886	0,010085	0,000699	0,95	-504,412	752,981	2218,645
131	0,674117	0,007842	0,000857	0,95	-507,597	752,981	2218,645
132	0,246912	0,004603	0,000228	0,95	-345,076	1397,571	2079,13
133	0,019141	0,032069	0,022052	0,95	-16,62	477,687	1061,222
134	0,008658	0,015815	0,001167	0,95	9,638	711,775	1061,222
135	0,010864	0,015348	0,005084	0,95	-6,688	615,651	1061,222
136	0,002276	0,006341	0,016546	0,95	2,534	711,775	1061,222
137	0,009861	0,015712	0,005026	0,95	-6,071	615,651	1061,222
138	0,008101	0,016554	0,001195	0,95	9,019	711,775	1061,222
139	0,011151	0,024627	0,022647	0,95	-9,683	477,687	1061,222
140	0,019155	0,032095	0,022075	0,95	-16,632	477,687	1061,222
141	0,008674	0,015893	0,001163	0,95	9,656	711,775	1061,222
142	0,01088	0,015442	0,005089	0,95	-6,698	615,651	1061,222

TABLE: Steel Design 2 - PMM Details - Eurocode 3-2005. 3 of 7							
Frame	PRatio	MMajRatio	MMinRatio	SRLimit	NsdDsgn	Ncrd	Ntrd
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	KN	KN	KN
144	0,009846	0,015622	0,005021	0,95	-6,061	615,651	1061,222
145	0,008086	0,016474	0,001199	0,95	9,002	711,775	1061,222
146	0,01113	0,024538	0,022619	0,95	-9,664	477,687	1061,222
147	0,09672	0,003765	0,002071	0,95	-847,057	8757,788	8698,234
148	0,09672	0,003765	0,002071	0,95	-847,057	8757,788	8698,234
149	0,295498	0,017305	0,013476	0,95	-1651,723	5589,625	8079,674
150	0,202358	0,013085	0,001258	0,95	-1655,486	8180,97	8079,674
151	0,201995	0,013089	0,007146	0,95	-1652,517	8180,97	8079,674
152	0,23496	0,007634	0,011022	0,95	-1637,545	6969,478	8079,674
153	0,199569	0,011168	0,001014	0,95	-1632,668	8180,97	8079,674
154	0,20034	0,010083	0,002774	0,95	-1638,975	8180,97	8079,674
155	0,199234	0,00971	0,001021	0,95	-1629,931	8180,97	8079,674
156	0,199708	0,009958	0,001814	0,95	-1633,805	8180,97	8079,674
157	0,199385	0,010265	0,001023	0,95	-1631,162	8180,97	8079,674
158	0,20066	0,01057	0,00278	0,95	-1641,593	8180,97	8079,674
159	0,234615	0,006742	0,002437	0,95	-1635,145	6969,478	8079,674
160	0,200501	0,012625	0,006221	0,95	-1640,293	8180,97	8079,674
161	0,29598	0,007715	0,013867	0,95	-1654,416	5589,625	8079,674
162	0,202544	0,012807	0,00126	0,95	-1657,006	8180,97	8079,674
163	0,194893	0,046114	0,011515	0,95	-1651,92	8180,97	8079,674
164	0,303603	0,017827	0,003207	0,95	-1697,025	5589,625	8079,674
165	0,20791	0,013471	0,00025	0,95	-1700,907	8180,97	8079,674
166	0,20752	0,013564	0,003593	0,95	-1697,711	8180,97	8079,674
167	0,241921	0,007816	0,004558	0,95	-1686,064	6969,478	8079,674
168	0,205455	0,011267	0,000292	0,95	-1680,822	8180,97	8079,674
169	0,206627	0,010107	0,002361	0,95	-1690,41	8180,97	8079,674
170	0,205521	0,009815	0,001151	0,95	-1681,359	8180,97	8079,674
171	0,206024	0,010076	0,001695	0,95	-1685,478	8180,97	8079,674
172	0,205671	0,010369	0,001154	0,95	-1682,589	8180,97	8079,674
173	0,206946	0,010595	0,002367	0,95	-1693,023	8180,97	8079,674
174	0,241523	0,006801	0,00195	0,95	-1683,293	6969,478	8079,674
175	0,206431	0,012928	0,002572	0,95	-1688,807	8180,97	8079,674
176	0,304065	0,008006	0,007007	0,95	-1699,607	5589,625	8079,674
177	0,208096	0,013193	0,000251	0,95	-1702,424	8180,97	8079,674
178	0,194893	0,046114	0,011515	0,95	-1651,92	8180,97	8079,674
29	0,349893	0,026698	0	0,95	61,183	4,13	166,954
27	0,359103	0,026698	0,010808	0,95	62,793	4,13	166,954

TABLE: Steel Design 2 - PMM Details - Eurocode 3-2005. 4 of 7							
Frame	NbrdMajor	NbrdMinor	MsdMajDsgn	McrdMajor	MvrdMajor	MbrdMajor	XKMajor
Text	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	KN-m	Unitless
1	0,612	0,612	0,1046	0,8163	0,8163	0,8163	1
2	0,666	0,666	0,0868	0,8163	0,8163	0,8163	1
3	0,598	0,598	0,117	0,8163	0,8163	0,8163	1
4	0,771	0,771	0,0665	0,8163	0,8163	0,8163	1
5	0,624	0,624	0,1209	0,8163	0,8163	0,8163	1
6	0,957	0,957	0,0466	0,8163	0,8163	0,8163	1
7	0,71	0,71	0,1134	0,8163	0,8163	0,8163	1
8	1,301	1,301	0,0289	0,8163	0,8163	0,8163	1
9	0,917	0,917	0,0927	0,8163	0,8163	0,8163	1
10	2,019	2,019	0,015	0,8163	0,8163	0,8163	1
11	1,483	1,483	0,0598	0,8163	0,8163	0,8163	1
12	3,949	3,949	0	0,8163	0,8163	0,8163	1
13	4,13	4,13	0,0218	0,8163	0,8163	0,8163	1
14	13,205	13,205	0	0,8163	0,8163	0,8163	1
15	0,612	0,612	0,1046	0,8163	0,8163	0,8163	1
16	0,666	0,666	0,0868	0,8163	0,8163	0,8163	1
17	0,598	0,598	0,117	0,8163	0,8163	0,8163	1
18	0,771	0,771	0,0665	0,8163	0,8163	0,8163	1
19	0,624	0,624	0,1209	0,8163	0,8163	0,8163	1
20	0,957	0,957	0,0466	0,8163	0,8163	0,8163	1
21	0,71	0,71	0,1134	0,8163	0,8163	0,8163	1
22	1,301	1,301	0,0289	0,8163	0,8163	0,8163	1
23	0,917	0,917	0,0927	0,8163	0,8163	0,8163	1
24	2,019	2,019	0,015	0,8163	0,8163	0,8163	1
25	1,483	1,483	0,0598	0,8163	0,8163	0,8163	1
26	3,949	3,949	0	0,8163	0,8163	0,8163	1
28	13,205	13,205	0	0,8163	0,8163	0,8163	1
58	1397,571	1397,571	-1,3872	157,1315	157,1315	157,1315	1
59	0,612	0,612	0,1046	0,8163	0,8163	0,8163	1
60	0,666	0,666	0,0868	0,8163	0,8163	0,8163	1
61	0,598	0,598	0,117	0,8163	0,8163	0,8163	1
62	0,771	0,771	0,0665	0,8163	0,8163	0,8163	1
63	0,624	0,624	0,1209	0,8163	0,8163	0,8163	1
64	0,957	0,957	0,0466	0,8163	0,8163	0,8163	1
65	0,71	0,71	0,1134	0,8163	0,8163	0,8163	1
66	1,301	1,301	0,0289	0,8163	0,8163	0,8163	1
67	0,917	0,917	0,0927	0,8163	0,8163	0,8163	1
68	2,019	2,019	0,015	0,8163	0,8163	0,8163	1
69	1,483	1,483	0,0598	0,8163	0,8163	0,8163	1
70	3,949	3,949	0	0,8163	0,8163	0,8163	1
72	13,205	13,205	0	0,8163	0,8163	0,8163	1

TABLE: Steel Design 2 - PMM Details - Eurocode 3-2005. 4 of 7							
Frame	NbrdMajor	NbrdMinor	MsdMajDsgn	McrdMajor	MvrdMajor	MbrdMajor	XKMajd
Text	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	KN-m	Unitless
73	0,612	0,612	0,1046	0,8163	0,8163	0,8163	1
74	0,666	0,666	0,0868	0,8163	0,8163	0,8163	1
75	0,598	0,598	0,117	0,8163	0,8163	0,8163	1
76	0,771	0,771	0,0665	0,8163	0,8163	0,8163	1
77	0,624	0,624	0,1209	0,8163	0,8163	0,8163	1
78	0,957	0,957	0,0466	0,8163	0,8163	0,8163	1
79	0,71	0,71	0,1134	0,8163	0,8163	0,8163	1
80	1,301	1,301	0,0289	0,8163	0,8163	0,8163	1
81	0,917	0,917	0,0927	0,8163	0,8163	0,8163	1
82	2,019	2,019	0,015	0,8163	0,8163	0,8163	1
83	1,483	1,483	0,0598	0,8163	0,8163	0,8163	1
84	3,949	3,949	0	0,8163	0,8163	0,8163	1
85	4,13	4,13	0,0218	0,8163	0,8163	0,8163	1
86	13,205	13,205	0	0,8163	0,8163	0,8163	1
116	2097,856	752,981	0,4865	340,5386	340,5386	163,2319	1
117	2097,856	752,981	0,1059	340,5386	340,5386	158,279	1
118	2097,856	752,981	0,2478	340,5386	340,5386	156,8549	1
119	2097,856	752,981	0,313	340,5386	340,5386	156,2763	1
120	2097,856	752,981	0,3372	340,5386	340,5386	156,072	1
121	2097,856	752,981	0,3386	340,5386	340,5386	156,0602	1
122	2097,856	752,981	0,334	340,5386	340,5386	156,0987	1
123	2097,856	752,981	0,3231	340,5386	340,5386	156,1905	1
124	2097,856	752,981	0,3066	340,5386	340,5386	156,3313	1
125	2097,856	752,981	0,288	340,5386	340,5386	156,4932	1
126	2097,856	752,981	0,2755	340,5386	340,5386	156,6038	1
127	2097,856	752,981	0,2777	340,5386	340,5386	156,5838	1
128	2097,856	752,981	0,2728	340,5386	340,5386	156,628	1
129	2097,856	752,981	0,2266	340,5386	340,5386	157,0528	1
130	2097,856	752,981	0,0963	340,5386	340,5386	158,384	1
131	2097,856	752,981	0,4835	340,5386	340,5386	163,2866	1
132	1397,571	1397,571	-1,3867	157,1315	157,1315	157,1315	1
133	477,687	477,687	-1,9745	61,5706	61,5706	61,5706	1
134	711,775	711,775	0,9849	62,2782	62,2782	62,2782	1
135	615,651	615,651	1,0156	61,5706	61,5706	61,5706	1
136	711,775	711,775	-0,3949	62,2782	62,2782	62,2782	1
137	615,651	615,651	1,0326	61,5706	61,5706	61,5706	1
138	711,775	711,775	1,031	62,2782	62,2782	62,2782	1
139	477,687	477,687	-1,5163	61,5706	61,5706	61,5706	1
140	477,687	477,687	-1,9761	61,5706	61,5706	61,5706	1
141	711,775	711,775	0,9898	62,2782	62,2782	62,2782	1
142	615,651	615,651	1,0212	61,5706	61,5706	61,5706	1

TABLE: Steel Design 2 - PMM Details - Eurocode 3-2005. 4 of 7							
Frame	NbrdMajor	NbrdMinor	MsdMajDsgn	McrdMajor	MvrdMajor	MbrdMajor	XKMajd
Text	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	KN-m	Unitless
143	711,775	711,775	-0,3984	62,2782	62,2782	62,2782	1
144	615,651	615,651	1,0269	61,5706	61,5706	61,5706	1
145	711,775	711,775	1,026	62,2782	62,2782	62,2782	1
146	477,687	477,687	-1,5108	61,5706	61,5706	61,5706	1
147	9124,92	8757,788	11,7379	1277,6677	1277,6677	1277,6677	1
148	9124,92	8757,788	11,7379	1277,6677	1277,6677	1277,6677	1
149	8180,97	5589,625	38,4162	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
150	8180,97	8180,97	11,1255	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
151	8180,97	8180,97	11,2136	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
152	8180,97	6969,478	11,956	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
153	8180,97	8180,97	9,3392	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
154	8180,97	8180,97	8,4318	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
155	8180,97	8180,97	7,5183	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
156	8180,97	8180,97	7,66	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
157	8180,97	8180,97	8,3034	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
158	8180,97	8180,97	8,6611	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
159	8180,97	6969,478	11,4859	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
160	8180,97	8180,97	11,8381	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
161	8180,97	5589,625	10,8757	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
162	8180,97	8180,97	10,9033	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
163	8180,97	8180,97	47,3216	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
164	8180,97	5589,625	39,6102	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
165	8180,97	8180,97	11,5094	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
166	8180,97	8180,97	11,601	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
167	8180,97	6969,478	12,2957	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
168	8180,97	8180,97	9,5974	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
169	8180,97	8180,97	8,3999	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
170	8180,97	8180,97	7,6101	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
171	8180,97	8180,97	7,7756	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
172	8180,97	8180,97	8,3939	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
173	8180,97	8180,97	8,6292	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
174	8180,97	6969,478	11,5728	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
175	8180,97	8180,97	12,1777	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
176	8180,97	5589,625	11,2637	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
177	8180,97	8180,97	11,2875	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
178	8180,97	8180,97	47,3216	1026,1867	1026,1867	1026,1867	1
29	4,13	4,13	0,0218	0,8163	0,8163	0,8163	1
27	4,13	4,13	0,0218	0,8163	0,8163	0,8163	1

TABLE: Steel Design 2 - PMM Details - Eurocode 3-2005. 5 of 7							
Frame	XLMajor	kMajor	kzy	C1	MsdMinDsgn	McrdMinor	MvrdMinor
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	KN-m	KN-m	KN-m
1	1	0,95	0,57	1,315789	0,2077	0,8163	0,8163
2	1	0,95	0,57	1,315789	-0,1906	0,8163	0,8163
3	1	0,95	0,57	1,315789	0,2128	0,8163	0,8163
4	1	0,95	0,57	1,315789	-0,0493	0,8163	0,8163
5	1	0,95	0,57	1,315789	0,2037	0,8163	0,8163
6	1	0,95	0,57	1,315789	-0,0396	0,8163	0,8163
7	1	0,95	0,57	1,315789	0,0536	0,8163	0,8163
8	1	0,95	0,57	1,315789	-0,029	0,8163	0,8163
9	1	0,95	0,57	1,315789	0,0413	0,8163	0,8163
10	1	0,95	0,57	1,315789	-0,0185	0,8163	0,8163
11	1	0,95	0,57	1,315789	0,0253	0,8163	0,8163
12	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
13	1	0,95	0,57	1,315789	0,0088	0,8163	0,8163
14	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
15	1	0,95	0,57	1,315789	-0,2077	0,8163	0,8163
16	1	0,95	0,57	1,315789	0,1906	0,8163	0,8163
17	1	0,95	0,57	1,315789	-0,2128	0,8163	0,8163
18	1	0,95	0,57	1,315789	0,0493	0,8163	0,8163
19	1	0,95	0,57	1,315789	-0,2037	0,8163	0,8163
20	1	0,95	0,57	1,315789	0,0396	0,8163	0,8163
21	1	0,95	0,57	1,315789	-0,0536	0,8163	0,8163
22	1	0,95	0,57	1,315789	0,029	0,8163	0,8163
23	1	0,95	0,57	1,315789	-0,0413	0,8163	0,8163
24	1	0,95	0,57	1,315789	0,0185	0,8163	0,8163
25	1	0,95	0,57	1,315789	-0,0253	0,8163	0,8163
26	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
28	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
58	1	0,521147	0,312688	2,694699	-0,0528	157,1315	157,1315
59	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
60	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
61	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
62	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
63	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
64	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
65	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
66	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
67	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
68	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
69	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
70	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
72	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163

TABLE: Steel Design 2 - PMM Details - Eurocode 3-2005. 5 of 7							
Frame	XLMajor	kMajor	kzy	C1	MsdMinDsgn	McrdMinor	MvrdMinor
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	KN-m	KN-m	KN-m
73	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
74	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
75	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
76	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
77	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
78	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
79	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
80	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
81	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
82	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
83	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
84	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
85	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
86	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
116	1	0,941288	0,897609	1,296514	-0,0268	62,0391	62,0391
117	1	0,959871	0,900997	1,224615	0,0217	62,0391	62,0391
118	1	0,965293	0,902348	1,20466	-0,0121	62,0391	62,0391
119	1	0,967679	0,902441	1,19664	0,0074	62,0391	62,0391
120	1	0,968423	0,902773	1,193819	-0,0042	62,0391	62,0391
121	1	0,96859	0,902433	1,193656	0	62,0391	62,0391
122	1	0,968507	0,902203	1,194188	-0,0021	62,0391	62,0391
123	1	0,968296	0,901695	1,195455	-0,0012	62,0391	62,0391
124	1	0,967932	0,901035	1,197399	-0,0027	62,0391	62,0391
125	1	0,967493	0,900335	1,19964	-0,0011	62,0391	62,0391
126	1	0,967468	0,899056	1,201173	-0,0064	62,0391	62,0391
127	1	0,967399	0,8995	1,200896	0,0098	62,0391	62,0391
128	1	0,96655	0,901441	1,201508	0	62,0391	62,0391
129	1	0,964449	0,90241	1,207414	0,0117	62,0391	62,0391
130	1	0,959467	0,900922	1,226099	-0,0224	62,0391	62,0391
131	1	0,941086	0,897578	1,297331	0,0274	62,0391	62,0391
132	1	0,52158	0,312948	2,692368	0,0515	157,1315	157,1315
133	1	0,533309	0,426648	2,142196	1,3578	61,5706	61,5706
134	1	0,925984	0,740787	1,477345	0,071	60,8547	60,8547
135	1	0,930453	0,744362	1,457343	0,0522	61,5706	61,5706
136	1	0,930799	0,744639	1,183489	1,0069	60,8547	60,8547
137	1	0,936871	0,749497	1,446442	-0,0427	61,5706	61,5706
138	1	0,932745	0,746196	1,446486	-0,0727	60,8547	60,8547
139	1	0,691156	0,552925	2,012168	-1,3944	61,5706	61,5706
140	1	0,533473	0,426778	2,140727	-1,3592	61,5706	61,5706
141	1	0,92618	0,740944	1,473856	-0,0708	60,8547	60,8547
142	1	0,930984	0,744787	1,453661	-0,0525	61,5706	61,5706

TABLE: Steel Design 2 - PMM Details - Eurocode 3-2005. 5 of 7							
Frame	XLMajor	kMajor	kzy	C1	MsdMinDsgn	McrdMinor	MvrdMinor
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	KN-m	KN-m	KN-m
143	1	0,930632	0,744505	1,183486	-1,007	60,8547	60,8547
144	1	0,936607	0,749286	1,450019	0,0425	61,5706	61,5706
145	1	0,932588	0,74607	1,449656	0,073	60,8547	60,8547
146	1	0,693697	0,554958	2,010167	1,3927	61,5706	61,5706
147	0,057529	0,683074	0,409845	1,377382	3,1	1163,6062	1163,6062
148	0,057529	0,683074	0,409845	1,377382	3,1	1163,6062	1163,6062
149	1	0,770428	0,462257	1,339231	-16,1061	1026,1867	1026,1867
150	1	1,005744	0,603446	1,040808	-5,3046	1026,1867	1026,1867
151	1	1,005701	0,603421	1,04186	5,4965	1026,1867	1026,1867
152	1	1,009894	0,605936	1,044218	14,5066	1026,1867	1026,1867
153	1	1,004471	0,602682	1,051226	4,2786	1026,1867	1026,1867
154	1	1,004526	0,602716	1,05772	-5,1042	1026,1867	1026,1867
155	1	1,001982	0,601189	1,060321	-4,3076	1026,1867	1026,1867
156	1	1,002761	0,601657	1,031896	3,0572	1026,1867	1026,1867
157	1	1,003043	0,601826	1,056936	-4,3171	1026,1867	1026,1867
158	1	1,003676	0,602205	1,054862	-5,1121	1026,1867	1026,1867
159	1	1,003864	0,602318	1,050867	-0,7557	1026,1867	1026,1867
160	1	1,009811	0,605887	1,044574	14,5264	1026,1867	1026,1867
161	1	1,005271	0,603162	1,042624	5,5041	1026,1867	1026,1867
162	1	1,005465	0,603279	1,041719	-5,3117	1026,1867	1026,1867
163	1	0,660719	0,396432	1,56013	-11,8165	1026,1867	1026,1867
164	1	0,76976	0,461856	1,340208	3,9068	1026,1867	1026,1867
165	1	1,006355	0,603813	1,039617	0,9331	1026,1867	1026,1867
166	1	1,006019	0,603611	1,040349	-3,0613	1026,1867	1026,1867
167	1	1,010541	0,606325	1,043176	-6,6768	1026,1867	1026,1867
168	1	1,005695	0,603417	1,05082	-0,948	1026,1867	1026,1867
169	1	1,004701	0,602821	1,05758	2,776	1026,1867	1026,1867
170	1	1,002577	0,601546	1,059672	4,8548	1026,1867	1026,1867
171	1	1,00331	0,601986	1,031527	-2,8563	1026,1867	1026,1867
172	1	1,00352	0,602112	1,056362	4,8644	1026,1867	1026,1867
173	1	1,003866	0,60232	1,054739	2,7835	1026,1867	1026,1867
174	1	1,005089	0,603053	1,050466	1,4234	1026,1867	1026,1867
175	1	1,010462	0,606277	1,043514	-6,695	1026,1867	1026,1867
176	1	1,006293	0,603776	1,041057	-3,0687	1026,1867	1026,1867
177	1	1,006076	0,603646	1,040473	0,9392	1026,1867	1026,1867
178	1	0,660719	0,396432	1,56013	11,8165	1026,1867	1026,1867
29	1	0,95	0,57	1,315789	0	0,8163	0,8163
27	1	0,95	0,57	1,315789	0,0088	0,8163	0,8163

TABLE: Steel Design 2 - PMM Details - Eurocode 3-2005. 6 of 7								
Frame	XKMinor	XLMinor	kMinor	kzy	Fy	E	Length	MajAxisAng
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	KN/m2	KN/m2	m	Degrees
1	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	6,07619	0
2	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	5,82107	0
3	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	6,15106	0
4	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	5,40547	0
5	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	6,01747	0
6	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	4,84288	0
7	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	5,63548	0
8	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	4,14193	0
9	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	4,94812	0
10	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	3,30733	0
11	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	3,87276	0
12	1	1	1	0,6	460000	205000000	2,3404	0
13	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	2,28654	0
14	1	1	1	0,6	460000	205000000	1,23947	0
15	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	6,07619	0
16	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	5,82107	0
17	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	6,15106	0
18	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	5,40547	0
19	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	6,01747	0
20	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	4,84288	0
21	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	5,63548	0
22	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	4,14193	0
23	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	4,94812	0
24	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	3,30733	0
25	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	3,87276	0
26	1	1	1	0,6	460000	205000000	2,3404	0
28	1	1	1	0,6	460000	205000000	1,23947	0
58	1	1	1,156584	0,69395	355000	210000000	5	0
59	1	1	1	0,6	460000	205000000	6,07619	0
60	1	1	1	0,6	460000	205000000	5,82107	0
61	1	1	1	0,6	460000	205000000	6,15106	0
62	1	1	1	0,6	460000	205000000	5,40547	0
63	1	1	1	0,6	460000	205000000	6,01747	0
64	1	1	1	0,6	460000	205000000	4,84288	0
65	1	1	1	0,6	460000	205000000	5,63548	0
66	1	1	1	0,6	460000	205000000	4,14193	0
67	1	1	1	0,6	460000	205000000	4,94812	0
68	1	1	1	0,6	460000	205000000	3,30733	0
69	1	1	1	0,6	460000	205000000	3,87276	0
70	1	1	1	0,6	460000	205000000	2,3404	0
72	1	1	1	0,6	460000	205000000	1,23947	0

TABLE: Steel Design 2 - PMM Details - Eurocode 3-2005. 6 of 7								
Frame	XKMinor	XLMinor	kMinor	k <sub>yz</sub>	F <sub>y</sub>	E	Length	MajAxisAng
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	KN/m2	KN/m2	m	Degrees
73	1	1	1	0,6	460000	205000000	6,07619	0
74	1	1	1	0,6	460000	205000000	5,82107	0
75	1	1	1	0,6	460000	205000000	6,15106	0
76	1	1	1	0,6	460000	205000000	5,40547	0
77	1	1	1	0,6	460000	205000000	6,01747	0
78	1	1	1	0,6	460000	205000000	4,84288	0
79	1	1	1	0,6	460000	205000000	5,63548	0
80	1	1	1	0,6	460000	205000000	4,14193	0
81	1	1	1	0,6	460000	205000000	4,94812	0
82	1	1	1	0,6	460000	205000000	3,30733	0
83	1	1	1	0,6	460000	205000000	3,87276	0
84	1	1	1	0,6	460000	205000000	2,3404	0
85	1	1	1	0,6	460000	205000000	2,28654	0
86	1	1	1	0,6	460000	205000000	1,23947	0
116	1	1	1,943762	1,166257	275000	210000000	5	0
117	1	1	1,937676	1,162606	275000	210000000	5	0
118	1	1	1,932291	1,159374	275000	210000000	5	0
119	1	1	1,934449	1,16067	275000	210000000	5	0
120	1	1	1,932343	1,159406	275000	210000000	5	0
121	1	1	1,935669	1,161402	275000	210000000	5	0
122	1	1	1,937666	1,162599	275000	210000000	5	0
123	1	1	1,942055	1,165233	275000	210000000	5	0
124	1	1	1,947622	1,168573	275000	210000000	5	0
125	1	1	1,953449	1,172069	275000	210000000	5	0
126	1	1	1,965088	1,179053	275000	210000000	5	0
127	1	1	1,960949	1,176569	275000	210000000	5	0
128	1	1	1,942152	1,165291	275000	210000000	5	0
129	1	1	1,930661	1,158397	275000	210000000	5	0
130	1	1	1,937841	1,162705	275000	210000000	5	0
131	1	1	1,943763	1,166258	275000	210000000	5	0
132	1	1	1,156569	0,693941	355000	210000000	5	0
133	1	1	0,406512	0,406512	355000	210000000	7,44554	0
134	1	1	0,4	0,4	355000	210000000	5,71115	0
135	1	1	0,401677	0,401677	355000	210000000	5,71115	0
136	1	1	0,4	0,4	355000	210000000	5,71115	0
137	1	1	0,401522	0,401522	355000	210000000	5,71115	0
138	1	1	0,4	0,4	355000	210000000	5,71115	0
139	1	1	0,403794	0,403794	355000	210000000	7,44554	0
140	1	1	0,406517	0,406517	355000	210000000	7,44554	0
141	1	1	0,4	0,4	355000	210000000	5,71115	0
142	1	1	0,40168	0,40168	355000	210000000	5,71115	0

TABLE: Steel Design 2 - PMM Details - Eurocode 3-2005. 6 of 7								
Frame	XKMinor	XLMinor	kMinor	k <sub>yz</sub>	F <sub>y</sub>	E	Length	MajAxisAng
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	KN/m2	KN/m2	m	Degrees
143	1	1	0,4	0,4	355000	210000000	5,71115	0
144	1	1	0,40152	0,40152	355000	210000000	5,71115	0
145	1	1	0,4	0,4	355000	210000000	5,71115	0
146	1	1	0,403787	0,403787	355000	210000000	7,44554	0
147	1	0,074094	0,777462	0,466477	355000	210000000	39,75	0
148	1	0,074094	0,777462	0,466477	355000	210000000	39,75	0
149	1	2,995682	0,858636	0,515182	355000	210000000	2,75993	0
150	1	1	0,405543	0,243326	355000	210000000	2,75993	0
151	1	1	0,743994	0,446396	355000	210000000	2,75993	0
152	1	1,99892	0,779674	0,467804	355000	210000000	2,75993	0
153	1	1	0,405467	0,24328	355000	210000000	2,75993	0
154	1	1	0,929626	0,557776	355000	210000000	2,75993	0
155	1	1	0,405458	0,243275	355000	210000000	2,75993	0
156	1	1	1,013028	0,607817	355000	210000000	2,75993	0
157	1	1	0,405462	0,243277	355000	210000000	2,75993	0
158	1	1	0,929949	0,55797	355000	210000000	2,75993	0
159	1	1,99892	0,431595	0,258957	355000	210000000	2,75993	0
160	1	1	0,732401	0,439441	355000	210000000	2,75993	0
161	1	2,995682	0,8651	0,51906	355000	210000000	2,75993	0
162	1	1	0,405548	0,243329	355000	210000000	2,75993	0
163	1	1	0,72906	0,437436	355000	210000000	2,75993	0
164	1	2,995682	0,842259	0,505355	355000	210000000	2,75993	0
165	1	1	0,457372	0,274423	355000	210000000	2,75993	0
166	1	1	0,747802	0,448681	355000	210000000	2,75993	0
167	1	1,99892	0,700551	0,42033	355000	210000000	2,75993	0
168	1	1	0,527523	0,316514	355000	210000000	2,75993	0
169	1	1	0,872966	0,52378	355000	210000000	2,75993	0
170	1	1	0,40563	0,243378	355000	210000000	2,75993	0
171	1	1	1,013414	0,608048	355000	210000000	2,75993	0
172	1	1	0,405634	0,24338	355000	210000000	2,75993	0
173	1	1	0,873055	0,523833	355000	210000000	2,75993	0
174	1	1,99892	0,562219	0,337331	355000	210000000	2,75993	0
175	1	1	0,657064	0,394238	355000	210000000	2,75993	0
176	1	2,995682	0,872816	0,52369	355000	210000000	2,75993	0
177	1	1	0,456947	0,274168	355000	210000000	2,75993	0
178	1	1	0,72906	0,437436	355000	210000000	2,75993	0
29	1	1	1	0,6	460000	205000000	2,28654	0
27	1	1	0,95	0,57	460000	205000000	2,28654	0



TABLE: Steel Design 2 - PMM Details - Eurocode 3-2005. 7 of 7					
Frame	RLLF	SectClass	FramingType	ErrMsg	WarnMsg
Text	Unitless	Text	Text	Text	Text
143	1	Class 4	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
144	1	Class 4	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
145	1	Class 4	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
146	1	Class 4	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
147	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
148	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
149	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
150	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
151	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
152	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
153	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
154	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
155	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
156	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
157	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
158	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
159	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
160	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
161	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
162	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
163	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
164	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
165	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
166	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
167	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
168	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
169	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
170	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
171	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
172	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
173	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
174	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
175	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
176	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
177	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
178	1	Class 1	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
29	1	Class 2	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
27	1	Class 2	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages

TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - Eurocode 3-2005. 1 of 4						
Frame	DesignSect	DesignType	Status	VMajorCombo	VMajorLoc	VMajorRatio
Text	Text	Text	Text	Text	m	Unitless
1	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,000758
2	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	5,82107	0,000656
3	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	6,15106	0,000837
4	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	5,40547	0,000542
5	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,000884
6	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	4,84288	0,000423
7	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	5,63548	0,000886
8	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,000307
9	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	4,94812	0,000825
10	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,0002
11	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	3,87276	0,00068
12	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,3404	0,000109
13	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,00042
14	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0
15	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,000758
16	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,000656
17	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	6,15106	0,000837
18	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,000542
19	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	6,01747	0,000884
20	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,000423
21	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,000886
22	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,000307
23	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,000825
24	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,0002
25	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,00068
26	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,3404	0,000109
28	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0
58	viga transversal	Beam	No Messages	ELU_STR1_7	5	0,004348
59	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,000758
60	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	5,82107	0,000656
61	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	6,15106	0,000837
62	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	5,40547	0,000542
63	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,000884
64	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	4,84288	0,000423
65	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	5,63548	0,000886
66	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,000307
67	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	4,94812	0,000825
68	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,0002
69	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	3,87276	0,00068
70	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,3404	0,000109
72	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0

TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - Eurocode 3-2005. 1 of 4						
Frame	DesignSect	DesignType	Status	VMajorCombo	VMajorLoc	VMajorRatio
Text	Text	Text	Text	Text	m	Unitless
73	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,000758
74	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,000656
75	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	6,15106	0,000837
76	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,000542
77	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	6,01747	0,000884
78	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,000423
79	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,000886
80	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,000307
81	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,000825
82	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,0002
83	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,00068
84	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,3404	0,000109
85	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,28654	0,00042
86	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0
116	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_7	5	0,005741
117	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_6	5	0,003794
118	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_6	5	0,003674
119	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_7	0	0,003702
120	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_7	0	0,003699
121	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_7	0	0,003697
122	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_7	0	0,003692
123	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_7	0	0,003694
124	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_7	0	0,003701
125	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_7	0	0,003714
126	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_7	0	0,003733
127	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_7	0	0,003737
128	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_7	0	0,003718
129	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_6	5	0,003675
130	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_6	5	0,003794
131	IPE-400	Beam	No Messages	ELU_STR1_7	5	0,005741
132	viga transversal	Beam	No Messages	ELU_STR1_7	5	0,004348
133	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_6	0	0,003732
134	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_6	5,71115	0,002764
135	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_6	0	0,002828
136	cruces	Beam	No Messages	ELU_STR1_6	5,71115	0,00276
137	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_6	0	0,002747
138	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_6	5,71115	0,002953
139	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_5	7,44554	0,003456
140	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_6	0	0,003734
141	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_6	5,71115	0,002762
142	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_6	0	0,002827

TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - Eurocode 3-2005. 1 of 4						
Frame	DesignSect	DesignType	Status	VMajorCombo	VMajorLoc	VMajorRatio
Text	Text	Text	Text	Text	m	Unitless
143	cruces	Beam	No Messages	ELU_STR1_6	5,71115	0,002762
144	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_6	0	0,002746
145	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_6	5,71115	0,002952
146	cruces	Brace	No Messages	ELU_STR1_5	7,44554	0,003453
147	viga longitudinal	Beam	No Messages	ELU_STR1_5	4,51828	0,016475
148	viga longitudinal	Beam	No Messages	ELU_STR1_5	35,23172	0,016475
149	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_10	2,75993	0,006846
150	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_10	0	0,001416
151	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_10	0	0,001581
152	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_3	2,75993	0,00137
153	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_10	0	0,001232
154	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,75993	0,0012
155	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_10	0	0,001141
156	arco	Beam	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,001138
157	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,001133
158	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_10	2,75993	0,001148
159	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_10	2,75993	0,001257
160	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_3	0	0,001366
161	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_10	2,75993	0,0016
162	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_10	2,75993	0,001408
163	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_10	0	0,006869
164	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_10	2,75993	0,006846
165	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_10	0	0,001416
166	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_10	0	0,001581
167	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,75993	0,001375
168	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_10	0	0,001232
169	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_3	2,75993	0,001193
170	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_10	0	0,001141
171	arco	Beam	No Messages	ELU_STR1_2	0	0,001138
172	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_2	0	0,001133
173	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_10	2,75993	0,001148
174	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_10	2,75993	0,001257
175	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,001371
176	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_10	2,75993	0,0016
177	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_10	2,75993	0,001408
178	arco	Brace	No Messages	ELU_STR1_10	0	0,006869
29	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	0	0,00042
27	pendola 22mm	Brace	No Messages	ELU_STR1_1	2,28654	0,00042

TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - Eurocode 3-2005. 2 of 4						
Frame	VsdMajDsgn	VrdMajor	TuMajor	VMinorCombo	VMinorLoc	VMinorRatio
Text	KN	KN	KN-m	Text	m	Unitless
1	0,069	90,86	0	ELU_STR1_6	0	0,001505
2	0,06	90,86	0	ELU_STR1_6	5,82107	0,001441
3	0,076	90,86	0	ELU_STR1_6	6,15106	0,001523
4	0,049	90,86	0	ELU_STR1_6	0	0,001339
5	0,08	90,86	0	ELU_STR1_6	0	0,00149
6	0,038	90,86	0	ELU_STR1_6	0	0,001199
7	0,08	90,86	0	ELU_STR1_6	5,63548	0,001396
8	0,028	90,86	0	ELU_STR1_6	4,14193	0,001026
9	0,075	90,86	0	ELU_STR1_6	0	0,001225
10	0,018	90,86	0	ELU_STR1_6	0	0,000819
11	0,062	90,86	0	ELU_STR1_6	3,87276	0,000959
12	0,009931	90,86	0	ELU_STR1_6	2,3404	0,00058
13	0,038	90,86	0	ELU_STR1_6	0	0,000566
14	0,003678	90,86	0	ELU_STR1_6	0	0,000307
15	0,069	90,86	0	ELU_STR1_6	0	0,001505
16	0,06	90,86	0	ELU_STR1_6	5,82107	0,001441
17	0,076	90,86	0	ELU_STR1_6	6,15106	0,001523
18	0,049	90,86	0	ELU_STR1_6	5,40547	0,001339
19	0,08	90,86	0	ELU_STR1_6	6,01747	0,00149
20	0,038	90,86	0	ELU_STR1_6	0	0,001199
21	0,08	90,86	0	ELU_STR1_6	0	0,001396
22	0,028	90,86	0	ELU_STR1_6	0	0,001026
23	0,075	90,86	0	ELU_STR1_6	4,94812	0,001225
24	0,018	90,86	0	ELU_STR1_6	0	0,000819
25	0,062	90,86	0	ELU_STR1_6	0	0,000959
26	0,009931	90,86	0	ELU_STR1_6	2,3404	0,00058
28	0,003678	90,86	0	ELU_STR1_6	0	0,000307
58	3,148	724,08	0,4945	ELU_STR1_6	0	0,000113
59	0,069	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
60	0,06	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
61	0,076	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
62	0,049	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
63	0,08	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
64	0,038	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
65	0,08	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
66	0,028	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
67	0,075	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
68	0,018	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
69	0,062	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
70	0,009931	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
72	0,003678	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0

TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - Eurocode 3-2005. 2 of 4						
Frame	VsdMajDsgn	VrdMajor	TuMajor	VMinorCombo	VMinorLoc	VMinorRatio
Text	KN	KN	KN-m	Text	m	Unitless
73	0,069	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
74	0,06	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
75	0,076	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
76	0,049	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
77	0,08	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
78	0,038	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
79	0,08	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
80	0,028	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
81	0,075	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
82	0,018	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
83	0,062	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
84	0,009931	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
85	0,038	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
86	0,003678	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
116	3,509	611,168	0,0029	ELU_STR1_6	0	0
117	2,319	611,168	0,0011	ELU_STR1_6	0	0
118	2,245	611,168	0	ELU_STR1_7	0	0
119	2,262	611,168	0,0015	ELU_STR1_6	0	0
120	2,26	611,168	0,0011	ELU_STR1_6	0	0
121	2,26	611,168	0	ELU_STR1_6	0	0
122	2,256	611,168	0	ELU_STR1_6	0	0
123	2,258	611,168	0	ELU_STR1_1	0	0
124	2,262	611,168	0	ELU_STR1_1	0	0
125	2,27	611,168	0	ELU_STR1_1	0	0
126	2,282	611,168	0	ELU_STR1_7	0	0
127	2,284	611,168	0,0011	ELU_STR1_6	0	0
128	2,272	611,168	0,0015	ELU_STR1_6	0	0
129	2,246	611,168	0	ELU_STR1_7	0	0
130	2,319	611,168	0,0011	ELU_STR1_6	0	0
131	3,508	611,168	0,0029	ELU_STR1_6	0	0
132	3,148	724,08	0,4944	ELU_STR1_8	5	0,00303
133	1,41	377,781	0,0095	ELU_STR1_1	0	0,001212
134	1,044	377,781	0,0884	ELU_STR1_1	0	0,000622
135	1,068	377,781	0,0954	ELU_STR1_1	0	0,000776
136	1,043	377,781	0,0957	ELU_STR1_1	0	0,001072
137	1,038	377,781	0,0926	ELU_STR1_1	0	0,000777
138	1,116	377,781	0,0789	ELU_STR1_3	0	0,000568
139	1,306	377,781	0,0103	ELU_STR1_4	0	0,001177
140	1,411	377,781	0,0087	ELU_STR1_1	0	0,001214
141	1,044	377,781	0,0849	ELU_STR1_1	0	0,000622
142	1,068	377,781	0,0919	ELU_STR1_1	0	0,000777

TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - Eurocode 3-2005. 2 of 4						
Frame	VsdMajDsgn	VrdMajor	TuMajor	VMinorCombo	VMinorLoc	VMinorRatio
Text	KN	KN	KN-m	Text	m	Unitless
143	1,043	377,781	0,0956	ELU_STR1_1	0	0,001072
144	1,037	377,781	0,0961	ELU_STR1_1	0	0,000777
145	1,115	377,781	0,0825	ELU_STR1_3	0	0,000568
146	1,304	377,781	0,0104	ELU_STR1_4	0	0,001175
147	53,098	3222,943	0,1406	ELU_STR1_7	11,42729	0,002213
148	53,098	3222,943	0,1406	ELU_STR1_6	35,34657	0,000492
149	21,327	3115,381	1,8888	ELU_STR1_6	0	0,001932
150	4,411	3115,381	1,6523	ELU_STR1_6	0	0,001932
151	4,925	3115,381	1,8887	ELU_STR1_6	0	0,001932
152	4,269	3115,381	1,8389	ELU_STR1_6	0	0,001524
153	3,838	3115,381	1,9707	ELU_STR1_6	0	0,001524
154	3,738	3115,381	1,2675	ELU_STR1_7	0	0,000449
155	3,555	3115,381	0,2454	ELU_STR1_4	0	0,000958
156	3,545	3115,381	0,0045	ELU_STR1_1	0	0
157	3,531	3115,381	0,3751	ELU_STR1_4	0	0,00096
158	3,576	3115,381	0,9177	ELU_STR1_7	0	0,000449
159	3,916	3115,381	1,9697	ELU_STR1_6	0	0,001525
160	4,255	3115,381	1,8402	ELU_STR1_6	0	0,001525
161	4,985	3115,381	1,8884	ELU_STR1_6	0	0,001933
162	4,386	3115,381	1,6516	ELU_STR1_6	0	0,001933
163	21,399	3115,381	1,8888	ELU_STR1_6	0	0,001933
164	21,327	3115,381	1,8888	ELU_STR1_7	0	0,001427
165	4,411	3115,381	1,6523	ELU_STR1_7	0	0,001029
166	4,925	3115,381	1,8887	ELU_STR1_4	0	0,001007
167	4,284	3115,381	1,3327	ELU_STR1_4	0	0,000937
168	3,838	3115,381	1,9707	ELU_STR1_7	2,75993	0,001061
169	3,718	3115,381	0,9033	ELU_STR1_7	0	0,000878
170	3,555	3115,381	0,2454	ELU_STR1_1	2,75993	0,000992
171	3,546	3115,381	0,0047	ELU_STR1_7	2,75993	0,000186
172	3,531	3115,381	0,3396	ELU_STR1_1	0	0,000994
173	3,576	3115,381	0,9177	ELU_STR1_7	2,75993	0,000878
174	3,916	3115,381	1,9697	ELU_STR1_7	0	0,001061
175	4,27	3115,381	1,3296	ELU_STR1_4	0	0,000939
176	4,985	3115,381	1,8884	ELU_STR1_4	0	0,001009
177	4,386	3115,381	1,6516	ELU_STR1_7	2,75993	0,001028
178	21,399	3115,381	1,8888	ELU_STR1_7	2,75993	0,001426
29	0,038	90,86	0	ELU_STR1_1	0	0
27	0,038	90,86	0	ELU_STR1_6	0	0,000566

TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - Eurocode 3-2005. 3 of 4					
Frame	VsdMinDsgn	VrdMinor	TuMinor	SRLimit	RLLF
Text	KN	KN	KN-m	Unitless	Unitless
1	0,137	90,86	0	0,95	1
2	0,131	90,86	0	0,95	1
3	0,138	90,86	0	0,95	1
4	0,122	90,86	0	0,95	1
5	0,135	90,86	0	0,95	1
6	0,109	90,86	0	0,95	1
7	0,127	90,86	0	0,95	1
8	0,093	90,86	0	0,95	1
9	0,111	90,86	0	0,95	1
10	0,074	90,86	0	0,95	1
11	0,087	90,86	0	0,95	1
12	0,053	90,86	0	0,95	1
13	0,051	90,86	0	0,95	1
14	0,028	90,86	0	0,95	1
15	0,137	90,86	0	0,95	1
16	0,131	90,86	0	0,95	1
17	0,138	90,86	0	0,95	1
18	0,122	90,86	0	0,95	1
19	0,135	90,86	0	0,95	1
20	0,109	90,86	0	0,95	1
21	0,127	90,86	0	0,95	1
22	0,093	90,86	0	0,95	1
23	0,111	90,86	0	0,95	1
24	0,074	90,86	0	0,95	1
25	0,087	90,86	0	0,95	1
26	0,053	90,86	0	0,95	1
28	0,028	90,86	0	0,95	1
58	0,074	655,87	0,2062	0,95	1
59	0	90,86	0	0,95	1
60	0	90,86	0	0,95	1
61	0	90,86	0	0,95	1
62	0	90,86	0	0,95	1
63	0	90,86	0	0,95	1
64	0	90,86	0	0,95	1
65	0	90,86	0	0,95	1
66	0	90,86	0	0,95	1
67	0	90,86	0	0,95	1
68	0	90,86	0	0,95	1
69	0	90,86	0	0,95	1
70	0	90,86	0	0,95	1
72	0	90,86	0	0,95	1

TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - Eurocode 3-2005. 3 of 4					
Frame	VsdMinDsgn	VrdMinor	TuMinor	SRLimit	RLLF
Text	KN	KN	KN-m	Unitless	Unitless
73	0	90,86	0	0,95	1
74	0	90,86	0	0,95	1
75	0	90,86	0	0,95	1
76	0	90,86	0	0,95	1
77	0	90,86	0	0,95	1
78	0	90,86	0	0,95	1
79	0	90,86	0	0,95	1
80	0	90,86	0	0,95	1
81	0	90,86	0	0,95	1
82	0	90,86	0	0,95	1
83	0	90,86	0	0,95	1
84	0	90,86	0	0,95	1
85	0	90,86	0	0,95	1
86	0	90,86	0	0,95	1
116	0,001747	771,628	0,0013	0,95	1
117	0,005457	771,628	0,0011	0,95	1
118	0,003037	771,628	0,0018	0,95	1
119	0,002826	771,628	0	0,95	1
120	0,002125	771,628	0	0,95	1
121	0,00162	771,628	0	0,95	1
122	0,001046	771,628	0	0,95	1
123	0	771,628	0	0,95	1
124	0	771,628	0	0,95	1
125	0	771,628	0	0,95	1
126	0,001584	771,628	0	0,95	1
127	0,001867	771,628	0	0,95	1
128	0,002749	771,628	0	0,95	1
129	0,003151	771,628	0,0018	0,95	1
130	0,005451	771,628	0,0011	0,95	1
131	0,001744	771,628	0,0013	0,95	1
132	1,988	655,87	0	0,95	1
133	0,398	327,935	0,0495	0,95	1
134	0,204	327,935	0,0362	0,95	1
135	0,255	327,935	0,0484	0,95	1
136	0,352	327,935	0,0464	0,95	1
137	0,255	327,935	0,0421	0,95	1
138	0,186	327,935	0,0332	0,95	1
139	0,386	327,935	0	0,95	1
140	0,398	327,935	0,0495	0,95	1
141	0,204	327,935	0,0303	0,95	1
142	0,255	327,935	0,0419	0,95	1

TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - Eurocode 3-2005. 3 of 4					
Frame	VsdMinDsgn	VrdMinor	TuMinor	SRLimit	RLLF
Text	KN	KN	KN-m	Unitless	Unitless
143	0,352	327,935	0,0464	0,95	1
144	0,255	327,935	0,0486	0,95	1
145	0,186	327,935	0,0392	0,95	1
146	0,385	327,935	0	0,95	1
147	5,716	2582,487	2,024	0,95	1
148	1,27	2582,487	3,1304	0,95	1
149	6,017	3115,381	3,1864	0,95	1
150	6,017	3115,381	2,5155	0,95	1
151	6,017	3115,381	2,9243	0,95	1
152	4,747	3115,381	3,3046	0,95	1
153	4,747	3115,381	3,8036	0,95	1
154	1,399	3115,381	0,1179	0,95	1
155	2,984	3115,381	0,2492	0,95	1
156	0,001773	3115,381	0,0045	0,95	1
157	2,989	3115,381	0,2553	0,95	1
158	1,399	3115,381	0,1183	0,95	1
159	4,751	3115,381	3,8022	0,95	1
160	4,751	3115,381	3,303	0,95	1
161	6,021	3115,381	2,923	0,95	1
162	6,021	3115,381	2,5139	0,95	1
163	6,021	3115,381	3,1852	0,95	1
164	4,444	3115,381	3,566	0,95	1
165	3,206	3115,381	3,8774	0,95	1
166	3,138	3115,381	1,9343	0,95	1
167	2,92	3115,381	1,9967	0,95	1
168	3,307	3115,381	2,2507	0,95	1
169	2,736	3115,381	1,5539	0,95	1
170	3,09	3115,381	0,0402	0,95	1
171	0,581	3115,381	0,0034	0,95	1
172	3,095	3115,381	0,0459	0,95	1
173	2,737	3115,381	1,5536	0,95	1
174	3,304	3115,381	2,2485	0,95	1
175	2,926	3115,381	1,9944	0,95	1
176	3,144	3115,381	1,9337	0,95	1
177	3,204	3115,381	3,8753	0,95	1
178	4,442	3115,381	3,564	0,95	1
29	0	90,86	0	0,95	1
27	0,051	90,86	0	0,95	1



TABLE: Steel Design 3 - Shear Details - Eurocode 3-2005. 4 of 4			
Frame	FramingType	ErrMsg	WarnMsg
Text	Text	Text	Text
143	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
144	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
145	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
146	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
147	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
148	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
149	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
150	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
151	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
152	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
153	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
154	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
155	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
156	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
157	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
158	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
159	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
160	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
161	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
162	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
163	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
164	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
165	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
166	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
167	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
168	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
169	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
170	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
171	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
172	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
173	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
174	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
175	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
176	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
177	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
178	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
29	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages
27	Ductility Class High Moment Resisting Frame	No Messages	No Messages

A continuación, se procede a verificar el estado límite de deformaciones.

Según el apartado 7.1.1 de la IAP-11, la flecha vertical máxima correspondiente al valor frecuente de la sobrecarga de uso no deberá superar el siguiente valor para pasarelas ciclopeatonales:

- $L/1200$ , siendo “L” la luz del vano.

En este caso, se tendrá cuatro valores distintos de flecha máxima vertical debido a que hay cuatro vanos de distinta longitud. Por tanto, se tiene que para:

- Arco 1:

$$\frac{L}{1200} = \frac{39,75}{1200} = 0,0331 \text{ m}$$

Se ha realizado un análisis de las distintas combinaciones para determinar la que produce la mayor flecha. Para este caso, la combinación que produce la mayor flecha es la *ELU\_STR1\_1* con un valor de:

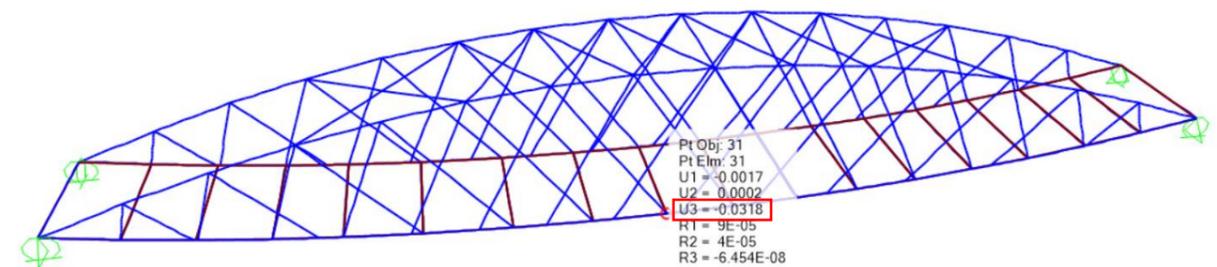


Imagen nº34: Flecha máxima del Arco 1

- Arco 2:

$$\frac{L}{1200} = \frac{26,88}{1200} = 0,0224 \text{ m}$$

Se ha realizado un análisis de las distintas combinaciones para determinar la que produce la mayor flecha. Para este caso, la combinación que produce la mayor flecha es la *ELU\_STR1\_1* con un valor de:

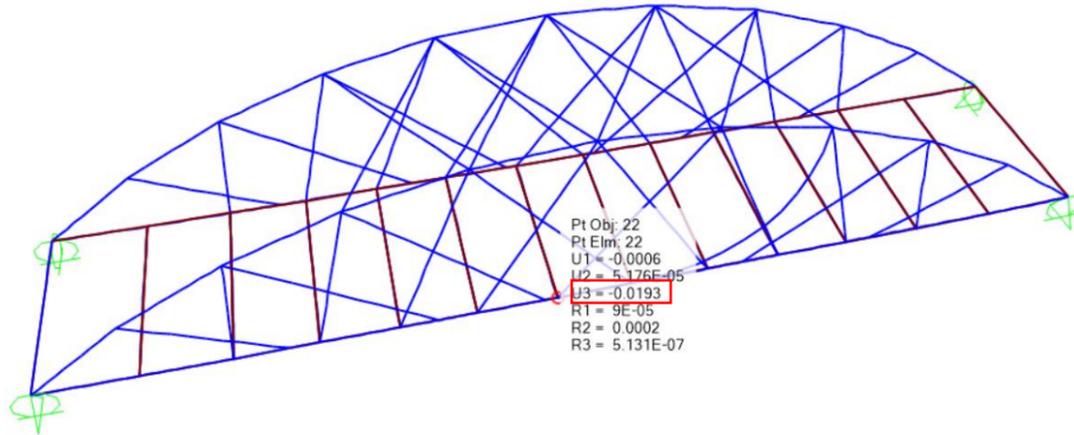


Imagen nº35: Flecha máxima del Arco 2

- Arco 3:

$$\frac{L}{1200} = \frac{20,35}{1200} = 0,0169 \text{ m}$$

Se ha realizado un análisis de las distintas combinaciones para determinar la que produce la mayor flecha. Para este caso, la combinación que produce la mayor flecha es la ELU\_STR1\_1 con un valor de:

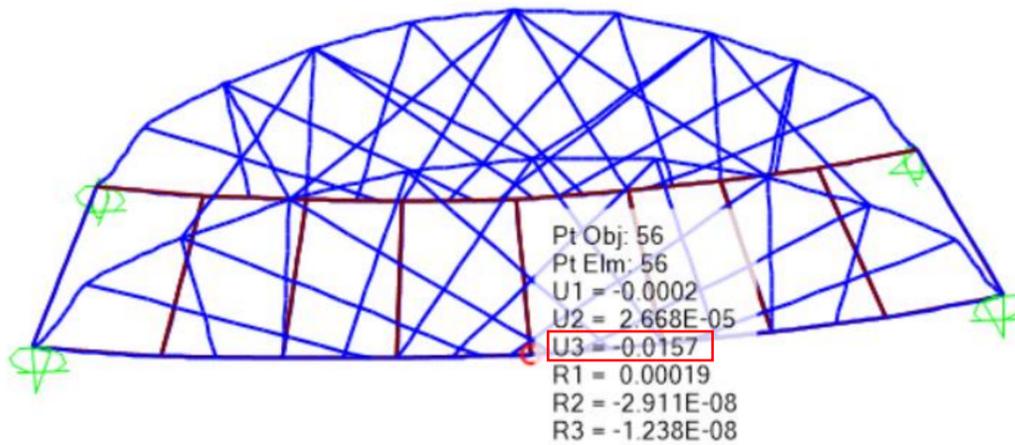


Imagen nº36: Flecha máxima del Arco 3

- Arco 4:

$$\frac{L}{1200} = \frac{13,86}{1200} = 0,0115 \text{ m}$$

Se ha realizado un análisis de las distintas combinaciones para determinar la que produce la mayor flecha. Para este caso, la combinación que produce la mayor flecha es la ELU\_STR1\_1 con un valor de:

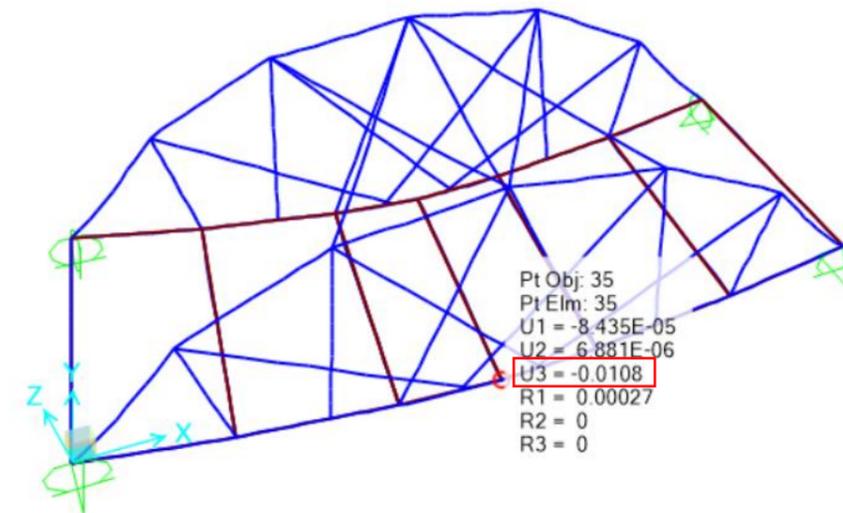


Imagen nº37: Flecha máxima del Arco 4

Como se puede observar, el estado límite de deformaciones se cumple sin ningún problema para cada uno de los arcos sometidos a la combinación más desfavorable.

### 9.- Diseño y comprobación de aparatos de apoyo

A continuación, se procede a realizar un predimensionamiento de los aparatos de apoyo para cada uno de los arcos. Los aparatos de apoyo serán neoprenos zunchados de la empresa VSL de su catálogo "CTT ELASTOMERIC BEARINGS".

El predimensionamiento se realizará para uno de los apoyos de los arcos, del cual se obtendrá los desplazamientos y las reacciones.

A los apoyos se les ha asignado en el software SAP 200 unos apoyos deslizantes cuya rigidez  $K$  en dirección longitudinal y transversal viene determinada por la siguiente fórmula:

$$K = \frac{G \cdot a \cdot b}{T}$$

donde:

- $G$ :  $12 \text{ kp/cm}^2 = 1176,8 \text{ kN/m}^2$
- $a$  y  $b$ : dimensiones del neopreno
- $T$ : espesor total de la goma del neopreno

- Para el Arco 1 se tiene los siguientes desplazamientos y reacciones para nodo 43:

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
43	ELU_STR1_1	Combination	0,008667	0,004012	0	-0,000006534	0,00305	-0,000011
43	ELU_STR1_2	Combination	0,008841	0,00401	0	-0,000104	0,002781	0,000025
43	ELU_STR1_3	Combination	0,008776	0,000036	0	0,000029	0,002939	-0,00003
43	ELU_STR1_4	Combination	0,00782	-0,000014	0	0,000063	0,002075	-0,000004647
43	ELU_STR1_5	Combination	0,00301	-0,000638	0	0,000043	0,002328	-0,000016
43	ELU_STR1_6	Combination	-0,00101	0,013273	0	-0,000159	0,002046	0,000037
43	ELU_STR1_7	Combination	-0,000429	0,013267	0	-0,000486	0,00115	0,000159
43	ELU_STR1_8	Combination	-0,000646	0,000022	0	-0,000039	0,001676	-0,000025
43	ELU_STR1_9	Combination	0,001462	-0,000057	0	0,000045	0,000742	0,000016
43	ELU_STR1_10	Combination	-0,006555	-0,001096	0	0,000011	0,001163	-0,000002267
43	ELU_EQU1_1	Combination	-0,000692	0,013266	0	-0,000147	0,001487	0,000044
43	ELU_EQU1_2	Combination	-0,000111	0,01326	0	-0,000473	0,000591	0,000165
43	ELS_1	Combination	0,006421	0,002677	0	-0,000002137	0,002251	-0,000009489
43	ELS_2	Combination	0,006537	0,002676	0	-0,000067	0,002072	0,000015

Table nº11: desplazamientos del punto 43 del arco 1

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
43	ELU_STR1_1	Combination	-28,136	-13,023	823,402	0	0	0
43	ELU_STR1_2	Combination	-28,701	-13,018	757,934	0	0	0
43	ELU_STR1_3	Combination	-28,49	-0,118	792,723	0	0	0
43	ELU_STR1_4	Combination	-25,386	0,047	792,723	0	0	0
43	ELU_STR1_5	Combination	-9,772	2,071	792,723	0	0	0
43	ELU_STR1_6	Combination	3,277	-43,088	559,595	0	0	0
43	ELU_STR1_7	Combination	1,392	-43,069	341,368	0	0	0
43	ELU_STR1_8	Combination	2,097	-0,07	457,333	0	0	0
43	ELU_STR1_9	Combination	-4,746	0,186	591,489	0	0	0
43	ELU_STR1_10	Combination	21,279	3,559	591,489	0	0	0
43	ELU_EQU1_1	Combination	2,246	-43,065	407,151	0	0	0
43	ELU_EQU1_2	Combination	0,361	-43,046	188,923	0	0	0
43	ELS_1	Combination	-20,845	-8,691	607,655	0	0	0
43	ELS_2	Combination	-21,223	-8,687	564,009	0	0	0

Table nº12: reacciones del punto 43 del arco 1

Para este caso, se tiene un neopreno zunchado inicial tipo A 200x400x3(8+3), dando un espesor de goma de 29 mm y un espesor total de 41 mm de neopreno zunchado.

Las características del neopreno son las siguientes:

Lado A	200 mm
Lado B	400 mm
Espesor de goma total T	29 mm
Espesor de capas exteriores	2,5 mm
Espesor de capas intermedias	8 mm
Espesor de chapas de acero	3 mm
Número de capas de intermedias de goma	3 ud
Módulo de deformación lateral G	12 kp/cm <sup>2</sup>
Límite elástico del acero $\sigma_e$	2.600 kp/cm <sup>2</sup>

Table nº13: características del neopreno zunchado Tipo Ax200x400x3(8+3)

El valor de la rigidez  $K$  para los apoyos de este arco es de:

$$K = \frac{1176,8 \cdot 0,2 \cdot 0,4}{0,029} = 3246,34 \text{ kN/m}^2$$

- Para el Arco 2 se tiene los siguientes desplazamientos y reacciones para el nodo 1:

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
1	ELU_STR1_1	Combination	0,010666	0,003884	0	-0,000085	0,003326	0,00006685
1	ELU_STR1_2	Combination	0,010729	0,003883	0	-0,000146	0,003013	0,00002
1	ELU_STR1_3	Combination	0,010811	0,000017	0	-0,000031	0,003182	-0,000004131
1	ELU_STR1_4	Combination	0,010677	0,000016	0	0,00008	0,002973	0,000002643
1	ELU_STR1_5	Combination	0,006985	-0,000643	0	-0,00001	0,002689	0,00002
1	ELU_STR1_6	Combination	-0,000295	0,012901	0	-0,000246	0,002183	0,000026
1	ELU_STR1_7	Combination	-0,000086	0,012898	0	-0,00045	0,001142	0,000071
1	ELU_STR1_8	Combination	0,000187	0,000009628	0	-0,000066	0,001704	-0,000009754
1	ELU_STR1_9	Combination	0,004112	0,000011	0	0,000134	0,001947	0,000005401
1	ELU_STR1_10	Combination	0,004112	0,000011	0	0,000134	0,001947	0,000005401
1	ELU_EQU1_1	Combination	-0,000204	0,012898	0	-0,000224	0,001615	0,000027
1	ELU_EQU1_2	Combination	0,000005371	0,012895	0	-0,000428	0,000574	0,000072
1	ELS1	Combination	0,007901	0,002591	0	-0,000059	0,002453	0,000004314
1	ELS2	Combination	0,007943	0,00259	0	-0,0001	0,002245	0,000013

Table nº14: desplazamientos del punto 1 del arco 2

Para este caso, se tiene un neopreno zunchado inicial tipo A 200x250x3(8+3), dando un espesor de goma de 29 mm y un espesor total de 41 mm de neopreno zunchado.

Las características del neopreno son las siguientes:

Lado A	200 mm
Lado B	250 mm
Espesor de goma total T	29 mm
Espesor de capas exteriores	2,5 mm
Espesor de capas intermedias	8 mm
Espesor de chapas de acero	3 mm
Número de capas de intermedias de goma	3 ud
Módulo de deformación lateral G	12 kp/cm <sup>2</sup>
Límite elástico del acero $\sigma_e$	2.600 kp/cm <sup>2</sup>

Table nº16: características del neopreno zunchado Tipo Ax200x250x3(8+3)

El valor de la rigidez K para los apoyos de este arco es de:

$$K = \frac{1176,8 \cdot 0,2 \cdot 0,25}{0,029} = 2028,96 \text{ kN/m}^2$$

- Para el Arco 3 se tiene los siguientes desplazamientos y reacciones para el nodo 29:

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	ELU_STR1_1	Combination	-21,641	-7,881	516,401	0	0	0
1	ELU_STR1_2	Combination	-21,768	-7,879	472,252	0	0	0
1	ELU_STR1_3	Combination	-21,934	-0,034	495,397	0	0	0
1	ELU_STR1_4	Combination	-21,663	-0,033	495,392	0	0	0
1	ELU_STR1_5	Combination	-14,173	1,306	495,399	0	0	0
1	ELU_STR1_6	Combination	0,599	-26,175	338,617	0	0	0
1	ELU_STR1_7	Combination	0,175	-26,169	191,454	0	0	0
1	ELU_STR1_8	Combination	-0,38	-0,02	268,605	0	0	0
1	ELU_STR1_9	Combination	-8,342	-0,023	359,313	0	0	0
1	ELU_STR1_10	Combination	-8,342	-0,023	359,313	0	0	0
1	ELU_EQU1_1	Combination	0,413	-26,169	249,082	0	0	0
1	ELU_EQU1_2	Combination	-0,011	-26,163	101,919	0	0	0
1	ELS1	Combination	-16,031	-5,256	380,963	0	0	0
1	ELS2	Combination	-16,116	-5,255	351,531	0	0	0

Table nº15: reacciones del punto 1 del arco 2

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
1	ELU_STR1_1	Combination	0,005915	0,002174	0	0,00002	0,002726	0,000002603
1	ELU_STR1_2	Combination	0,005911	0,002175	0	-0,000003686	0,002662	0,000008682
1	ELU_STR1_3	Combination	0,006026	-0,000009381	0	0,000052	0,002687	0,000004327
1	ELU_STR1_4	Combination	0,005927	-0,000008947	0	-0,000046	0,002549	-6,155E-07
1	ELU_STR1_5	Combination	0,005927	-0,000009062	0	0,000331	0,002549	0,000001305
1	ELU_STR1_6	Combination	-0,000142	0,007274	0	-0,00003	0,001539	0,000006938
1	ELU_STR1_7	Combination	-0,000157	0,007276	0	-0,00011	0,001328	0,000027
1	ELU_STR1_8	Combination	0,000228	-0,000005546	0	0,000074	0,001411	0,000013
1	ELU_STR1_9	Combination	0,002308	-0,000006172	0	-0,000097	0,00169	-0,00000121
1	ELU_STR1_10	Combination	0,002308	-0,000006363	0	0,00053	0,001691	0,000001991
1	ELS1	Combination	0,004383	0,001449	0	0,000017	0,002016	0,000001822
1	ELS2	Combination	0,00438	0,001449	0	0,000001333	0,001974	0,000005874
1	ELU_EQU1_1	Combination	-0,000106	0,007276	0	-0,000055	0,001069	0,000006217
1	ELU_EQU1_2	Combination	-0,000121	0,007277	0	-0,000134	0,000858	0,000026

Table nº17: desplazamientos del punto 29 del arco 3

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	ELU_STR1_1	Combination	-16,575	-6,093	368,539	0	0	0
1	ELU_STR1_2	Combination	-16,562	-6,094	361,488	0	0	0
1	ELU_STR1_3	Combination	-16,885	0,026	364,162	0	0	0
1	ELU_STR1_4	Combination	-16,607	0,025	364,162	0	0	0
1	ELU_STR1_5	Combination	-16,607	0,025	364,162	0	0	0
1	ELU_STR1_6	Combination	0,397	-20,381	207,048	0	0	0
1	ELU_STR1_7	Combination	0,439	-20,386	183,544	0	0	0
1	ELU_STR1_8	Combination	-0,638	0,016	192,459	0	0	0
1	ELU_STR1_9	Combination	-6,467	0,017	261,14	0	0	0
1	ELU_STR1_10	Combination	-6,467	0,018	261,14	0	0	0
1	ELS1	Combination	-12,28	-4,06	272,668	0	0	0
1	ELS2	Combination	-12,271	-4,061	267,967	0	0	0
1	ELU_EQU1_1	Combination	0,297	-20,386	142,895	0	0	0
1	ELU_EQU1_2	Combination	0,339	-20,39	119,391	0	0	0

Table nº18: reacciones del punto 29 del arco 3

Para este caso, se tiene un neopreno zunchado inicial tipo A 200x250x2(8+3), dando un espesor de goma de 21 mm y un espesor total de 30 mm de neopreno zunchado.

Las características del neopreno son las siguientes:

Lado A	200 mm
Lado B	250 mm
Espesor de goma total T	21 mm
Espesor de capas exteriores	2,5 mm
Espesor de capas intermedias	8 mm
Espesor de chapas de acero	3 mm
Número de capas de intermedias de goma	2 ud
Módulo de deformación lateral G	12 kp/cm <sup>2</sup>
Límite elástico del acero $\sigma_e$	2.600 kp/cm <sup>2</sup>

Table nº19: características del neopreno zunchado Tipo Ax200x250x2(8+3)

El valor de la rigidez  $K$  para los apoyos de este arco es de:

$$K = \frac{1176,8 \cdot 0,2 \cdot 0,25}{0,021} = 2801,9 \text{ kN/m}^2$$

- Para el Arco 4 se tiene los siguientes desplazamientos y reacciones para el nodo 1 :

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
1	ELU_STR1_1	Combination	0,006542	0,002154	0	-0,000047	0,002362	0,000001064
1	ELU_STR1_2	Combination	0,006554	0,002154	0	-0,000071	0,002114	0,000003601
1	ELU_STR1_3	Combination	0,006703	0,00000537	0	-0,000018	0,002242	-0,000005937
1	ELU_STR1_4	Combination	0,006544	0,000005093	0	-0,000018	0,002242	-0,000001314
1	ELU_STR1_5	Combination	0,006544	0,000005093	0	-0,000018	0,002242	-0,000001314
1	ELU_STR1_6	Combination	-0,000048	0,007165	0	-0,000148	0,001561	0,0000065
1	ELU_STR1_7	Combination	-0,000009123	0,007164	0	-0,000229	0,000734	0,000015
1	ELU_STR1_8	Combination	0,000489	0,000003458	0	-0,000053	0,00116	-0,000017
1	ELU_STR1_9	Combination	0,002592	0,000003559	0	-0,000039	0,001593	-0,000001381
1	ELU_STR1_10	Combination	0,002592	0,000003559	0	-0,000039	0,001593	-0,000001381
1	ELS1	Combination	0,004846	0,001436	0	-0,000032	0,001741	6,121E-07
1	ELS2	Combination	0,004854	0,001436	0	-0,000049	0,001575	0,000002303
1	ELU_EQU1_1	Combination	-0,000034	0,007164	0	-0,00013	0,001174	0,000006975
1	ELU_EQU1_2	Combination	0,000004961	0,007164	0	-0,000212	0,000348	0,000015

Table nº20: desplazamientos del punto 1 del arco 4

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	ELU_STR1_1	Combination	-11,548	-3,802	254,033	0	0	0
1	ELU_STR1_2	Combination	-11,569	-3,802	231,018	0	0	0
1	ELU_STR1_3	Combination	-11,833	-0,009479	242,855	0	0	0
1	ELU_STR1_4	Combination	-11,551	-0,008991	242,855	0	0	0
1	ELU_STR1_5	Combination	-11,551	-0,008991	242,855	0	0	0
1	ELU_STR1_6	Combination	0,086	-12,648	163,169	0	0	0
1	ELU_STR1_7	Combination	0,016	-12,647	86,454	0	0	0
1	ELU_STR1_8	Combination	-0,864	-0,006104	125,912	0	0	0
1	ELU_STR1_9	Combination	-4,576	-0,006283	172,689	0	0	0
1	ELU_STR1_10	Combination	-4,576	-0,006283	172,689	0	0	0
1	ELS1	Combination	-8,554	-2,535	187,344	0	0	0
1	ELS2	Combination	-8,568	-2,535	172,001	0	0	0
1	ELU_EQU1_1	Combination	0,061	-12,647	121,198	0	0	0
1	ELU_EQU1_2	Combination	-0,008756	-12,645	44,483	0	0	0

Table nº21: reacciones del punto 1 del arco 4

Para este caso, se tiene un neopreno zunchado inicial tipo A 150x200x3(5+3), dando un espesor de goma de 20 mm y un espesor total de 32 mm de neopreno zunchado.

Las características del neopreno son las siguientes:

Lado A	150 mm
Lado B	200 mm
Espesor de goma total T	20 mm
Espesor de capas exteriores	2,5 mm
Espesor de capas intermedias	5 mm
Espesor de chapas de acero	3 mm
Número de capas de intermedias de goma	3 ud
Módulo de deformación lateral G	12 kp/cm <sup>2</sup>
Límite elástico del acero $\sigma_e$	2.600 kp/cm <sup>2</sup>

Table nº22: características del neopreno zunchado Tipo Ax150x200x3(5+3)

El valor de la rigidez K para los apoyos de este arco es de:

$$K = \frac{1176,8 \cdot 0,15 \cdot 0,2}{0,02} = 1765,2 \text{ kN/m}^2$$

### 9.1.- Dimensionamiento de los apoyos

Para el dimensionamiento de los aparatos de apoyo se seguirá las "Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de los aparatos de los apoyos elastoméricos para puentes de carretera" y, para el cálculo de los mismo, se seguirá la IAP-11, la cual indica que se deben considerar las combinaciones de acciones más desfavorables.

- Para el Arco 1:

De los resultados obtenidos en las tablas anteriores, se tomarán los valores más altos de las combinaciones de acciones de ELS para el dimensionamiento de los aparatos de apoyo. Por tanto, se tiene que para el Arco 1:

Fuerza vertical máxima, $F_{v,max}$	607,655 kN
Fuerza vertical mínima, $F_{v,min}$	564,009 kN
Fuerza longitudinal máxima, $F_l$	20,845 kN
Fuerza transversal máxima, $F_t$	8,691 kN
Desplazamiento longitudinal, $d_L$	-0,006421 m
Desplazamiento transversal, $d_T$	0,002677 m
Giro alrededor del eje longitudinal, $\alpha_L$	-2,137e-06 rad
Giro alrededor del eje transversal, $\alpha_T$	0,002251 rad

Table nº23: valores a considerar del arco 1

Bajo un esfuerzo vertical N, las tensiones tangenciales que aparecen en el plano de los zunchos siguen la distribución que se indica a continuación:

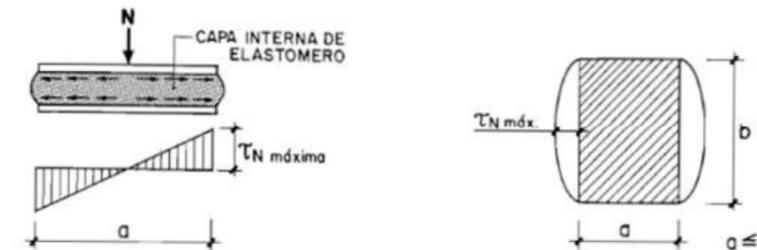


Imagen nº38: distribución de tensiones tangenciales en zunchos por carga vertical

Las tensiones tangenciales máximas se desarrollan en los bordes de los zunchos en el punto medio de la cota mayor. En dicho punto es donde, normalmente, comienzan a aparecer las primeras degradaciones del zuncho.

Se tiene que:

$$\tau_N = 1,50 \cdot \frac{\sigma_m}{S} \quad S = \frac{a \cdot b}{2 \cdot t \cdot (a+b)} \quad \sigma_m = \frac{N}{a \cdot b}$$

donde:

- N: carga vertical actuante sobre apoyo
- S: factor de forma de la capa de elastómero considerada
- $\sigma_m$ : tensión media
- t: espesor de la goma

Por tanto:

$$S = \frac{200 \cdot 400}{2 \cdot 8 \cdot (200 + 400)} = 8,3 \quad \sigma_m = \frac{607,655 \cdot 101,97}{20 \cdot 40} = 77,45 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_N = 1,50 \cdot \frac{77,45}{8,3} = 13,99 \text{ kp/cm}^2$$

### Fuerzas y desplazamientos horizontales

La distribución de tensiones tangenciales es uniforme al nivel del plano de los zunchos, por lo que se pueden presentar dos casos:

1- La deformación  $u_1$  del apoyo es lenta y conocida, por lo que:

$$\tau_{H1} = G \cdot \tan \gamma_1 = G \cdot \frac{u_1}{T}$$

Al tener dos desplazamientos horizontales, el longitudinal y el transversal, se calcula en ambas:

$$\tau_{H1, long} = G \cdot \frac{u_1}{T} = 12 \cdot \frac{6,421}{29} = 2,66 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{H1, trans} = G \cdot \frac{u_1}{T} = 12 \cdot \frac{2,677}{29} = 1,11 \text{ kp/cm}^2$$

2- El apoyo está sometido a una fuerza horizontal instantánea  $H_2$ . En este caso, se considerará que el módulo de elasticidad transversal  $G$  instantáneo es el doble que el módulo de elasticidad transversal  $G$ .

$$\tau_{H2} = \frac{H_2}{a \cdot b} \quad u_2 = \frac{H_2}{2 \cdot G \cdot a \cdot b} \cdot T \quad tg \gamma_2 = \frac{u_2}{T} \quad tg \gamma_2 = \frac{\tau_{H2}}{2G}$$

Al tener dos direcciones de desplazamiento, se calcula en ambas:

$$\tau_{H2, long} = \frac{20,845 \cdot 101,97}{20 \cdot 40} = 2,66 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{H2, trans} = \frac{8,691 \cdot 101,97}{20 \cdot 40} = 1,11 \text{ kp/cm}^2$$

Cuando se dé la simultaneidad de las dos situaciones, se tiene que:

$$\tau_H = G \cdot \tan \gamma = G \cdot \frac{u_1 + u_2}{T} = \tau_{H1} + 0,5 \cdot \tau_{H2}$$

$$\tau_H = G \cdot \frac{u_1}{T} + \frac{H_2}{2 \cdot a \cdot b}$$

Al tener dos direcciones de desplazamiento, se calcula en ambas:

$$\tau_{H, long} = 2,66 + 2,66 \cdot 0,5 = 3,99 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{H, trans} = 1,11 + 1,11 \cdot 0,5 = 1,665 \text{ kp/cm}^2$$

Cuando los desplazamientos y las fuerzas se produzcan al mismo tiempo según el eje del tablero y según la normal al eje del mismo, las tensiones tangenciales que se producen  $\tau_{Ha}$  en la dirección del eje del tablero y  $\tau_{Hb}$  según la normal al eje del tablero, se adicionan vectorialmente, es decir:

$$\tau_{H, tot} = \sqrt{\tau_{Ha}^2 + \tau_{Hb}^2} = \sqrt{\tau_{H, long}^2 + \tau_{H, trans}^2}$$

$$\tau_{H, tot} = \sqrt{3,99^2 + 1,665^2} = 4,32 \text{ kp/cm}^2$$

### Giros

Según la norma, cuando un zuncho gira con respecto a otro zuncho solidario con la misma capa de elastómero, la distribución de tensiones tangenciales es la que se indica en la siguiente imagen.

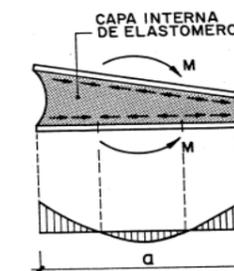


Imagen nº39: distribución de tensiones tangenciales por giro

La tensión tangencial máxima viene dada por la siguiente fórmula:

$$\tau_a = \frac{G}{2} \cdot \left(\frac{a}{t}\right)^2 \cdot \alpha_t$$

Donde  $\alpha_t$  es el giro total que debe absorber el apoyo expresado en radianes.

La rotación de un aparato de apoyo puede ser debida al funcionamiento de la estructura o también puede ser debido a un defecto de falta de paralelismo inicial entre el tablero y la pila o estribo.

Para un correcto valor de  $\alpha_t$  se tendrá en cuenta las posibles faltas de paralelismo entre el tablero y las pilas, tomándose  $\alpha_t = \alpha_0 + \alpha$ , donde  $\alpha$  es el valor obtenido en las tablas anteriores y  $\alpha_0$  se tomará como 3/1000 debido al tablero metálico.

Al tener dos direcciones de giro, se calculará para ambas:

$$\tau_{a,long} = \frac{12}{2} \cdot \left(\frac{200}{8}\right)^2 \cdot (2,137e^{-6} + 0,003) = 11,26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{a,trans} = \frac{12}{2} \cdot \left(\frac{200}{8}\right)^2 \cdot (0,002251 + 0,003) = 19,69 \text{ kp/cm}^2$$

Cuando las rotaciones se efectúen según el eje al normal del tablero y según el eje del tablero, las tensiones tangenciales se suman vectorialmente:

$$\tau_{a,tot} = \sqrt{11,26^2 + 19,69^2} = 22,68 \text{ kp/cm}^2$$

### Limitaciones y comprobaciones

- Limitaciones de la tensión tangencial

$$\tau = \tau_N + \tau_{H,tot} + \tau_{a,tot} \leq 5G$$

$$\tau_{H1,tot} \leq 0,50G$$

$$\tau_{H,tot} \leq 0,70G$$

$$\tau = 13,99 + 4,32 + 22,68 = 40,99 \text{ kp/cm}^2 \leq 5G = 60 \text{ kp/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

$$\tau_{H1,tot} = 2,66 + 1,11 = 3,77 \text{ kp/cm}^2 \leq 0,50G = 6 \text{ kp/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

$$\tau_{H,tot} = 4,32 \text{ kp/cm}^2 \leq 0,70G = 8,4 \text{ kp/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

- Limitación de la tensión media

$$\sigma_m \leq 150 \text{ kp/cm}^2$$

Teniendo:

$$\sigma_m = 77,45 \text{ kp/cm}^2 \leq 150 \text{ kp/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

- Condición de no desplazamiento del apoyo de su posición inicial

$$\sigma_m \geq 20 \text{ kp/cm}^2$$

$$H \leq f \cdot N$$

donde H es la fuerza horizontal concomitante de la carga vertical N.

El coeficiente de fuerza horizontal  $f$  tiene la siguiente expresión:

$$f = 0,10 + \frac{6}{\sigma_m} = 0,10 + \frac{6}{77,45} = 0,177$$

Por tanto:

$$\begin{aligned} \sigma_m &= 77,45 \text{ kp/cm}^2 \geq 20 \text{ kp/cm}^2 && \text{Cumple} \\ H_{long} &= 20,845 \cdot 101,97 = 2125,56 \text{ kp} \leq 0,177 \cdot 61.962,58 = 10.967,37 \text{ kp} && \text{Cumple} \\ H_{trans} &= 886,22 \text{ kp} \leq 0,177 \cdot 607,655 \cdot 101,97 = 10.967,37 \text{ kp} && \text{Cumple} \end{aligned}$$

- Condiciones de estabilidad

Se ha de verificar:

$$\frac{a}{10} \leq T \leq \frac{a}{5}$$

donde T es igual a 41 mm:

$$\frac{200}{10} = 20 \text{ mm} \leq T = 29 \text{ mm} \leq \frac{200}{5} = 40 \text{ mm} \quad \text{Cumple}$$

- Condición de no levantamiento

Esta condición asegura que no se produzca levantamiento entre el borde menos cargado del apoyo y el tablero.

$$\alpha_t = \frac{\alpha_T}{n} \leq \frac{3}{S} \cdot \frac{t^2}{a^2} \cdot \frac{\sigma_m}{G}$$

Por tanto:

$$\alpha_t = \frac{0,00300214}{3} = 0,001 \leq \frac{3}{8,3} \cdot \frac{8^2}{200^2} \cdot \frac{77,75}{12} = 0,00373 \text{ Cumple}$$

- Espesor de los zunchos

El espesor de los zunchos debe verificar la siguientes dos condiciones:

$$e \geq \frac{a}{s} \cdot \frac{\sigma_m}{\sigma_e} \text{ y } t \geq 2 \text{ mm}$$

Por tanto:

$$e = 3 \text{ mm} \geq \frac{200}{8,3} \cdot \frac{77,45}{2.600} = 0,72 \text{ mm} \quad \text{Cumple}$$

$$t = 8 \text{ mm} \geq 2 \text{ mm} \quad \text{Cumple}$$

Por tanto, una vez realizadas las comprobaciones y limitaciones para este zuncho, se verifica que es adecuado para este arco. Por ello se asume utilizar el neopreno zunchado Tipo Ax200x400x3(8+3) de espesor de goma de 29 mm y un espesor total de 41 mm.

- Para el Arco 2:

De los resultados obtenidos en las tablas anteriores, se tomarán los valores más altos de las combinaciones de acciones de ELS para el dimensionamiento de los aparatos de apoyo. Por tanto, se tiene que para el Arco 2:

Fuerza vertical máxima, $F_{v,max}$	380,963 kN
Fuerza vertical mínima, $F_{v,min}$	351,531 kN
Fuerza longitudinal máxima, $F_l$	16,031 kN
Fuerza transversal máxima, $F_t$	5,256 kN
Desplazamiento longitudinal, $d_L$	-0,007901 m
Desplazamiento transversal, $d_T$	0,002591 m
Giro alrededor del eje longitudinal, $\alpha_L$	-5,9e-05 rad
Giro alrededor del eje transversal, $\alpha_T$	0,002453 rad

Table nº24: valores a considerar del arco 2

Como en el caso anterior, bajo un esfuerzo vertical N, las tensiones tangenciales que aparecen en el plano de los zunchos son las siguientes:

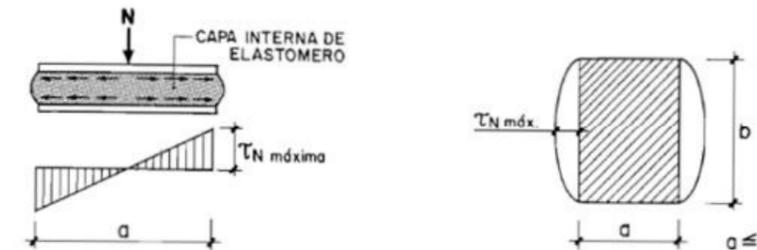


Imagen nº40: distribución de tensiones tangenciales en zunchos por carga vertical

Las tensiones tangenciales máximas donde se desarrollan normalmente las degradaciones son en el borde del zuncho en el punto medio de la cota mayor:

Se tiene que:

$$\tau_N = 1,50 \cdot \frac{\sigma_m}{S} \quad S = \frac{a \cdot b}{2 \cdot t \cdot (a+b)} \quad \sigma_m = \frac{N}{a \cdot b}$$

donde:

- o N: carga vertical actuante sobre apoyo
- o S: factor de forma de la capa de elastómero considerada
- o  $\sigma_m$ : tensión media
- o t: espesor de la goma

Por tanto:

$$S = \frac{200 \cdot 250}{2 \cdot 8 \cdot (200+250)} = 6,94 \quad \sigma_m = \frac{380,963 \cdot 101,97}{20 \cdot 25} = 77,69 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_N = 1,50 \cdot \frac{77,69}{6,94} = 16,79 \text{ kp/cm}^2$$

### Fuerzas y desplazamientos horizontales

La distribución de tensiones tangenciales es uniforme al nivel del plano de los zunchos, por lo que se pueden presentar dos casos:

- 1- La deformación  $u_1$  del apoyo es lenta y conocida, por lo que:

$$\tau_{H1} = G \cdot \tan \gamma_1 = G \cdot \frac{u_1}{T}$$

Al tener dos desplazamientos horizontales, el longitudinal y el transversal, se calcula en ambas:

$$\tau_{H1, \text{long}} = G \cdot \frac{u_1}{T} = 12 \cdot \frac{7,901}{29} = 3,27 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{H1, \text{trans}} = G \cdot \frac{u_1}{T} = 12 \cdot \frac{2,591}{29} = 1,072 \text{ kp/cm}^2$$

- 2- El apoyo está sometido a una fuerza horizontal instantánea  $H_2$ . En este caso, se considerará que el módulo de elasticidad transversal  $G$  instantáneo es el doble que el módulo de elasticidad transversal  $G$ .

$$\tau_{H2} = \frac{H_2}{a \cdot b} \quad u_2 = \frac{H_2}{2 \cdot G \cdot a \cdot b} \cdot T \quad tg \gamma_2 = \frac{u_2}{T} \quad tg \gamma_2 = \frac{\tau_{H2}}{2G}$$

Al tener dos direcciones de desplazamiento, se calcula en ambas:

$$\tau_{H2, \text{long}} = 3,27 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{H2, \text{trans}} = 1,072 \text{ kp/cm}^2$$

Cuando se dé la simultaneidad de las dos situaciones, se tiene que:

$$\tau_H = G \cdot \tan \gamma = G \cdot \frac{u_1 + u_2}{T} = \tau_{H1} + 0,5 \cdot \tau_{H2}$$

$$\tau_H = G \cdot \frac{u_1}{T} + \frac{H_2}{2 \cdot a \cdot b}$$

Al tener dos direcciones de desplazamiento, se calcula en ambas:

$$\tau_{H, \text{long}} = 3,27 + 3,27 \cdot 0,5 = 4,91 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{H, \text{trans}} = 1,072 + 1,072 \cdot 0,5 = 1,61 \text{ kp/cm}^2$$

Cuando los desplazamientos y las fuerzas se produzcan al mismo tiempo según el eje del tablero y según la normal al eje del mismo, se tiene:

$$\tau_{H, \text{tot}} = \sqrt{\tau_{Ha}^2 + \tau_{Hb}^2} = \sqrt{\tau_{H, \text{long}}^2 + \tau_{H, \text{trans}}^2}$$

$$\tau_{H, \text{tot}} = \sqrt{4,91^2 + 1,61^2} = 5,17 \text{ kp/cm}^2$$

### Giros

Según la norma, cuando un zuncho gira con respecto a otro zuncho solidario con la misma capa de elastómero, la distribución de tensiones tangenciales es la que se indica en la siguiente imagen.

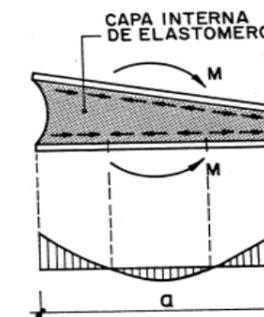


Imagen nº41: distribución de tensiones tangenciales en giro

La tensión tangencial máxima viene dada por la siguiente fórmula:

$$\tau_a = \frac{G}{2} \cdot \left(\frac{a}{t}\right)^2 \cdot \alpha_t$$

Donde  $\alpha_t$  es el giro total que debe absorber el apoyo expresado en radianes.

La rotación de un aparato de apoyo puede ser debida al funcionamiento de la estructura o también puede ser debido a un defecto de falta de paralelismo inicial entre el tablero y la pila o estribo.

Para un correcto valor de  $\alpha_t$  se tendrá en cuenta las posibles faltas de paralelismo entre el tablero y las pilas, tomándose  $\alpha_t = \alpha_0 + \alpha$ , donde  $\alpha$  es el valor obtenido en las tablas anteriores y  $\alpha_0$  se tomará como 3/1000 debido al tablero metálico.

Al tener dos direcciones de giro, se calculará para ambas:

$$\tau_{a,long} = \frac{12}{2} \cdot \left(\frac{200}{8}\right)^2 \cdot (0,000059 + 0,003) = 11,47 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{a,trans} = \frac{12}{2} \cdot \left(\frac{200}{8}\right)^2 \cdot (0,002453 + 0,003) = 20,44 \text{ kp/cm}^2$$

Cuando las rotaciones se efectúen según el eje al normal del tablero y según el eje del tablero, las tensiones tangenciales se suman vectorialmente:

$$\tau_{a,tot} = \sqrt{11,47^2 + 20,44^2} = 23,43 \text{ kp/cm}^2$$

#### Limitaciones y comprobaciones

- Limitaciones de la tensión tangencial

$$\tau = \tau_N + \tau_{H,tot} + \tau_{a,tot} \leq 5G$$

$$\tau_{H1,tot} \leq 0,50G$$

$$\tau_{H,tot} \leq 0,70G$$

$$\tau = 16,79 + 5,17 + 23,43 = 45,39 \text{ kp/cm}^2 \leq 5G = 60 \text{ kp/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

$$\tau_{H1,tot} = 3,27 + 1,072 = 4,342 \text{ kp/cm}^2 \leq 0,50G = 6 \text{ kp/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

$$\tau_{H,tot} = 5,17 \text{ kp/cm}^2 \leq 0,70G = 8,4 \text{ kp/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

- Limitación de la tensión media

$$\sigma_m \leq 150 \text{ kp/cm}^2$$

Teniendo:

$$\sigma_m = 77,69 \text{ kp/cm}^2 \leq 150 \text{ kp/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

- Condición de no desplazamiento del apoyo de su posición inicial

$$\sigma_m \geq 20 \text{ kp/cm}^2$$

$$H \leq f \cdot N$$

donde H es la fuerza horizontal concomitante de la carga vertical N.

El coeficiente de fuerza horizontal  $f$  tiene la siguiente expresión:

$$f = 0,10 + \frac{6}{\sigma_m} = 0,10 + \frac{6}{77,69} = 0,177$$

Por tanto:

$$\sigma_m = 77,69 \text{ kp/cm}^2 \geq 20 \text{ kp/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

$$H_{long} = 1.634,68 \text{ kp} \leq 0,177 \cdot 380,963 \cdot 101,97 = 6.875,8 \text{ kp} \quad \text{Cumple}$$

$$H_{trans} = 535,95 \text{ kp} \leq 0,177 \cdot 380,963 \cdot 101,97 = 6.875,8 \text{ kp} \quad \text{Cumple}$$

- Condiciones de estabilidad

Se ha de verificar:

$$\frac{a}{10} \leq T \leq \frac{a}{5}$$

donde T es igual a 41 mm:

$$\frac{200}{10} = 20 \text{ mm} \leq T = 29 \text{ mm} \leq \frac{200}{5} = 40 \text{ mm} \quad \text{Cumple}$$

- Condición de no levantamiento

Esta condición asegura que no se produzca levantamiento entre el borde menos cargado del apoyo y el tablero.

$$\alpha_t = \frac{\alpha_T}{n} \leq \frac{3}{S} \cdot \frac{t^2}{a^2} \cdot \frac{\sigma_m}{G}$$

Por tanto:

$$\alpha_t = \frac{0,003059}{3} = 0,00102 \leq \frac{3}{6,94} \cdot \frac{8^2}{200^2} \cdot \frac{77,69}{12} = 0,0044778 \quad \text{Cumple}$$

- Espesor de los zunchos

El espesor de los zunchos debe verificar la siguientes dos condiciones:

$$e \geq \frac{a}{s} \cdot \frac{\sigma_m}{\sigma_e} \quad \text{y} \quad t \geq 2 \text{ mm}$$

Por tanto:

$$e = 3 \text{ mm} \geq \frac{200}{6,94} \cdot \frac{77,69}{2.600} = 0,86 \text{ mm} \quad \text{Cumple}$$

$$t = 8 \text{ mm} \geq 2 \text{ mm} \quad \text{Cumple}$$

Por tanto, una vez realizadas las comprobaciones y limitaciones para este zuncho, se verifica que es adecuado para este arco. Por ello se asume utilizar el neopreno zunchado Tipo Ax200x250x3(8+3) de espesor de goma de 29 mm y un espesor total de 41 mm.

- Para el Arco 3:

De los resultados obtenidos en las tablas anteriores, se tomarán los valores más altos de las combinaciones de acciones de ELS para el dimensionamiento de los aparatos de apoyo. Por tanto, se tiene que para el Arco 3:

Fuerza vertical máxima, $F_{v,max}$	272,668 kN
Fuerza vertical mínima, $F_{v,min}$	27,967 kN
Fuerza longitudinal máxima, $F_l$	12,28 kN
Fuerza transversal máxima, $F_t$	4,061 kN
Desplazamiento longitudinal, $d_L$	0,004383 m
Desplazamiento transversal, $d_T$	0,001449 m
Giro alrededor del eje longitudinal, $\alpha_L$	0,000017 rad
Giro alrededor del eje transversal, $\alpha_T$	0,002016 rad

Table nº25: valores a considerar del arco 6

Como en el caso anterior, bajo un esfuerzo vertical N, las tensiones tangenciales que aparecen en el plano de los zunchos son las siguientes:

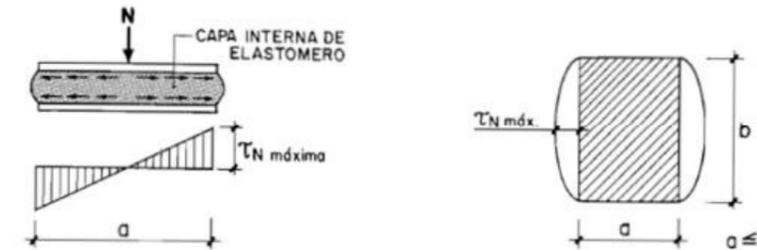


Imagen nº42: distribución de tensiones tangenciales en zunchos por carga vertical

Las tensiones tangenciales máximas donde se desarrollan normalmente las degradaciones son en el borde del zuncho en el punto medio de la cota mayor:

Se tiene que:

$$\tau_N = 1,50 \cdot \frac{\sigma_m}{S} \quad S = \frac{a \cdot b}{2 \cdot t \cdot (a+b)} \quad \sigma_m = \frac{N}{a \cdot b}$$

donde:

- N: carga vertical actuante sobre apoyo
- S: factor de forma de la capa de elastómero considerada
- $\sigma_m$ : tensión media
- t: espesor de la goma

Por tanto:

$$S = \frac{200 \cdot 250}{2 \cdot 8 \cdot (200+250)} = 6,94 \quad \sigma_m = \frac{272,668 \cdot 101,97}{20 \cdot 25} = 55,61 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_N = 1,50 \cdot \frac{55,61}{6,94} = 12,02 \text{ kp/cm}^2$$

#### Fuerzas y desplazamientos horizontales

La distribución de tensiones tangenciales es uniforme al nivel del plano de los zunchos, por lo que se pueden presentar dos casos:

1- La deformación  $u_1$  del apoyo es lenta y conocida, por lo que:

$$\tau_{H1} = G \cdot \tan \gamma_1 = G \cdot \frac{u_1}{T}$$

Al tener dos desplazamientos horizontales, el longitudinal y el transversal, se calcula en ambas:

$$\tau_{H1, long} = G \cdot \frac{u_1}{T} = 12 \cdot \frac{4,383}{21} = 2,504 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{H1, trans} = G \cdot \frac{u_1}{T} = 12 \cdot \frac{1,449}{21} = 0,828 \text{ kp/cm}^2$$

2- El apoyo está sometido a una fuerza horizontal instantánea  $H_2$ . En este caso, se considerará que el módulo de elasticidad transversal  $G$  instantáneo es el doble que el módulo de elasticidad transversal  $G$ .

$$\tau_{H2} = \frac{H_2}{a \cdot b} \quad u_2 = \frac{H_2}{2 \cdot G \cdot a \cdot b} \cdot T \quad tg \gamma_2 = \frac{u_2}{T} \quad tg \gamma_2 = \frac{\tau_{H2}}{2G}$$

Al tener dos direcciones de desplazamiento, se calcula en ambas:

$$\tau_{H2, long} = \frac{12,28 \cdot 101,97}{20 \cdot 25} = 2,504 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{H2, trans} = 4,06 \cdot \frac{101,97}{20 \cdot 25} = 0,828 \text{ kp/cm}^2$$

Cuando se dé la simultaneidad de las dos situaciones, se tiene que:

$$\tau_H = G \cdot \tan \gamma = G \cdot \frac{u_1 + u_2}{T} = \tau_{H1} + 0,5 \cdot \tau_{H2}$$

$$\tau_H = G \cdot \frac{u_1}{T} + \frac{H_2}{2 \cdot a \cdot b}$$

- Al tener dos direcciones de desplazamiento, se calcula en ambas:

$$\tau_{H, long} = 2,504 + 2,504 \cdot 0,5 = 3,756 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{H, trans} = 0,828 + 0,828 \cdot 0,5 = 1,242 \text{ kp/cm}^2$$

Cuando los desplazamientos y las fuerzas se produzcan al mismo tiempo según el eje del tablero y según la normal al eje del mismo, se tiene:

$$\tau_{H, tot} = \sqrt{\tau_{Ha}^2 + \tau_{Hb}^2} = \sqrt{\tau_{H, long}^2 + \tau_{H, trans}^2}$$

$$\tau_{H, tot} = \sqrt{3,756^2 + 1,242^2} = 3,96 \text{ kp/cm}^2$$

### Giros

Según la norma, cuando un zuncho gira con respecto a otro zuncho solidario con la misma capa de elastómero, la distribución de tensiones tangenciales es la que se indica en la siguiente imagen.

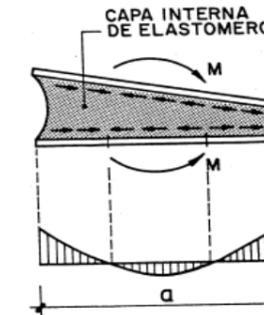


Imagen n°43: distribución de tensiones tangenciales en giro

La tensión tangencial máxima viene dada por la siguiente fórmula:

$$\tau_a = \frac{G}{2} \cdot \left(\frac{a}{t}\right)^2 \cdot \alpha_t$$

Donde  $\alpha_t$  es el giro total que debe absorber el apoyo expresado en radianes.

La rotación de un aparato de apoyo puede ser debida al funcionamiento de la estructura o también puede ser debido a un defecto de falta de paralelismo inicial entre el tablero y la pila o estribo.

Para un correcto valor de  $\alpha_t$  se tendrá en cuenta las posibles faltas de paralelismo entre el tablero y las pilas, tomándose  $\alpha_t = \alpha_0 + \alpha$ , donde  $\alpha$  es el valor obtenido en las tablas anteriores y  $\alpha_0$  se tomará como 3/1000 debido al tablero metálico.

Al tener dos direcciones de giro, se calculará para ambas:

$$\tau_{a, long} = \frac{12}{2} \cdot \left(\frac{200}{8}\right)^2 \cdot (0,000017 + 0,003) = 11,31 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{a,trans} = \frac{12}{2} \cdot \left(\frac{200}{8}\right)^2 \cdot (0,002016 + 0,003) = 18,81 \text{ kp/cm}^2$$

Cuando las rotaciones se efectúen según el eje al normal del tablero y según el eje del tablero, las tensiones tangenciales se suman vectorialmente:

$$\tau_{a,tot} = \sqrt{11,31^2 + 18,18^2} = 21,95 \text{ kp/cm}^2$$

### Limitaciones y comprobaciones

- Limitaciones de la tensión tangencial

$$\tau = \tau_N + \tau_{H,tot} + \tau_{a,tot} \leq 5G$$

$$\tau_{H1,tot} \leq 0,50G$$

$$\tau_{H,tot} \leq 0,70G$$

$$\tau = 12,02 + 3,96 + 21,95 = 37,93 \text{ kp/cm}^2 \leq 5G = 60 \text{ kp/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

$$\tau_{H1,tot} = 2,504 + 0,828 = 3,33 \leq 0,50G = 6 \text{ kp/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

$$\tau_{H,tot} = 3,96 \text{ kp/cm}^2 \leq 0,70G = 8,4 \text{ kp/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

- Limitación de la tensión media

$$\sigma_m \leq 150 \text{ kp/cm}^2$$

Teniendo:

$$\sigma_m = 57,15 \text{ kp/cm}^2 \leq 150 \text{ kp/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

- Condición de no desplazamiento del apoyo de su posición inicial

$$\sigma_m \geq 20 \text{ kp/cm}^2$$

$$H \leq f \cdot N$$

donde H es la fuerza horizontal concomitante de la carga vertical N.

El coeficiente de fuerza horizontal f tiene la siguiente expresión:

$$f = 0,10 + \frac{6}{\sigma_m} = 0,10 + \frac{6}{55,61} = 0,208$$

Por tanto:

$$\begin{aligned} \sigma_m &= 57,15 \text{ kp/cm}^2 \geq 20 \text{ kp/cm}^2 && \text{Cumple} \\ H_{long} &= 1.252,19 \text{ kp} \leq 0,208 \cdot 272,668 \cdot 101,97 = 5.783,22 \text{ kp} && \text{Cumple} \\ H_{trans} &= 413,99 \text{ kp} \leq 0,208 \cdot 272,668 \cdot 101,97 = 5.783,22 \text{ kp} && \text{Cumple} \end{aligned}$$

- Condiciones de estabilidad

Se ha de verificar:

$$\frac{a}{10} \leq T \leq \frac{a}{5}$$

donde T es igual a 41 mm:

$$\frac{200}{10} = 20 \text{ mm} \leq T = 29 \text{ mm} \leq \frac{200}{5} = 40 \text{ mm} \quad \text{Cumple}$$

- Condición de no levantamiento

Esta condición asegura que no se produzca levantamiento entre el borde menos cargado del apoyo y el tablero.

$$\alpha_t = \frac{\alpha_T}{n} \leq \frac{3}{S} \cdot \frac{t^2}{a^2} \cdot \frac{\sigma_m}{G}$$

Por tanto:

$$\alpha_t = \frac{0,003017}{2} = 0,0015 \leq \frac{3}{6,94} \cdot \frac{8^2}{200^2} \cdot \frac{55,61}{12} = 0,003205 \quad \text{Cumple}$$

- Espesor de los zunchos

El espesor de los zunchos debe verificar la siguientes dos condiciones:

$$e \geq \frac{a}{s} \cdot \frac{\sigma_m}{\sigma_e} \text{ y } t \geq 2 \text{ mm}$$

Por tanto:

$$e = 3 \text{ mm} \geq \frac{200}{6,94} \cdot \frac{55,61}{2.600} = 0,616 \text{ mm} \quad \text{Cumple}$$

$$t = 8 \text{ mm} \geq 2 \text{ mm} \quad \text{Cumple}$$

Por tanto, una vez realizadas las comprobaciones y limitaciones para este zuncho, se verifica que es adecuado para este arco. Por ello se asume utilizar el neopreno zunchado Tipo Ax200x250x2(8+3) de espesor de goma de 21 mm y un espesor total de 30 mm.

- Para el Arco 4:

De los resultados obtenidos en las tablas anteriores, se tomarán los valores más altos de las combinaciones de acciones de ELS para el dimensionamiento de los aparatos de apoyo. Por tanto, se tiene que para el Arco 4:

Fuerza vertical máxima, $F_{v,max}$	187,344 kN
Fuerza vertical mínima, $F_{v,min}$	172,001 kN
Fuerza longitudinal máxima, $F_l$	8,554 kN
Fuerza transversal máxima, $F_t$	2,535 kN
Desplazamiento longitudinal, $d_L$	0,004846 m
Desplazamiento transversal, $d_T$	0,001436 m
Giro alrededor del eje longitudinal, $\alpha_L$	-0,000032 rad
Giro alrededor del eje transversal, $\alpha_T$	0,00174 rad

Table nº26: valores a considerar del arco 4

Como en el caso anterior, bajo un esfuerzo vertical N, las tensiones tangenciales que aparecen en el plano de los zunchos son las siguientes:

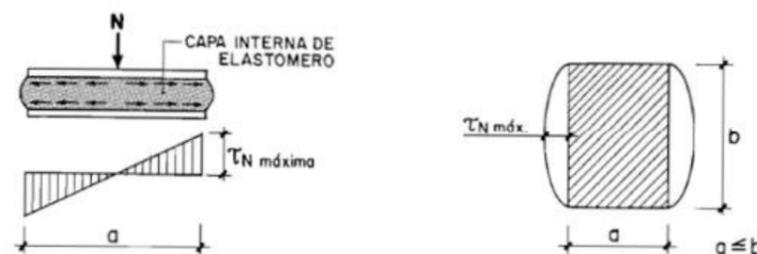


Imagen nº44: distribución de tensiones tangenciales en zunchos por carga vertical

Las tensiones tangenciales máximas donde se desarrollan normalmente las degradaciones son en el borde del zuncho en el punto medio de la cota mayor:

Se tiene que:

$$\tau_N = 1,50 \cdot \frac{\sigma_m}{S} \quad S = \frac{a \cdot b}{2 \cdot t \cdot (a+b)} \quad \sigma_m = \frac{N}{a \cdot b}$$

donde:

- N: carga vertical actuante sobre apoyo
- S: factor de forma de la capa de elastómero considerada
- $\sigma_m$ : tensión media
- t: espesor de la goma

Por tanto:

$$S = \frac{150 \cdot 200}{2 \cdot 5 \cdot (150+200)} = 8,57 \quad \sigma_m = \frac{187,344 \cdot 101,97}{15 \cdot 20} = 63,67 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_N = 1,50 \cdot \frac{63,67}{8,57} = 7,43 \text{ kp/cm}^2$$

### Fuerzas y desplazamientos horizontales

La distribución de tensiones tangenciales es uniforme al nivel del plano de los zunchos, por lo que se pueden presentar dos casos:

1- La deformación  $u_1$  del apoyo es lenta y conocida, por lo que:

$$\tau_{H1} = G \cdot \tan \gamma_1 = G \cdot \frac{u_1}{T}$$

Al tener dos desplazamientos horizontales, el longitudinal y el transversal, se calcula en ambas:

$$\tau_{H1,long} = G \cdot \frac{u_1}{T} = 12 \cdot \frac{4,846}{20} = 2,91 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{H1,trans} = G \cdot \frac{u_1}{T} = 12 \cdot \frac{1,436}{20} = 0,86 \text{ kp/cm}^2$$

- 2- El apoyo está sometido a una fuerza horizontal instantánea  $H_2$ . En este caso, se considerará que el módulo de elasticidad transversal  $G$  instantáneo es el doble que el módulo de elasticidad transversal  $G$ .

$$\tau_{H2} = \frac{H_2}{a \cdot b} \quad u_2 = \frac{H_2}{2 \cdot G \cdot a \cdot b} \cdot T \quad tg\gamma_2 = \frac{u_2}{T} \quad tg\gamma_2 = \frac{\tau_{H2}}{2G}$$

Al tener dos direcciones de desplazamiento, se calcula en ambas:

$$\tau_{H2, long} = \frac{8,554 \cdot 101,97}{15 \cdot 20} = 2,91 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{H2, trans} = \frac{2,535 \cdot 101,97}{15 \cdot 20} = 0,86 \text{ kp/cm}^2$$

Cuando se dé la simultaneidad de las dos situaciones, se tiene que:

$$\tau_H = G \cdot \tan\gamma = G \cdot \frac{u_1 + u_2}{T} = \tau_{H1} + 0,5 \cdot \tau_{H2}$$

$$\tau_H = G \cdot \frac{u_1}{T} + \frac{H_2}{2 \cdot a \cdot b}$$

Al tener dos direcciones de desplazamiento, se calcula en ambas:

$$\tau_{H, long} = 2,91 + 2,91 \cdot 0,5 = 4,365 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{H, trans} = 0,86 + 0,86 \cdot 0,5 = 1,29 \text{ kp/cm}^2$$

Cuando los desplazamientos y las fuerzas se produzcan al mismo tiempo según el eje del tablero y según la normal al eje del mismo, se tiene:

$$\tau_{H, tot} = \sqrt{\tau_{Ha}^2 + \tau_{Hb}^2} = \sqrt{\tau_{H, long}^2 + \tau_{H, trans}^2}$$

$$\tau_{H, tot} = \sqrt{4,365^2 + 1,29^2} = 4,55 \text{ kp/cm}^2$$

### Giros

Según la norma, cuando un zuncho gira con respecto a otro zuncho solidario con la misma capa de elastómero, la distribución de tensiones tangenciales es la que se indica en la siguiente imagen.

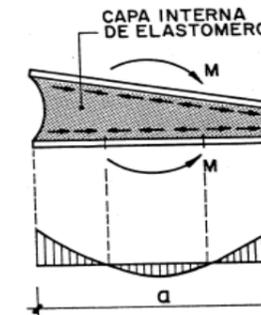


Imagen nº45: distribución de tensiones tangenciales por giro

La tensión tangencial máxima viene dada por la siguiente fórmula:

$$\tau_a = \frac{G}{2} \cdot \left(\frac{a}{t}\right)^2 \cdot \alpha_t$$

Donde  $\alpha_t$  es el giro total que debe absorber el apoyo expresado en radianes.

La rotación de un aparato de apoyo puede ser debida al funcionamiento de la estructura o también puede ser debido a un defecto de falta de paralelismo inicial entre el tablero y la pila o estribo.

Para un correcto valor de  $\alpha_t$  se tendrá en cuenta las posibles faltas de paralelismo entre el tablero y las pilas, tomándose  $\alpha_t = \alpha_0 + \alpha$ , donde  $\alpha$  es el valor obtenido en las tablas anteriores y  $\alpha_0$  se tomará como 3/1000 debido al tablero metálico.

Al tener dos direcciones de giro, se calculará para ambas:

$$\tau_{a, long} = \frac{12}{2} \cdot \left(\frac{150}{5}\right)^2 \cdot (0,000032 + 0,003) = 16,37 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{a, trans} = \frac{12}{2} \cdot \left(\frac{150}{5}\right)^2 \cdot (0,00174 + 0,003) = 25,6 \text{ kp/cm}^2$$

Cuando las rotaciones se efectúen según el eje al normal del tablero y según el eje del tablero, las tensiones tangenciales se suman vectorialmente:

$$\tau_{a, tot} = \sqrt{16,37^2 + 25,6^2} = 30,38 \text{ kp/cm}^2$$

### Limitaciones y comprobaciones

- Limitaciones de la tensión tangencial

$$\tau = \tau_N + \tau_{H,tot} + \tau_{a,tot} \leq 5G$$

$$\tau_{H1,tot} \leq 0,50G$$

$$\tau_{H,tot} \leq 0,70G$$

$$\tau = 7,43 + 4,55 + 30,38 = 42,36 \text{ kp/cm}^2 \leq 5G = 60 \text{ kp/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

$$\tau_{H1,tot} = 2,91 + 0,86 = 3,77 \leq 0,50G = 6 \text{ kp/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

$$\tau_{H,tot} = 4,55 \text{ kp/cm}^2 \leq 0,70G = 8,4 \text{ kp/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

- Limitación de la tensión media

$$\sigma_m \leq 150 \text{ kp/cm}^2$$

Teniendo:

$$\sigma_m = 63,67 \text{ kp/cm}^2 \leq 150 \text{ kp/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

- Condición de no desplazamiento del apoyo de su posición inicial

$$\sigma_m \geq 20 \text{ kp/cm}^2$$

$$H \leq f \cdot N$$

donde H es la fuerza horizontal concomitante de la carga vertical N.

El coeficiente de fuerza horizontal  $f$  tiene la siguiente expresión:

$$f = 0,10 + \frac{6}{\sigma_m} = 0,10 + \frac{6}{63,67} = 0,194$$

Por tanto:

$$\begin{aligned} \sigma_m &= 63,67 \text{ kp/cm}^2 \geq 20 \text{ kp/cm}^2 && \text{Cumple} \\ H_{long} &= 872,25 \text{ kp} \leq 0,194 \cdot 187,344 \cdot 101,97 = 3.706,07 \text{ kp} && \text{Cumple} \\ H_{trans} &= 258,49 \text{ kp} \leq 0,194 \cdot 187,344 \cdot 101,97 = 3.706,07 \text{ kp} && \text{Cumple} \end{aligned}$$

- Condiciones de estabilidad

Se ha de verificar:

$$\frac{a}{10} \leq T \leq \frac{a}{5}$$

donde T es igual a 41 mm:

$$\frac{150}{10} = 15 \text{ mm} \leq T = 41 \text{ mm} \leq \frac{150}{5} = 30 \text{ mm} \quad \text{Cumple}$$

- Condición de no levantamiento

Esta condición asegura que no se produzca levantamiento entre el borde menos cargado del apoyo y el tablero.

$$\alpha_t = \frac{\alpha_T}{n} \leq \frac{3}{S} \cdot \frac{t^2}{a^2} \cdot \frac{\sigma_m}{G}$$

Por tanto:

$$\alpha_t = \frac{0,003032}{3} = 0,00101 \leq \frac{3}{7,43} \cdot \frac{5^2}{150^2} \cdot \frac{63,67}{12} = 0,00238 \quad \text{Cumple}$$

- Espesor de los zunchos

El espesor de los zunchos debe verificar la siguientes dos condiciones:

$$e \geq \frac{a}{s} \cdot \frac{\sigma_m}{\sigma_e} \text{ y } t \geq 2 \text{ mm}$$

Por tanto:

$$e = 3 \text{ mm} \geq \frac{150}{7,43} \cdot \frac{63,67}{2.600} = 0,49 \text{ mm} \quad \text{Cumple}$$

$$t = 5 \text{ mm} \geq 2 \text{ mm} \quad \text{Cumple}$$

Por tanto, una vez realizadas las comprobaciones y limitaciones para este zuncho, se verifica que es adecuado para este arco. Por ello se asume utilizar el neopreno zunchado Tipo Ax150x250x3(5+3) de espesor de goma de 20 mm y un espesor total de 32 mm.

A modo resumen, se proporciona una tabla donde se refleja cada uno de los aparatos de apoyos que se han verificado en este apartado.

Arco 1	Arco 2	Arco 3	Arco 4
Tipo A 200x400x3(8+3)	Tipo A 200x250x3(8+3)	Tipo A 200x250x2(8+3)	Tipo A 150x200x3(5+3)

Tabla nº27: neoprenos zunchados para cada arco

## 10.- Cimentaciones

En este apartado, se va a llevar a cabo la comprobación de las cimentaciones de la pasarela, centrándose exclusivamente en la verificación del hundimiento de la estructura, con el objetivo de no extender demasiado el alcance del presente trabajo.

Como se ha mencionado previamente, la empresa SEG S.L realizó un Estudio geológico y geotécnico en el mismo emplazamiento ya que se iba a construir una pasarela, la cual nunca se llegó a ejecutar. Por ello, se ha optado por la utilización de las cimentaciones de dicha pasarela para la pasarela objeto de este proyecto.

Las comprobaciones a realizar seguirán la metodología de la "Guía de cimentaciones en obras de carretera" (GCOC) de la Dirección General del Ministerio de Fomento, actual Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

Cada apoyo que necesita la pasarela estará dispuesto por una cabeza de pila con dos pilas en su mayoría y un encepado para ambas, el cual transmitirá las cargas a varios pilotes. El número de pilotes dependerá del número de pilas que haya en el apoyo.

Para este caso, se ha decidido que, al existir dos pilas y dos pilotes, se calculará como pilotes individuales que ya cada pilar transmite su carga al pilote.

Según la Guía de cimentaciones en obras de carretera, los pilotes aislados suelen tener una gran capacidad de portante que prolonga la estructura de la pila de apoyo dentro del terreno, hasta la profundidad requerida. Se tratarán de pilotes por fuste, ya que, como se ha visto en el Anejo de Geología y Geotecnia, se carece de un estrato claramente más resistente que los demás. Por tanto, el pilote transmite la carga al terreno mediante paulatinamente con la profundidad.

Las pilas serán de sección circular y de altura variada, en función de la posición del apoyo de la pasarela. En su mayoría, habrá dos pilas por apoyo, salvo en dos cambios de dirección donde se dispondrá de cuatro pilas y de tres en la otra. Cada encepado tendrá el mismo número de pilas que pilotes.

Como se ha mencionado previamente en el Anejo de Geología y Geotecnia, la empresa que ha realizado los ensayos y ha tomado las muestras (SEG S.L.), ha decidido realizar las cimentaciones profundas con el método basado en el SPT, se seguirá este método para la comprobación de los pilotes.

La GCOC explica el método basado del SPT en su apartado 5.10.2.1, donde señala que este método es de aplicación en terrenos cuyo contenido en finos no exceda al 15 % y que no contenga elementos gruesos.

Los sondeos realizados por la empresa SEG S.L. son hasta la profundidad de 20 m respecto del terreno transitable. En este caso se ha decidido realizar pilotes de 23 m de profundidad y de 1,5 m de diámetro.

Se va a considerar los datos obtenidos en el sondeos S-0+310 como datos generales ya que estos no distan de los datos obtenidos en el sondeo S-0+420.

Además, con la versión V22.2 del software de cálculo SAP 2000, se puede añadir la estratigrafía del terreno que se tenga.

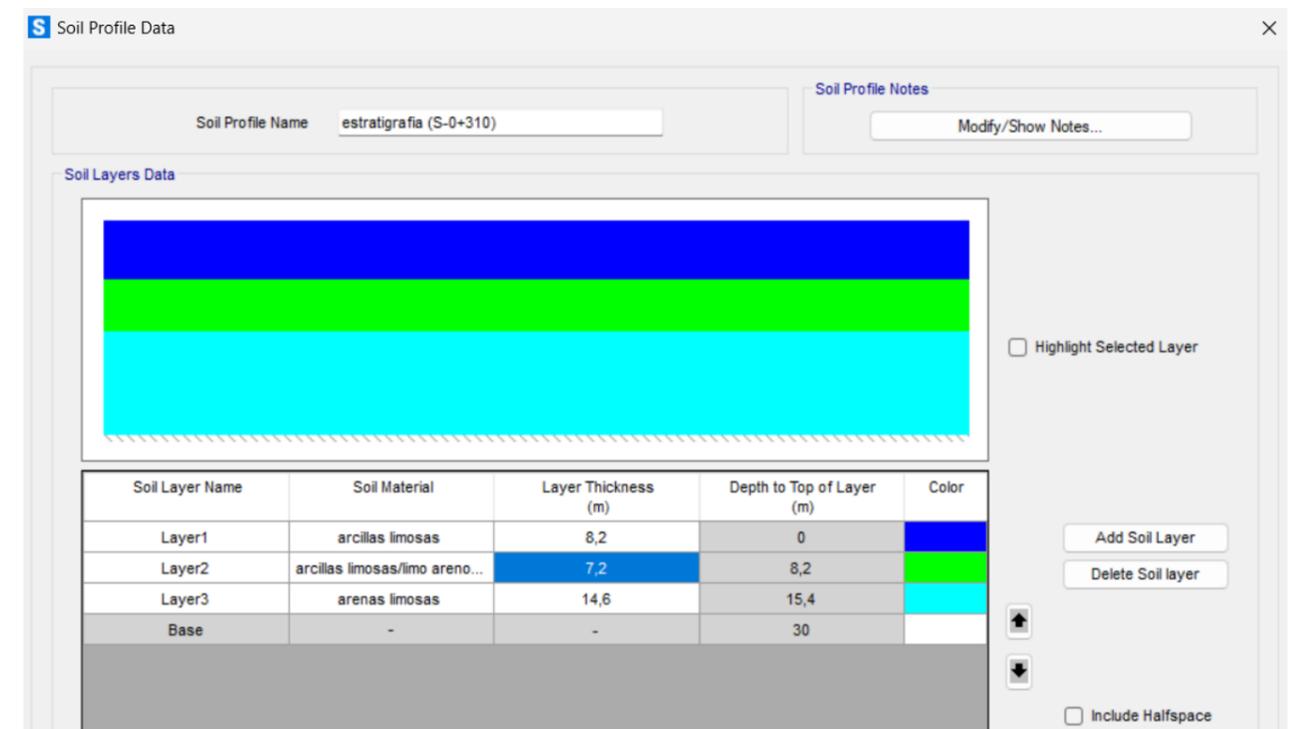


Imagen nº46: Estratigrafía en SAP 2000

Como se puede observar, existen tres estratos y sus características y espesores coinciden con los del anejo nº2 de este proyecto. Además, se ha supuesto que el último estrato llega hasta los 30 m de profundidad.

A continuación, se procede a la obtención de la carga admisible del terreno para un pilote de 23 m y de 1,5 m de diámetro:

- Resistencia por fuste:

o Suelo cohesivos

$$\tau_{fh} = \frac{C_u \cdot P_0}{C_u \cdot P_0}$$

▪ Primer estrato: arcillas limosas, consistencia baja-media (-1,80 a -10,0 m):

$$C_u = 50 \text{ kPa}$$
$$P_0 = 100 \text{ kPa}$$

$$\tau_{fh} = \frac{50 \cdot 100}{50 + 150} = 33,33 \text{ kPa}$$

▪ Segundo estrato: arcillas limosas, consistencia media, intercalaciones limo-arenosas densidad media (-10,0 a -17,2 m):

$$C_u = 55 \text{ kPa}$$
$$P_0 = 100 \text{ kPa}$$

$$\tau_{fh} = \frac{55 \cdot 100}{55 + 150} = 35,48 \text{ kPa}$$

o Suelos granulares

$$\tau_{fh} = 2 \cdot N_{30} \leq 90 \text{ kPa}$$

▪ Tercer estrato: Arenas limosas(-17,2 a -20,0 m):

$$N_{30} = 30 \text{ golpes}$$

$$\tau_{fh} = 2 \cdot 30 = 60 \text{ kPa} \leq 90 \text{ kPa}$$

- Resistencia por punta:

o Suelos granulares:

$$\sigma_{fh} = \alpha \cdot N_{30} \cdot f_d$$

▪ Tercer estrato: Arenas limosas(-17,2 a -20,0 m):

$$N_{30} = 30 \text{ golpes}$$

$$\alpha = 0,1 \text{ MPa}. D_{50} < 0,2 \text{ mm}$$

$$f_d = 1 - \frac{1}{3} \cdot D = 1 - \frac{1}{3} \cdot 1,5 = 0,5$$

$$\sigma_{fh} = 0,1 \cdot 30 \cdot 0,5 = 1,5 \text{ MPa} = 1.500 \text{ kPa}$$

La expresión de la carga admisible del terreno de un pilote individual es la siguiente:

$$Q_{adm} = \frac{\frac{\sigma_{ph} \cdot \pi \cdot \phi_p^2}{4} + \sum_i \tau_{ph} \cdot L_i \cdot \pi \cdot \phi_p}{FS}$$

Resolviéndose de la siguiente manera:

$$Q_{adm} = \frac{\frac{1.500 \cdot \pi \cdot 1,5^2}{4} + 33,33 \cdot 8,2 \cdot \pi \cdot 1,5 + 35,48 \cdot 7,6 \cdot \pi \cdot 1,5}{2,5} = 2.916,62 \text{ kN}$$

También se ha realizado un modelo de la estructura completa de la pasarela en SAP 2000 para obtener la mayor reacción vertical para los mismo casos de carga que se han descrito previamente.

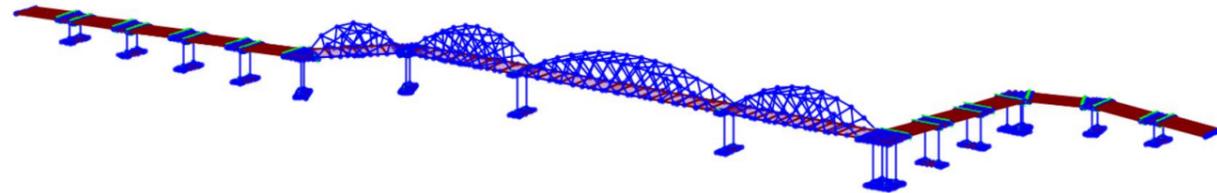


Imagen nº47: modelo completo en SAP 2000

Realizando un análisis de todos los casos carga, se ha obtenido que el punto más cargado pertenece al pilar del apoyo del Arco 1 y Arco 2, los dos arcos de la derecha de la imagen.

Dicho punto resiste una carga vertical de unos 1.809 kN. Por tanto, como se ha verificado en esta breve comprobación, un pilote de 1,5 m de diámetro y 23 m de profundidad resiste mayor la carga vertical que se produce en el modelo.

A continuación, se muestra un modelo de la pasarela a la cual se le ha añadido la cimentación profunda, la cual será la misma para todos los apoyos.

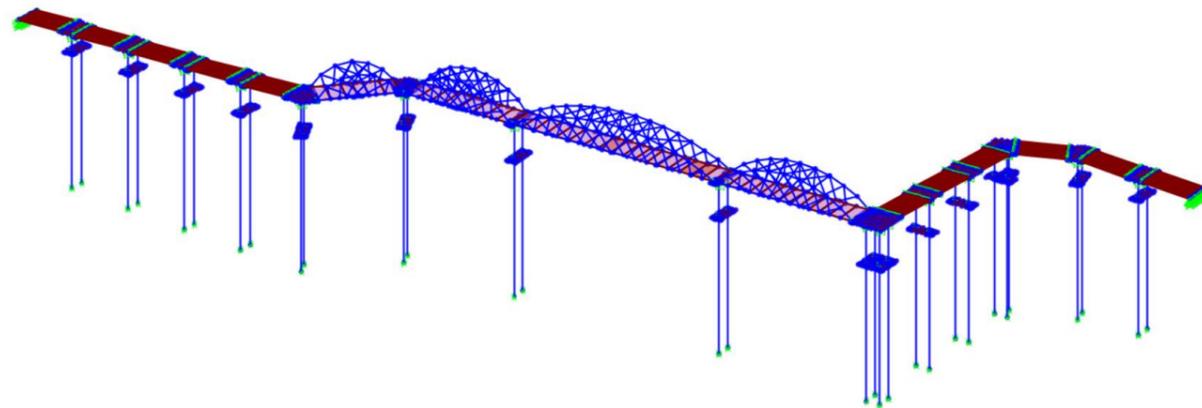


Imagen nº48: modelo completo con cimentaciones profundas en SAP 2000

Como se ha mencionado previamente, las rampas serán placas alveolares de la empresa que opte la constructora. En este caso, se ha optado por el catálogo de la empresa *HORMIPRESA*, de donde se ha seleccionado una losa prefabricado tipo *E4007* de 40 cm de espesor, ya que:

- Peso de la placa: 4,38 kN/ m<sup>2</sup>
- Ancho total de la placa 5 m
- Sobrecarga de uso de 5 kN/ m<sup>2</sup>
- Largo de la placa de 9 m

$$q = 4,38 \cdot 1,3 + 1,5 \cdot 5 = 13,2 \text{ kN/ m}^2$$

$$Q = 13,2 \cdot 9 = 118,8 \text{ kN/ m}$$

$$M = \frac{Q \cdot l^2}{8} = \frac{118,8 \cdot 5^2}{8} = 371,25 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

El momento último de la placa alveolar *E4007* es de 413,16 m·kN/m, por tanto, resulta adecuada como rampas de acceso a la pasarela ciclopeatonal.



## **ANEJO N°5: EQUIPAMIENTOS**

---



## ÍNDICE

<b>1.- Objetivo.....</b>	<b>1</b>
<b>2.- Barandilla .....</b>	<b>1</b>
<b>2.1.- Diseño .....</b>	<b>1</b>
<b>2.2.- Comprobación .....</b>	<b>1</b>
<b>2.2.1.- Comprobación montante .....</b>	<b>1</b>
<b>2.2.2.- Comprobación del pasamanos .....</b>	<b>2</b>
<b>3.- Pavimento .....</b>	<b>2</b>
<b>4.- Iluminación .....</b>	<b>2</b>
<b>5.- Sistema de drenaje .....</b>	<b>3</b>

## 1.- Objetivo

Este apartado tiene por objetivo la definición de los elementos estructurales que no forman parte del cuerpo resistente de la pasarela ciclopeatonal, sin embargo, son necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, cumpliendo los requisitos mínimos de confort, durabilidad y seguridad.

A continuación, sin desarrollar un estudio de soluciones, se procede a mostrar los equipamientos seleccionados. Los principales aspectos de estos equipamientos es que sea durables, seguros y sean cómodos para los usuarios, sin tener un sobre coste de mantenimiento elevado.

## 2.- Barandilla

### 2.1.- Diseño

Para el diseño de la barandilla se busca la integración de su estética con la estética de la propia pasarela, se busca una barandilla que sea agradable a la vista y que tenga aspecto moderno. Por ello, se ha diseñado una barandilla con un cordón superior y barras tubulares de menor tamaño dispuestos paralelas entre sí y al cordón superior. El espaciado entre los cordones no debe suponer una barrera al viento y tampoco visual pero no debe permitir el paso de niños. Además, el montante tendrá una curvatura en forma de "C" para que los niños no puedan treparla, ya que tiende a tener una trayectoria hacia el interior de la pasarela.

El diseño de la barandilla es la siguiente:

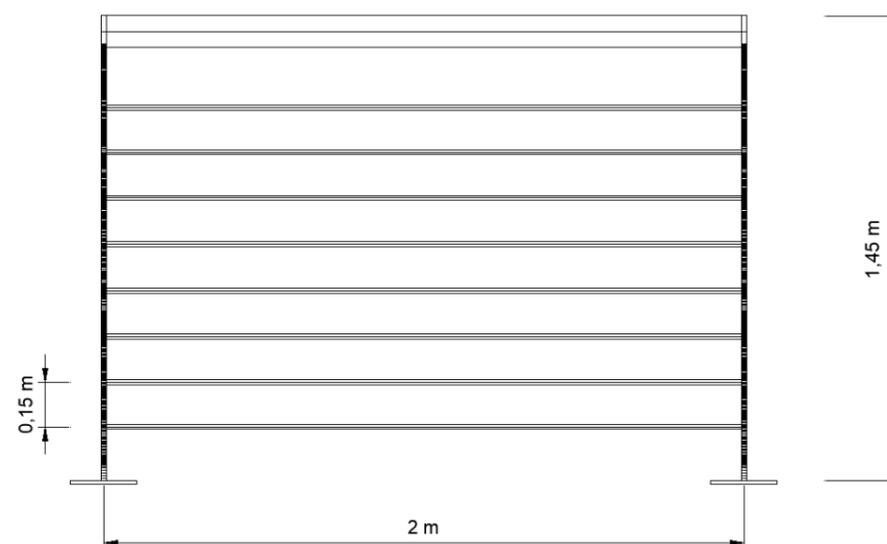


Imagen nº1: Dimensiones de la barandilla

El material de la barandilla es de acero inoxidable y cuenta con un diámetro de 0,05 m para el cordón superior, con un diámetro de 0,015 m para las barras tubulares intermedios. La barandilla cuenta con una altura de 1,45 m y con una separación entre montantes de 2 m.

La barandilla cuenta con barras tubulares separadas cada . El peso aproximado se ha considerado como 1,5 kN/m en cada lado en sentido longitudinal del tablero.

### 2.2.- Comprobación

Como se especifica en la norma EN 1317-6, se debe comprobar la actuación de una fuerza de 1,5 kN/m sobre el eje horizontal, de interior a exterior, del pasamanos.

#### 2.2.1.- Comprobación montante

Se procede a calcular el momentos flector que debe resistir la sección del empotramiento del montane. La separación entre montantes es de 2 m, teniendo una altura de 1,45 m y se conoce la carga aplicada, el momento flector, mayorado por un coeficiente de 1,5, que soporta la unión barandilla-tablero es:

$$M_{Ed} = 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1,45 = 6,525 \text{ kN/m}$$

La tensión en la base del montante debe ser inferior a la tensión del acero seleccionado:

$$\sigma_{Ed} = \frac{M_{Ed} \cdot h}{I}$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 200 \cdot 200^3 = 1,33e^8 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_{Ed} = \frac{6,525e6 \cdot 200}{1,33e^8} = 9,81 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{Mo}} = \frac{235}{1,05} = 223,81 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{Ed} \leq \sigma_{adm} \quad \text{Cumple}$$

Como se ha comprobado, el pasamanos será capaz de resistir la acción de la fuerza aplicada en la parte superior de la barandilla.

A continuación, se procede a realizar la comprobación de la unión del tablero con la propia barandilla. En este caso, se ha optado por la colocación de cuatro tornillos M12 de grado 8.8.

DIÁMETRO (mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	GRADO			
		4.6	5.6	8.8	10.9
12	84,3	24,28	30,35	48,56	60,70
16	157	45,22	56,52	90,43	113,04
20	245	70,56	88,20	141,12	176,4
22	303	87,26	109,08	174,53	218,16
24	353	101,66	127,08	203,33	254,16
27	456	131,33	164,16	262,66	328,30

Imagen nº2: Características de los tornillos de unión

Para la comprobación de los tornillos, se debe verificar si la resistencia a tracción producida por las fuerzas aplicadas y para ello se debe obtener el esfuerzo que debe resistir cada tornillo. El momento flector producido en el empotramiento genera un par de fuerza, provocando que dos tornillos estén a tracción y los otros dos a compresión, con el siguiente valor de esfuerzo:

$$N_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{2 \cdot s} = \frac{6,525}{2 \cdot 0,07} = 46,61 \text{ kN} \leq 48,56 \text{ kN} \quad \text{Cumple}$$

Como se ha comprobado, tanto el montante como la unión de este con el tablero son capaces de resistir las cargas aplicadas sobre la barandilla.

### 2.2.2.- Comprobación del pasamanos

Esta comprobación consiste en que no se debe permitir la abolladura del pasamanos. Para ello, se debe obtener el máximo flector que puede resistir ante una carga distribuida. El flector se obtiene de forma análoga al de una viga biapoyada con una carga distribuida. En este caso, la carga distribuida es de 1,5 kN/m y el momento flector es:

$$M_{Ed} = 1,5 \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 1 = 4,5 \text{ kN/m}$$

Una vez obtenido dicho flector, se ha de obtener el diámetro del pasamanos que soporte dicho flector, imponiendo que no sufra abolladura:

$$\frac{M_{Ed}}{W_{pl} \cdot f_{yd}} \geq 1 \quad W_{pl} = \frac{M_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{4,5e6}{0,95 \cdot 235} = 20.156,77 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl} = \frac{\pi \cdot r^3}{4} \quad r = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot W_{pl}}{\pi}} = 29,5 \text{ mm} \leq 50 \text{ mm} \quad \text{Cumple}$$

Como se ha comprobado, el diámetro de 0,05 m para el pasamanos cumple la condición impuesta de que no se producirá abolladura.

### 3.- Pavimento

Para esta pasarela en lugar de un pavimento como tal, se dispondrá de un tratamiento superficial, el cual debe ser fácil de aplicar y presentar buena flexibilidad para resistir el tráfico rodado ligero.

En este caso se ha optado por un ligante co-elástico de dispersión acuosa con una adición de áridos para proporcionar una superficie rugosa para aumentar la tracción del tráfico ligero sobre la pasarela.

Se ha optado por una superficie rugosa para todo el ancho del tablero y las rampas de acceso ya que, de este modo, se proporciona una mayor tracción para el tráfico ligero y también aumentar la de los peatones. Se ha seleccionado un ligante co-elástico de dispersión acuosa con adición de áridos para conseguir la superficie rugosa, además, es típico su uso para carriles bici.

### 4.- Iluminación

Para este apartado se ha optado por un diseño de iluminación que esté integrado en el pasamanos de la barandilla, evitando así elementos auxiliares que puedan dañar la estética visual de la pasarela.

El sistema de iluminación LED estará integrado en el interior del pasamanos de 50 mm de diámetro de la barandilla, con su haz de luz dirigido hacia el interior de la pasarela.



Imagen nº3: Sistema de iluminación LED integrado en el pasamanos

## 5.- Sistema de drenaje

La estructura necesita un sistema de drenaje de aguas fluviales para evitar en lo máximo posible que estas acaben precipitándose sobre la autovía V-31, pudiendo provocar cascadas y poner en peligro a los usuarios de las vías de circulación. Por ello, se ha decidido instalar canaletas en sentido longitudinal que estarán ubicadas en la parte externa de la losa.

Para este caso se ha decidido instalar una canaleta de la marca *BENITO*, concretamente, su modelo *Canal PP CPRF110*. Esta canaleta estará ubicada a ambos lados en sentido longitudinal, de forma que recoja las aguas fluviales a lo largo de la pasarela y las evacue fuera de la autovía.

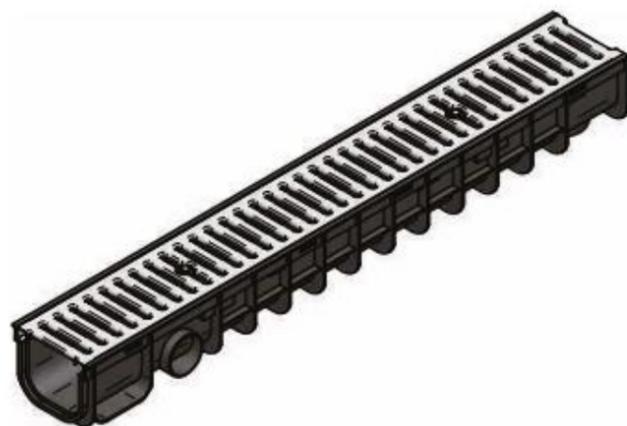


Imagen nº4: Sistema de drenaje CPRF110



# ANEJO N°6: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---



## ÍNDICE

<b>1.- Objetivo.....</b>	<b>1</b>
<b>2.- Fotografías del emplazamiento de pasarela .....</b>	<b>1</b>
<b>3.- Modelo 3D de la pasarela .....</b>	<b>2</b>

### 1.- Objetivo

El presente anejo tiene por objetivo mostrar la zona donde irá ubicada la pasarela ciclopeatonal objeto de este proyecto. Además, se mostrará el modelo de la pasarela en 3D.

### 2.- Fotografías del emplazamiento de pasarela

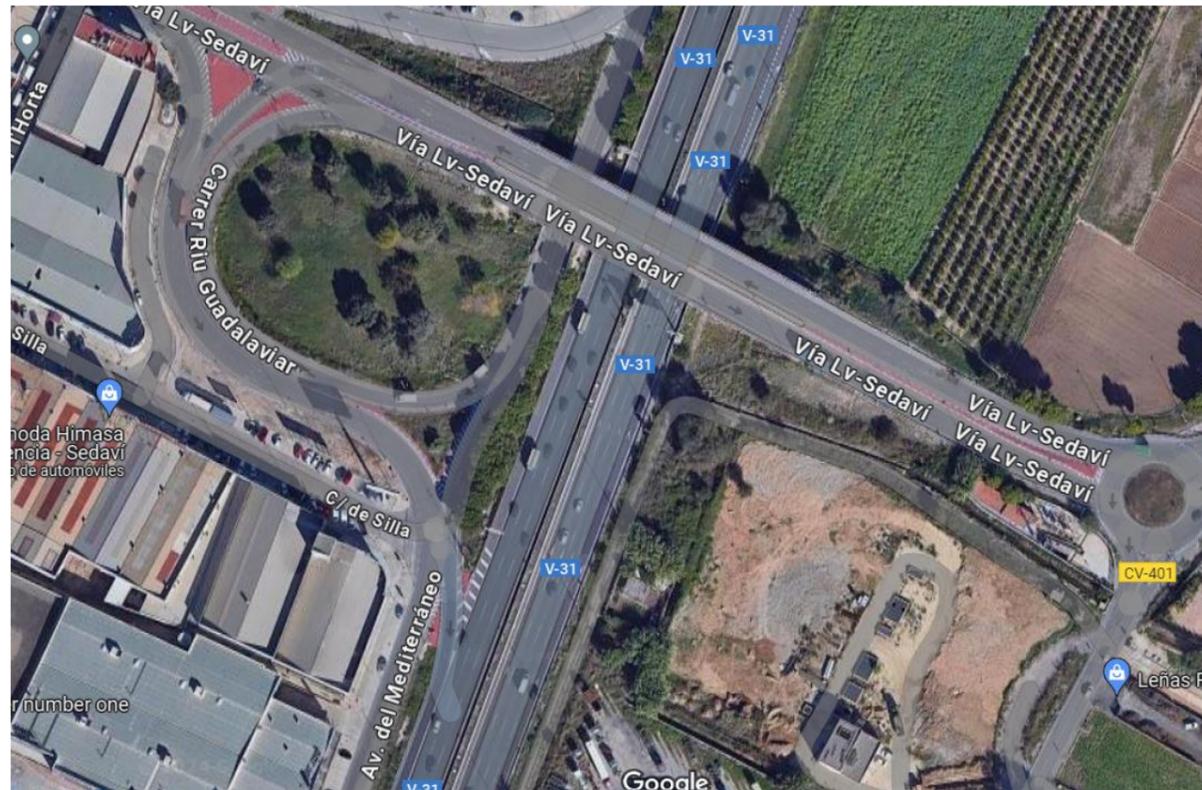


Imagen n°1: Emplazamiento de la pasarela



Imagen n°4: Ubicación del Arco 3, Arco 1 y Arco 2



Imagen n°3: Ubicación del acceso Oeste y del Arco 4



Imagen nº4: Carril bici existente que se conectará con el acceso Oeste

### 3.- Modelo 3D de la pasarela

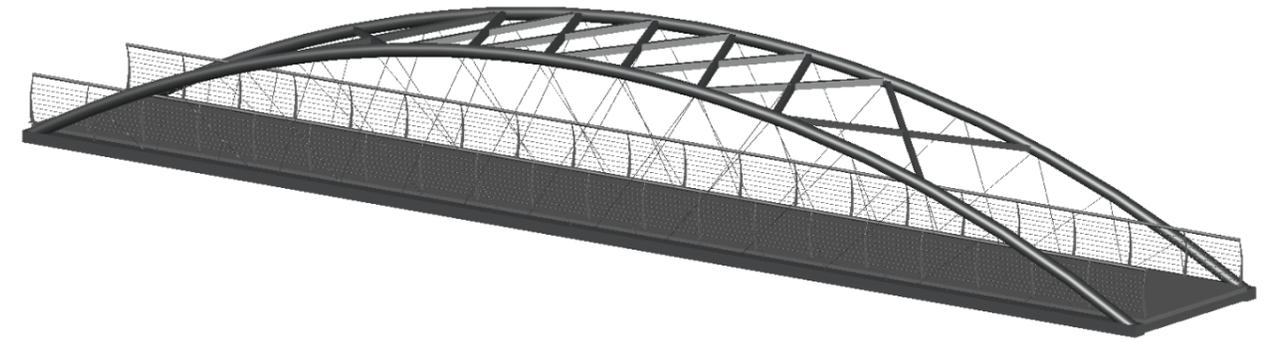


Imagen nº6: Arco 1

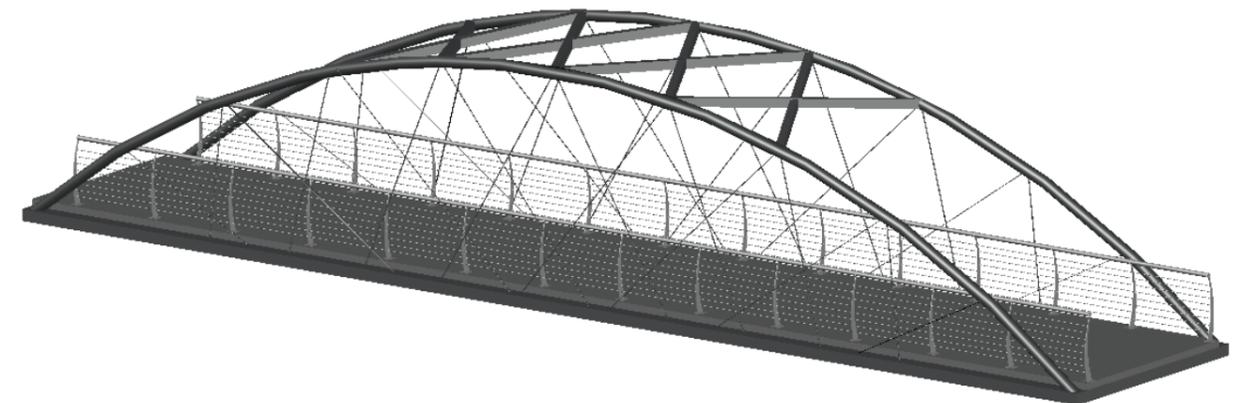
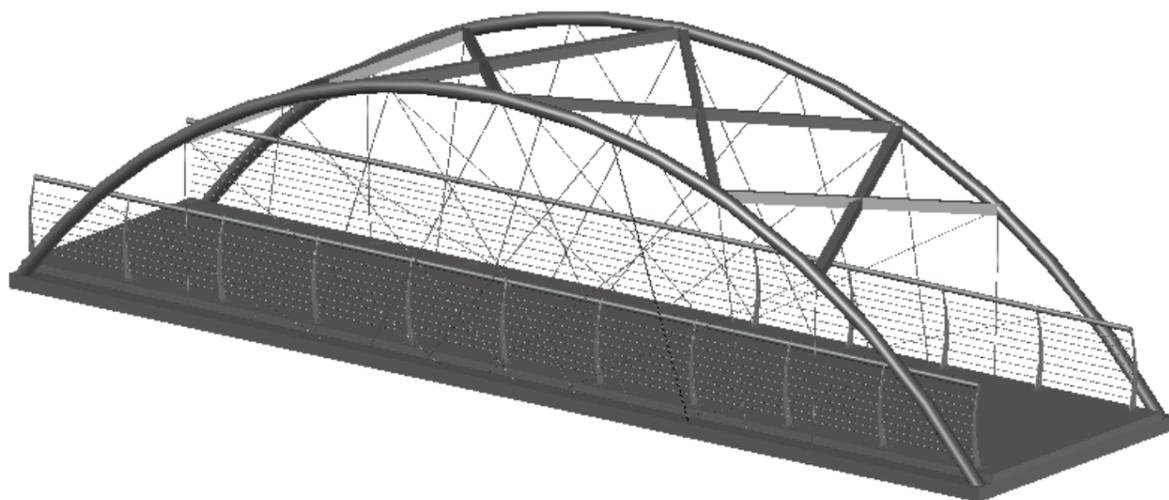


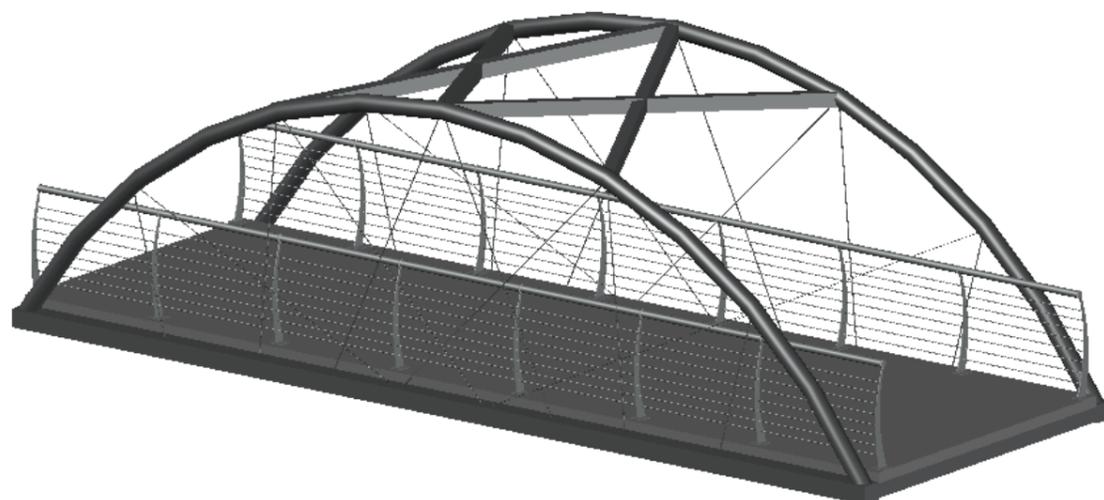
Imagen nº7: Arco 2



Imagen nº5: ubicación del acceso Este de la pasarela en la CV-401



*Imagen n°8: Arco 3*



*Imagen n°9: Arco 4*



# **ANEJO N°7: PLAZO DE EJECUCIÓN Y PLAN DE OBRA**

---



## ÍNDICE

1.- Objetivo .....	1
2.- Condicionantes .....	1
3.- Metodología .....	1
4.- Plan de obra .....	2

## 1.- Objetivo

Este anejo tiene por objetivo definir y justificar el plazo de ejecución y el plan de obra que tiene este proyecto de una pasarela ciclopeatonal que salva la autovía V-31 a su paso por el término municipal de Sedaví en Valencia y que cuenta con dos rampas de acceso.

A continuación, se determinarán la fases en las que se compone el plan de obra, donde se definirán las actividades y la duración de las mismas.

## 2.- Condicionantes

El plan de obra de la pasarela objeto de este proyecto tiene ciertos condicionantes a la hora de su ejecución. El más importante es que se debe considerar que la longitud de dos de los arcos supera la longitud máxima para transportes especiales, que es de 20,5 m. Además, el ancho de la pasarela es superior al máximo permitido, por tanto, se deberá de disponer de un emplazamiento donde se acopien las piezas de la pasarela para, posteriormente, se lleve a cabo el montaje de la misma.

La colocación de los diversos arcos se realizará en horario nocturno ya que la intensidad del tráfico es menor, pudiendo realizar cortes y desvíos si fuese necesario. De este modo se pretende reducir las posibilidades de accidentes de tráfico.

Se ha considerado que la jornada laboral sea de 8 horas durante los 7 días de la semana para así reducir el tiempo de ejecución de la pasarela. De este modo, se tiene un total de 56 horas de trabajo semanal.

El plan de obra puede sufrir modificaciones si así lo ve conveniente la empresa constructora, siempre que mantenga el plazo de ejecución que se ha establecido. La duración de las tareas es aproximada debido a que se ha obtenido de proyectos similares a este.

## 3.- Metodología

La ejecución de esta pasarela comienza con el replanteo del emplazamiento para comprobar que no se haya sufrido ningún tipo de variación respecto al replanteo del proyecto. Una vez realizado el replanteo general, comenzará el plan de gestión de residuos que la empresa constructora tenga previsto. Tras ello, comenzará a delimitarse el emplazamiento de la obra con la colocación de la señalización de obra.

Se procederá a realizar el desbroce y limpieza del terreno donde sea necesario, debido a que en uno de los accesos existe terreno natural y, en el otro acceso existe un pavimento.

También, se procederá a la demolición de aceros y bordillos donde se sitúan las cimentaciones para poder ejecutarlas. A su misma vez, se desmontarán todos aquellos elementos que puedan interferir en la correcta ejecución de los trabajos.

Se tendrá en cuenta la posibilidad de la existencia de servicios de cualquier tipo en los lugares donde se coloquen las cimentaciones. Se deberá poner en contacto con las administraciones u otro ente que sean poseedores de dichos servicios, para poder realizar cortes y/o desvíos necesarios.

Una vez realizadas estas tareas, se procederá a ejecutar las excavaciones y perforaciones para las cimentaciones. Se procederá a colocar el armado de las cimentaciones profundas y a su hormigonado. Posteriormente, se colocará el encofrado y el armado de los encepados, teniendo en cuenta que se deben descabezar los pilotes para una correcta transmisión de cargas al terreno.

Cuando se hormigone los encepados, se procederá a la solicitud de la fabricación de las pasarelas metálicas al taller que se haya seleccionado, con las medidas especificadas en el proyecto.

Se seguirá con el encofrado de las pilas y a la colocación del armado de las mismas. También, comenzará la ejecución de los muros de los estribos. Al tener una variación de alturas de las pilas, cuando se vayan ejecutando completamente, comenzará el encofrado de las cabezas de las pilas, las cuales sirven de apoyos para las rampas de acceso y para los arcos que forman la pasarela.

A medida que se ejecuten los estribos y las cabezas de las pilas, se realizarán las almohadillas de mortero que servirán de base para los aparatos de apoyo. Una vez realizadas, se procederá a la colocación de los neoprenos zunchados y se colocarán las rampas de acceso, las cuales serán placas alveolares de un empresa que la constructora considere.

Una vez tenga el fabricante las piezas de la pasarela metálica, se procederá a su transporte al lugar del emplazamiento de la obra, donde se comenzará a realizar su montaje.

A medida que se monten los arcos, se colocarán en su posición final mediante el izado con grúa telescópica, el número de grúas para realizar el izado lo determinará la empresa constructora.

Los trabajos de izado y colocación, como se ha mencionado, se realizarán en horario nocturno.

Cuando se tengan los cuatro arcos colocados en su posición, se procederá a ejecutar la losa de 15 cm que le corresponde a cada arco. Una vez curada la losa, se procederá a darle un tratamiento superficial con un ligante co-elástico de dispersión acuosa con una adición de áridos. Este ligante se colocará tanto en las losas como en las rampas de acceso y las cabezas de las pilas para proporcionar una mayor tracción al tráfico ligero y a los peatones.

A continuación, se procederá a la colocación de las barandillas en todo el recorrido de la pasarela.

Por último, se procederá a la retirada de los elementos de construcción y la estructura se preparará para su inauguración.

#### 4.- Plan de obra

El plan de obra consiste en un diagrama en el que se incluye, a modo general, la ejecución de todas las partes que pertenecen a la pasarela ciclopeatonal objeto de este proyecto. Los tiempos de ejecución son aproximados ya que se han tomado como referencia proyectos similares a este.

La duración de la obra es de unas 16 semanas desde el inicio de las obras, teniendo en cuenta los condicionantes planteados.

El inicio de obra deberá evitar inicios o finales de periodos vacacionales debido a que la intensidad media diaria de la autovía V-31 es elevada.

A continuación, se muestra la programación de obra:

Programación de obra																
Capítulos	Semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Trabajos previos	■															
Excavaciones		■	■													
Cimentaciones y estribos																
Pilotes			■	■	■											
Encepados				■	■	■										
Estribos			■	■	■											
Pilares							■	■	■							
Estructura metálica																
Fabricación						■	■	■	■	■						
Montaje											■	■	■			
Colocación														■		
Losa y tratamiento															■	
Desvíos y cortes														■	■	
Rampas de acceso										■	■	■				
Equipamientos																■
Gestión de residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Plan de Seguridad y Salud	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



# ANEJO N°8: BIBLIOGRAFÍA

---

- Normativa

- *Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11).*
- *Norma de Construcción Sismorresistente. Parte Puentes (NCSP-07).*
- *Norma de Construcción Sismorresistente. Parte General y edificación (NCSE-02)*
- *Nueva Norma de Construcción Sismorresistente (NCSR-22).*
- *Código técnico de la edificación (CTE).*
- *Guía de cimentaciones en obras de carretera. Ministerio de Fomento 2009.*
- *Documento Básico SE-C Seguridad estructural y cimientos.*
- *Norma 3.1-IC de la Instrucción de carreteras*

- Elementos metálicos:

- *Prolians Metalco. Prontuario Productos metálicos.*
- *Macalloy Tension Structures*

- Aparatos de apoyos:

- *CTT Elastomeric Bearings*

- Trabajos consultados:

- *Universitat Politècnica de València. RIUNET.*
- *Puentes en Arco Tipo Network – Una estructura estética y económica para salvar grandes luces.*
- *Anejo nº4: Estudio Geológico-Geotécnico del Proyecto de construcción del Anillo Verde Metropolitano de Valencia. Tramo 2: Sedaví-Picanya.*

- Equipamientos

- *Arteferro S.L. Catálogo pasamanos Led.*



# ***DOCUMENTO N°2***



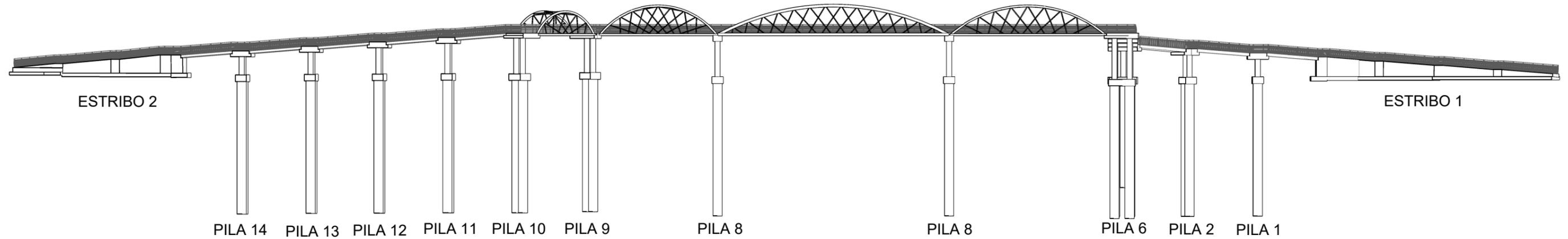
# PLANOS



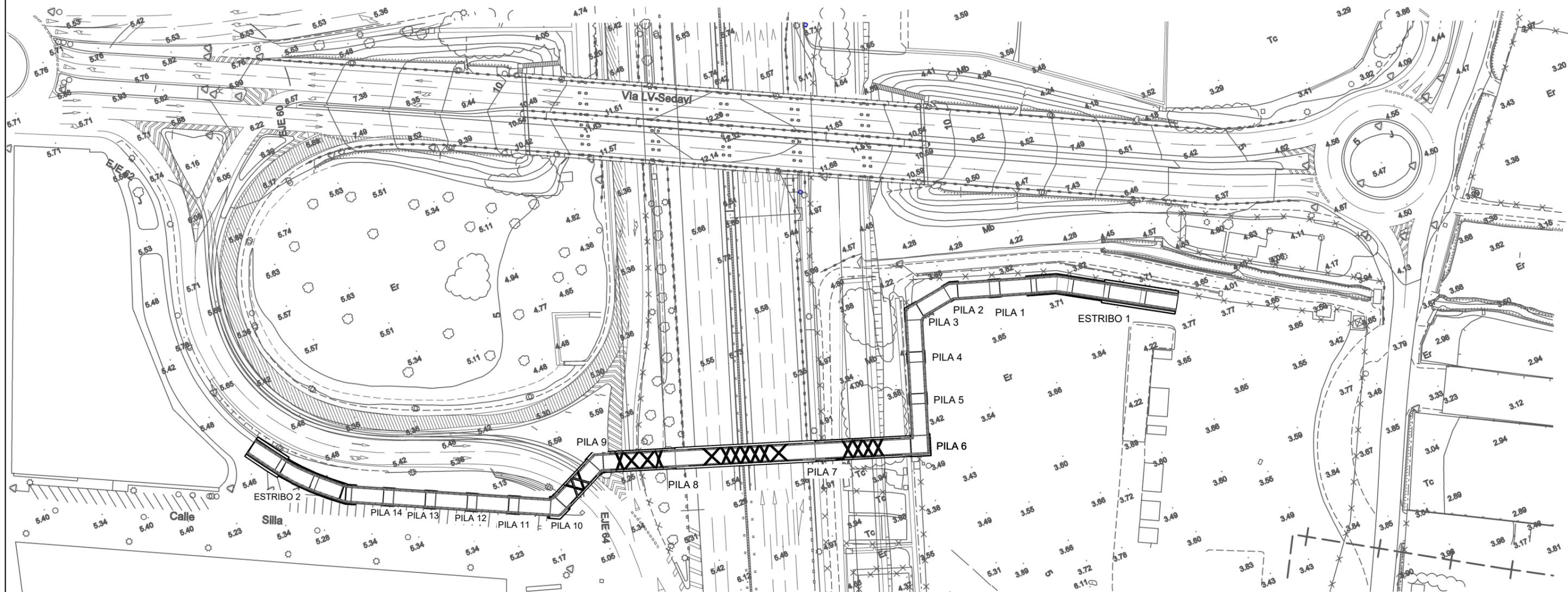
**Leyenda**

— Trazado

Escala 1:700



Escala 1:1100



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

**CAMINOS  
UPV**

Autor:

ANDREY GONZÁLEZ CASTILLO

Título complementario:

ESTUDIO DE SOLUCIONES Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL  
SOBRE LA AUTOVÍA V-31 EN EL TERMINO MUNICIPAL DE SEDAVÍ (VALENCIA)

Escala:

VARIAS

Designación:

PLANO DE PLANTA GENERAL

Número de plano:

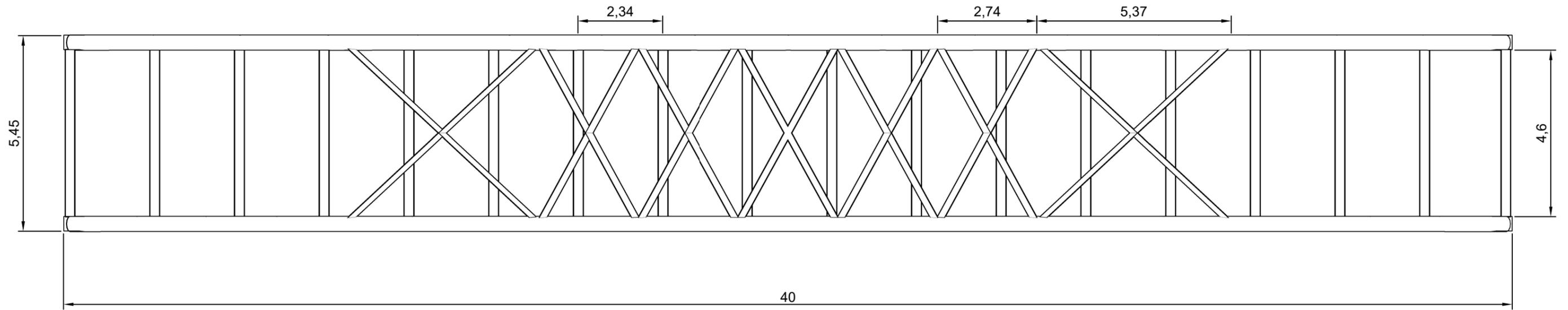
2

Plano 2 de 32

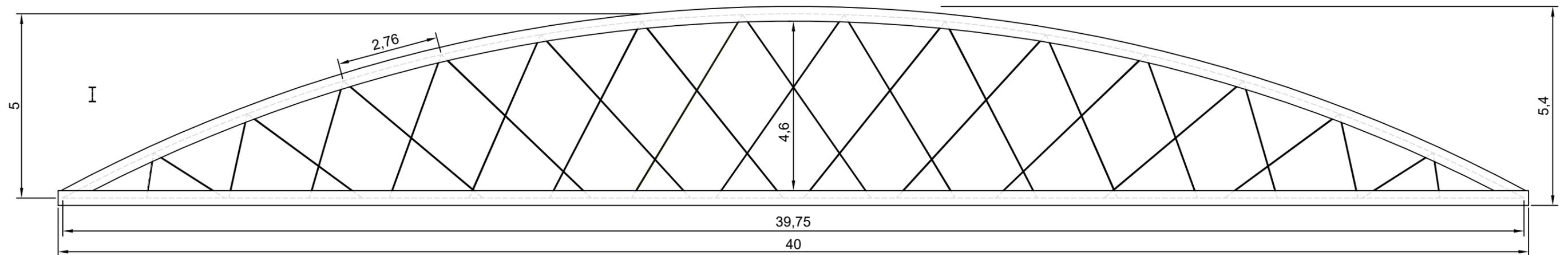
Fecha:

SEPTIEMBRE 2024

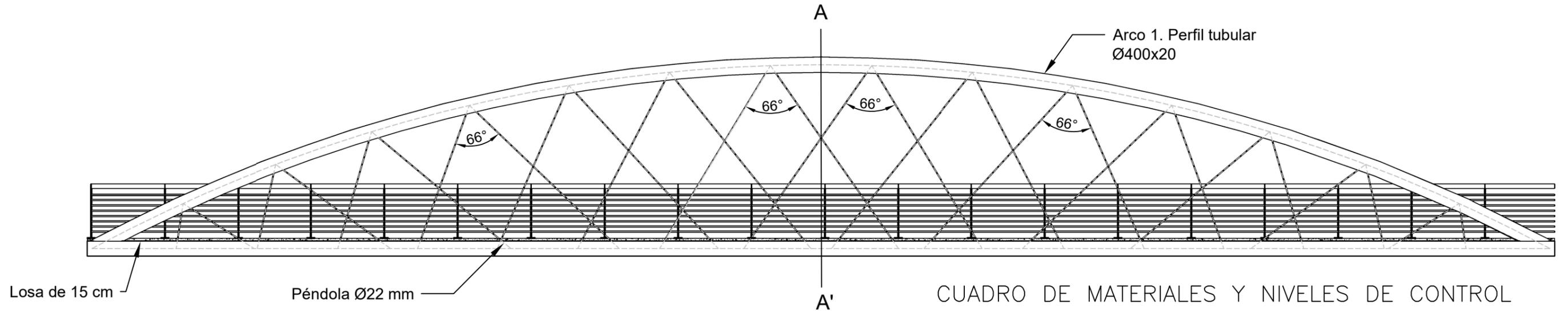
Cotas en metros



Cotas en metros



Escala 1:110



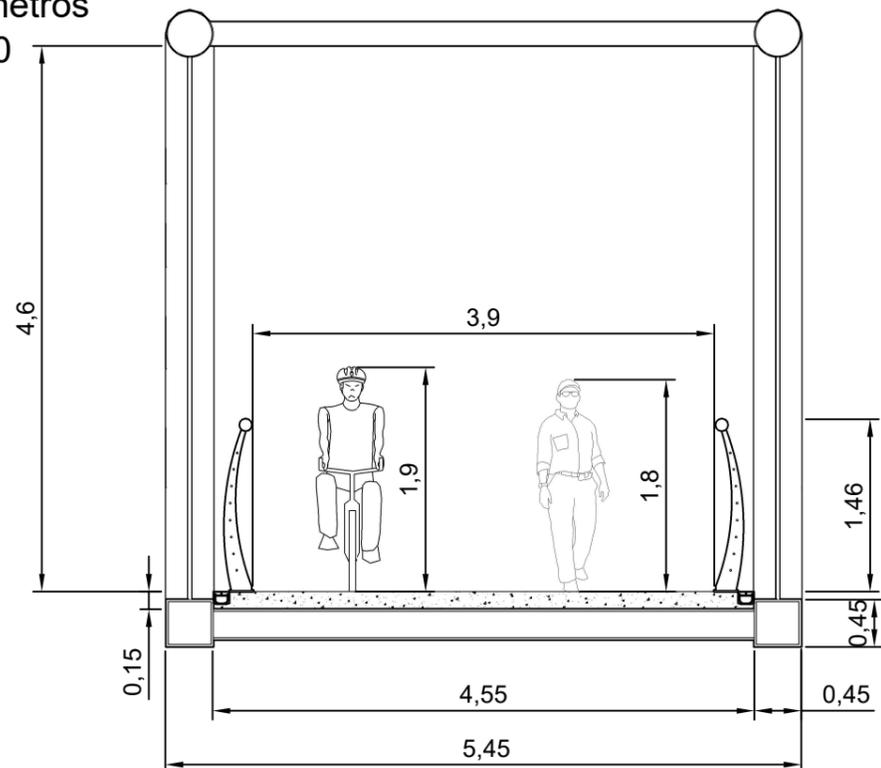
CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

CONTROL SOBRE	ELEMENTO	DESIGNACIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO NOMINAL (mm)
HORMIGÓN	LOSA	HA-30/B/20/IIIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
ACERO	PASIVOS	B 500 SD	NORMAL	1,15	
ACERO	PERFIL IPE	S 275 JR	NORMAL	1,00	
ACERO	ESTRUCTURAL	S 355 JR	NORMAL	1,00	
ACERO	ESTRUCTURAL	S 460	NORMAL	1,00	
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA		INTENSO	SEGÚN IAP	

Sección A-A'

Cotas en metros

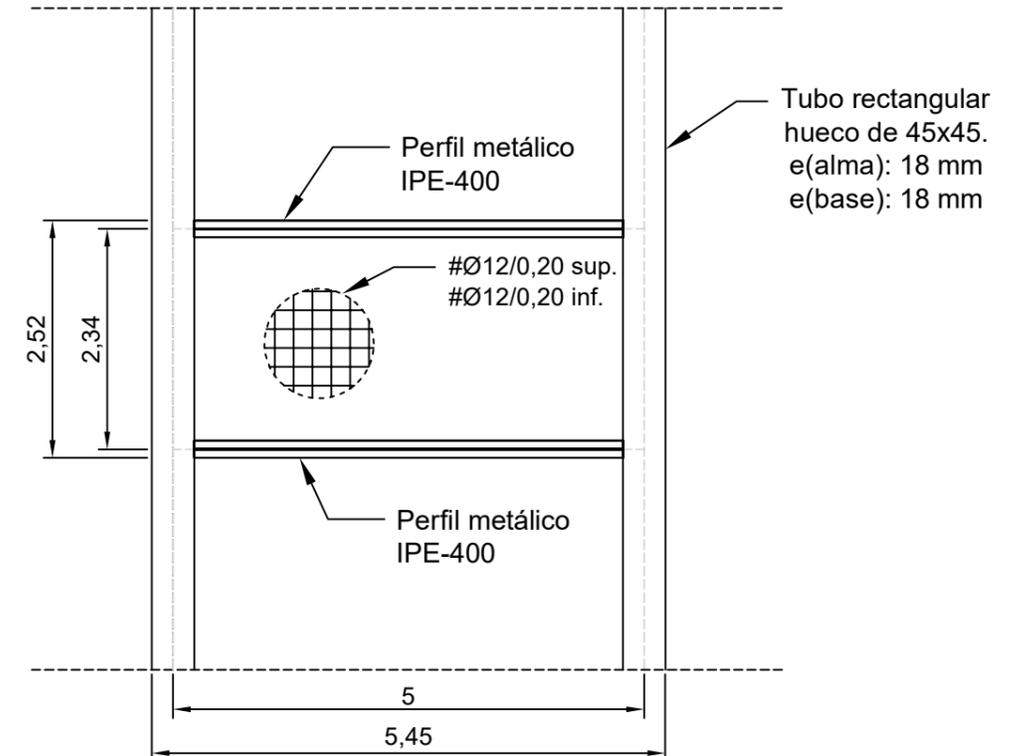
Escala 1:60



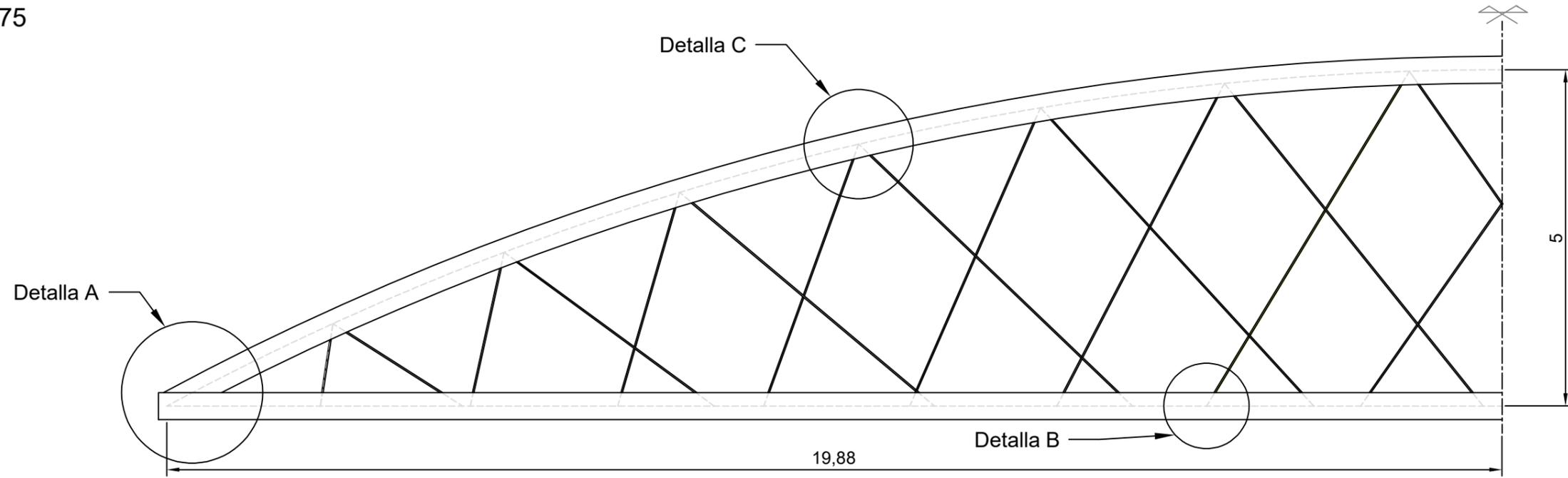
Armado tablero

Cotas en metros

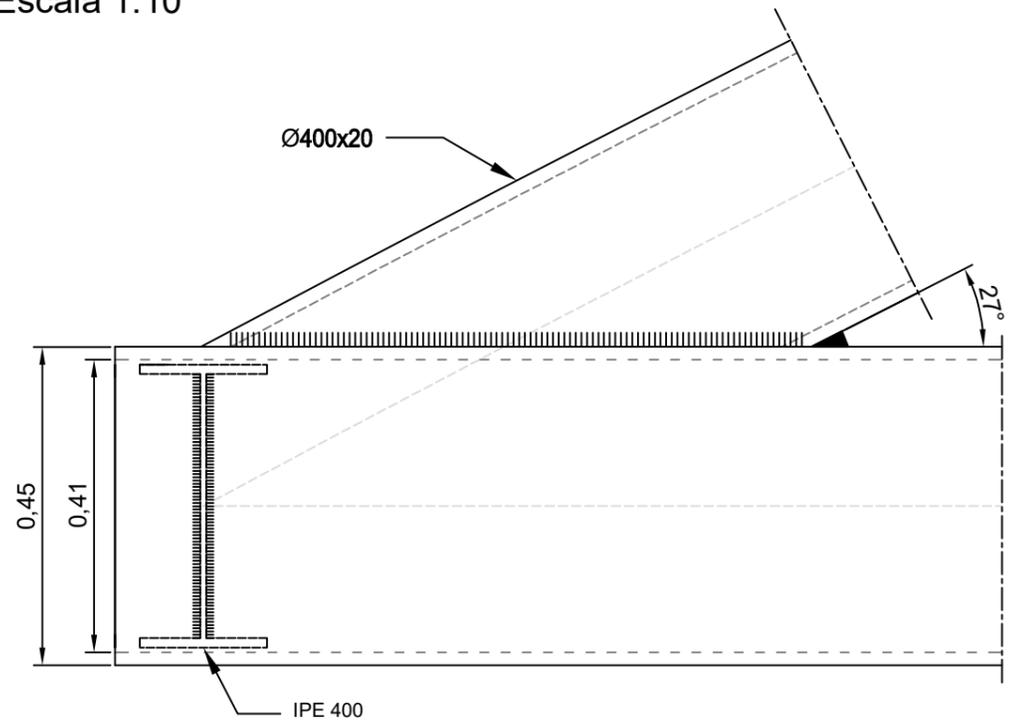
Escala 1:75



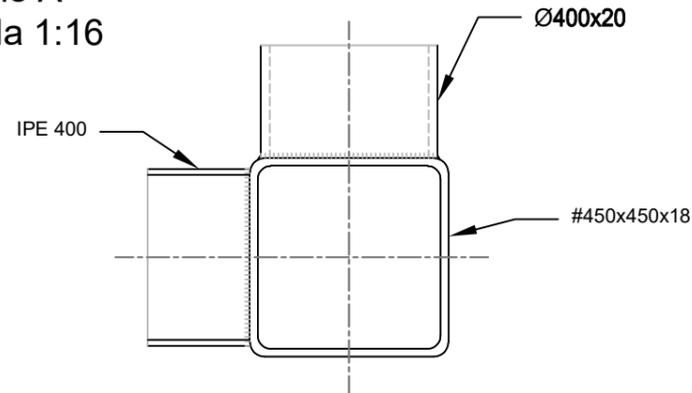
Detalles Arco 1  
Escala 1:75



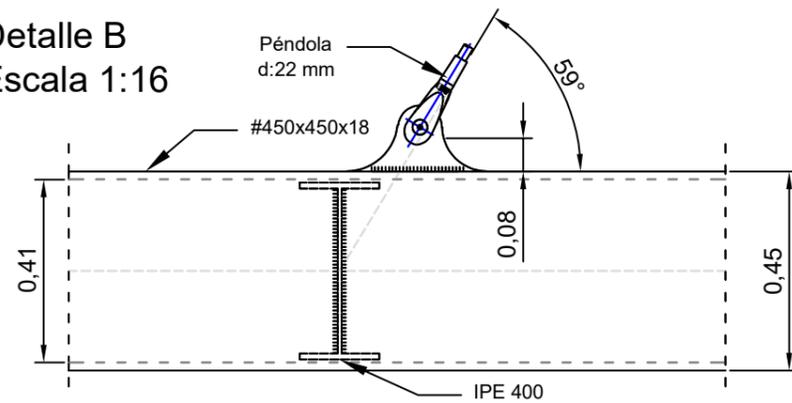
Detalle A  
Escala 1:10



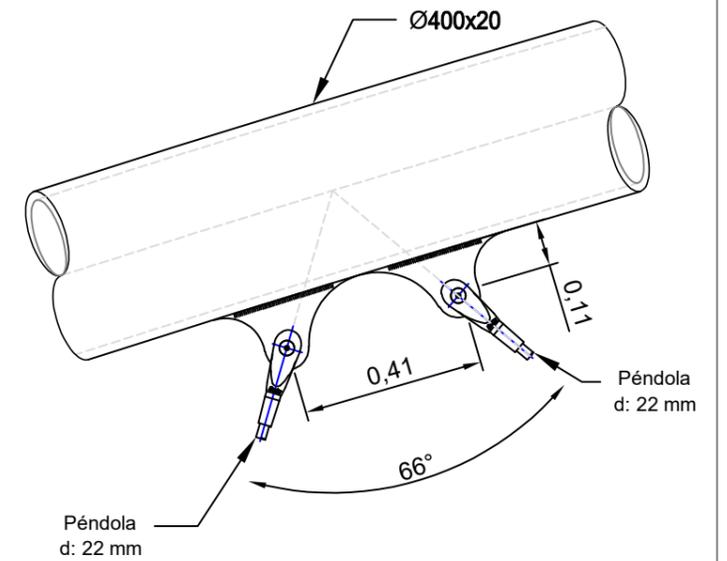
Detalle A  
Escala 1:16



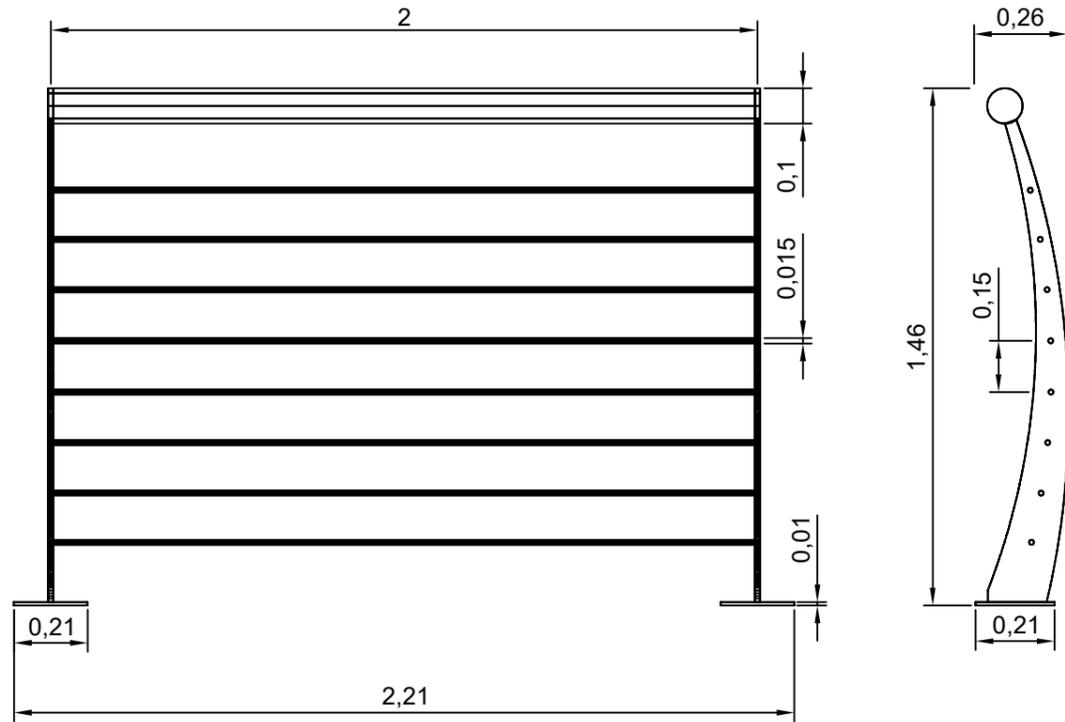
Detalle B  
Escala 1:16



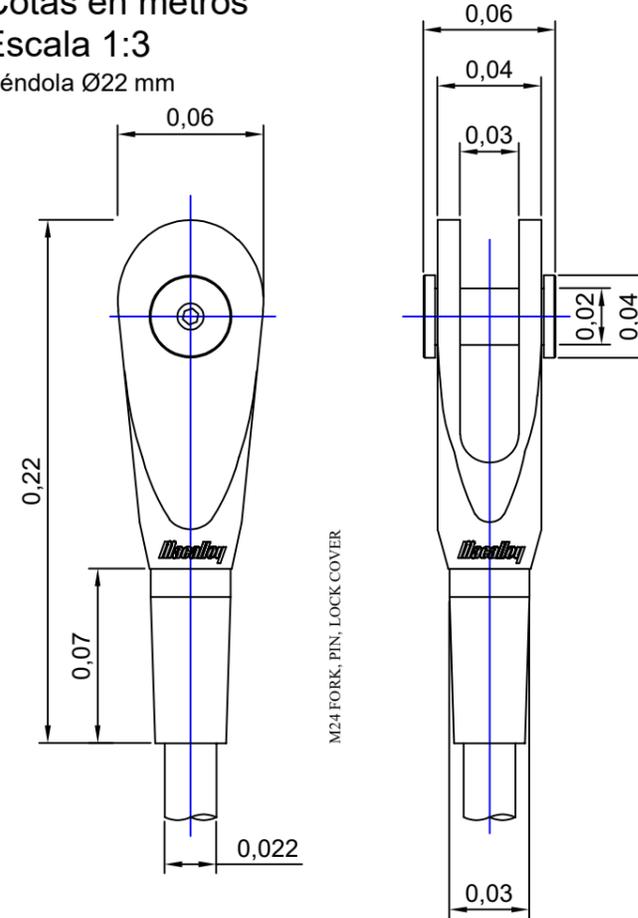
Detalle C  
Escala 1:16



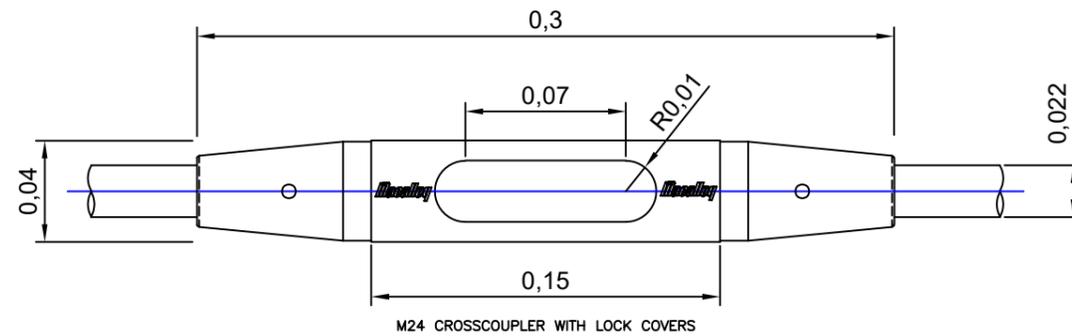
Cotas en metros  
Escala 1:20



Cotas en metros  
Escala 1:3  
Péndola Ø22 mm



Cotas en metros  
Escala 1:2



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

**CAMINOS  
UPV**

Autor:

*Andrey González Castillo*  
ANDREY GONZÁLEZ CASTILLO

Título complementario:

ESTUDIO DE SOLUCIONES Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL  
SOBRE LA AUTOVÍA V-31 EN EL TERMINO MUNICIPAL DE SEDAVÍ (VALENCIA)

Escala:

VARIAS

Designación:

DETALLES PÉNDOLAS Y  
BARANDILLA

Número de plano:

6

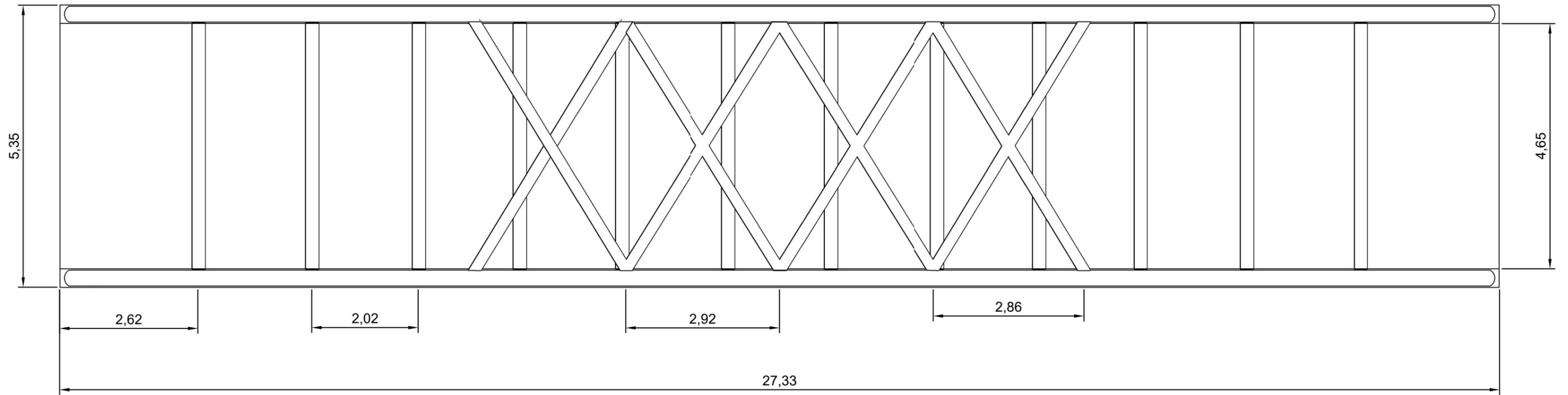
Plano 6 de 32

Fecha:

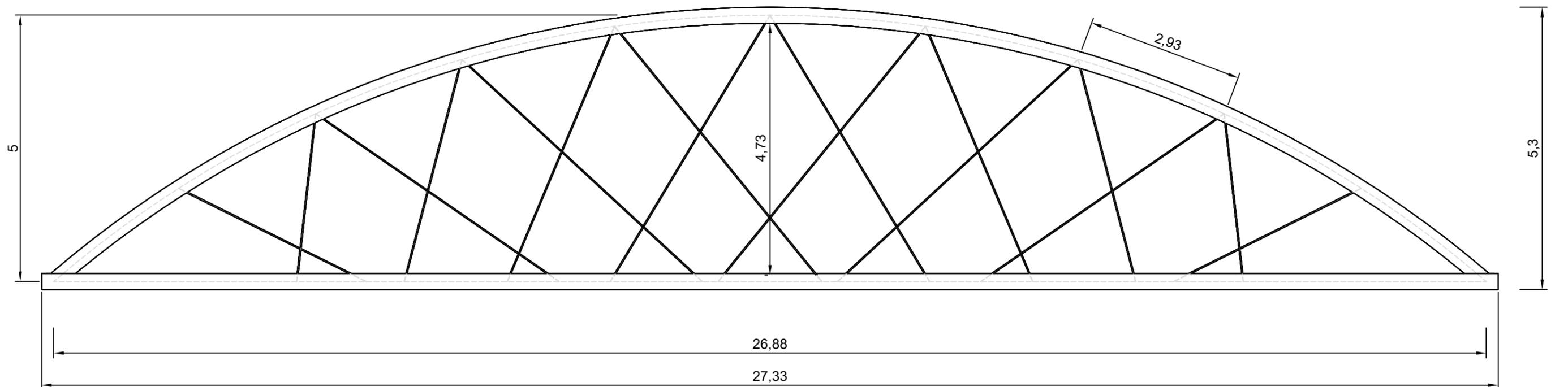
SEPTIEMBRE 2024



Cotas en metros



Cotas en metros



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

**CAMINOS  
UPV**

Autor:

ANDREY GONZÁLEZ CASTILLO

Título complementario:

ESTUDIO DE SOLUCIONES Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL  
SOBRE LA AUTOVÍA V-31 EN EL TERMINO MUNICIPAL DE SEDAVÍ (VALENCIA)

Escala:

1:75

Designación:

PLANTA Y ALZADO DEL ARCO 2.  
PLANO DE GEOMETRÍA

Número de plano:

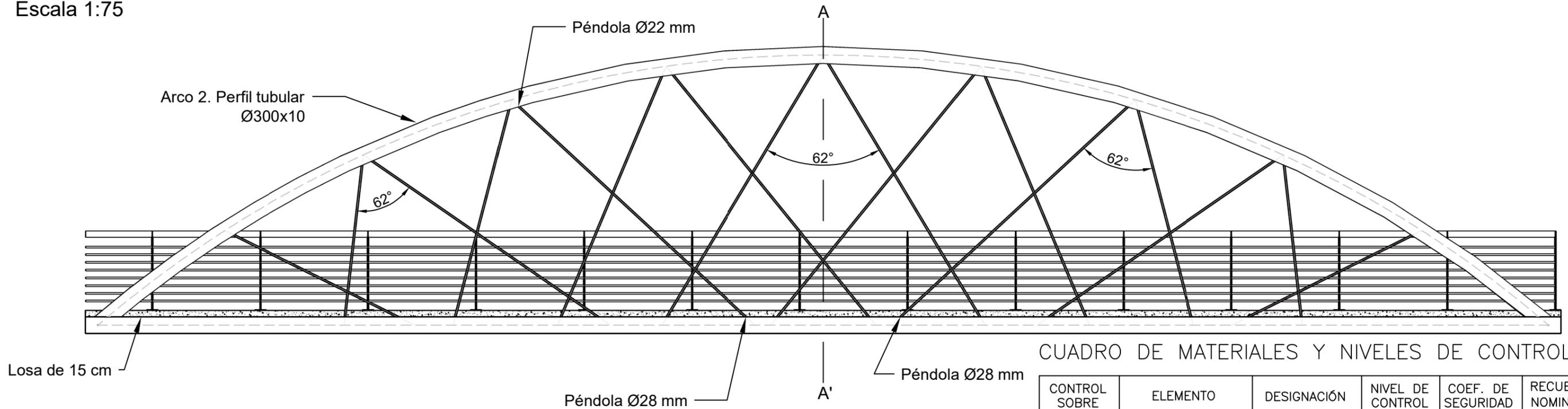
8

Plano 8 de 32

Fecha:

SEPTIEMBRE 2024

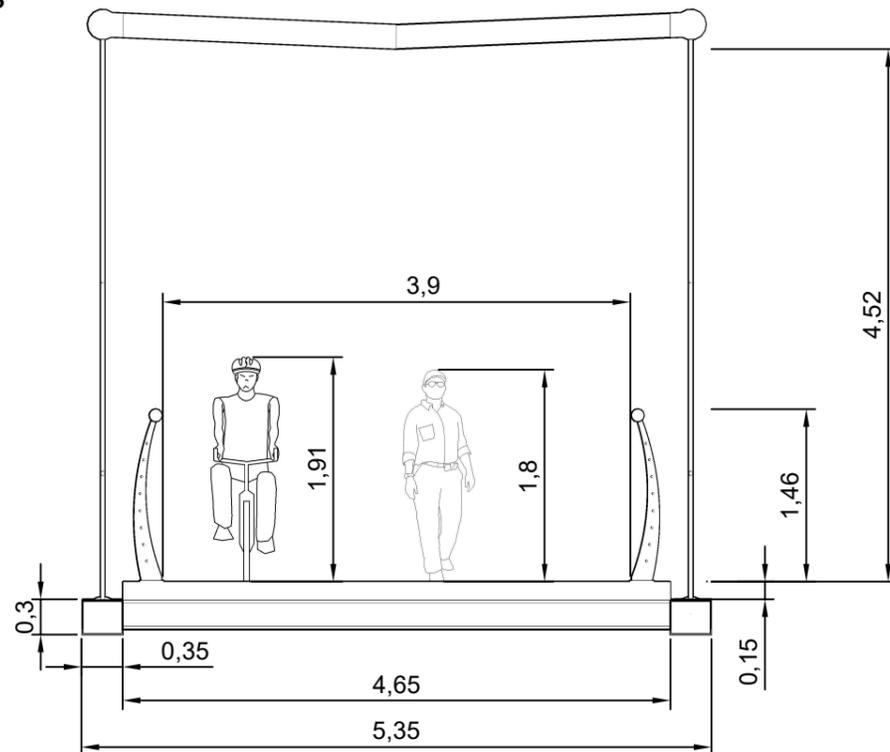
Escala 1:75



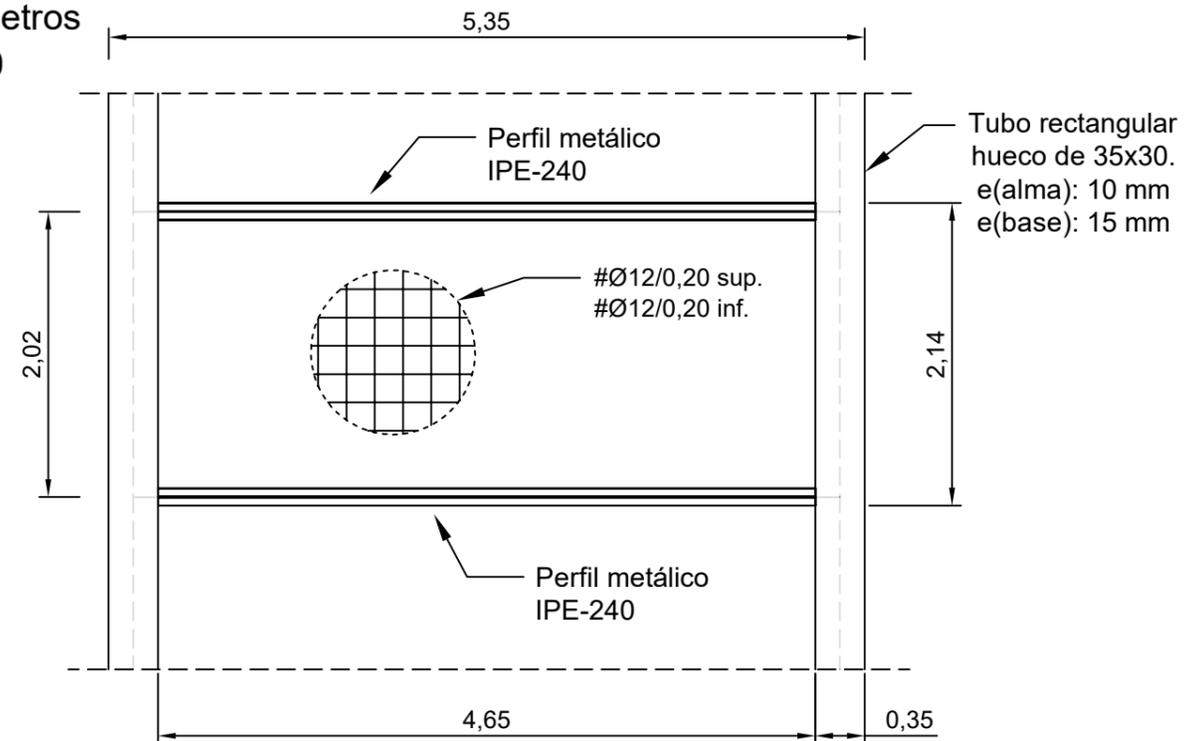
CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

CONTROL SOBRE	ELEMENTO	DESIGNACIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO NOMINAL (mm)
HORMIGÓN	LOSA	HA-30/B/20/IIIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
ACERO	PASIVOS	B 500 SD	NORMAL	1,15	
ACERO	PERFIL IPE	S 275 JR	NORMAL	1,00	
ACERO	ESTRUCTURAL	S 355 JR	NORMAL	1,00	
ACERO	ESTRUCTURAL	S 460	NORMAL	1,00	
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA		INTENSO	SEGÚN IAP	

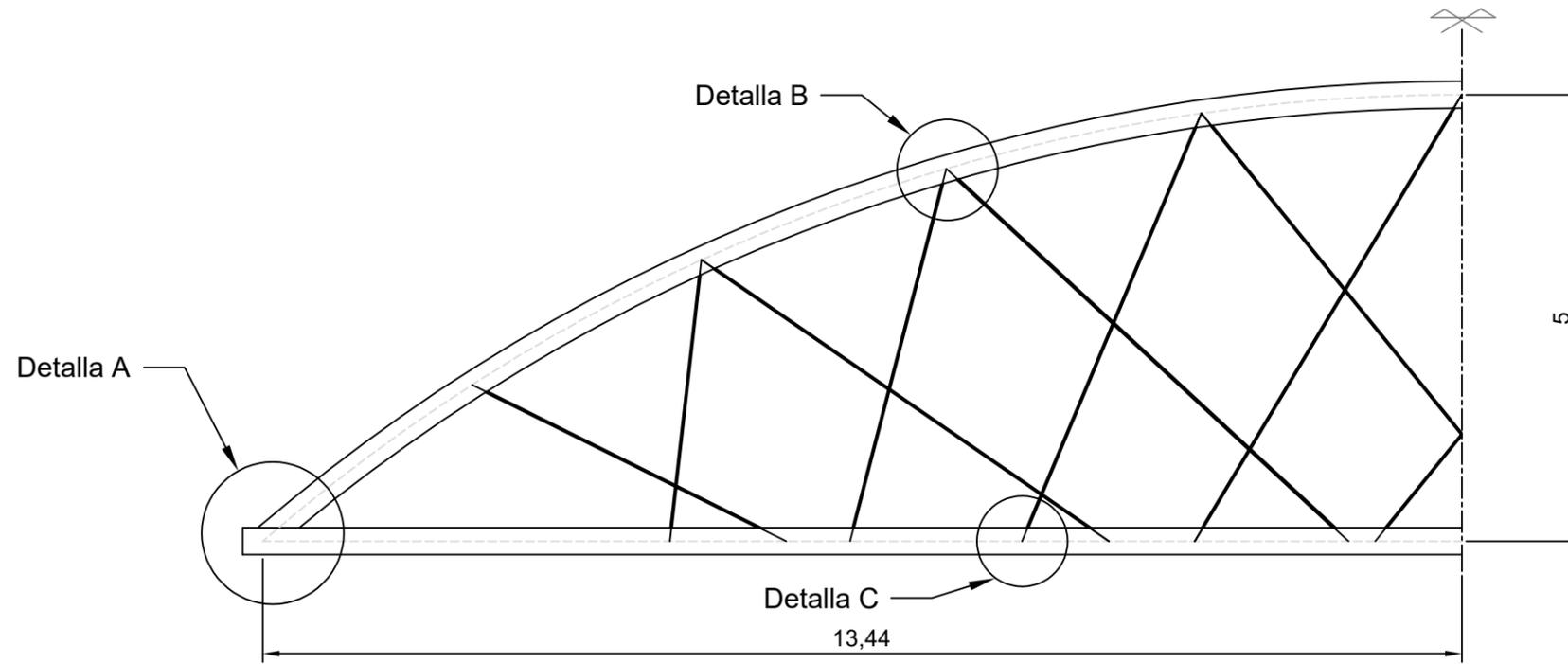
SECCIÓN: A-A'  
Cotas en metros  
Escala 1:60



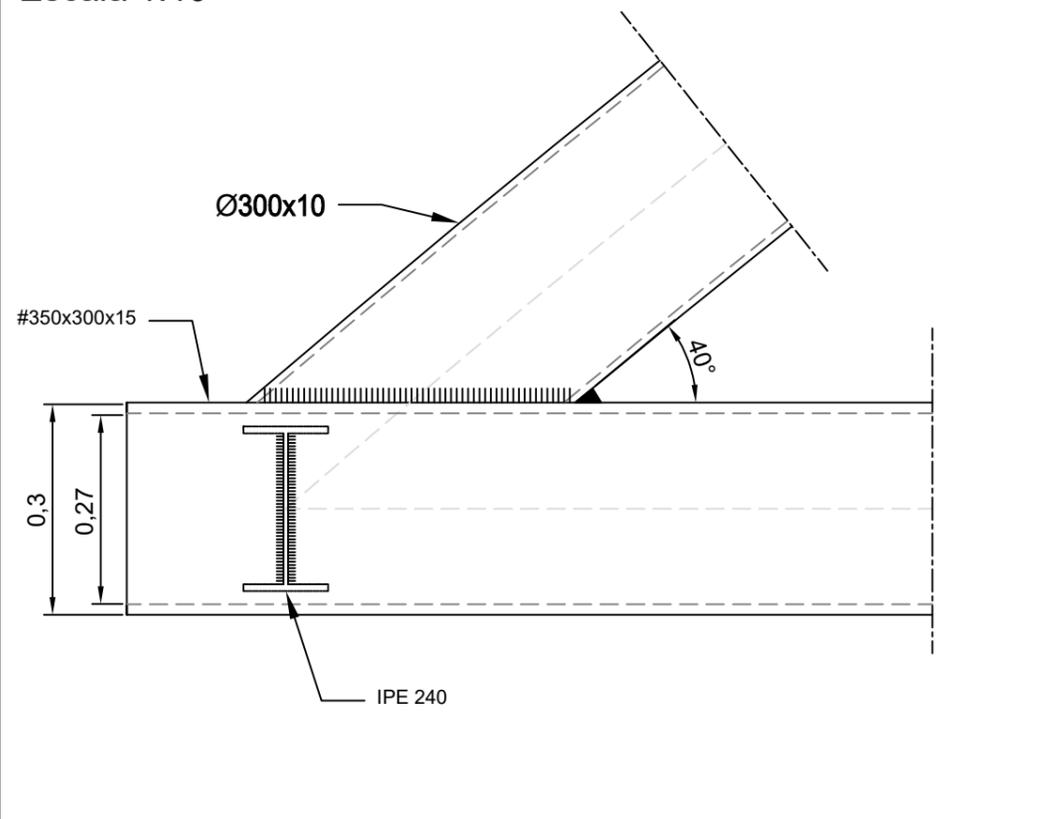
Armado tablero  
Cotas en metros  
Escala 1:50



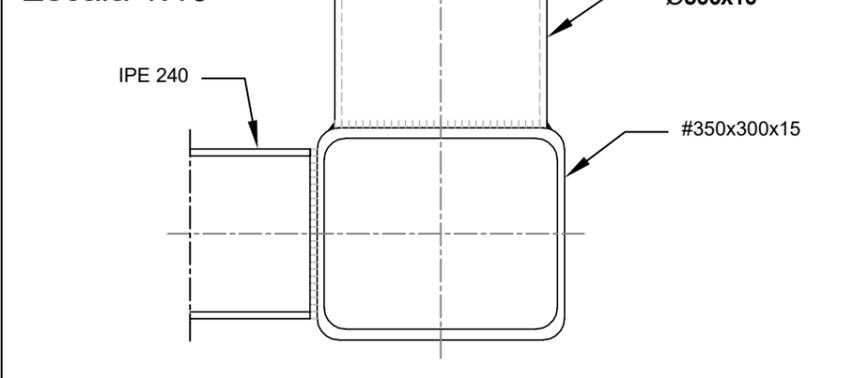
Detalle Arco 2  
Escala 1:75



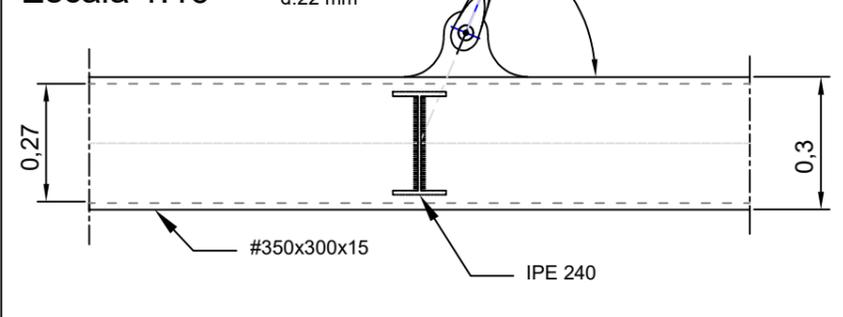
Detalle A  
Escala 1:10



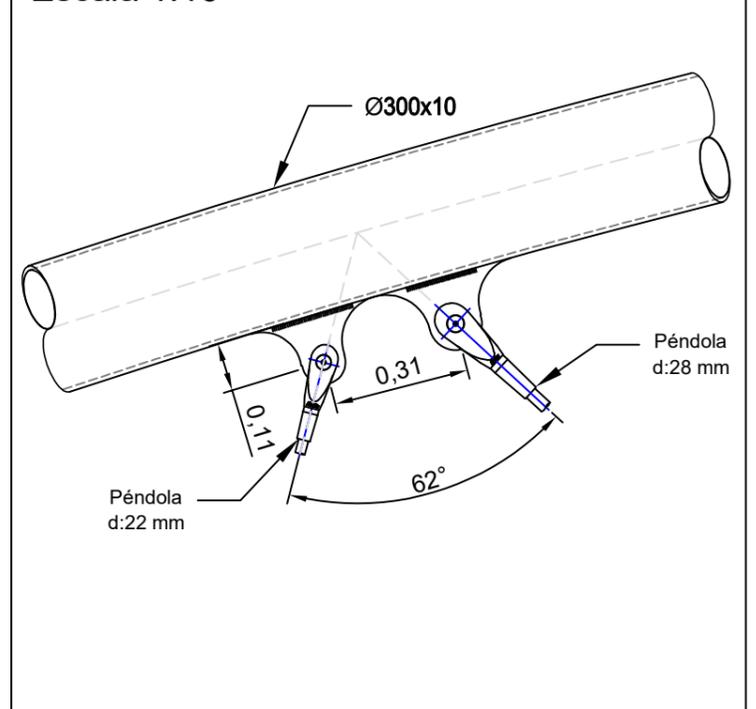
Detalle A  
Escala 1:10



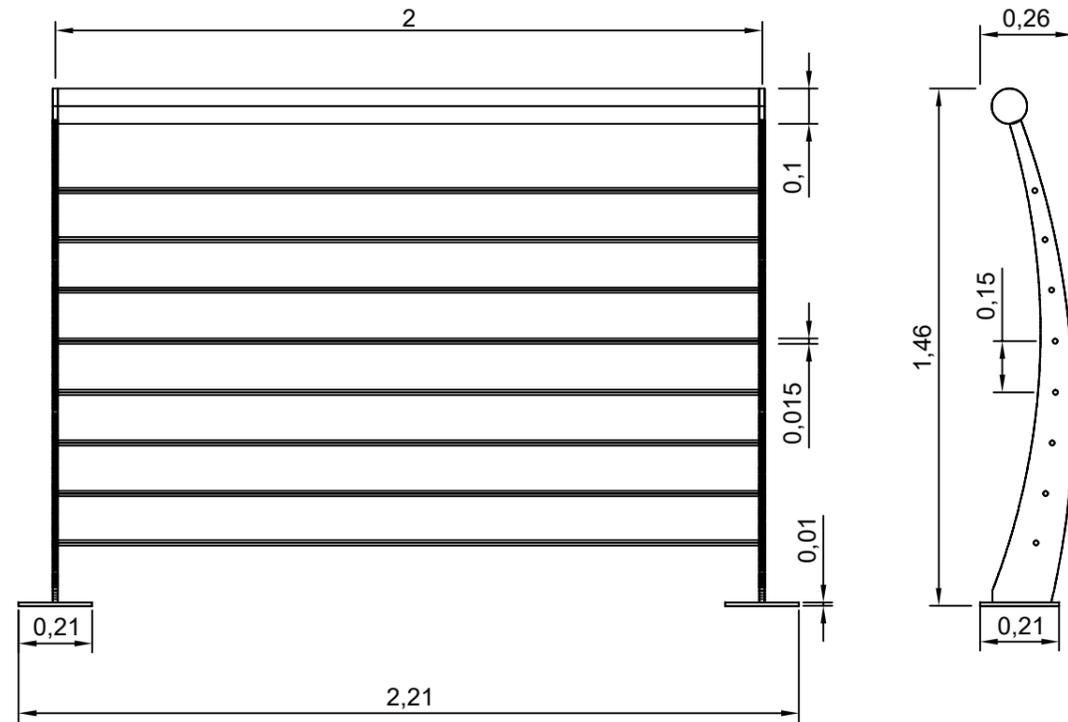
Detalle B  
Escala 1:16



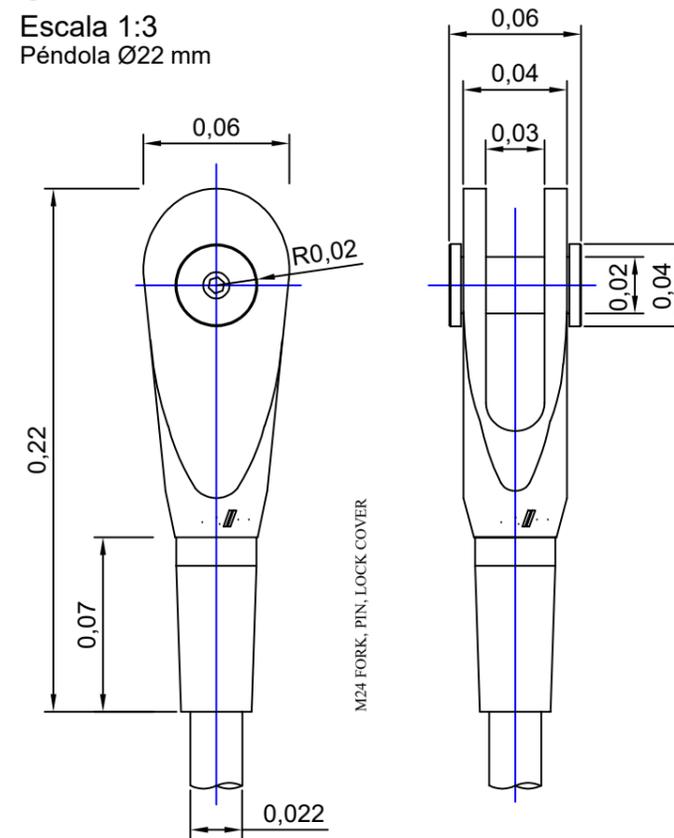
Detalle C  
Escala 1:16



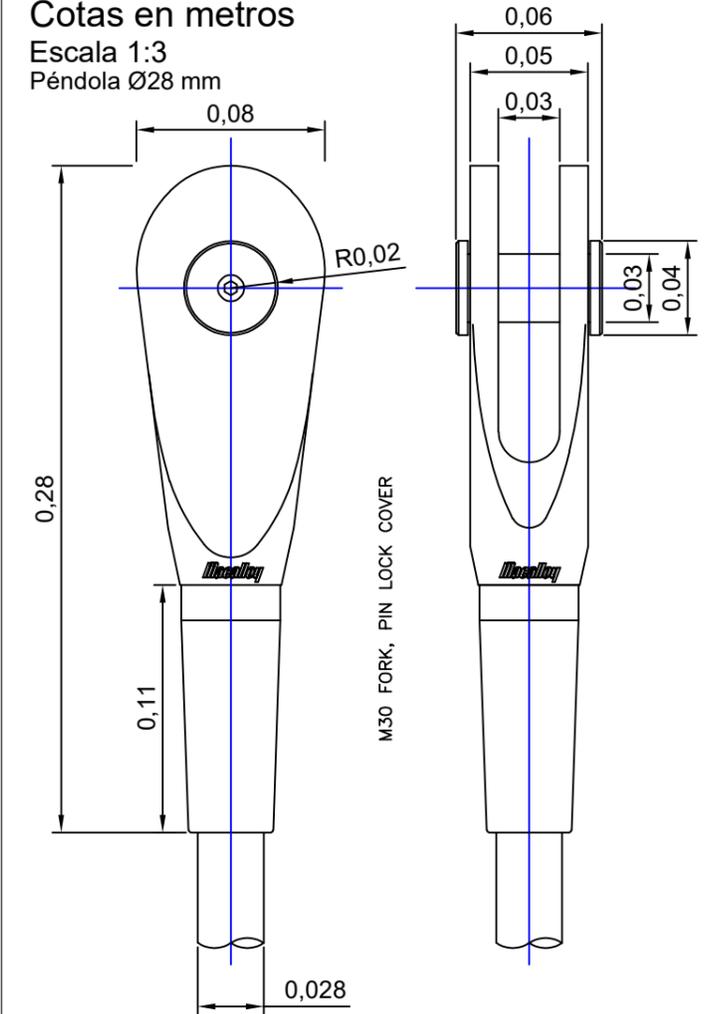
Cotas en metros  
Escala 1:20



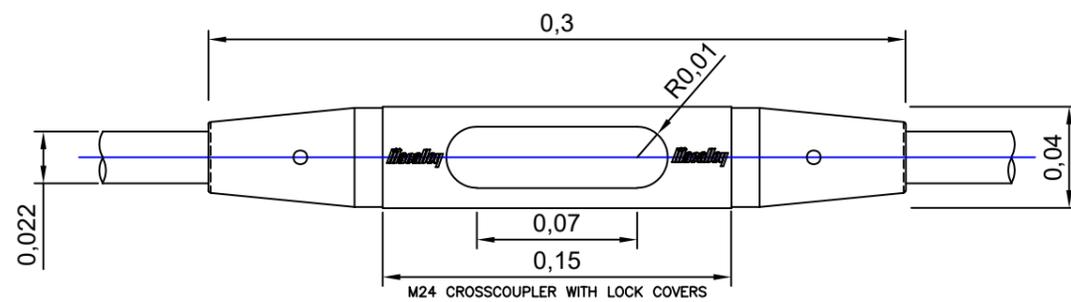
Cotas en metros  
Escala 1:3  
Péndola Ø22 mm



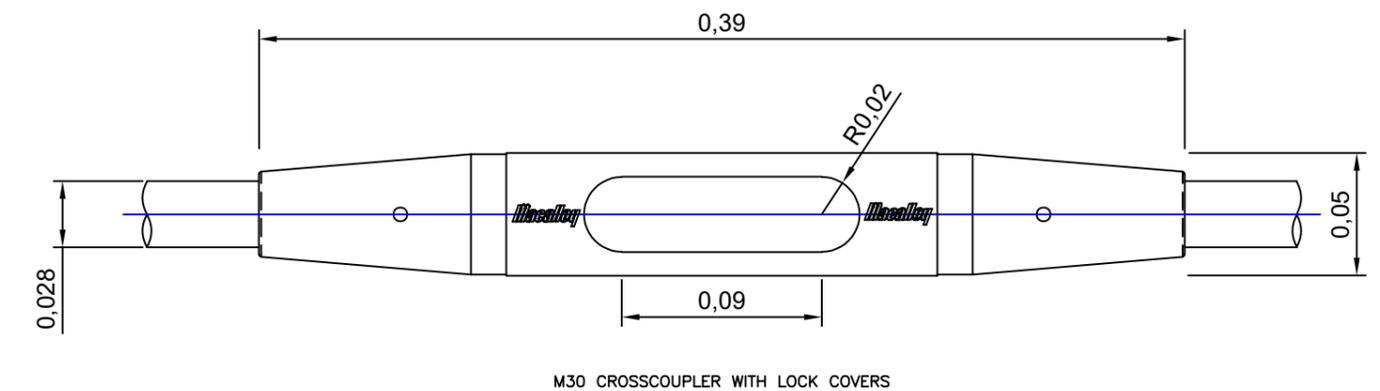
Cotas en metros  
Escala 1:3  
Péndola Ø28 mm



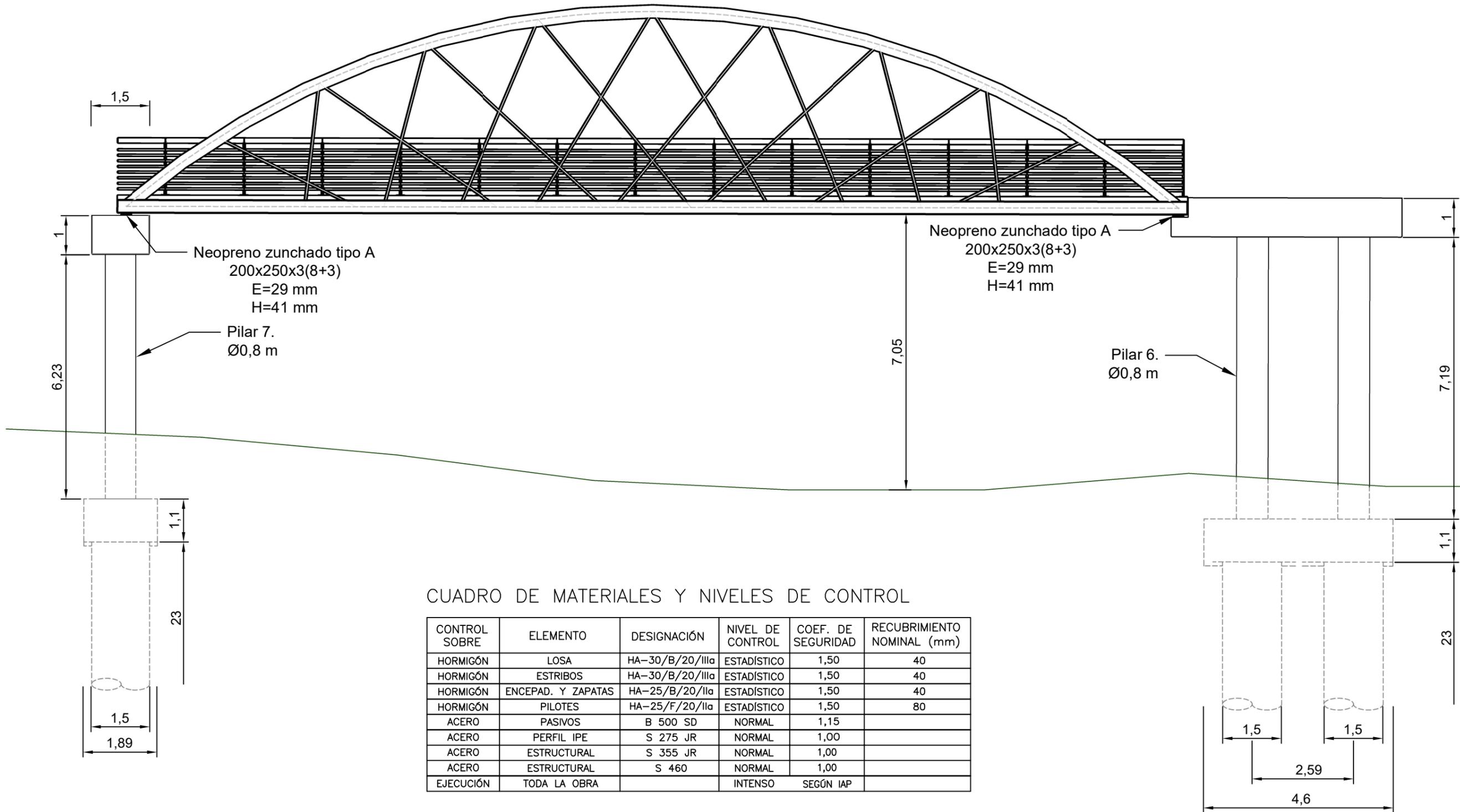
Cotas en metros  
Escala 1:3



Cotas en metros  
Escala 1:3



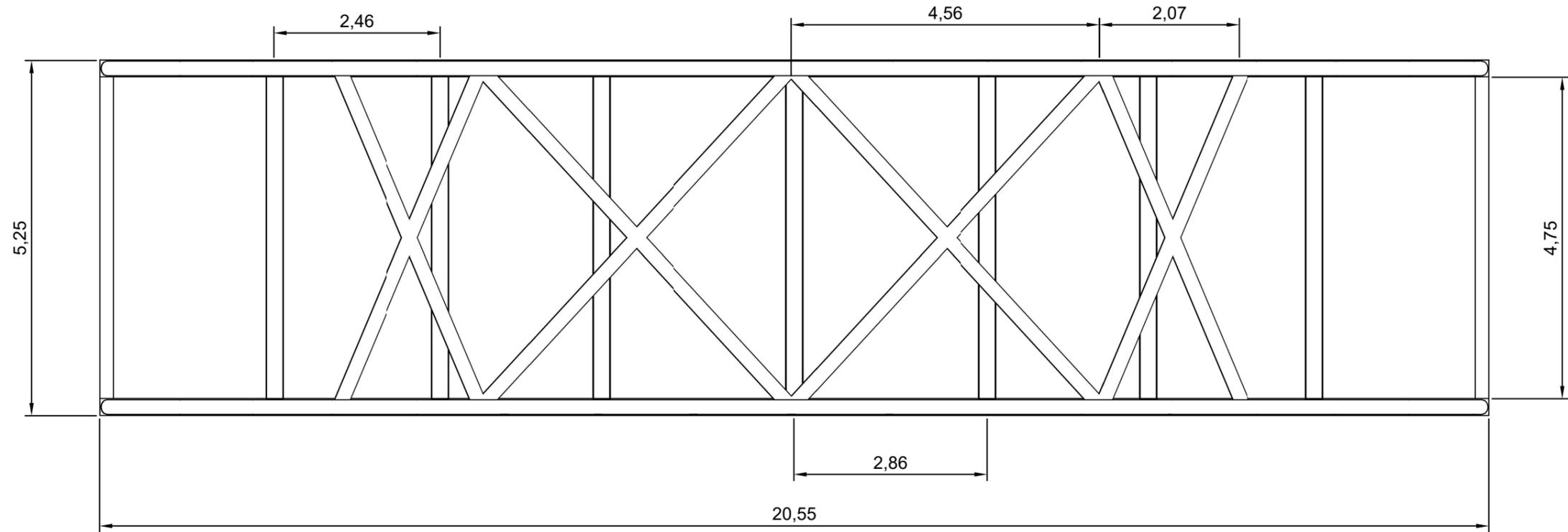
Cotas en metros



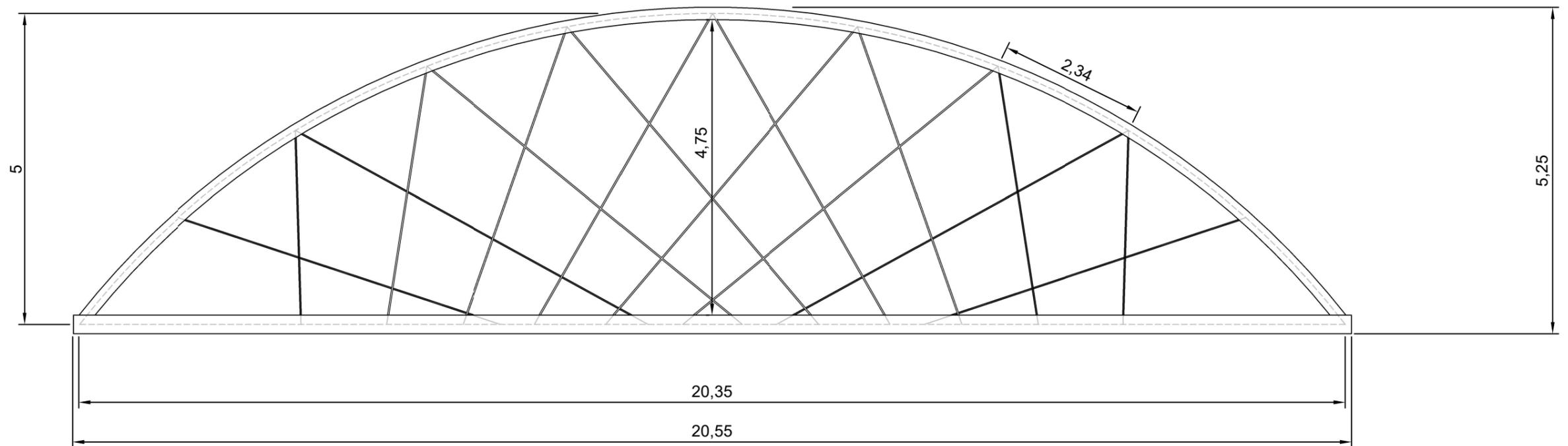
CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

CONTROL SOBRE	ELEMENTO	DESIGNACIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO NOMINAL (mm)
HORMIGÓN	LOSA	HA-30/B/20/IIIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
HORMIGÓN	ESTRIBOS	HA-30/B/20/IIIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
HORMIGÓN	ENCEPAD. Y ZAPATAS	HA-25/B/20/IIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
HORMIGÓN	PILOTES	HA-25/F/20/IIa	ESTADÍSTICO	1,50	80
ACERO	PASIVOS	B 500 SD	NORMAL	1,15	
ACERO	PERFIL IPE	S 275 JR	NORMAL	1,00	
ACERO	ESTRUCTURAL	S 355 JR	NORMAL	1,00	
ACERO	ESTRUCTURAL	S 460	NORMAL	1,00	
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA		INTENSO	SEGÚN IAP	

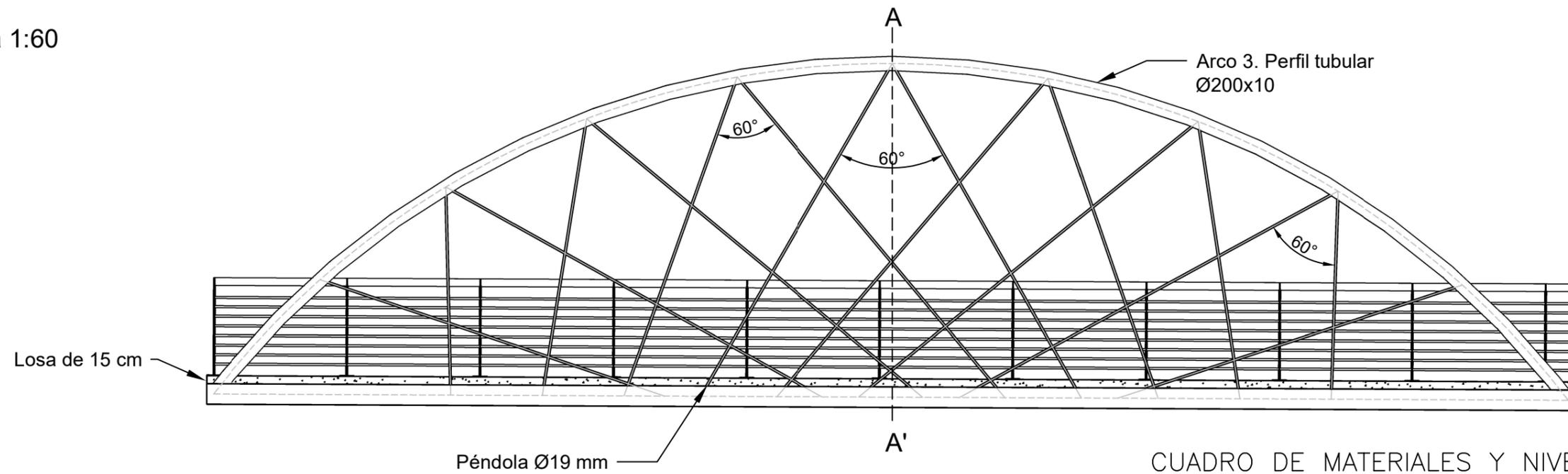
Cotas en metros



Cotas en metros



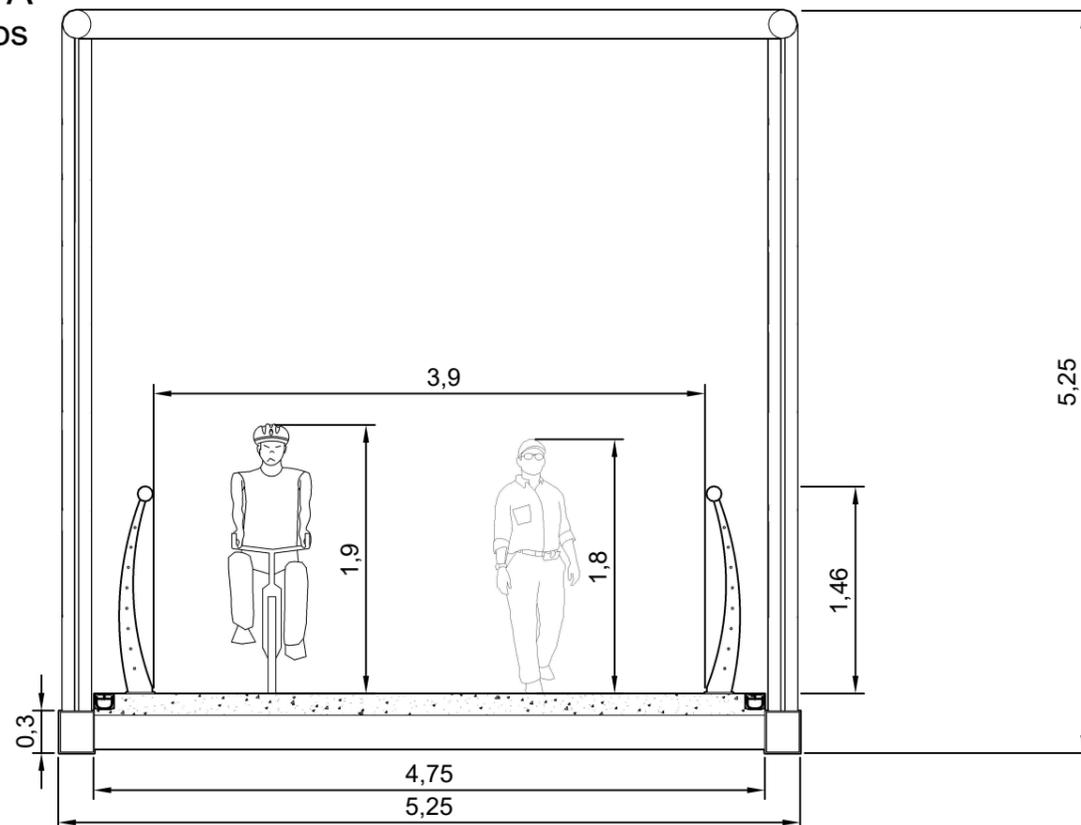
Escala 1:60



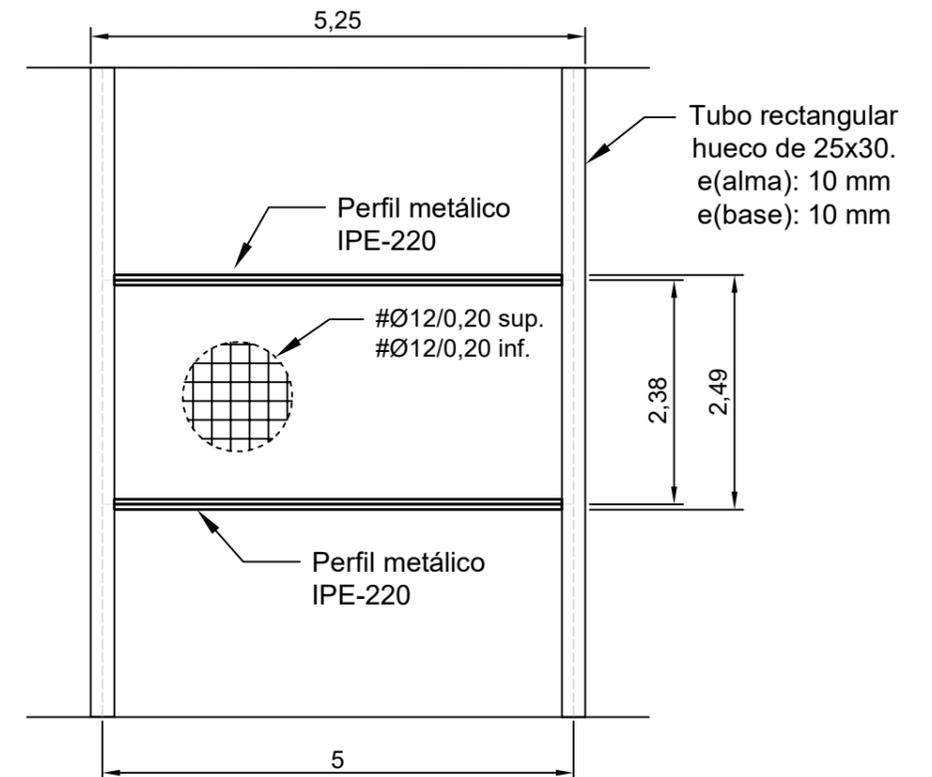
CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

CONTROL SOBRE	ELEMENTO	DESIGNACIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO NOMINAL (mm)
HORMIGÓN	LOSA	HA-30/B/20/IIIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
ACERO	PASIVOS	B 500 SD	NORMAL	1,15	
ACERO	PERFIL IPE	S 275 JR	NORMAL	1,00	
ACERO	ESTRUCTURAL	S 355 JR	NORMAL	1,00	
ACERO	ESTRUCTURAL	S 460	NORMAL	1,00	
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA		INTENSO	SEGÚN IAP	

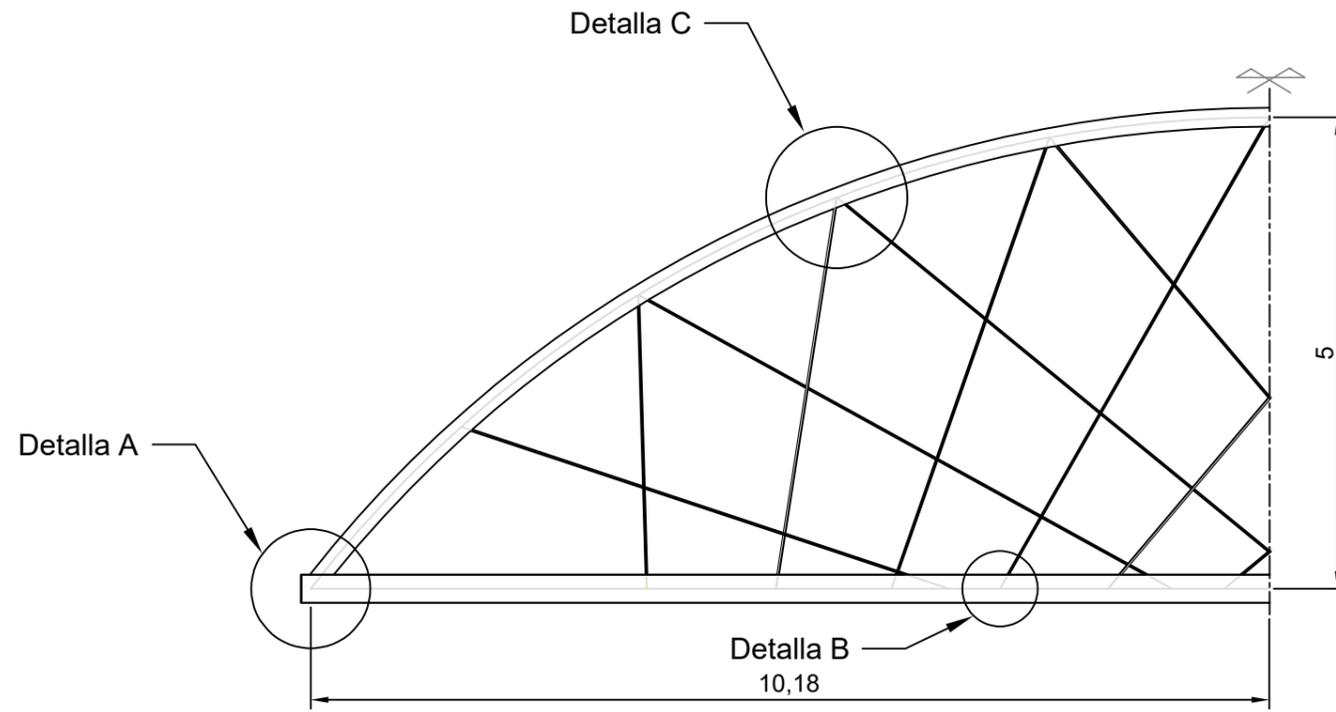
SECCIÓN: A-A'  
Cotas en metros  
Escala 1:50



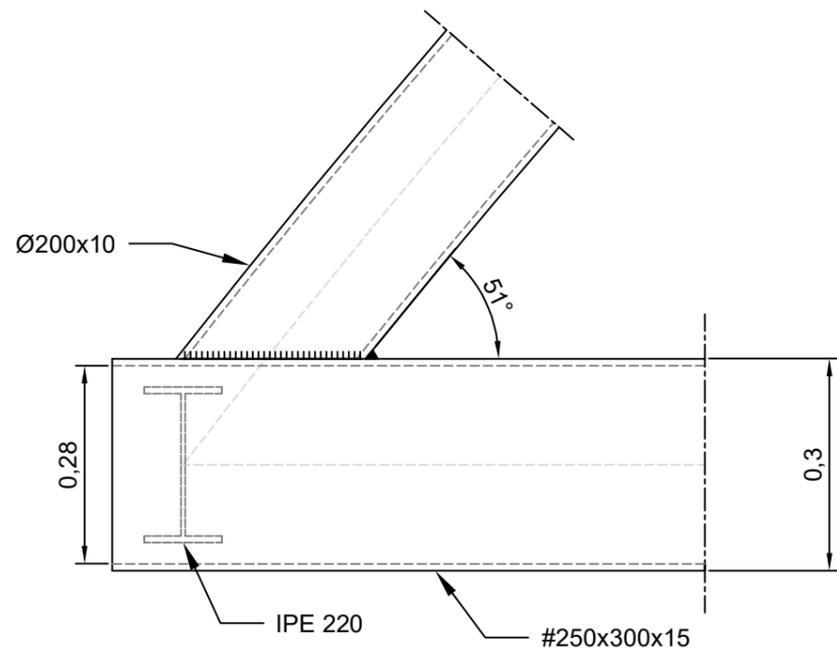
Armado tablero  
Cotas en metros  
Escala 1:50



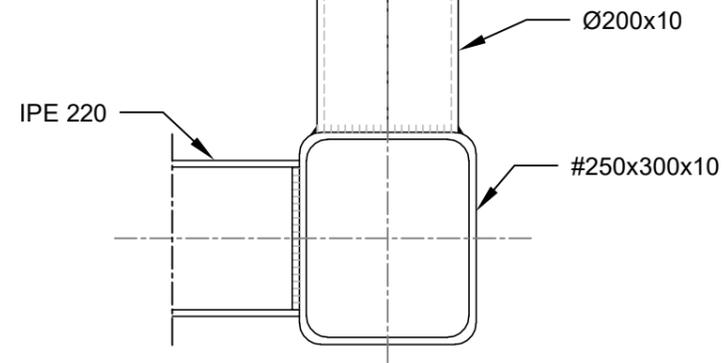
Detalles Arco 3  
Escala 1:75



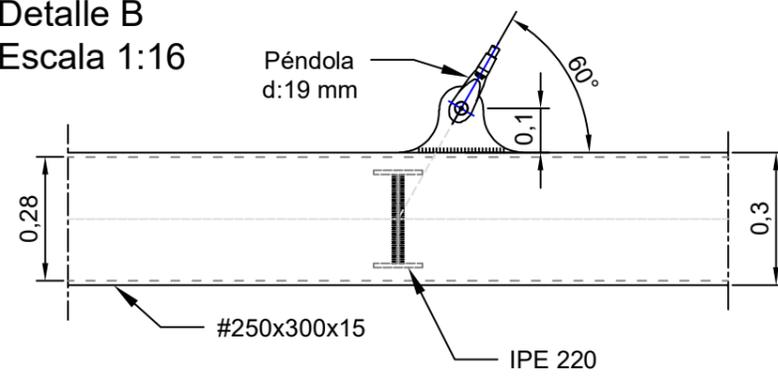
Detalle A  
Escala 1:10



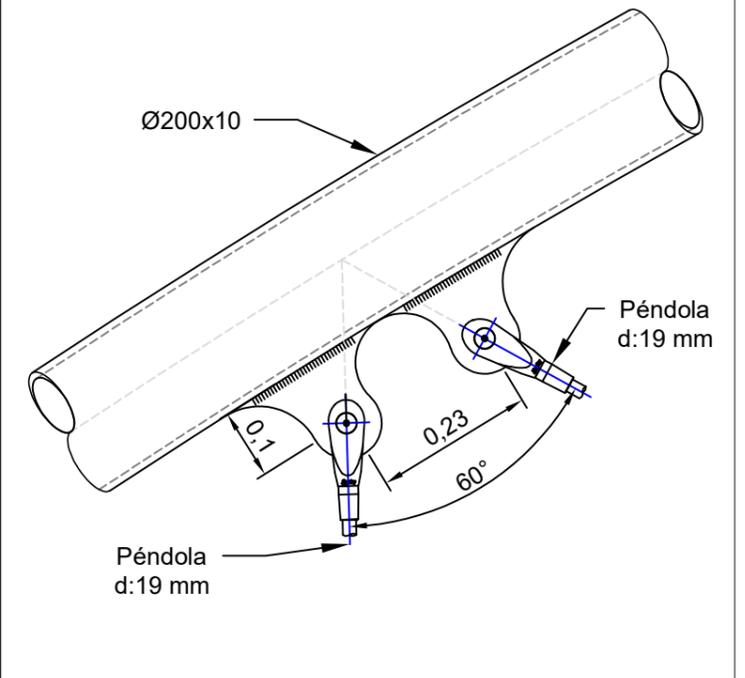
Detalle A  
Escala 1:10



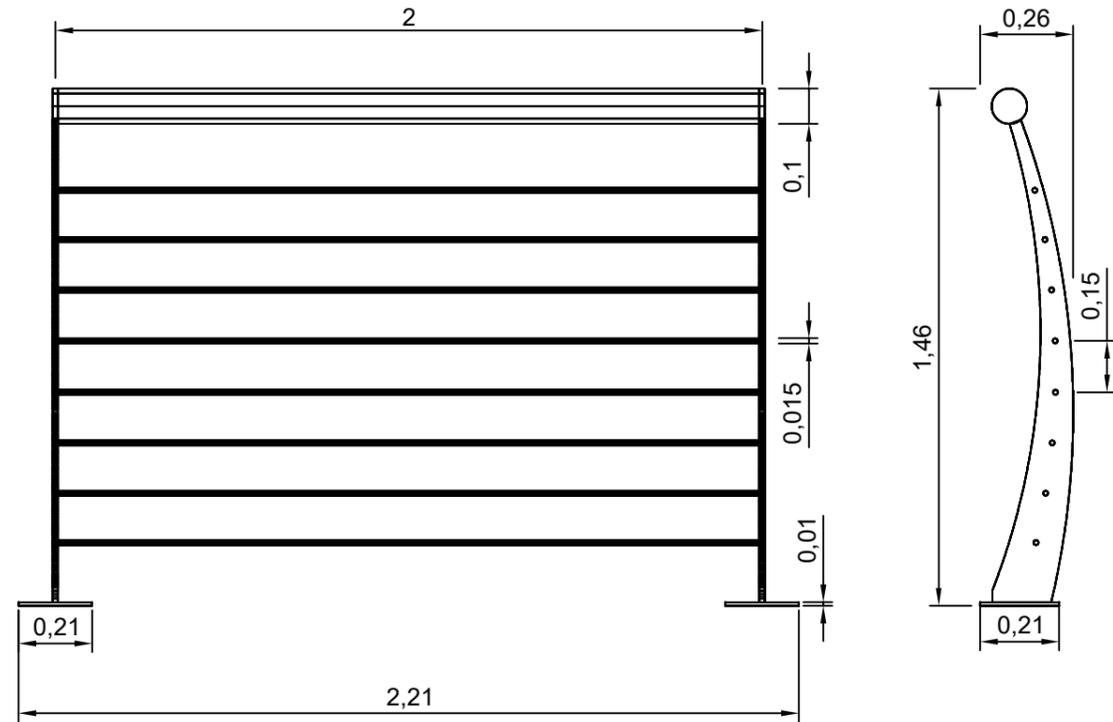
Detalle B  
Escala 1:16



Detalle B  
Escala 1:16

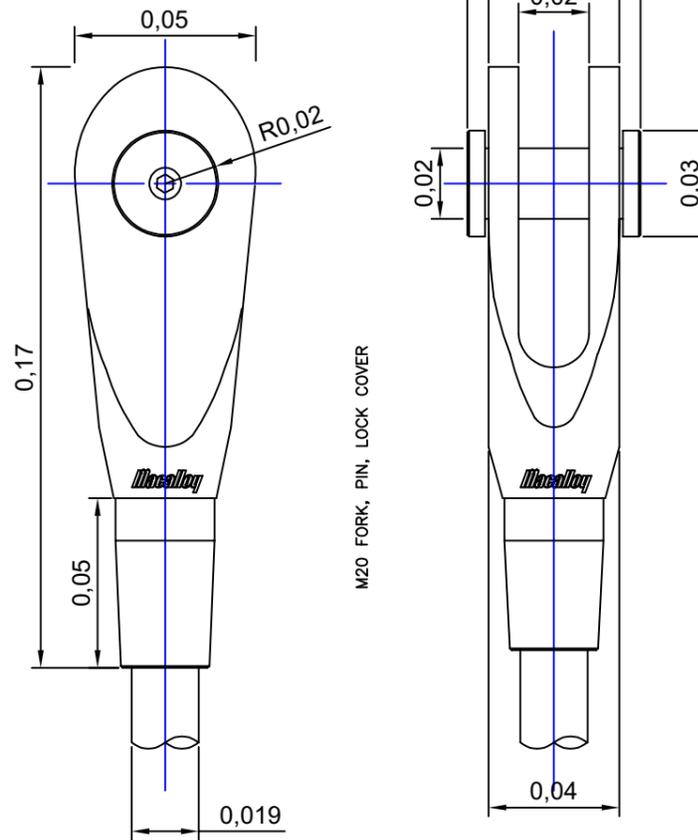


Cotas en metros  
Escala 1:20

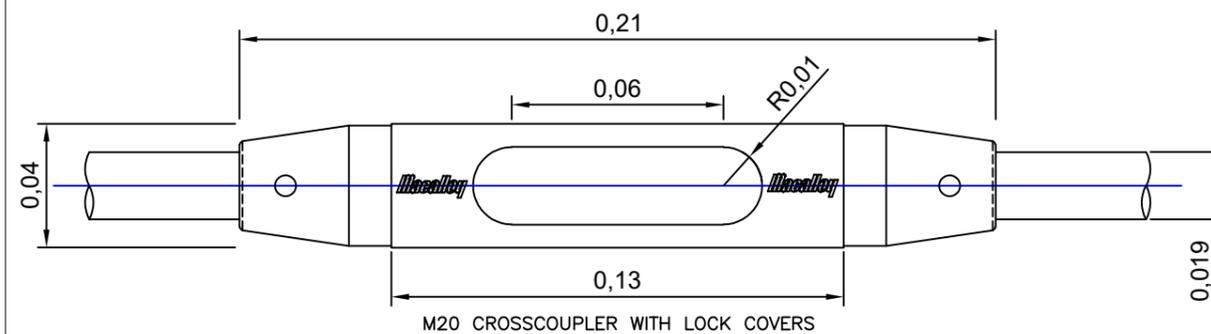


Cotas en metros  
Escala 1:2

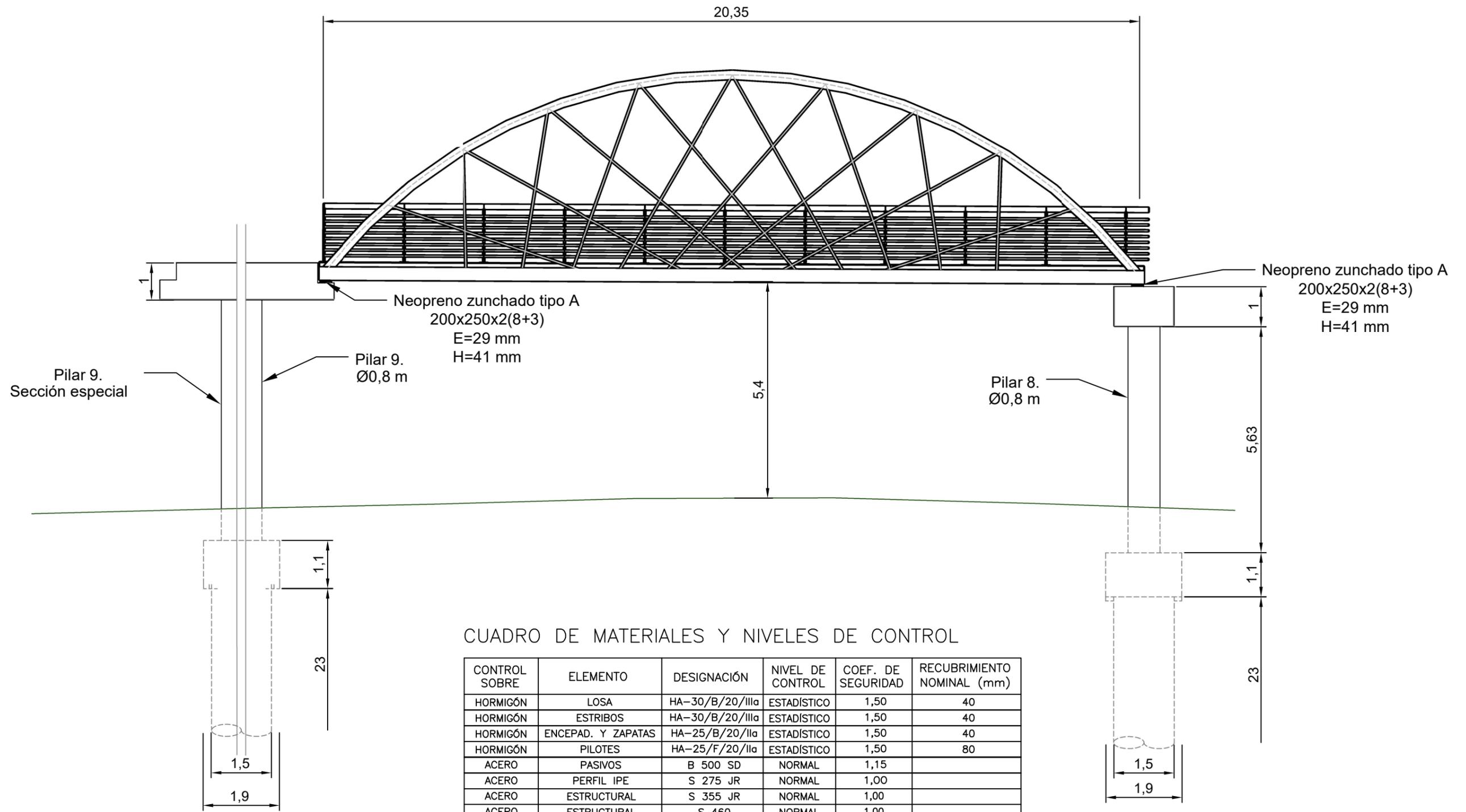
Péndola Ø19 mm



Cotas en metros  
Escala 1:2



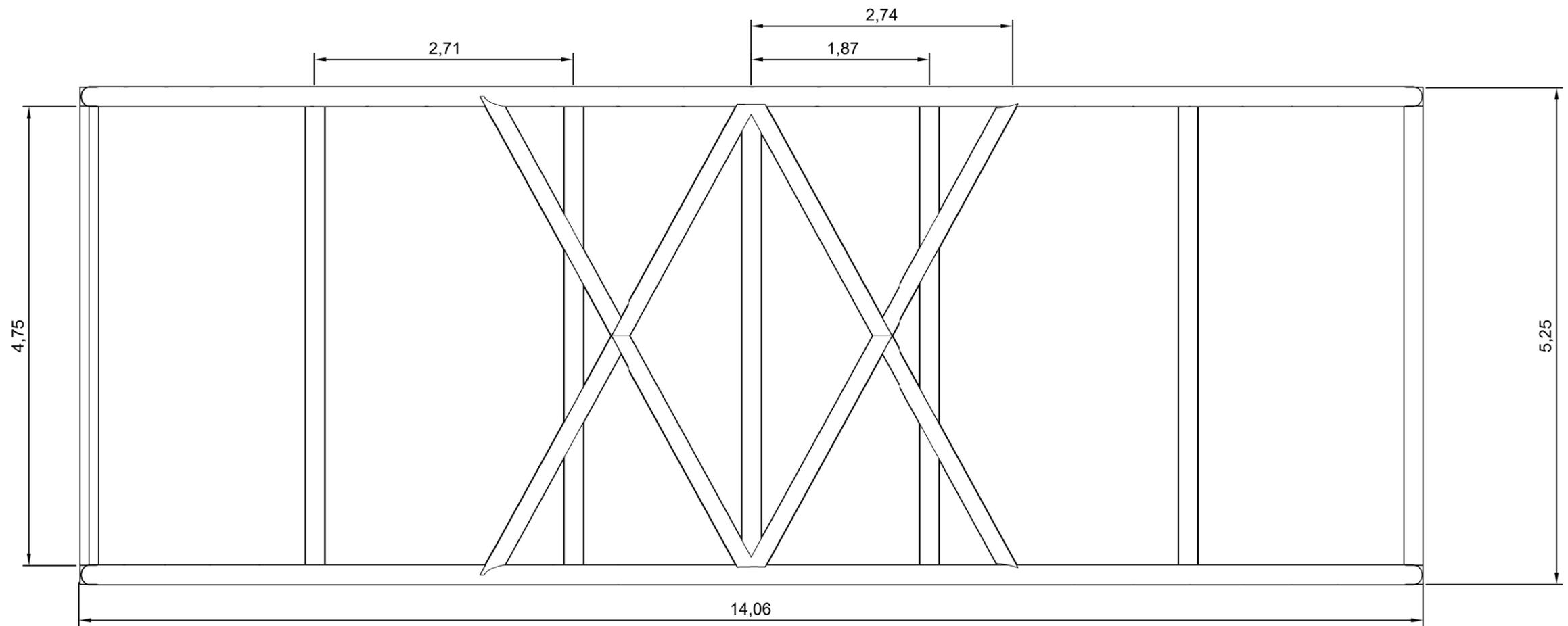
Cotas en metros



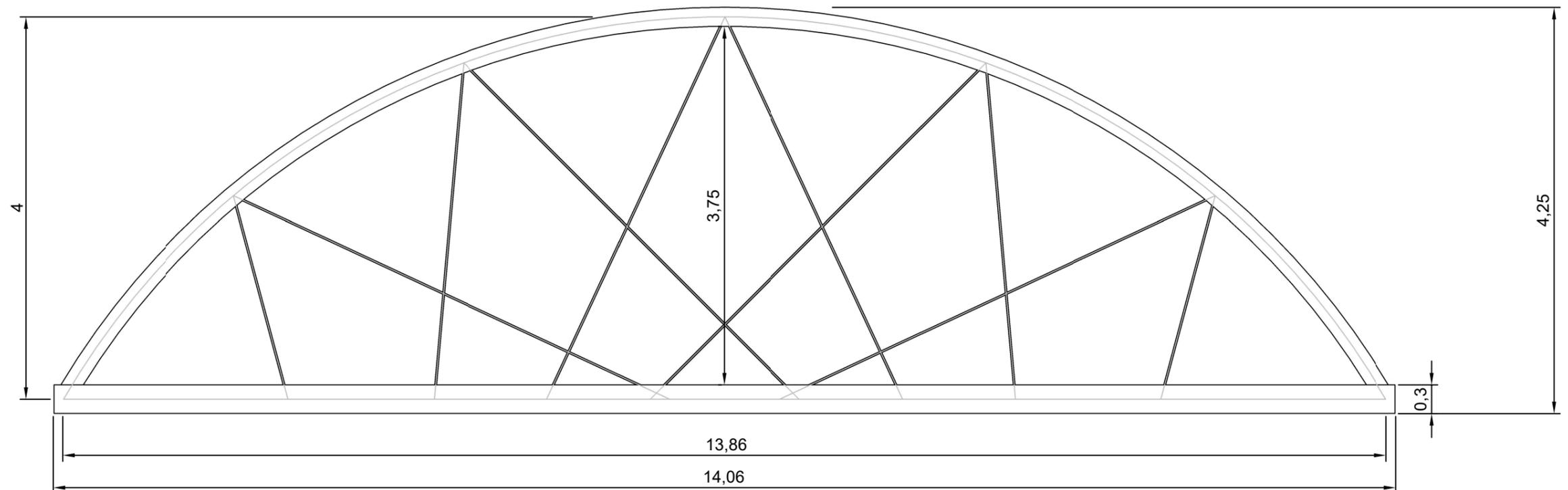
CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

CONTROL SOBRE	ELEMENTO	DESIGNACIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO NOMINAL (mm)
HORMIGÓN	LOSA	HA-30/B/20/IIIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
HORMIGÓN	ESTRIBOS	HA-30/B/20/IIIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
HORMIGÓN	ENCEPAD. Y ZAPATAS	HA-25/B/20/IIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
HORMIGÓN	PILOTES	HA-25/F/20/IIa	ESTADÍSTICO	1,50	80
ACERO	PASIVOS	B 500 SD	NORMAL	1,15	
ACERO	PERFIL IPE	S 275 JR	NORMAL	1,00	
ACERO	ESTRUCTURAL	S 355 JR	NORMAL	1,00	
ACERO	ESTRUCTURAL	S 460	NORMAL	1,00	
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA		INTENSO	SEGÚN IAP	

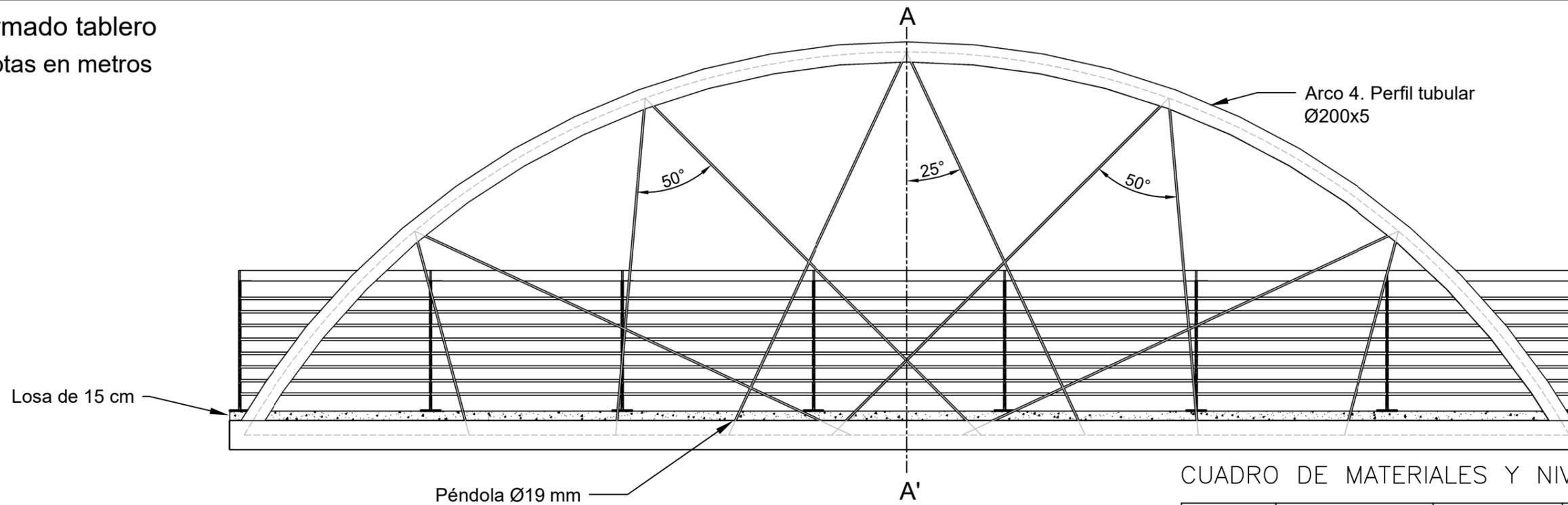
Cotas en metros



Cotas en metros



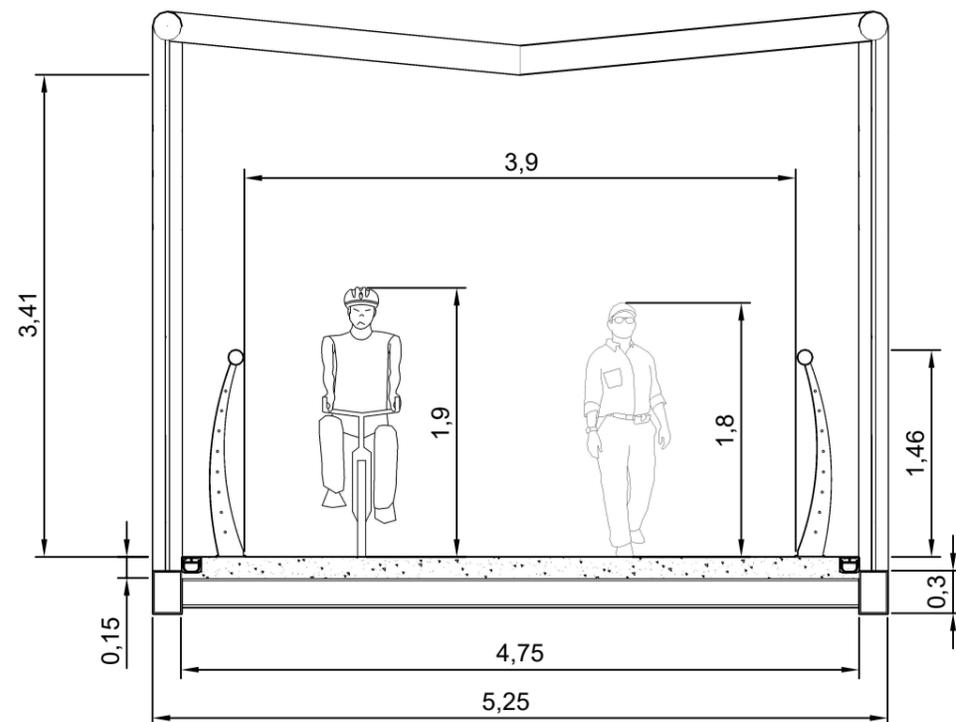
Armado tablero  
Cotas en metros



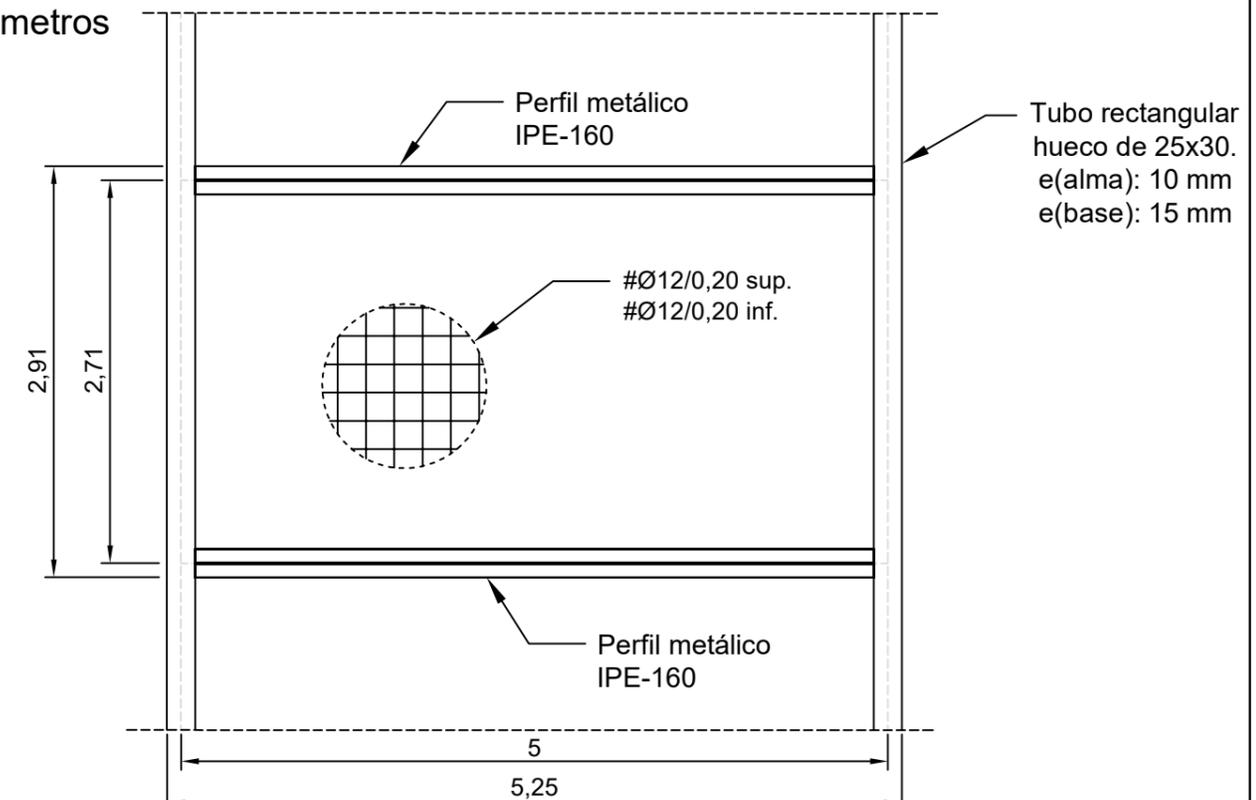
CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

CONTROL SOBRE	ELEMENTO	DESIGNACIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO NOMINAL (mm)
HORMIGÓN	LOSA	HA-30/B/20/IIIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
ACERO	PASIVOS	B 500 SD	NORMAL	1,15	
ACERO	PERFIL IPE	S 275 JR	NORMAL	1,00	
ACERO	ESTRUCTURAL	S 355 JR	NORMAL	1,00	
ACERO	ESTRUCTURAL	S 460	NORMAL	1,00	
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA		INTENSO	SEGÚN IAP	

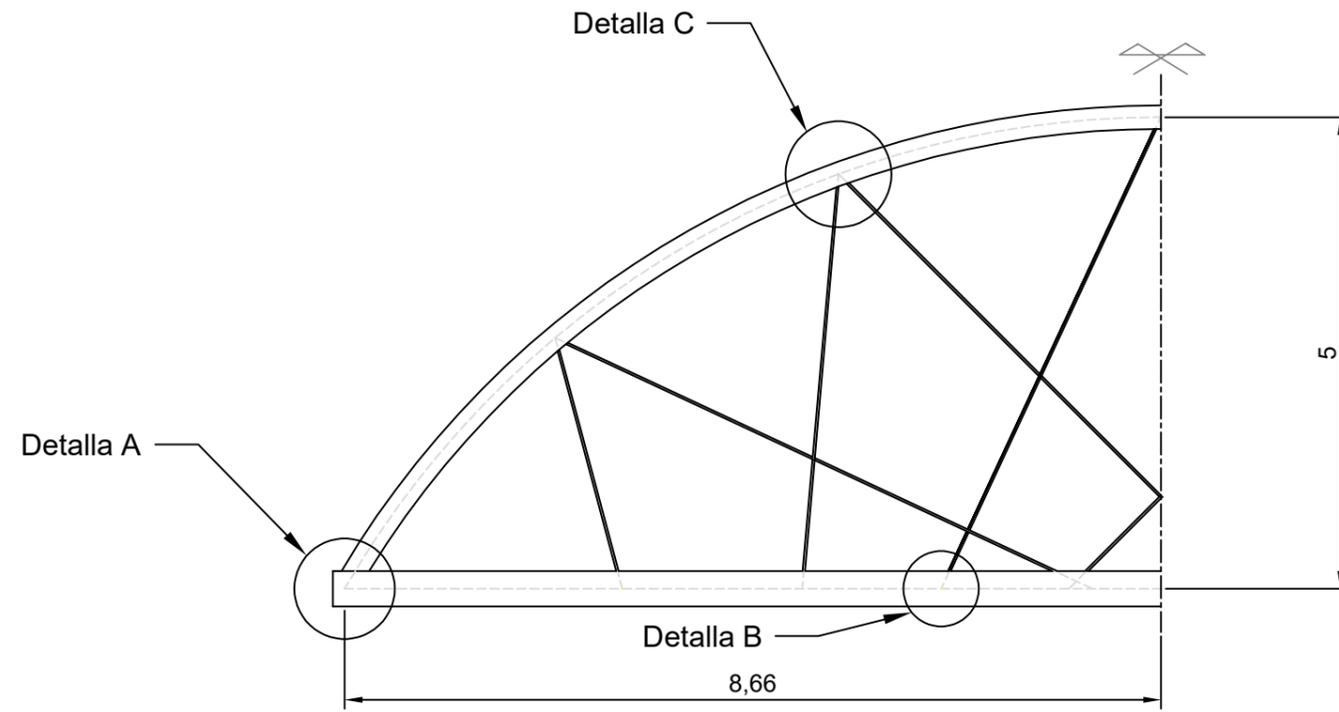
Sección A-A'  
Cotas en metros



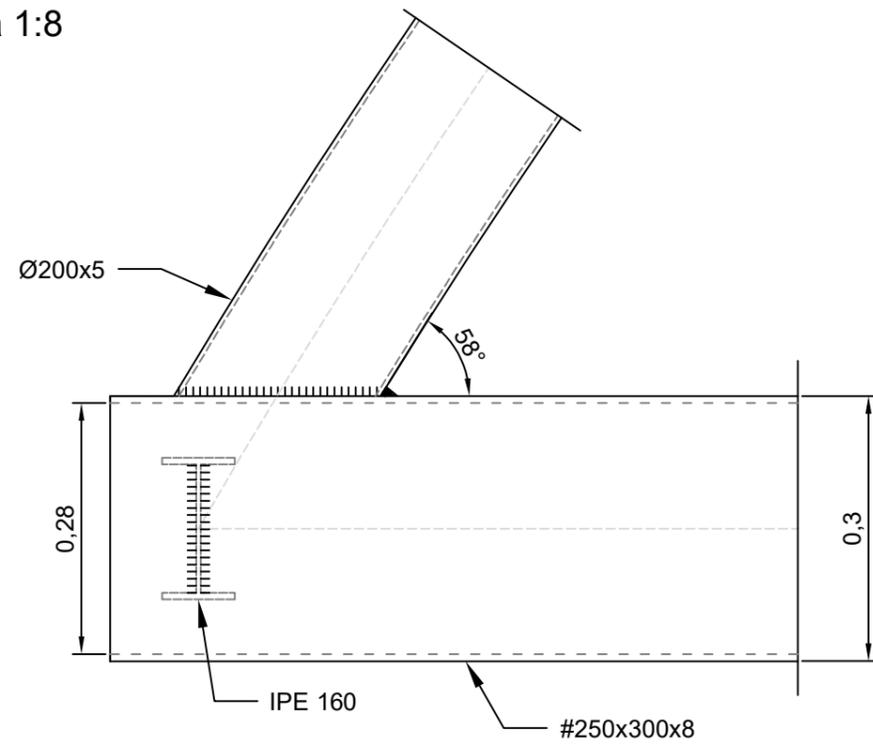
Armado tablero  
Cotas en metros



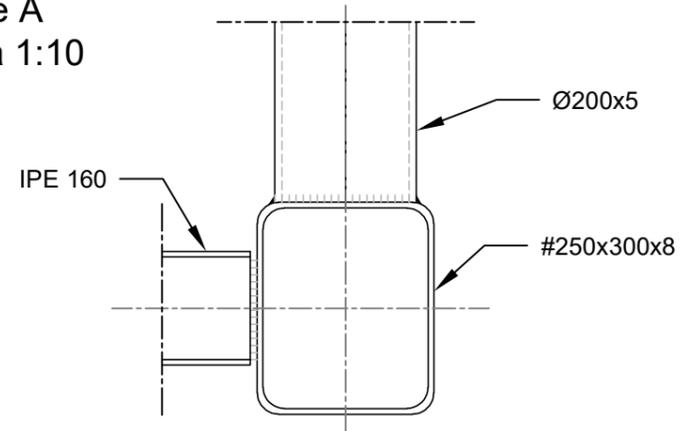
Detalles Arco 4  
Escala 1:60



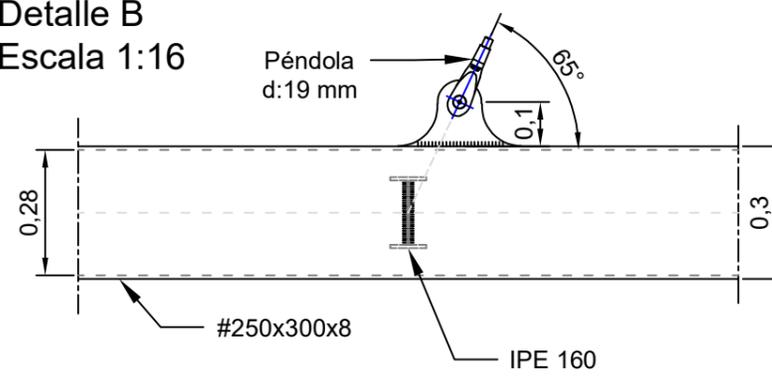
Detalle A  
Escala 1:8



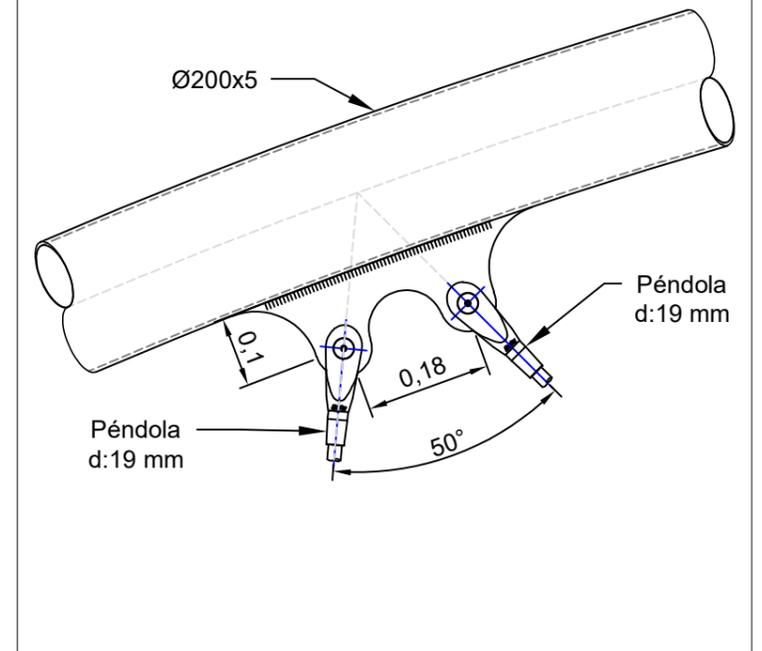
Detalle A  
Escala 1:10



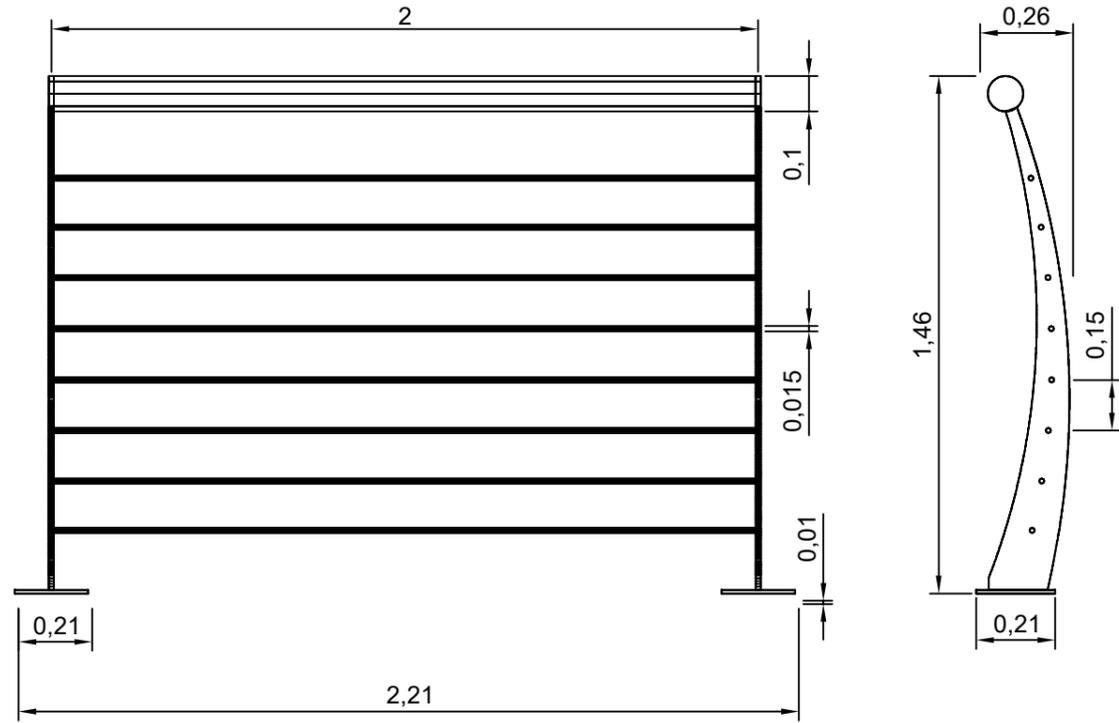
Detalle B  
Escala 1:16



Detalle B  
Escala 1:10

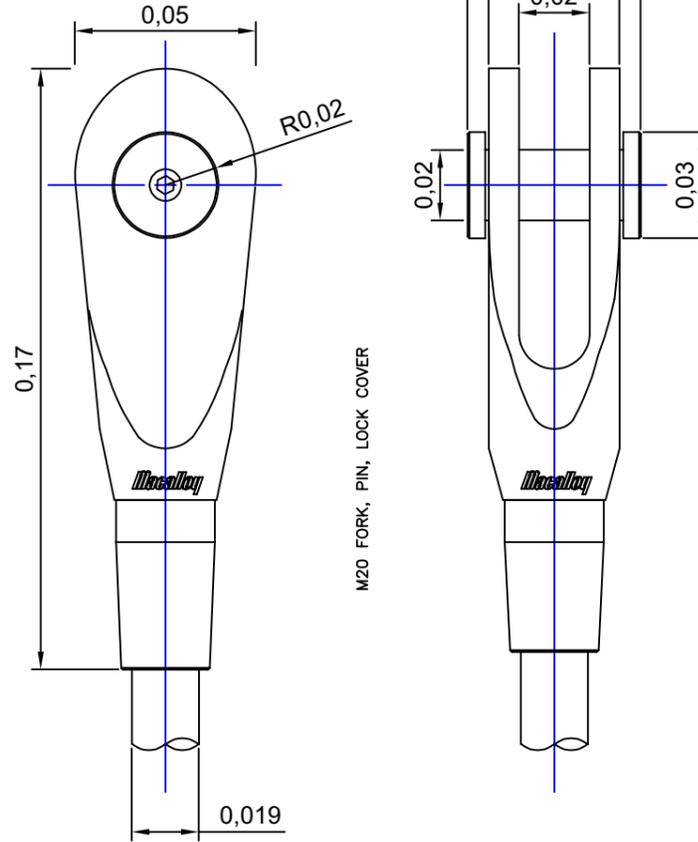


Cotas en metros  
Escala 1:20

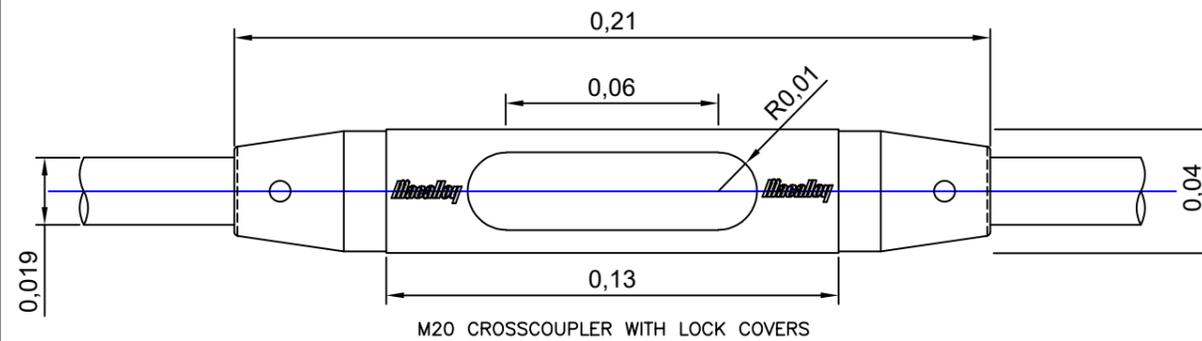


Cotas en metros  
Escala 1:2

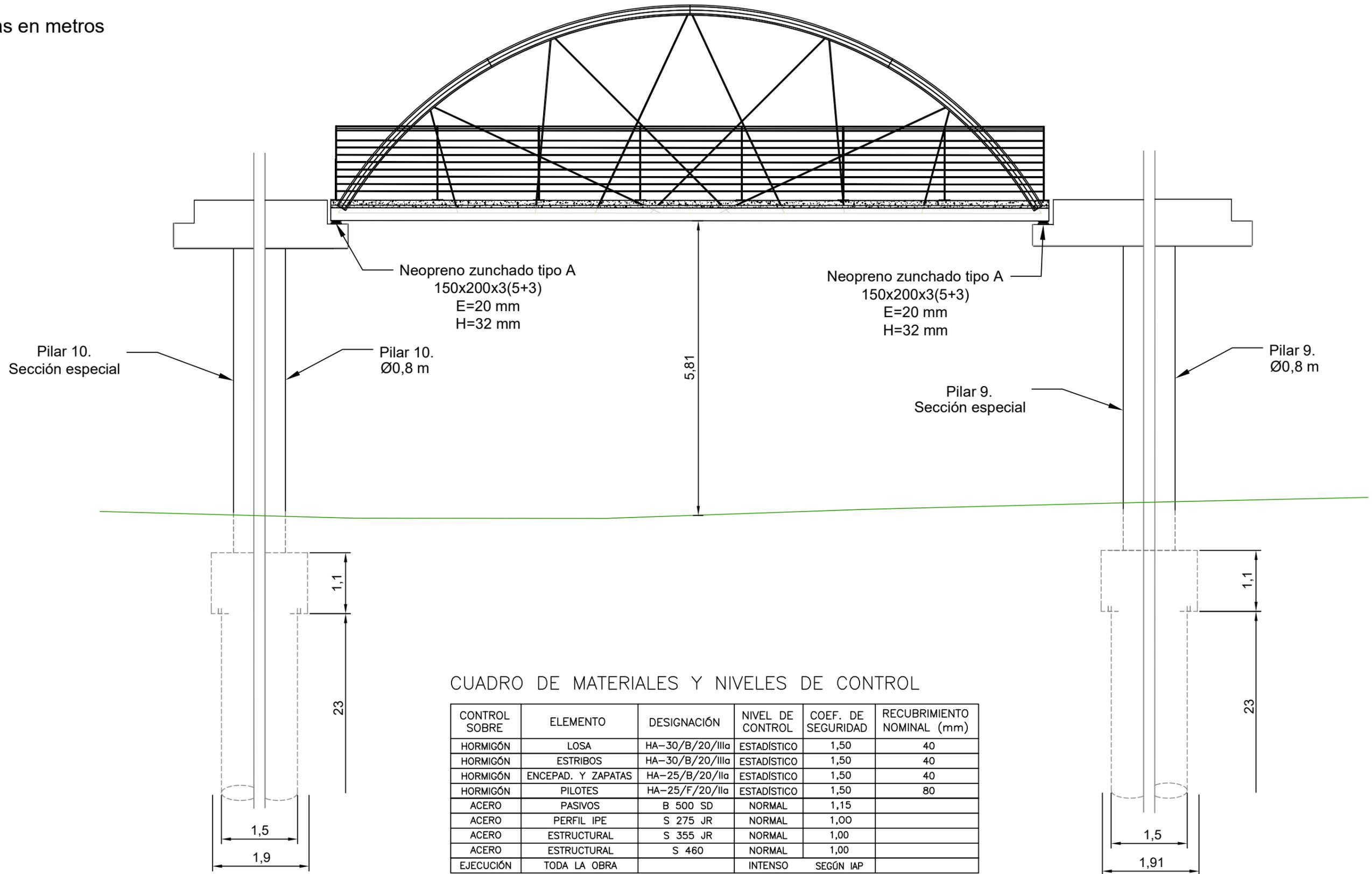
Péndola Ø19 mm



Cotas en metros  
Escala 1:2



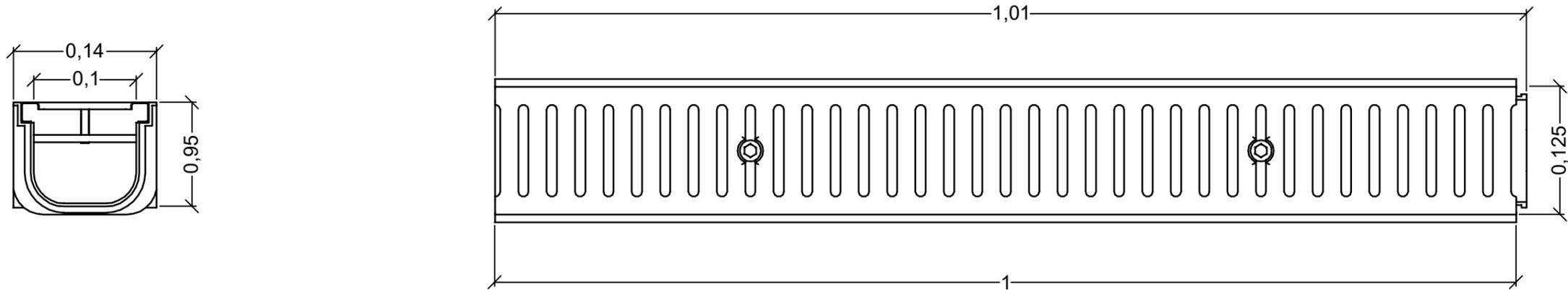
Cotas en metros



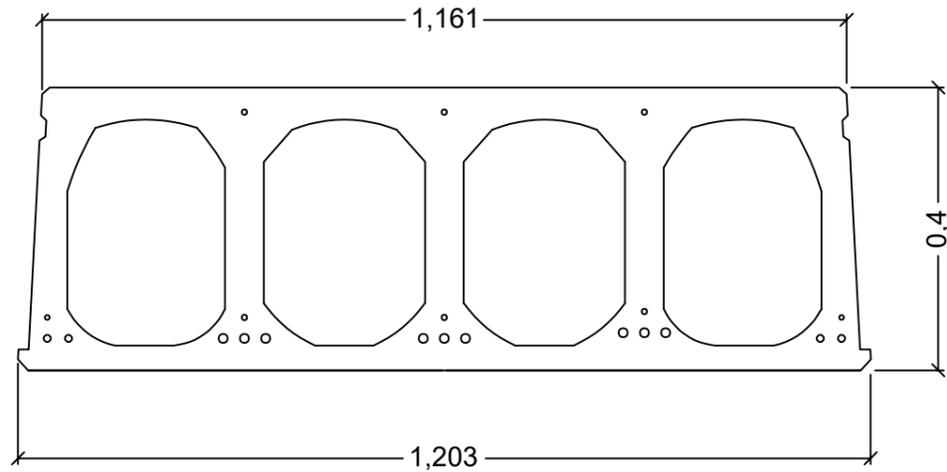
CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

CONTROL SOBRE	ELEMENTO	DESIGNACIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO NOMINAL (mm)
HORMIGÓN	LOSA	HA-30/B/20/IIIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
HORMIGÓN	ESTRIBOS	HA-30/B/20/IIIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
HORMIGÓN	ENCEPAD. Y ZAPATAS	HA-25/B/20/IIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
HORMIGÓN	PILOTES	HA-25/F/20/IIa	ESTADÍSTICO	1,50	80
ACERO	PASIVOS	B 500 SD	NORMAL	1,15	
ACERO	PERFIL IPE	S 275 JR	NORMAL	1,00	
ACERO	ESTRUCTURAL	S 355 JR	NORMAL	1,00	
ACERO	ESTRUCTURAL	S 460	NORMAL	1,00	
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA		INTENSO	SEGÚN IAP	

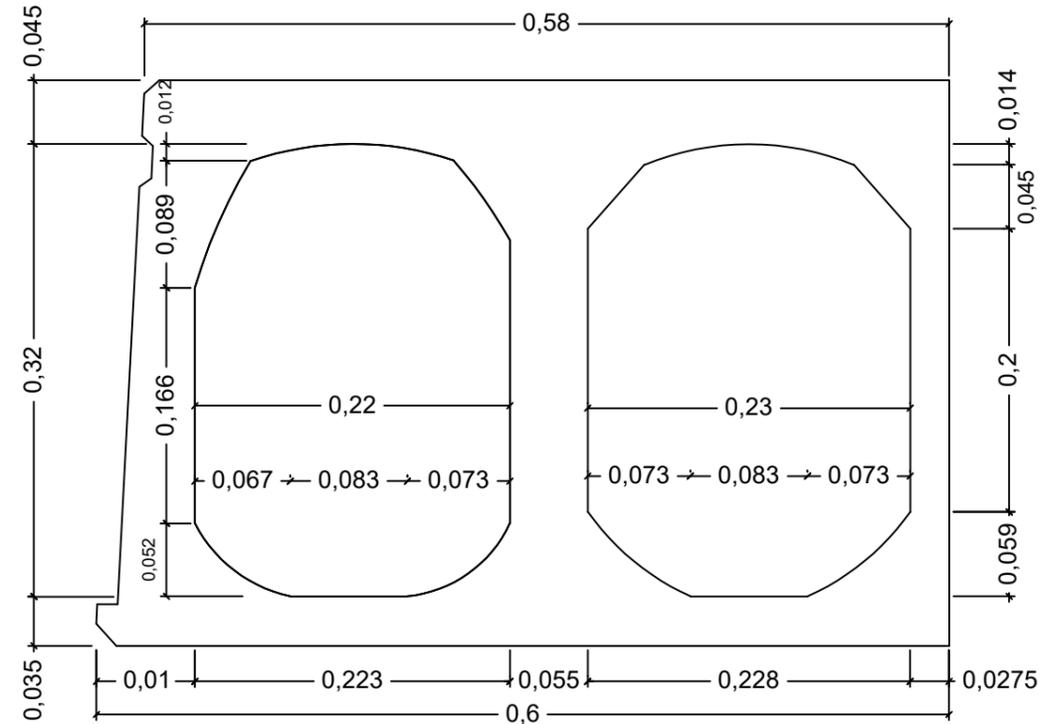
Cotas en metros  
Escala 1:5



Cotas en metros  
Escala 1:10



Cotas en metros  
Escala 1:5

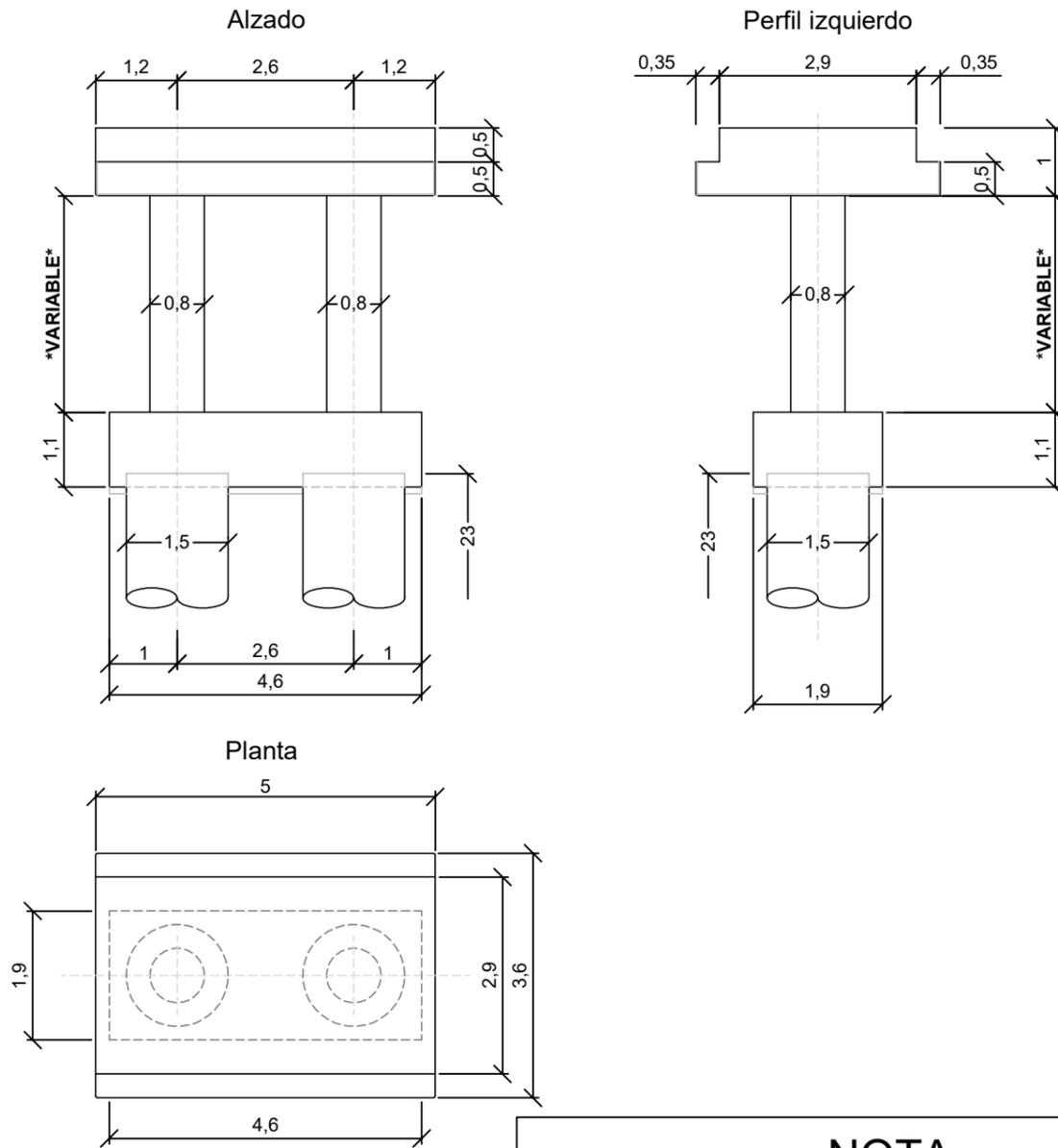


CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

CONTROL SOBRE	ELEMENTO	DESIGNACIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO NOMINAL (mm)
HORMIGÓN	PLACAS	HP-50/S/12/IIb	ESTADÍSTICO	1,50	45
ACERO	ACTIVO	Y 1860 C	NORMAL	1,15	
EJECUCIÓN	TODAS LAS RAMPAS		INTENSO		

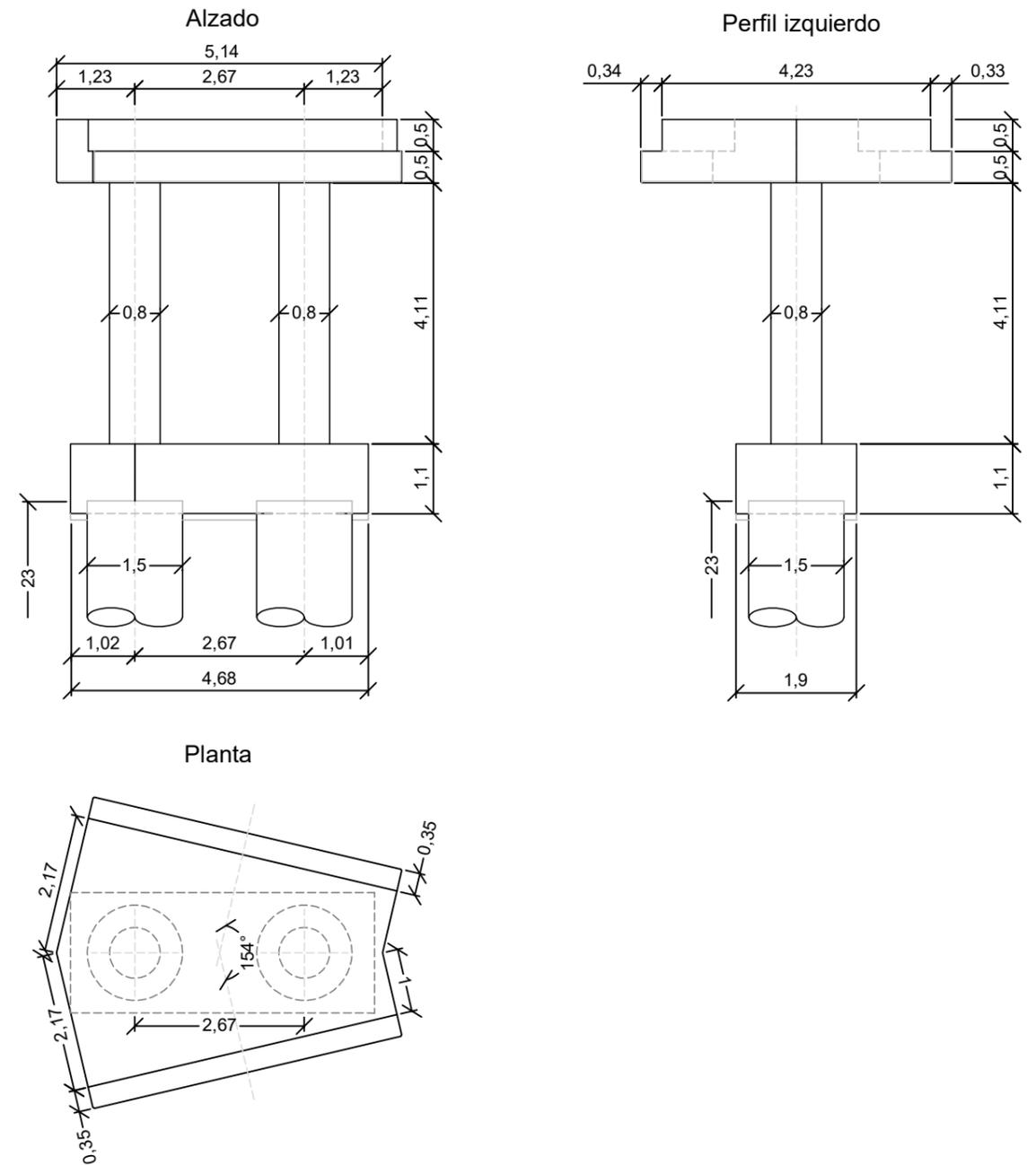
Cotas en metros

Pila 1



Cotas en metros

Pila 2



**NOTA**

La altura de la pila se indica como "variable" debido a que la mayoría de pilas son de dimensiones semejantes, variando únicamente la altura.

Pila 1: h=3,19 m

Pila 4: h=5,37 m

Pila 5: h=6,19 m

Pila 11: h=5,22 m

Pila 12: h=4,57 m

Pila 13: h=3,75 m

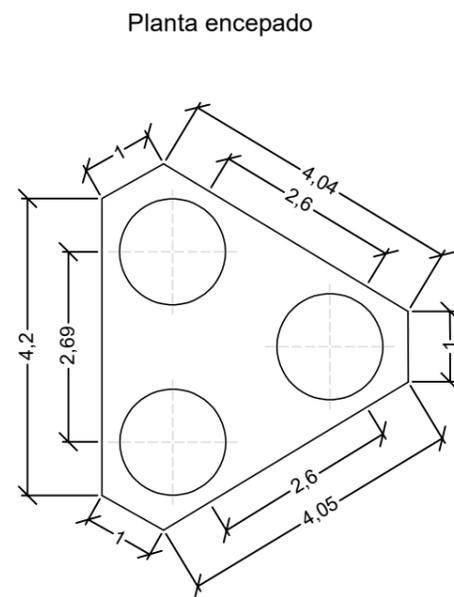
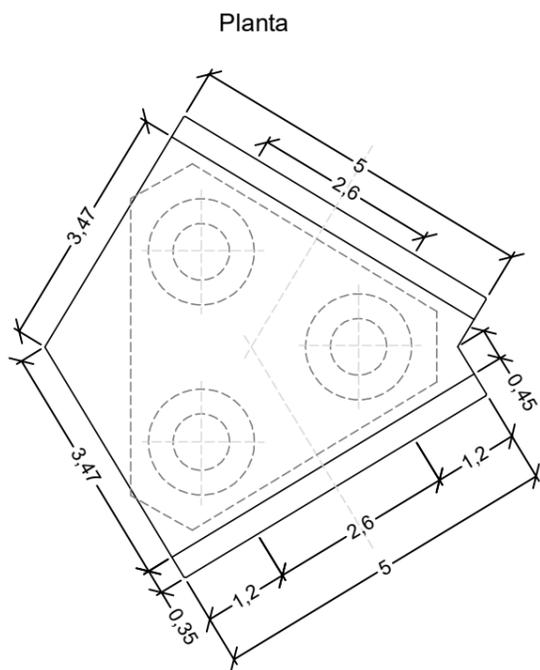
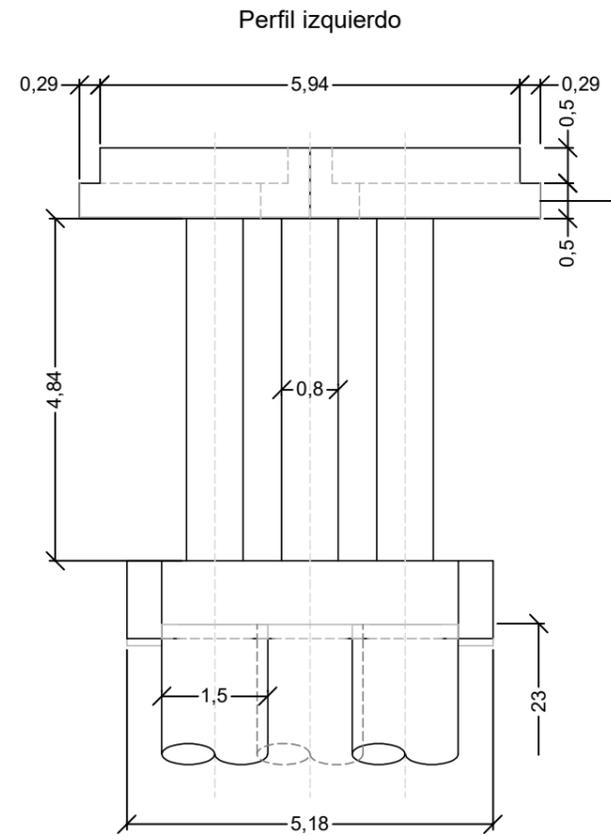
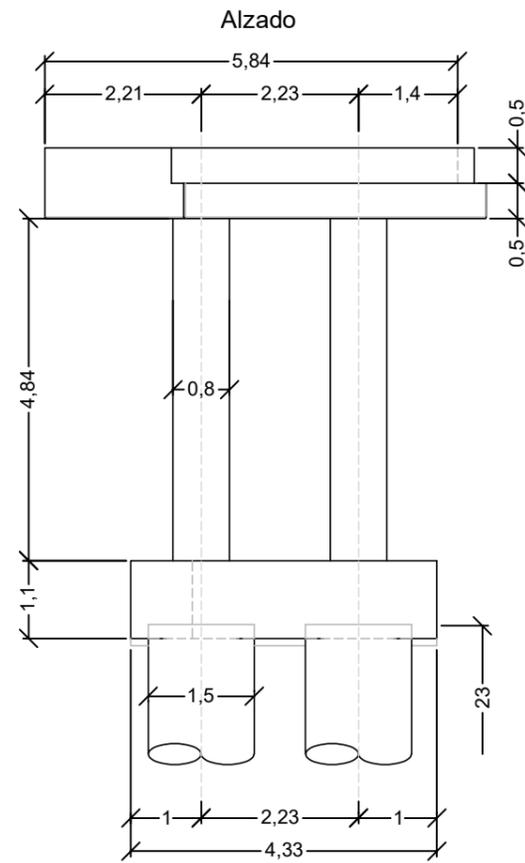
Pila 14: h=3,03 m

**CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL**

CONTROL SOBRE	ELEMENTO	DESIGNACIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO NOMINAL (mm)
HORMIGÓN	ALZADOS	HA-30/B/20/IIIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
HORMIGÓN	ENCEPAD. Y ZAPATAS	HA-25/B/20/IIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
HORMIGÓN	PILOTES	HA-25/F/20/IIa	ESTADÍSTICO	1,50	80
ACERO	PASIVOS	B 500 SD	NORMAL	1,15	
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA		INTENSO	SEGÚN IAP	

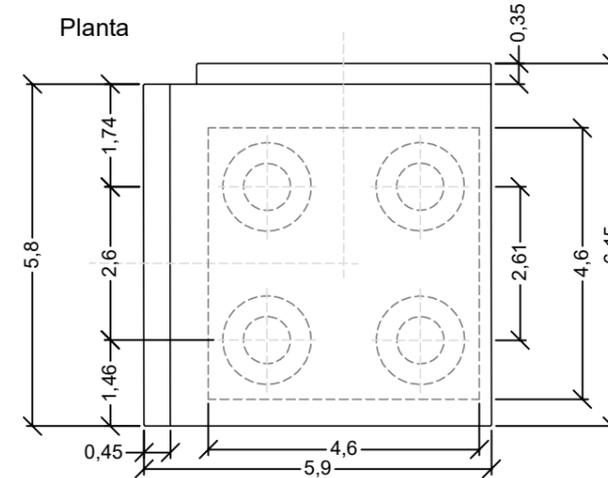
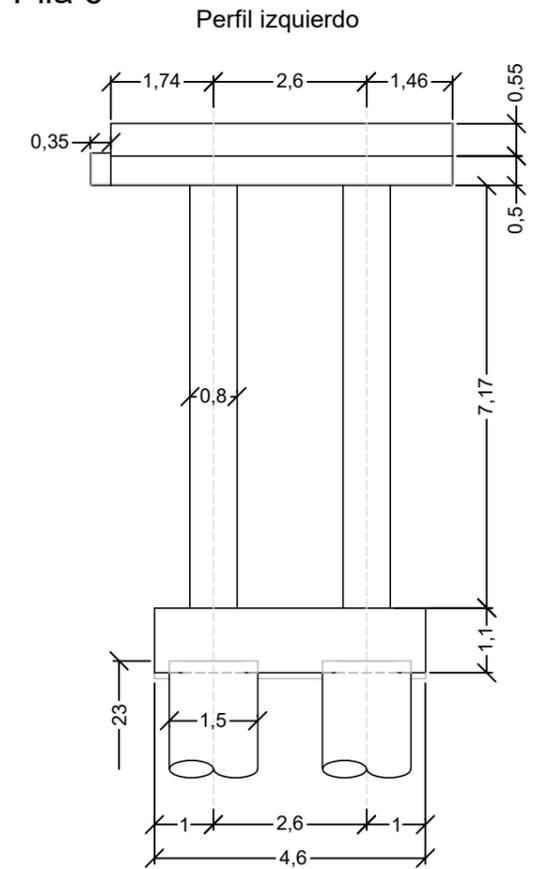
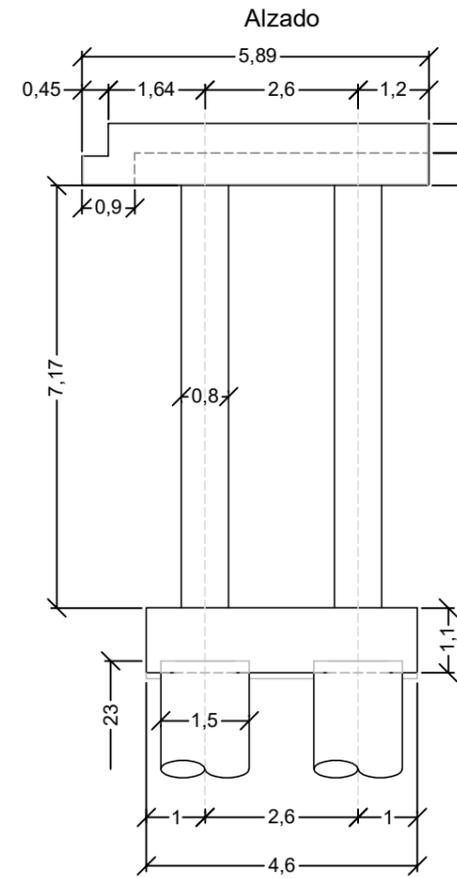
Cotas en metros  
Escala 1:100

Pila 3



Cotas en metros  
Escala 1:120

Pila 6



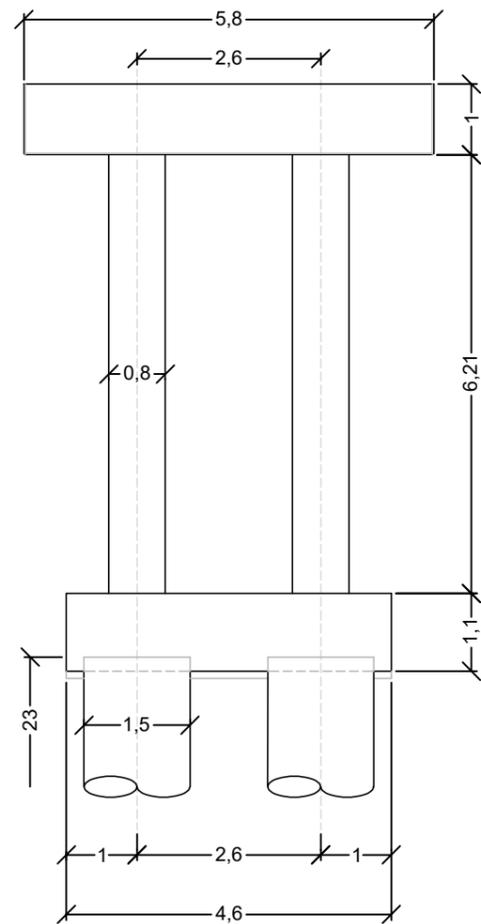
CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

CONTROL SOBRE	ELEMENTO	DESIGNACIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO NOMINAL (mm)
HORMIGÓN	ALZADOS	HA-30/B/20/IIIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
HORMIGÓN	ENCEPAD. Y ZAPATAS	HA-25/B/20/IIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
HORMIGÓN	PILOTES	HA-25/F/20/IIa	ESTADÍSTICO	1,50	80
ACERO	PASIVOS	B 500 SD	NORMAL	1,15	
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA		INTENSO	SEGÚN IAP	

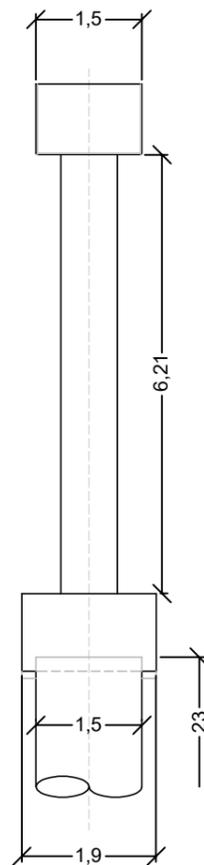
Cotas en metros

Pilar 7

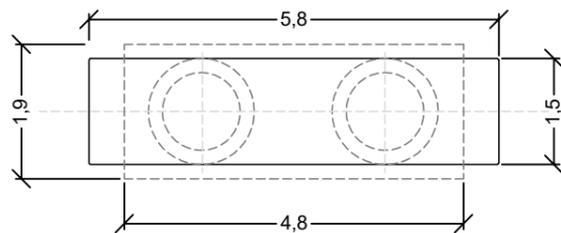
Alzado



Perfil



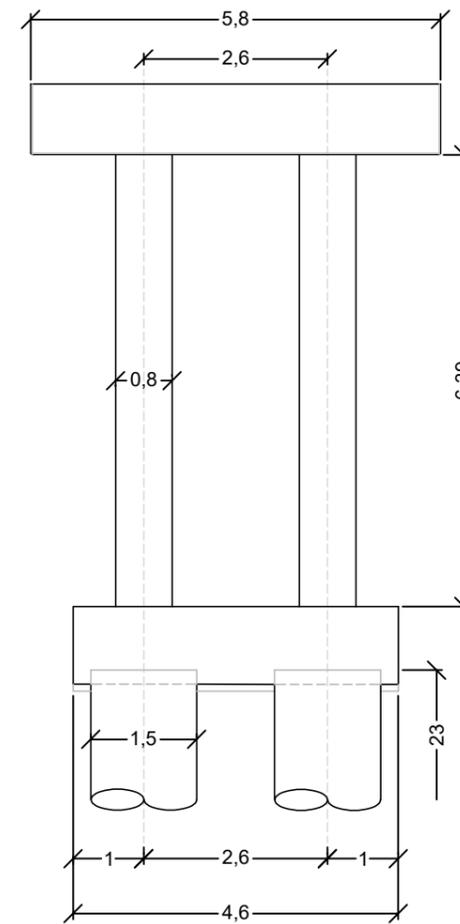
Planta



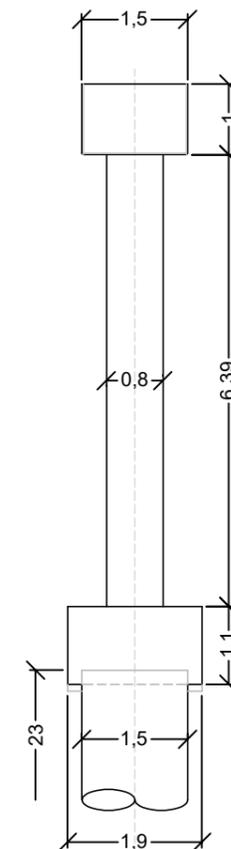
Cotas en metros

Pilar 8

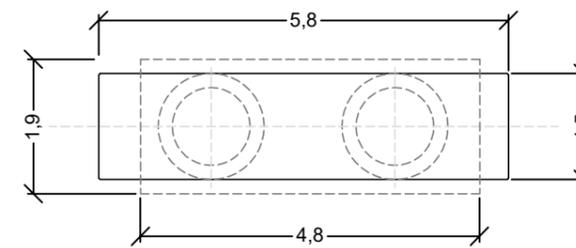
Alzado



Perfil



Planta

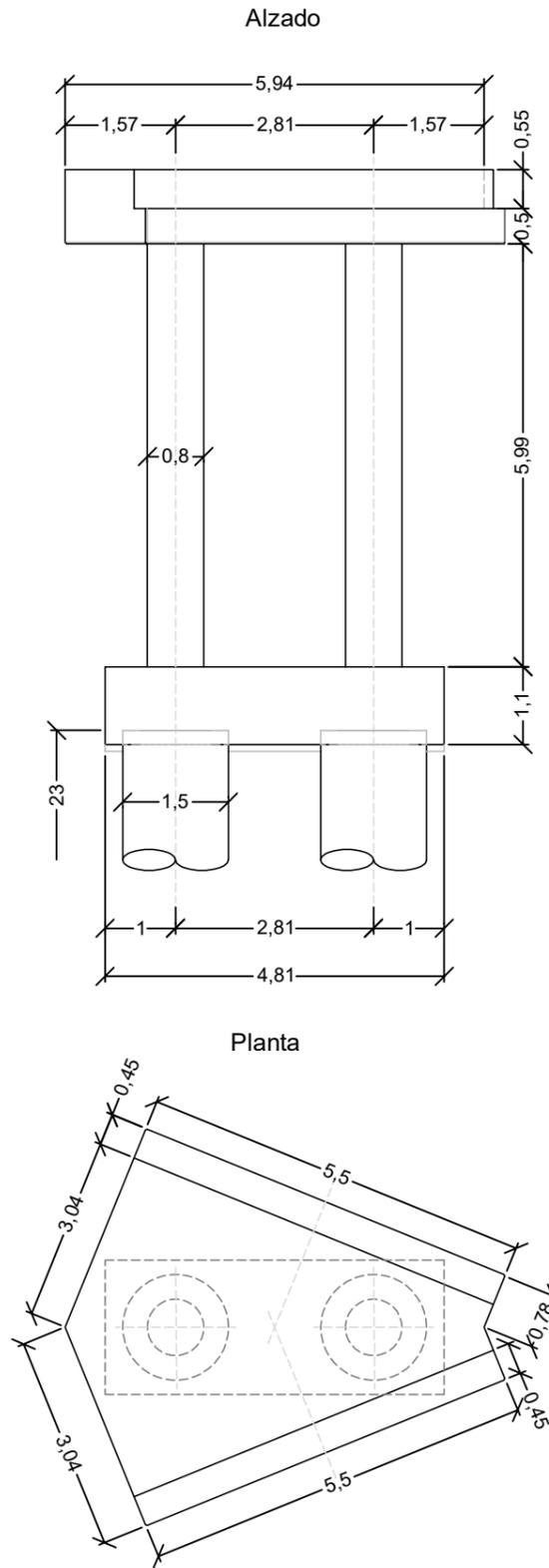


CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

CONTROL SOBRE	ELEMENTO	DESIGNACIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO NOMINAL (mm)
HORMIGÓN	ALZADOS	HA-30/B/20/IIIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
HORMIGÓN	ENCEPAD. Y ZAPATAS	HA-25/B/20/IIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
HORMIGÓN	PILOTES	HA-25/F/20/IIa	ESTADÍSTICO	1,50	80
ACERO	PASIVOS	B 500 SD	NORMAL	1,15	
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA		INTENSO	SEGÚN IAP	

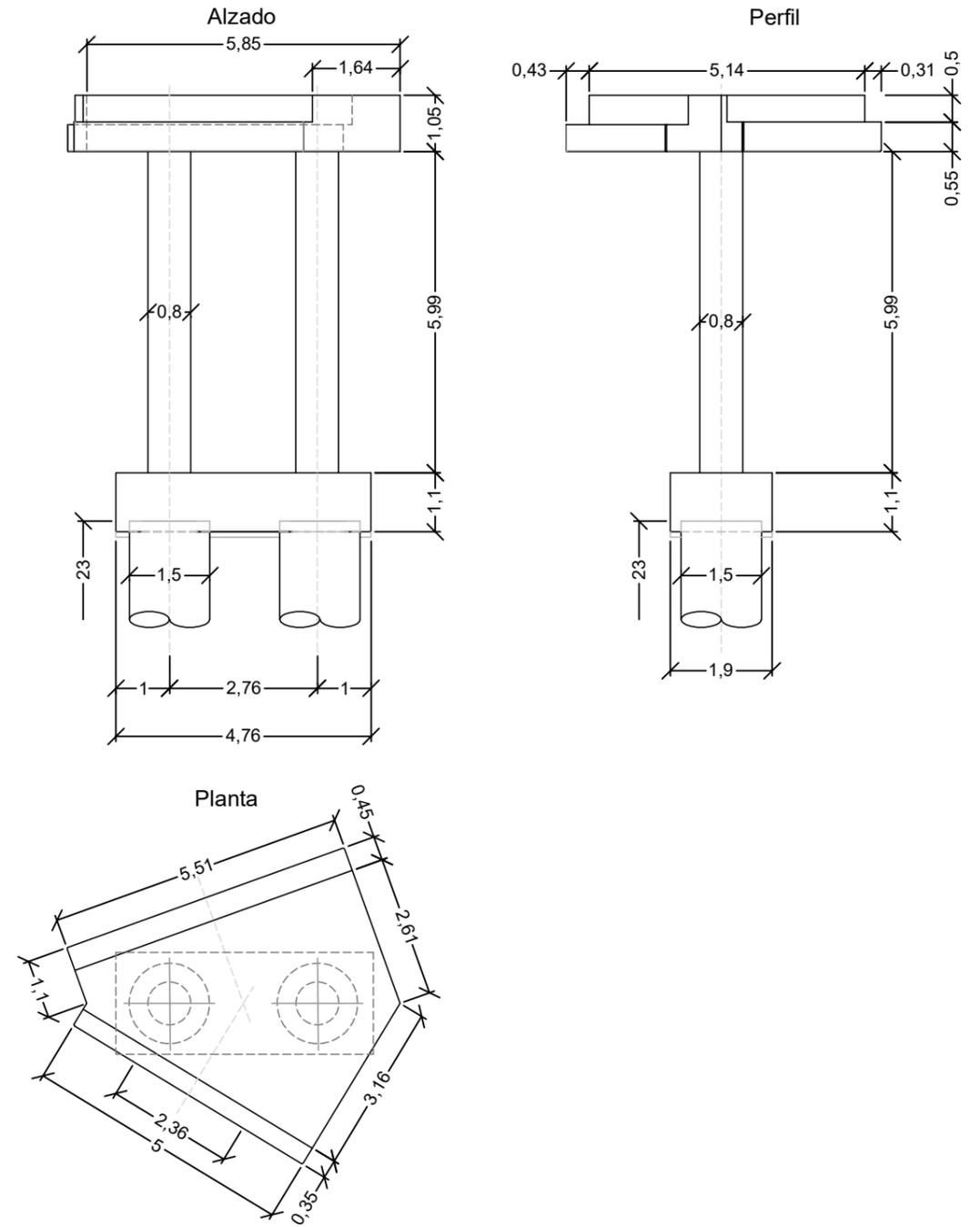
Cotas en metros  
Escala 1:100

Pilar 9



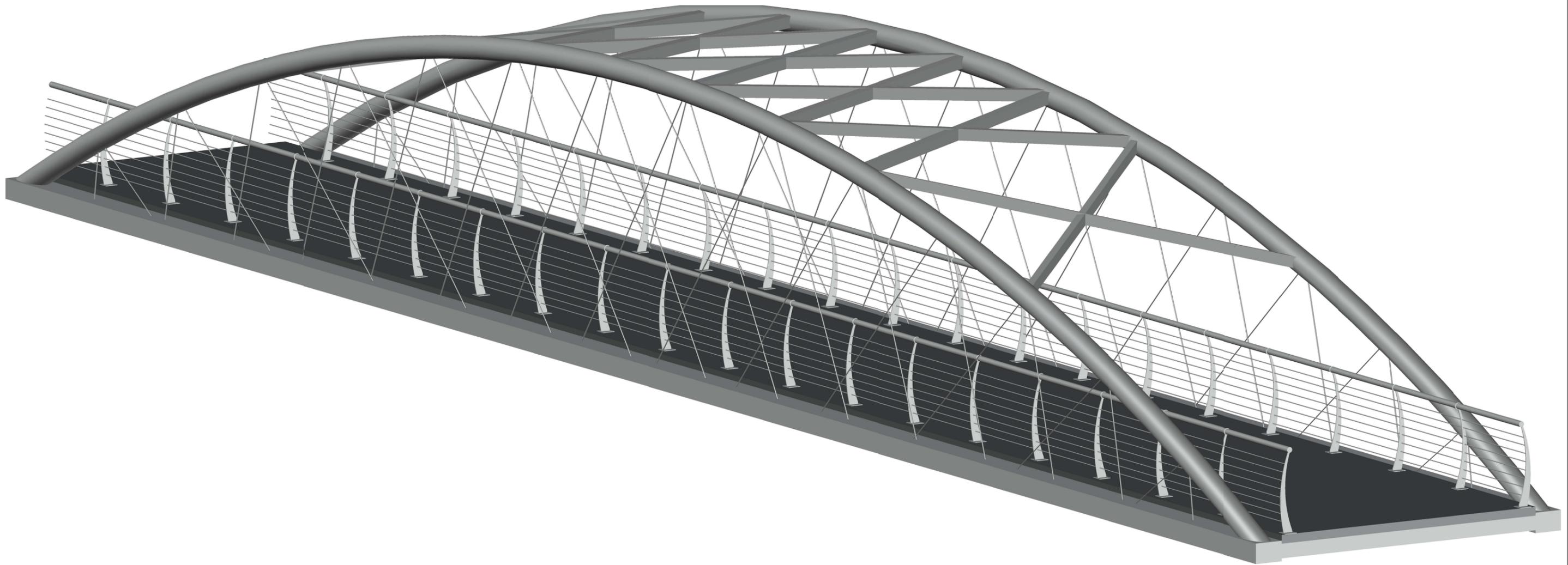
Cotas en metros  
Escala 1:120

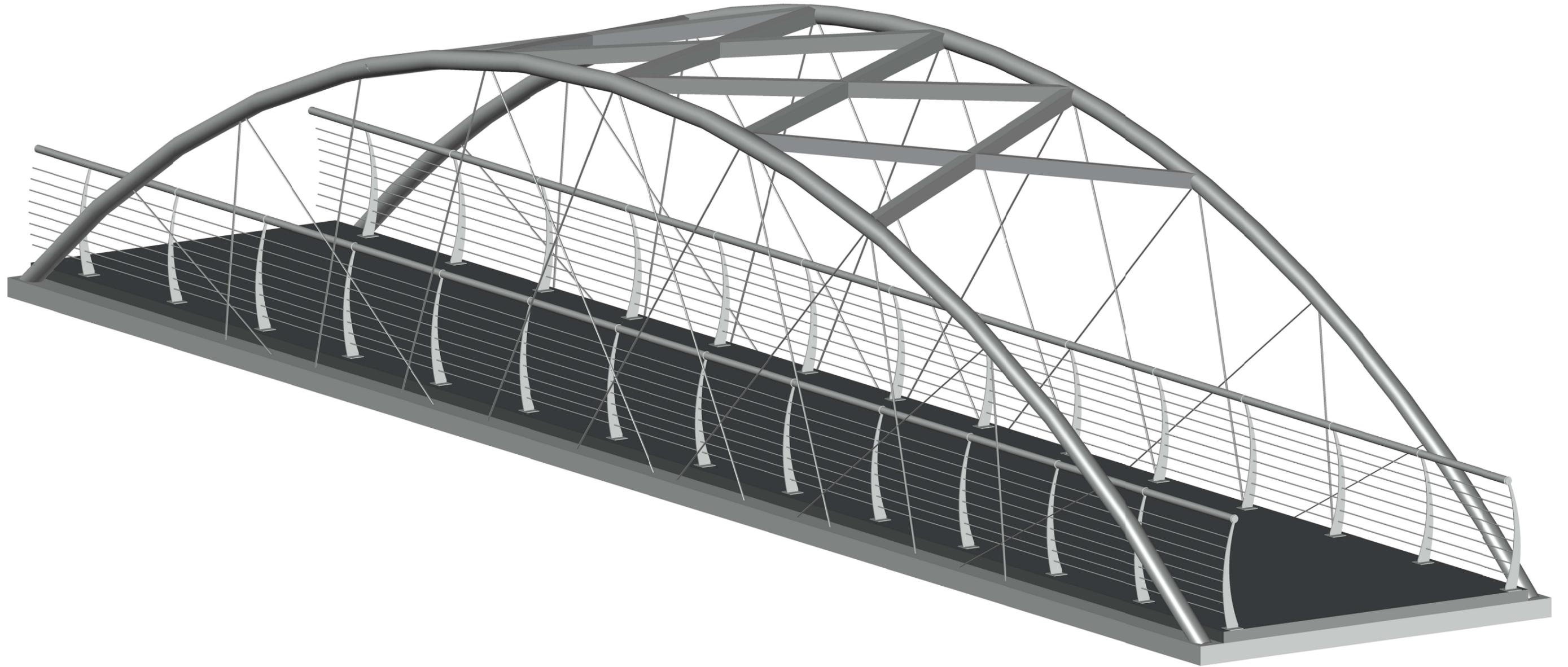
Pilar 10

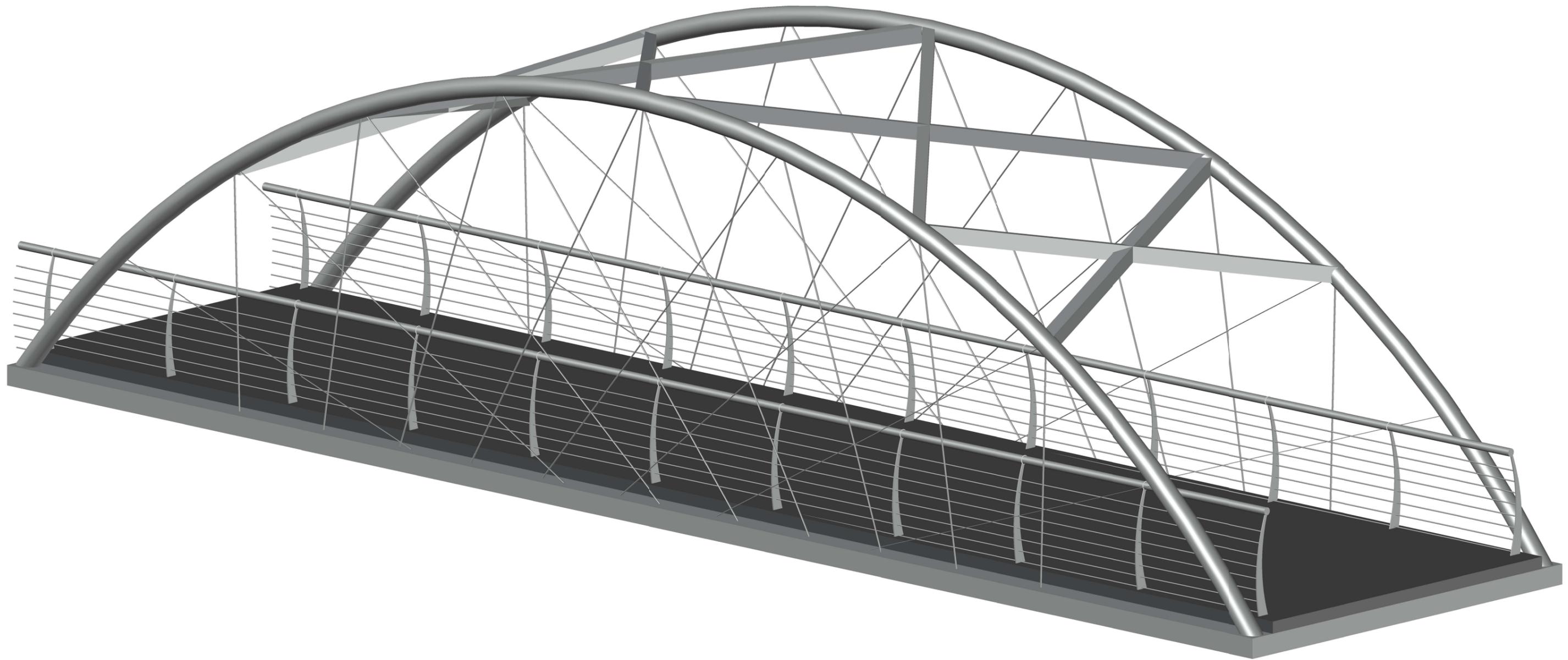


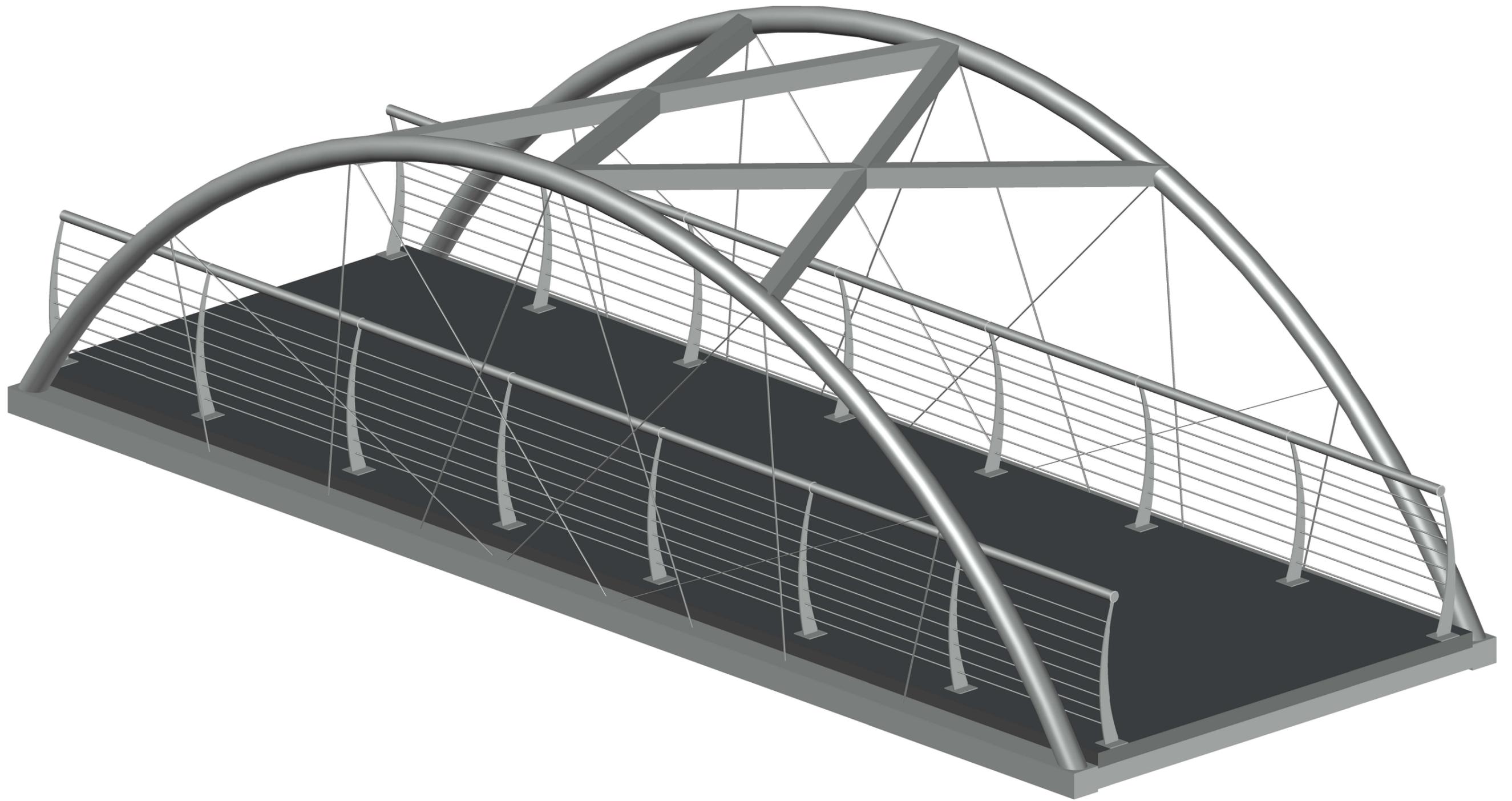
CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

CONTROL SOBRE	ELEMENTO	DESIGNACIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO NOMINAL (mm)
HORMIGÓN	ALZADOS	HA-30/B/20/IIIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
HORMIGÓN	ENCEPAD. Y ZAPATAS	HA-25/B/20/IIa	ESTADÍSTICO	1,50	40
HORMIGÓN	PILOTES	HA-25/F/20/IIa	ESTADÍSTICO	1,50	80
ACERO	PASIVOS	B 500 SD	NORMAL	1,15	
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA		INTENSO	SEGÚN IAP	









UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

**CAMINOS  
UPV**

Autor:

ANDREY GONZÁLEZ CASTILLO

Título complementario:

ESTUDIO DE SOLUCIONES Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL  
SOBRE LA AUTOVÍA V-31 EN EL TERMINO MUNICIPAL DE SEDAVÍ (VALENCIA)

Escala:

S/E

Designación:

VISTA REALISTA ARCO 4

Número de plano:

31

Plano 31 de 32

Fecha:

SEPTIEMBRE 2024



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

**CAMINOS  
UPV**

Autor:

ANDREY GONZÁLEZ CASTILLO

Título complementario:

ESTUDIO DE SOLUCIONES Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL  
SOBRE LA AUTOVÍA V-31 EN EL TERMINO MUNICIPAL DE SEDAVÍ (VALENCIA)

Escala:

S/E

Designación:

VISTA REALISTA GENERAL

Número de plano:

32

Plano 32 de 32

Fecha:

SEPTIEMBRE 2024



# ***DOCUMENTO N°3***



# VALORACIÓN ECONÓMICA

---



## ÍNDICE

<b>1.- Objetivo.....</b>	<b>1</b>
<b>2.- Unidades de obra .....</b>	<b>1</b>
<b>3.- Mediciones .....</b>	<b>1</b>
<b>4.- Cuadro de precios.....</b>	<b>3</b>
<b>5.- Presupuestos parciales.....</b>	<b>4</b>
<b>6.- Presupuesto general .....</b>	<b>5</b>

## 1.- Objetivo

El presente documento tiene por objetivo justificar aproximadamente la valoración económica de la ejecución de la pasarela ciclopeatonal sobre la autovía V-31 a su paso por el término municipal de Sedaví en Valencia. Este documento recogerá, de un modo general y aproximado, las unidades de obra que conforman la totalidad de la pasarela.

A continuación, se procederá a la indicación de las unidades de obra que se han considerado en este proyecto para la elaboración valoración económica del mismo, así como las mediciones de las mismas para obtener los presupuestos parciales por capítulos, además del presupuesto general, presupuesto de ejecución material y el presupuesto base de licitación.

## 2.- Unidades de obra

Las unidades de obra que se han considerado para este proyecto son las siguientes:

- Capítulo nº1: Trabajos previos
- Capítulo nº2: Subestructuras
- Capítulo nº3: Superestructuras
- Capítulo nº4: Equipamientos
- Capítulo nº5: Tareas finales

## 3.- Mediciones

### Capítulo nº1: Trabajos previos

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
TP1	m <sup>2</sup>	Demolición de aceras existentes con maquinaria, señalización y otros elementos urbanos, como alumbrado, redes de abastecimiento, redes de saneamiento, redes de energía eléctrica.	1	21,00	3,50		73,5	
<b>Total ud de medición</b>							<b>73,50</b>	

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
TP2	m <sup>2</sup>	Desbroce de terreno blando, incluso tala de árboles, así como carga y transporte del material orgánico a vertedero autorizado.	1	35,00	21,00		735,00	
<b>Total m<sup>2</sup> de medición</b>							<b>735,00</b>	<b>735,00</b>

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
TP3	m <sup>3</sup>	Suelo adecuado en zonas de estribos, incluso extendido, humectación y compactación utilizando rodillo vibratorio.	1	17,00	16,00		272,00	
<b>Total m<sup>3</sup> de medición</b>							<b>272,00</b>	<b>272,00</b>

### Capítulo nº2: Subestructuras

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
SB1	m <sup>3</sup>	Excavación en forma de zanja en los lugares donde se cimentará por medio mecánicos, incluso carga, descarga y transporte del material a un vertedero autorizado.						
Pila (1,4,5,11,12,13,14)			1	4,60	1,40	1,10	7,08	
Pila (2,9,10)			1	4,60	1,40	1,10	7,08	
Pila (3)			1	4,20	4,05	1,10	18,71	
Pila (6)			1	4,60	4,60	1,10	23,28	
Pila (7,8)			1	4,60	1,40	1,10	7,08	
<b>Total m<sup>3</sup> de medición</b>							<b>63,23</b>	<b>63,23</b>

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
SB2	m	Perforación de pilotes de 1 m de diámetro hasta 22 m con camisa y su posterior recuperación.						
Pilotes "in situ"			31	22			462	
<b>Total m de medición</b>							<b>462</b>	<b>462</b>

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
SB3	m <sup>3</sup>	Hormigón para armar HA-25/b/20/IIa incluido, bombeo mediante autobomba, vibrado y curado, colocado en obra.						
Encepados			12	4,60	1,40	1,10	85,10	
			1	4,20	4,05	1,10	18,71	
			1	4,60	4,60	1,10	23,28	
Pilotes			31		1,5	23	1259,97	
<b>Total m<sup>3</sup> de medición</b>							<b>1387,06</b>	<b>1387,06</b>

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
SB4	m <sup>3</sup>	Hormigón para armar HA-30/b/20/IIa incluido, bombeo mediante autobomba, vibrado y curado, colocado en obra.						
Pilas			2		0,80	3,19	3,21	
			2		0,80	4,11	4,13	
			3		0,80	4,84	7,30	
			2		0,80	5,37	5,40	
			2		0,80	6,16	6,19	
			4		0,80	7,17	14,42	
			2		0,80	6,39	6,42	
			2		0,80	6,21	6,24	
			4		0,80	5,99	12,04	
			2		0,80	5,22	5,25	
			2		0,80	4,57	4,59	
			2		0,80	3,75	3,77	
			2		0,80	3,03	3,05	
Cabeza de pilas			10	5,00	3,60	1,00	180,00	
			4	5,80	1,50	1,00	34,80	
							<b>Total m<sup>3</sup> de medición</b>	<b>296,81</b>

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
SB5	kg	Acero corrugado B 500 SD colocado en obra, incluso doblado, despuntes, atados y solapes.						
							<b>Total kg de medición</b>	<b>183.772,00</b>

### Capítulo nº3: Superestructuras

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
SE1	kg	Acero S-335 en perfiles tubulares huecos, colocado en estructuras metálica electrosoldada, con soldadura a tope, incluso transporte, piezas especiales y montaje.						
Arco 1			1				34176,27	
Arco 2			1				12367,94	
Arco 3			1				6574,01	
Arco 4			1				3217,15	
							<b>Total kg de medición</b>	<b>56335,37</b>

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
SE2	kg	Acero S-275 en perfiles laminados en caliente a modo de vigas transversales, incluso transporte, montaje y soldado.						

IPE-400			1				5065,87	
IPE-240			1				1750,82	
IPE-220			1				883,06	
IPE-160			1				380,55	
							<b>Total kg de medición</b>	<b>8080,31</b>

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
SE3	kg	Acero S-460 para las péndolas que forman el mayado de los arcos, incluso transporte y montaje.						
Péndolas			1				1,828,63	
							<b>Total kg de medición</b>	<b>1,828,63</b>

### Capítulo nº4: Equipamientos

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
EQ1	m.l.	Barandilla de acero inoxidable de 1,45 m de altura, con las características descritas en el anejo de equipamientos.						
			2	320,00			640,00	
							<b>Total ml de medición</b>	<b>640,00</b>

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
EQ2	m.l.	Sistema de iluminación LED integrado en el pasamanos de la barandilla de acero inoxidable.						
			2	320,00			640,00	
							<b>Total ml de medición</b>	<b>640,00</b>

### Capítulo nº5: Tareas finales

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	SUBTOTAL	TOTAL
TF1	Ud	Prueba de carga de la pasarela ciclopeatonal, incluido diseño suscrito por técnico competente, realización de la misma, con diferentes estados de carga, lectura de los resultados por un laboratorio acreditado.						
Pasarela			1				1,00	
							<b>Total ud de medición</b>	<b>1,00</b>

**4.- Cuadro de precios**
**Capítulo nº1: Trabajos previos**

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Euros Cifra	Euros Letra
TP1	m <sup>2</sup>	Demolición de aceras existentes con maquinaria, señalización y otros elementos urbanos, como alumbrado, redes de abastecimiento, redes de saneamiento, redes de energía eléctrica.	3,60	TRES EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Euros Cifra	Euros Letra
TP2	m <sup>2</sup>	Desbroce de terreno blando, incluso tala de árboles, así como carga y transporte del material orgánico a vertedero autorizado.	0,31	TREINTA Y UN CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Euros Cifra	Euros Letra
TP3	m <sup>3</sup>	Suelo adecuado en zonas de estribos, incluso extendido, humectación y compactación utilizando rodillo vibratorio.	5,92	CINCO EUROS CON NOVEINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

**Capítulo nº2: Subestructuras**

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Euros Cifra	Euros Letra
SB1	m <sup>3</sup>	Excavación en forma de zanja en los lugares donde se cimentará por medio mecánicos, incluso carga, descarga y transporte del material a un vertedero autorizado.	3,05	TRES EUROS CON CINCO CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Euros Cifra	Euros Letra
SB2	m	perforación de pilotes de 1 m de diámetro hasta 22 m con camisa y su posterior recuperación.	44,00	CUARENTA Y CUATRO EUROS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Euros Cifra	Euros Letra
SB3	m <sup>3</sup>	Hormigón para armar HA-25/b/20/IIa incluido, bombeo mediante autobomba, vibrado y curado, colocado en obra.	115,76	CIENTO QUINCE EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Euros Cifra	Euros Letra
SB4	m <sup>3</sup>	Hormigón para armar HA-30/b/20/IIa incluido, bombeo mediante autobomba, vibrado y curado, colocado en obra.	168,77	CIENTO SESENTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Euros Cifra	Euros Letra
SB5	m <sup>3</sup>	Acero corrugado B 500 SD colocado en obra, incluso doblado, despuntes, atados y solapes.	0,75	CERO EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

**Capítulo nº3: Superestructuras**

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Euros Cifra	Euros Letra
SE1	kg	Acero S-335 en perfiles tubulares huecos, colocado en estructuras metálica electrosoldada, con soldadura a tope, incluso transporte, piezas especiales y montaje.	3,10	TRES EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Euros Cifra	Euros Letra
SE2	kg	Acero S-275 en perfiles laminados en caliente a modo de vigas transversales, electrosoldado, incluso transporte, montaje y soldado.	1,94	UN EURO CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Euros Cifra	Euros Letra
SE3	kg	Acero S-460 para las péndolas que forman el mayado de los arcos, incluso transporte y montaje. (800€/Ton)	14,46	CATORCE EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

**Capítulo nº4: Equipamientos**

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Euros Cifra	Euros Letra
EQ1	m.l.	Barandilla de acero inoxidable de 1,45 m de altura, con las características descritas en el anejo de equipamientos.	19,22	DIECINUEVE EUROS CON VENTIDOS CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Euros Cifra	Euros Letra
EQ2	m.l.	Sistema de iluminación LED integrado en el pasamanos de la barandilla de acero inoxidable.	36,50	TREINTA Y SEIS EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS

**Capítulo nº5: Tareas finales**

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Euros Cifra	Euros Letra
TF1	Ud	Prueba de carga de la pasarela ciclopeatonal, incluido diseño suscrito por técnico competente, realización de la misma, con diferentes estados de carga, lectura de los resultados por un laboratorio acreditado.	3.180,00	TRES MIL CIENTO OCHENTA EUROS

**5.- Presupuestos parciales**
**Capítulo nº1: Trabajos previos**

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Medición	Precio	Importe
TP1	m <sup>2</sup>	Demolición de aceras existentes con maquinaria, señalización y otros elementos urbanos, como alumbrado, redes de abastecimiento, redes de saneamiento, redes de energía eléctrica.	73,50	3,60	264,60

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Medición	Precio	Importe
TP2	m <sup>2</sup>	Desbroce de terreno blando, incluso tala de árboles, así como carga y transporte del material orgánico a vertedero autorizado.	735,00	0,31	227,85

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Medición	Precio	Importe
TP3	m <sup>3</sup>	Suelo adecuado en zonas de estribos, incluso extendido, humectación y compactación utilizando rodillo vibratorio.	272,00	5,92	1.610,24

**TOTAL CAPÍTULO 1: TRABAJOS PREVIOS**
**2.102,69**
**Capítulo nº2: Subestructuras**

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Medición	Precio	Importe
SB1	m <sup>3</sup>	Excavación en forma de zanja en los lugares donde se cimentará por medio mecánicos, incluso carga, descarga y transporte del material a un vertedero autorizado.	63,23	3,05	192,85

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Medición	Precio	Importe
SB2	m	Perforación de pilotes de 1,5 m de diámetro hasta 23 m con camisa y su posterior recuperación.	713,00	44,00	31372,00

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Medición	Precio	Importe
SB3	m <sup>3</sup>	Hormigón para armar HA-25/b/20/IIa incluido, bombeo mediante autobomba, vibrado y curado, colocado en obra.	1387,06	115,76	160566,07

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Medición	Precio	Importe
SB4	m <sup>3</sup>	Hormigón para armar HA-30/b/20/IIa incluido, bombeo mediante autobomba, vibrado y curado, colocado en obra.	296,81	168,77	50092,62

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Medición	Precio	Importe
SB5	kg	Acero corrugado B 500 SD colocado en obra, incluso doblado, despuntes, atados y solapes.	183.772,00	0,75	137829,00

**TOTAL CAPÍTULO 2: SUBESTRUCTURAS**
**380.052,54**
**Capítulo nº3: Superestructuras**

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Medición	Precio	Importe
SE1	kg	Acero S-335 en perfiles tubulares huecos, colocado en estructuras metálica electrosoldada, con soldadura a tope, incluso transporte, piezas especiales y montaje.	56.335,37	3,10	174.639,65

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Medición	Precio	Importe
SE2	kg	Acero S-275 en perfiles laminados en caliente a modo de vigas transversales, electrosoldado, incluso transporte, montaje y soldado.	8.080,31	1,94	15.675,81

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Medición	Precio	Importe
SE3	kg	Acero S-460 para las péndolas que forman el mayado de los arcos, incluso transporte y montaje.	1.828,63	14,46	26.441,99

**TOTAL CAPÍTULO 3: SUPERESTRUCTURA**
**216.757,44**
**Capítulo nº4: Equipamientos**

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Medición	Precio	Importe
EQ1	m.l.	Barandilla de acero inoxidable de 1,45 m de altura, con las características descritas en el anejo de equipamientos.	640,00	19,22	12.300,80

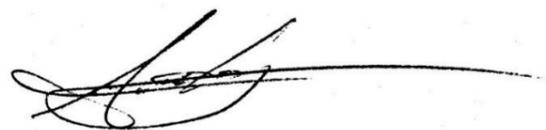
CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Medición	Precio	Importe		IMPORTE
EQ2	m.l.	Sistema de iluminación LED integrado en el pasamanos de la barandilla de acero inoxidable.	640,00	36,50	23.360,00	<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>	
<b>TOTAL CAPÍTULO 4: EQUIPAMIENTOS</b>					<b>35.660,80</b>	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	637.753,48
<b>Capítulo nº5: Tareas finales</b>						<b>GASTOS GENERALES 13 %</b>	82.907,95
TF1	Ud	Prueba de carga de la pasarela ciclopeatonal, incluido diseño suscrito por técnico competente, realización de la misma, con diferentes estados de carga, lectura de los resultados por un laboratorio acreditado.	1,00	3.180,00	3.180,00	<b>BENEFICIO INDUSTRIAL 6 %</b>	38.265,21
<b>TOTAL CAPÍTULO 5: TAREAS FINALES</b>					<b>3.180,00</b>	<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (I.V.A. INCLUIDO)</b>	<b>918.301,23</b>
						<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>	758.926,64
						<b>21 % I.V.A.</b>	159.374,59

### 6.- Presupuesto general

CAPÍTULO	IMPORTE
CAPÍTULO Nº1: TRABAJOS PREVIOS	2.102,69
CAPÍTULO Nº2: SUBESTRUCTURAS	380.052,54
CAPÍTULO Nº3: SUPERESTRUCUTRA	216.757,44
CAPÍTULO Nº4: EQUIPAMIENTOS	35.660,80
CAPÍTULO Nº5: TRAREAS FINALES	3.180,00
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>637.753,48</b>

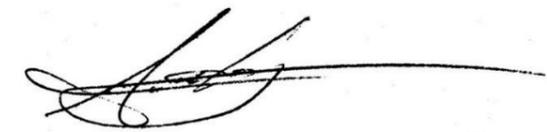
El Presupuesto de Ejecución Material asciende a una cantidad de *SEISCIENTOS TREINTA Y SIETE MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS (637.753,48 Euros)*.

Valencia, septiembre de 2024.



Andrey González Castillo

Valencia, septiembre de 2024.



Andrey González Castillo