



# PROYECTO BÁSICO DE LA “PASARELA DEL PONT DE FUSTA” SOBRE EL ANTIGUO CAUCE DEL RÍO TURIA EN VALENCIA

Diseño y comprobación de las subestructuras

*Trabajo Final de Grado*

*Titulación: Grado en Ingeniería Civil*

*Curso: 2016-2017*

*Valencia, septiembre de 2017*

*Autor: Inés Hurtado Orts*

*Tutor: José Casanova Colón*

*Cotutor: M<sup>º</sup> Elvira Garrido de la Torre*



## ÍNDICE GENERAL

### 1. DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

- ANEJO Nº 1: ESTUDIO DE SOLUCIONES
- ANEJO Nº 2: INFORME GEOTÉCNICO
  - APÉNDICE 2.1: ESTUDIO GEOTÉCNICO
- ANEJO Nº 3: DISEÑO Y COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN Y SUBESTRUCTURAS
  - APÉNDICE 3.1: REPARTO DE ESFUERZOS ENTRE PILOTES. CÁLCULOS GEOTÉCNICOS.
  - APÉNDICE 3.2: REPARTO DE ESFUERZOS ENTRE PILOTES. CÁLCULOS ESTRUCTURALES.
- ANEJO Nº 4: DISEÑO Y COMPROBACIÓN DE LA ESTRUCTURA
  - APÉNDICE 4.1: RESULTADOS DEL PROGRAMA SAP 2000. (SOPORTE CD)
- ANEJO Nº 5: DISEÑO DE EQUIPAMIENTOS
- ANEJO Nº 6: PROCESO CONSTRUCTIVO
- ANEJO Nº 7: PROGRAMA DE TRABAJOS
- ANEJO Nº 8: INFOGRAFÍAS

### 2. DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

### 3. DOCUMENTO Nº 3: PRESUPUESTO



# DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

*Titulación:* Grado en Ingeniería Civil  
*Curso:* 2016-2017  
*Valencia, septiembre de 2017*

*Autores:* Gabriel Carmona Belda, Andrea Diana Calatayud, Inés Hurtado Orts, Carles Pavía Parra  
*Tutor:* José Casanova Colón

*Cotutores:* Carmen Castro Bugallo, María Elvira Garrido de la Torre, Carlos Lázaro Fernández, Salvador Monleón Cremades



## ÍNDICE

1. OBJETO DEL DOCUMENTO Y ORGANIZACIÓN DEL TFG.....	2
2. OBJETO DEL PROYECTO BÁSICO.....	2
2.1. Situación.....	2
2.2. Emplazamiento .....	3
3. ANTECEDENTES, LIMITACIONES Y CONDICIONANTES.....	4
3.1. Antecedentes y contexto de la obra .....	4
3.2. Condicionantes y limitaciones.....	4
4. NORMATIVA APLICADA.....	5
5. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....	5
6. ESTUDIO DE SOLUCIONES .....	7
6.1. Planteamiento inicial del problema .....	7
6.2. Descripción de propuestas a estudiar .....	7
6.3. Conclusiones .....	8
7. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA .....	8
7.1. Modelo estructural .....	9
7.2. Descripción de los elementos resistentes.....	10
7.2.1. Vigas longitudinales.....	10
7.2.2.. Vigas transversales .....	10
7.2.3. Péndolas.....	10
7.2.4. Columnas.....	10
7.2.5. Arcos.....	11
7.3. Interpretación de los resultados del modelo .....	11
7.4. Aparatos de apoyo y juntas de dilatación .....	13
8. EQUIPAMIENTOS .....	13
8.1. Evacuación de Aguas.....	13
8.2. Pavimento .....	14
8.3. Elementos de Defensa: Barandillas .....	14
8.4. Iluminación.....	15
8.5. Imposta .....	15
9. PROCESO CONSTRUCTIVO .....	16
10. PLAZO DE EJECUCIÓN.....	16
11. PRESUPUESTO.....	16
12. DOCUMENTOS DE PROYECTO.....	17
13. CONCLUSIÓN.....	17

## 1. OBJETO DEL DOCUMENTO Y ORGANIZACIÓN DEL TFG

El objeto del presente documento es el planteamiento y elaboración de un Trabajo de Final de Grado, en el que se apliquen y desarrollen una parte importante de los conocimientos que se han adquirido durante los estudios cursados, los últimos cuatro años, correspondientes al Grado de Ingeniería Civil.

Para ello, se ha confeccionado un proyecto básico, resultado de una primera toma de contacto con el diseño, comprobaciones estructurales, comprobaciones geotécnicas, proceso constructivo y valoración de una estructura, seleccionada al efecto, así como de la elaboración de los correspondientes documentos técnicos que derivan de cada uno de los apartados.

Cabe mencionar la exclusión de ciertos documentos, presentes en cualquier proyecto, que por limitaciones al alcance de un proyecto básico no precisan su inclusión:

- Anejo de Justificación de Precios
- Estudio de Impacto Ambiental
- Estudio de Seguridad y Salud
- Pliego de Condiciones Técnicas Particulares
- Cuadros de Precios nº1 y 2

También cabe destacar la omisión de:

- Cualquier cálculo no lineal, si resultara necesario para la comprobación estructural, por limitaciones en cuanto a la materia impartida en los mencionados 4 cursos del Grado.
- Cualquier tipo de cálculo dinámico, incluso el relacionado con el sismo, puesto que los alumnos de GIC no han recibido la formación necesaria para abordarlo. Por el mismo motivo, quedan excluidas las comprobaciones de fatiga.

El desarrollo del trabajo estará organizado mediante la programación de reuniones periódicas semanales en las que los 4 alumnos autores del TFG se reunirán con profesores tutores para que les orienten y les guíen a la hora de afrontar y resolver dificultades con las que se pueden encontrar. También se revisará el trabajo realizado hasta el momento para evitar complicaciones futuras.

El presente trabajo se ha dividido en 4 partes. Se asegura la participación de cada uno de los alumnos en la totalidad de las partes que se exponen a continuación, aunque cada uno de ellos liderará la solución adoptada

para la parte que le ha sido asignada, encargándose de ésta individualmente una vez se haya compuesto una idea clara y se haya encauzado la solución.

El título del Trabajo es: PROYECTO BÁSICO DE LA “PASARELA DEL PONT DE FUSTA” SOBRE EL ANTIGUO CAUCE DEL RÍO TURIA EN VALENCIA. Las partes en las que se divide y los alumnos que las lideran se resumen a continuación:

- Diseño conceptual: Carles Pavía Parra
- Diseño y comprobación de las subestructuras: Inés Hurtado Orts
- Diseño y comprobación de la estructura: Andrea Diana Calatayud
- Equipamientos, valoración y proceso constructivo: Gabriel Carmona Belda

## 2. OBJETO DEL PROYECTO BÁSICO

El objeto de este proyecto básico consiste en desarrollar, en un marco técnico-administrativo análogo al de los concursos de ideas, una propuesta para la Pasarela del Pont de Fusta sobre el río Turia en Valencia, en recuerdo a una antigua pasarela de hormigón armado que fue derribada para la construcción, en 2012, del actual Pont de Fusta, el cual combina las funciones de pasarela y puente de carretera mediante dos tableros disociados.

El marco temporal en el que se sitúa la propuesta de pasarela desarrollada en este Proyecto Básico es en el momento anterior a la construcción de la actual solución (puente de carretera de 2012), tratándose pues de una situación ficticia en la que la estructura de hormigón armado construida tras la riada de 1957 debe ser demolida.

La propuesta de pasarela objeto de este proyecto debe dar especial relevancia al contexto urbano en el que se emplaza, asumiendo que debe constituir un hito del futuro paisaje urbano de Valencia. La infraestructura se encuentra sobre el antiguo cauce del río, que atraviesa el casco urbano de la ciudad, a una altura del mismo entre el puente de la Trinidad y el puente de las Torres de Serrano.

### 2.1. Situación

La pasarela sobre el antiguo encauzamiento del Río Turia se encuentra en la ciudad de Valencia, capital de la provincia de Valencia (Comunidad Valenciana).

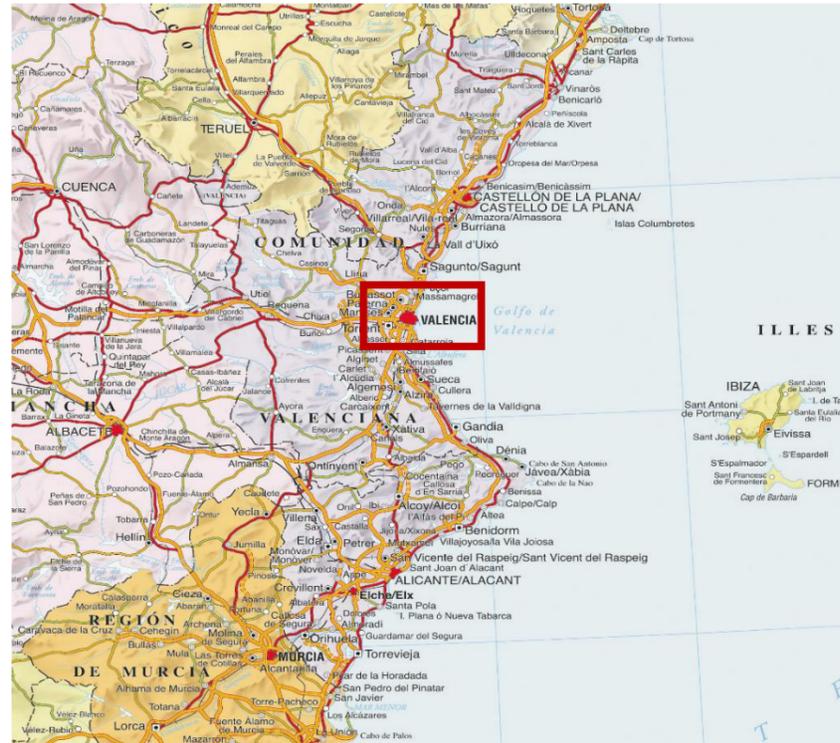


Figura 1. Situación de la Ciudad de Valencia. Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

## 2.2. Emplazamiento

El emplazamiento de la obra a realizar se encuentra en el propio municipio de Valencia, sobre el antiguo cauce del río Turia, entre la calle Trinidad y la calle del Conde de Trenor. Se trata de una zona rodeada de edificios singulares, tales como las Torres de Serranos, y viviendas.

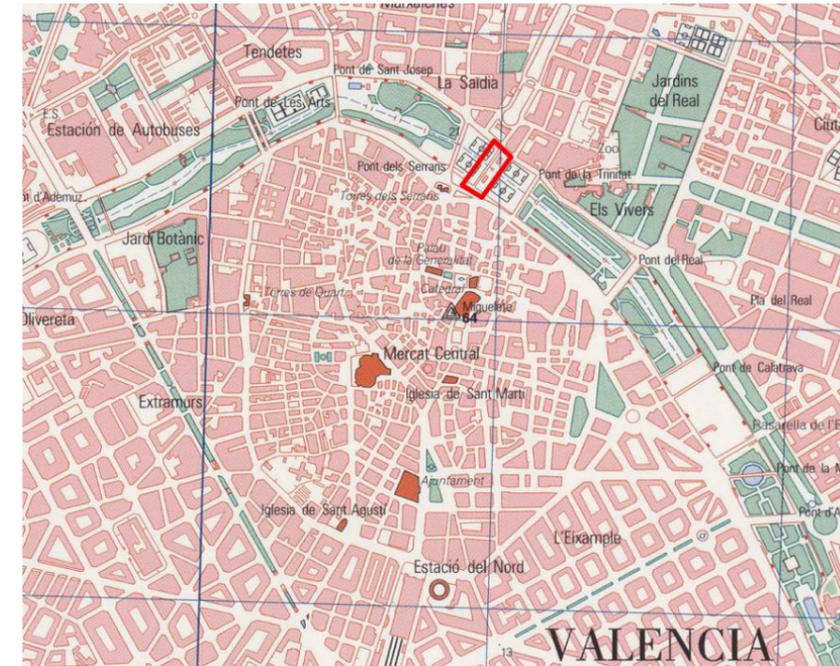


Figura 2. Emplazamiento de la obra. Fuente: Instituto Geográfico Nacional.



Figura 3. Vista aérea del cauce en la zona de estudio. Fuente: Google Maps.

La propuesta de la pasarela a desarrollar, de eje SO-NE sensiblemente paralelo a la costa, mantendrá la conexión entre los puntos inicial y final de la infraestructura peatonal actual, con un ancho operativo mayor respecto a la misma.

### 3. ANTECEDENTES, LIMITACIONES Y CONDICIONANTES

#### 3.1. Antecedentes y contexto de la obra

El actual Pont de Fusta es una estructura que permite cruzar de margen a margen el antiguo cauce del río Turia en la ciudad de Valencia. A la altura de esta infraestructura, en ambos márgenes se observan estructuras y edificios históricos y emblemáticos.

En la margen norte se observa la antigua estación del “trenet” o tren de vía estrecha que unía Valencia con los poblados marítimos. La situación de esta estación justo frente a una antigua pasarela de madera peatonal que servía de nexo entre aquella orilla del río con el centro histórico de la ciudad, supuso que la estación fuese conocida como la estación del “Pont de Fusta (puente de madera)”. Actualmente, el edificio se encuentra rehabilitado y ha sido reconvertido en sede de la Policía Autónoma Valenciana. Desde el actual puente se tiene una vista privilegiada de las Torres de Serranos, que históricamente fueron una de las puertas de entrada a la ciudad, que por aquel entonces se encontraba cercada por murallas.

La propuesta de pasarela que se desarrollará en este trabajo se situará entre dos puentes: el Puente de Serranos al oeste y el puente de la Trinidad al este.



Figuras 4 y 5. Puente de Serranos (izquierda) y Puente de la Trinidad (derecha). Fuente: Fotografías propias de los autores.

El puente de la Trinidad es el más antiguo de la ciudad y el primero realizado en piedra sillar. Consiste en grandes arcos apuntados de estilo gótico de 16,30 metros de luz. El puente de Serranos es el segundo en antigüedad y dispone de nueve arcos rebajados ejecutados también con sillares de piedra picada.

Si bajamos al lecho del cauce encontramos áreas de zona verde, un parque, un carril bici y justo entre el Pont de Fusta y los otros 2 puentes antiguos que se ha mencionado se han implantado 2 campos de fútbol, uno a cada lado del puente, con sus respectivos vestuarios de casetas prefabricadas. Como se puede deducir de esto, el cauce ha adquirido durante los últimos años una función más recreativa en la ciudad, donde la población se reúne para hacer deporte, pasear, ir en bici y otra multitud de actividades lúdicas.

#### 3.2 Condicionantes y limitaciones

- **Trazado en Planta:** La pasarela del Pont de Fusta puede ser de trazado recto o ligeramente curvo, siempre que la planta del tablero quede inscrita en el paralelogramo ABCD representado en el plano de PLANTA GENERAL facilitado (Documento nº2 del Proyecto).
- **Trazado en alzado y gálibos:** el trazado en alzado y los gálibos exigidos quedan resumidos a continuación:
  - Elevación de la rasante en los accesos por ambos márgenes: +15.00
  - Elevación del lecho del cauce: +10.00
  - La pendiente longitudinal máxima estará fijada por criterios de accesibilidad para minusválidos, no recomendando pendientes superiores al 4%
  - Gálibo bajo el tablero de 5.00 m en una banda de 10 m de anchura (para emergencias) a situar libremente, para la cual se puede rebajar localmente el lecho del cauce. En el resto del cauce se dispondrá de una altura libre mínima de 3.50 m.
- **Tipología:** La localización de posibles apoyos en el cauce tendrá en cuenta la existencia de una línea de alta tensión, dos colectores y dos conducciones de agua potable, todos ellos indicados en la documentación gráfica facilitada. (Alzado de la Pasarela, Documento nº2 del Proyecto).

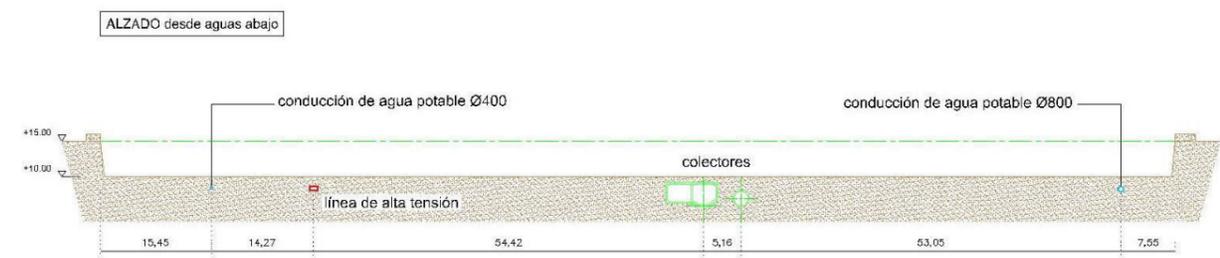


Figura 6. Condicionantes del trazado en alzado (visto desde aguas abajo del cauce). Fuente: Planos proporcionados por los tutores.

- **Ancho útil y pendiente transversal:** el ancho útil total mínimo exigido será de 5.80 m. Para el drenaje transversal, se adoptarán pendientes del 2%.
- **Materiales estructurales:** La selección de los materiales estructurales es libre, pero siempre prestando especial atención a la durabilidad y mantenimiento futuro.
- **Longitud y luces:** La longitud de la pasarela será de aproximadamente 150 m (ancho del cauce).

## 4. NORMATIVA APLICADA

La normativa y recomendaciones utilizadas en el presente proyecto básico, teniendo en cuenta el alcance del mismo, son las que se muestran a continuación:

- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11).
- Instrucción Española de Hormigón Estructural (EHE 08).
- Instrucción Española de Acero Estructural (EAE 2011).
- Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de Hormigón (UNE-EN 1992-1-1).
- Eurocódigo 4: Proyecto de estructuras mixtas de acero y hormigón. Parte 2: Reglas generales y reglas para puentes. (UNE-EN 1994-2:2013).
- Guía de cimentaciones en obras de carretera (2009)
- Norma 5.2-IC Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras (2016).
- Recomendaciones para el proyecto de puentes mixtos para carreteras (RPX-95).
- Vidrio de Construcción. Vidrio de seguridad. Ensayo de clasificación de la resistencia al ataque manual. (UNE-EN 356:2001)
- Máximas lluvias diarias en la España Peninsular. Ministerio de fomento. (1999).
- Guía Técnica de Eficiencia Energética en alumbrado público (Comité Español de Iluminación, Ministerio de ciencia y tecnología).

## 5. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

En lo referente a la geología del emplazamiento de la pasarela, se ha obtenido la información necesaria gracias al Estudio Geológico adjunto en el Apéndice 1 del Anejo Nº2, proporcionado por la profesora M<sup>a</sup> Elvira Garrido de la Torre.

Existen tres estratos diferenciados bajo el lecho del antiguo cauce del río Turia:

- *Nivel I: Rellenos*  
Formado por rellenos a base de limos, con arenas y gravas.

- *Nivel II: Gravas*  
Se trata de gravas con matriz arenosa. El tamaño de las gravas es centimétrico y presentan una forma regular subredondeada, con colores marrones claros.
- *Nivel III: Sucesión de arenas arcillosas y arcillas limosas.*  
Los estratos arcillosos tienen un color marrón rojizo, mientras que los arenosos presentan un color marrón más claro y beige. En este nivel, se han diferenciado algunos estratos tales como:
  - Arcillas arenosas
    - Presentan un color marrón rojizo a beige. Presentan nódulos de tamaño centimétrico.
  - Arenas con gravas
    - Con tonos marrones y beige, las gravas son de tamaño centimétrico y aparece algún canto calcáreo de mayor tamaño de manera dispersa.
  - Arenas arcillosas
    - De color marrón con vetas de tonos grises.
  - Arcillas limosas
    - Aumenta la proporción de material arcilloso con la profundidad. Color marrón claro a marrón.

La distribución de los diferentes estratos no es uniforme bajo la pasarela, en especial los estratos pertenecientes al Nivel III. Cada uno de los estratos presenta una potencia diferente en función del punto en el que se analice el terreno. Esta distribución no uniforme ha sido la causante de que tanto los cálculos geotécnicos como los estructurales necesarios para garantizar la estabilidad de la pasarela, hayan tenido que llevarse a cabo para ambos apoyos de los arcos en el terreno, cogiendo siempre el caso más desfavorable para quedar del lado de la seguridad.

Gracias a la realización de 3 sondeos principales, se ha podido intuir la distribución de los estratos. El sondeo 1, se llevó a cabo a la derecha del estribo sur de la pasarela mirando hacia aguas arriba. El sondeo 2 se ejecutó a la derecha del apoyo sur de los arcos en el terreno y el sondeo 3 a la izquierda del estribo norte, ambos mirando hacia aguas arriba. Las cotas de los sondeos son:

	Coordenada X	Coordenada Y
SONDEO 1	725808.68 m E	4373266.08 m N
SONDEO 2	725836.54 m E	4373313.63 m N
SONDEO 3	725885.41 m E	4373375.23 m N

Tabla 1. Coordenadas UTM de los sondeos. Elaboración propia.

Estos sondeos parten de la base de que el lecho del río es cota 0 para facilitar la información, pero realmente el lecho del río se encuentra a la cota +10 msnm. A continuación, se muestran los datos obtenidos:

	SONDEO 1		SONDEO 2		SONDEO 3	
	Cota techo	Cota muro	Cota techo	Cota muro	Cota techo	Cota muro
Nivel I	0.00 m	-0.40 m	0.00 m	-1.80 m	0.00 m	-0.70 m
Nivel II	-0.40 m	-8.00 m	-3.50* m	-13.40 m	-0.70 m	-11.10 m
Nivel III	-8.00 m	-30.05 m	-13.40 m	-35.20 m	-11.10 m	-30.45 m

Tabla 2. Cotas de techo y muro de cada Nivel obtenidas en los sondeos. Elaboración propia en base en base al Estudio Geotécnico del Apéndice 1 del Anejo 2.

\* En el Sondeo 2, se ha detectado un estrato de arenas limosas con gravas de color marrón entre el Nivel I y el Nivel II. Este estrato no afecta a la cimentación.

En el Nivel III, existen dos estratos que afectarán a los cálculos geotécnicos de las subestructuras, llevados a cabo para garantizar la estabilidad de la estructura. Estos estratos son: **arcillas arenosas** y **arenas con gravas**. A continuación, se muestra una tabla con la identificación de ambos estratos en cada sondeo:

		SONDEO 1		SONDEO 2		SONDEO 3	
		Cota techo	Cota muro	Cota techo	Cota muro	Cota techo	Cota muro
Nivel III	Arcilla arenosa	-10.10* m	-17.30 m	-13.40 m	-16.80 m	-11.10 m	-12.50 m
	Arenas con gravas	-17.30 m	-23.40 m	-16.80 m	-23.60 m	-12.50 m	-21.60 m
	Alternancia de estratos	-23.40 m	-30.05 m	-23.60 m	-35.20 m	-21.60 m	-30.45 m

Tabla 3. Cotas de techo y muro de estratos del Nivel III. Elaboración propia en base al Estudio Geotécnico del Apéndice 1 del Anejo 2.

\*En el Sondeo 1, entre la cota muro del Nivel II -8.00 m y la cota techo de arcillas arenosas del Nivel III -10.10m aparece un estrato de arena ligeramente arcillosa.

Cabe destacar que, tras la realización de estos 3 sondeos, se llevaron a cabo más pero no tan detallados como los 3 ya mencionados. La información acerca del resto de sondeos se encuentra en el Apéndice 1 del Anejo 2 de este proyecto.

		$\rho_{op}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\rho_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	$c'$ (kN/m <sup>3</sup> )
Nivel I		18	-	35	0
Nivel II		18	20	35	0
Nivel III	Arcilla arenosa	-	21	26	10
	Arena con gravas	-	19.5	30	0

Tabla 4. Parámetros geotécnicos de los estratos considerados. Elaboración propia en base al Estudio Geotécnico del Apéndice 1 del Anejo 2.

Como ya se ha mencionado, el lecho del río se encuentra a la cota +10.00 msnm. El nivel freático aparece 5 m por debajo del lecho del río, es decir, a la cota +5.00 msnm. El nivel freático presenta ciertas variaciones dependiendo de la época del año, pero se mantiene en general alrededor de los +5.00 msnm.

En lo que respecta a la cimentación de los apoyos de los arcos en el terreno, se ha descartado la opción de ejecutar cimentaciones superficiales ya que, debido a las grandes cargas transmitidas por la estructura a las subestructuras, las zapatas deberían tener unas dimensiones muy elevadas, lo que conlleva a un gran volumen de armado y de hormigón, encareciéndose innecesariamente la cimentación.

Por otro lado, se propuso la opción de ejecutar micropilotes. Como ya se ha comentado anteriormente, la distribución del terreno no es homogénea bajo los apoyos de los arcos en el terreno, cosa que suponía que los micropilotes tuviesen diferentes longitudes entre apoyos para llegar al estrato competente, generando así asientos diferentes entre apoyos que comprometían la estabilidad de la pasarela. Por otro lado, es una solución poco común y costosa económicamente, con lo que fue descartada.

Finalmente, se optó por ejecutar cimentaciones profundas, empleando 12 pilotes por encepado. Los pilotes presentan la misma longitud, con lo que el posible asiento de la pasarela sería uniforme. El diámetro de los pilotes es de 0,8 m, habiendo una separación entre ejes de los mismos de 1,6 m. Las dimensiones del encepado son B=5 m y L=6,5 m, con un canto h=1,5 m. Estos pilotes se ejecutan de hormigón "in situ" con camisa de chapa recuperable.

En lo que respecta a los estribos, los esfuerzos son transmitidos a zapatas corridas. Estas zapatas presentan como dimensiones: B = 4m, L = 10 m y h = 1.5m. Cabe destacar que se ha optado por zapatas corridas puesto que la dimensión L estaba ya fijada debido al tamaño de los estribos, y mediante una B=4m y un canto de 1.5 m, se ha garantizado que es rígida y que resiste los esfuerzos que le transmite la pasarela, asegurando la estabilidad global de la estructura. No se transmiten los esfuerzos horizontales del terreno sobre el paramento vertical del estribo, debido a que en el proceso constructivo se ha tomado la decisión de construir

un muro pantalla para contener las tierras durante la excavación y que también reciba el empuje de las tierras también en fase de servicio. De esta forma se puede rellenar de hormigón el espacio comprendido entre el muro pantalla y el estribo, eliminando los esfuerzos horizontales que pudieran transmitirse al estribo.

A continuación, se adjunta un esquema en el que se observa la solución de las cimentaciones y los tres niveles diferenciados del terreno previamente mencionados.

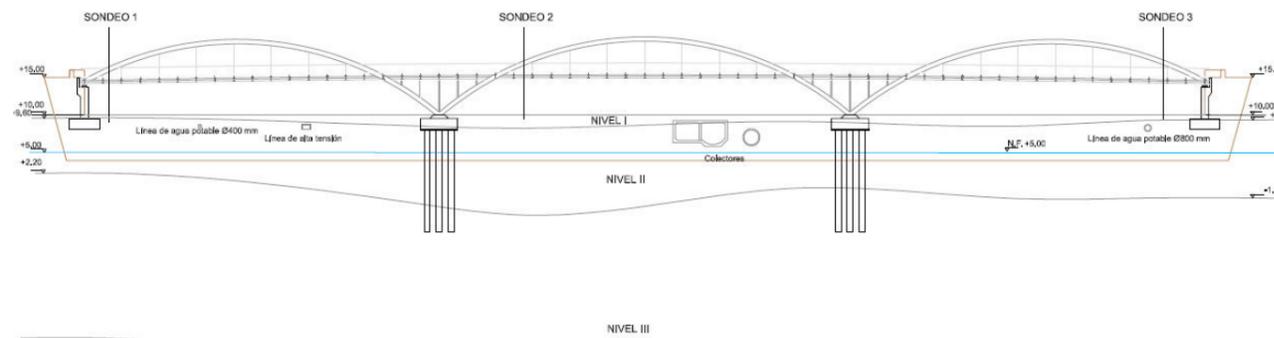


Figura 7. Geología del terreno y solución de cimentaciones. Elaboración propia mediante AutoCAD.

## 6. ESTUDIO DE SOLUCIONES

El objeto del estudio de soluciones es definir y realizar un análisis comparativo de las distintas alternativas que se plantean como posible solución para la construcción de la pasarela.

En un primer lugar, se clasificarán las propuestas para realizar una selección preliminar de las alternativas que se consideren aptas para solucionar el problema planteado. Posteriormente, se profundizará en el análisis y comparación individual de las propuestas en cuanto a la adecuación de su tipología y su viabilidad.

### 6.1. Planteamiento inicial del problema

Así pues, primeramente, se realiza un análisis de las distintas tipologías estructurales existentes en la actualidad para puentes y pasarelas aplicándolas a este caso concreto. Así, resulta:

1. Pasarela colgante: Para ser viables económicamente, precisan una luz mucho más elevada que la necesaria para salvar el ancho del antiguo cauce del Turia.
2. Pasarela atirantada: Esta solución se ha desestimado al ser más adecuada para luces mayores y debido a que el tamaño de las torres junto con el abanico de tirantes disminuirían la visibilidad del importante entorno urbano en el que se dispone la obra.

3. Pasarela tipo arco (de tablero superior, intermedio o inferior): En términos de luz libre, esta tipología resulta viable al estar disponible el lecho del río para disponer apoyos intermedios. Como se ha indicado, se puede disponer de un tablero superior, un tablero intermedio o un tablero inferior.
4. Pórtico con apoyos inclinados: Se desecha esta tipología estructural debido a que se integra mejor con el entorno en zonas escarpadas de grandes gargantas.
5. Pasarela tipo viga (Vano simple o de vanos continuos): En relación a la luz libre, esta tipología resulta bastante apropiada si se diseñan un conjunto de vanos con varios apoyos.

### 6.2. Descripción de propuestas a estudiar

Una vez analizadas las distintas tipologías estructurales, restan las siguientes soluciones posibles como más adecuadas y se procede a su análisis:

- Alternativa A: Pasarela Tipo Viga de Vanos continuos.
- Alternativa B: Pasarela tipo Arco con Tablero intermedio apoyado en el terreno.
- Alternativa C: Pasarela tipo Arco con Tablero intermedio (“Bowstring”).

#### 6.2.1. Alternativa A: Pasarela Tipo Viga de Vanos continuos

Esta primera alternativa salva los 150 m de luz mediante un puente viga de canto variable de hormigón pretensado de 5 vanos.

El vano central es el de mayor luz, siendo ésta 40 m. Los otros cuatro vanos presentan dimensiones iguales dos a dos, siendo los dos más próximos al vano central de 30 m y los dos ubicados en los extremos de 25 m cada uno.

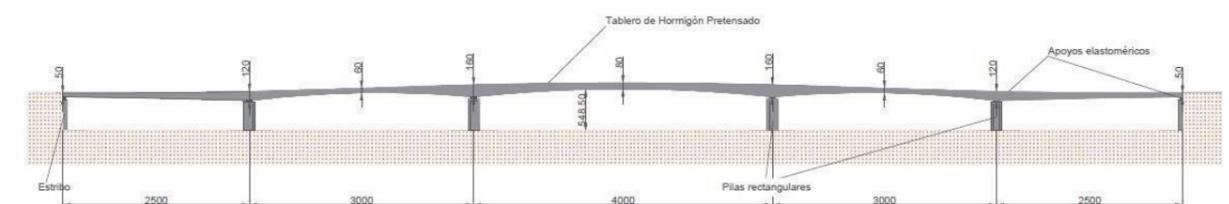


Figura 8. Alzado de la alternativa A: pasarela tipo viga de hormigón pretensado de vanos continuos. Fuente: elaboración propia con ACAD.

### 6.2.2. Alternativa B: Pasarela tipo Arco de Tablero intermedio apoyado en el terreno

Esta solución consiste en la construcción de tres vanos cuyo sistema estructural primario serían tres arcos metálicos de iguales dimensiones a cada lado del tablero. Cada par de arcos dividen a la pasarela en un vano con una luz de 50 m. Los arcos se encuentran inclinados hacia el exterior y se apoyan directamente sobre el terreno, sin necesidad de pilas intermedias. Bajo el tablero, los arcos se cruzan previamente a llegar al apoyo sobre el lecho del río.

Los arcos y el tablero, se conectan mediante péndolas flexibles colocadas cada 5m. En el tramo en el que el tablero se encuentra por debajo del arco. En el tramo de la pasarela en el que el tablero se encuentra por encima del arco se rigidiza dicho tablero con chapas metálicas que permiten reforzarlo y compensar la ausencia de péndolas.

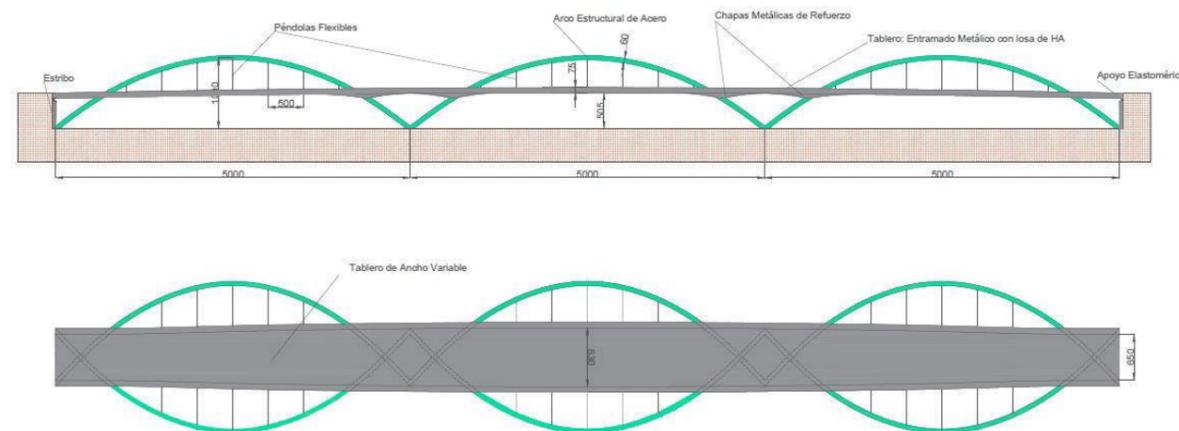


Figura 9. Alzado y planta de la alternativa B: pasarela tipo arco de tablero intermedio (arcos cruzados). Fuente: elaboración propia con ACAD.

### 6.2.3. Alternativa C: Pasarela tipo Arco de Tablero intermedio ("Bowstring")

Esta última alternativa es considerablemente similar a la descrita en la solución B. La diferencia radica en que se elimina el cruce de los arcos bajo el tablero, pudiendo estar los arcos notablemente menos inclinados, y que presentan dimensiones ligeramente distintas (variación leve de su flecha y luz).

En esta solución, se presentan tres arcos a cada lado del tablero que presentan continuidad longitudinal pero no transversalmente ya que no llegan a juntarse en ningún momento. En los estribos, los arcos pasan a apoyarse sobre el tablero, evitando así transmitir los esfuerzos horizontales al terreno actuando el tablero como tirante.

En esta última alternativa, la geometría de los arcos obliga a dividir la pasarela en tres vanos ligeramente distintos: el central, con 55 metros de luz y los extremos con 47.5 metros de luz.

Los arcos y el tablero, que se define como un entramado de vigas metálicas, están conectados mediante péndolas flexibles en los tramos de tablero inferior, mientras que en los tramos en los que los arcos quedan por debajo del tablero se disponen pilares de sección tubular.

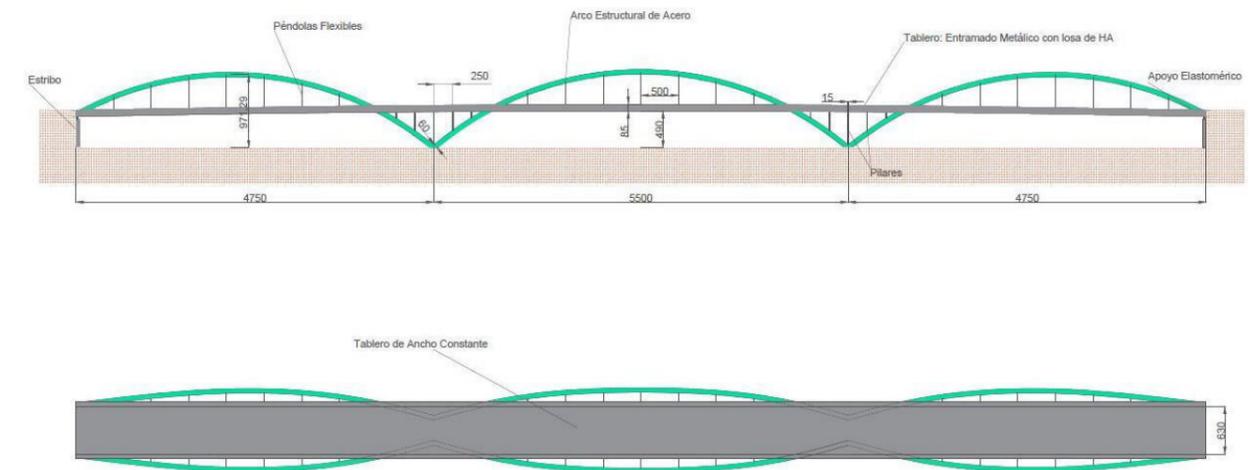


Figura 10. Alzado y planta de la alternativa C: pasarela tipo arco de tablero intermedio ("Bowstring"). Fuente: elaboración propia con ACAD.

### 6.3. Conclusiones

Una vez establecidas las posibles alternativas a estudiar, se ha realizado un análisis comparativo de todas estas opciones. Para ello, se han valorado y ponderado características de la pasarela tales como: la durabilidad, la interacción con el entorno, la economía o la percepción visual.

Según los resultados del proceso comparativo realizado, se llega a la conclusión de que la alternativa que más encaja con las necesidades del problema es la alternativa C, es decir, la alternativa correspondiente a una pasarela tipo arco de tablero intermedio ("Bowstring").

## 7. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

La pasarela escogida consta de tres pares de arcos, 3 a cada lado del tablero de 47,5–55–47,5 m de luz respectivamente, y que unidos, salvan la longitud de 150 m (el ancho del cauce). Los arcos a su vez están inclinados 70º hacia el exterior respecto a la horizontal, de forma que se abren hacia fuera resultando en una mayor distancia entre las claves que entre los arranques de los arcos situados simétricamente a cada lado del tablero. La separación en clave de eje a eje de arco es de 10,45 m, siendo la de los arranques de 3,33 m.

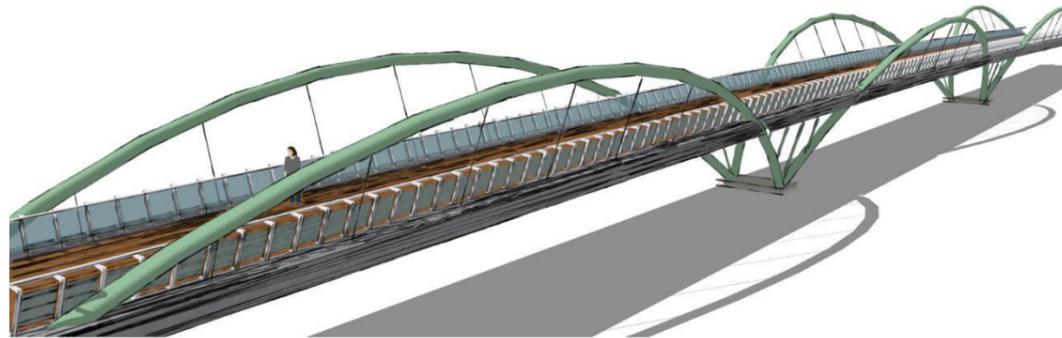


Figura 11. Imagen 3D de la pasarela. Elaboración propia con Google SketchUp.

El tablero tiene un bombeo longitudinal que provoca una pendiente de  $\pm 2\%$  a la entrada y a la salida de la pasarela y una pendiente nula en el centro de ésta. El tablero está formado por dos vigas longitudinales de sección armada en doble T y vigas transversales, posicionadas cada 2,5m y también de sección armada en doble T. Sobre el emparrillado metálico se ha diseñado una losa de hormigón armado de 22,5 cm de espesor. Ésta estará conectada mediante pernos conectadores a las vigas metálicas, uniendo estos dos materiales de forma que trabajen conjuntamente como vigas de sección mixta.

Las vigas transversales tendrán un canto variable en alzado, manteniéndose horizontal el ala inferior y formando el ala superior una pendiente del 2% respecto a la horizontal, lo que proporciona al tablero la pendiente transversal necesaria para la evacuación de pluviales.

Las péndolas están colocadas cada 5 m y coincidentes con alguna viga transversal y se colocarán columnas de sección circular cada 2,5m entre los arcos y las vigas longitudinales cuando el arco queda por debajo de la viga longitudinal, coincidiendo también con la posición de las vigas transversales.

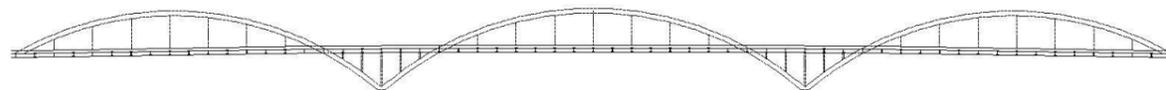


Figura 12. Alzado de la pasarela. Elaboración propia con AutoCAD.

El ancho total del tablero es de 7,55 m, constante a lo largo de toda su longitud.

Para minimizar los esfuerzos torsores que se puedan producir en la estructura, se ha optado por perseguir el alineamiento de los centros de gravedad de los arcos y de las vigas longitudinales, junto con las péndolas.

Los elementos metálicos (excepto las péndolas) serán de acero estructural S355 J2. Las péndolas serán de acero inoxidable y se escogerán a partir del catálogo del fabricante. La losa estará construida en hormigón armado con designación HA-30/B/20/XD1.

## 7.1. Modelo estructural

El programa informático que se ha utilizado para modelizar la estructura, con el fin de realizar el cálculo y comprobación de la pasarela, es el SAP 2000. Se trata de un programa que basa su modo de trabajo en los elementos finitos. El software utiliza un método matricial por el cual se obtienen desplazamientos, reacciones y leyes de esfuerzos.

En este caso, la utilización del programa SAP 2000 ha servido para la obtención de los esfuerzos a los que se verá sometida la estructura para las distintas combinaciones de carga que se han definido, así como, para la comprobación del aprovechamiento en las secciones que son únicamente metálicas (arcos, péndolas y pilas).

También se ha utilizado este programa para obtener unos esfuerzos aproximados que permitan el dimensionamiento y armado de la losa de hormigón, introduciendo la losa modelizada como vigas de 1m de ancho (una longitudinal y una transversal) en el programa.

Ante la imposibilidad de utilizar el SAP 2000 para la comprobación de las vigas mixtas (vigas longitudinales y vigas de piso), se ha utilizado una hoja Excel, proporcionada por los tutores del trabajo, que permite obtener los diagramas de interacción a partir de la definición geométrica de las secciones y las propiedades de los materiales.

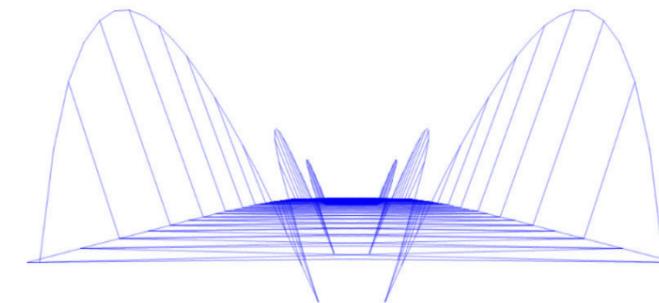


Figura 13. Vista en 3D del modelo en SAP2000

Al tratarse de un modelo de vigas mixtas, no se ha introducido la losa como elemento de tipo placa. De esta forma, se han definido directamente en el SAP2000 secciones mixtas para las vigas y además, para simular la rigidez que aporta la losa a la estructura, se han modelizado pares de diagonales entre vigas transversales contiguas.

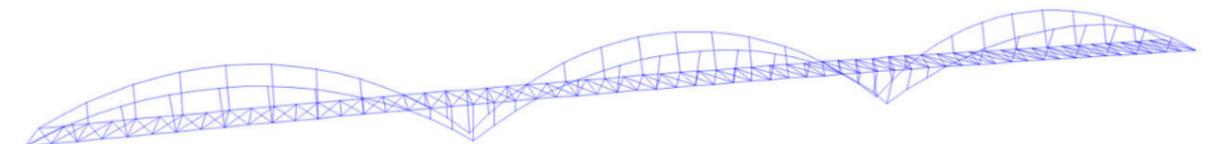


Figura 14. Vista en perspectiva del modelo introducido en SAP2000

En este modelo, en las intersecciones entre los arcos y el tablero metálico, las barras no convergen pero representan un único nudo. Estas uniones entre elementos cuyas directrices no convergen en un punto se han realizado mediante la utilización de nudos de dimensión finita. Concretamente, se ha recurrido a nudos de tipo body, por lo que ambos elementos en ese nudo se comportan como sólido rígido. A pesar de que las directrices no convergen exactamente en el mismo punto, la distancia entre ellas es muy reducida, por ello no suponen un mayor problema a la hora de la aparición de torsiones.

Se han definido en los apoyos las coacciones necesarias para impedir el movimiento de sólido rígido, aunque se debe tener en cuenta que las coacciones introducidas en el modelo representan apoyos ideales, cuyo comportamiento distará de la realidad, aunque serán suficientes para simularla.

## 7.2. Descripción de los elementos resistentes

### 7.2.1. Vigas longitudinales

Se dispondrán dos vigas longitudinales de sección armada de acero S 355 J2. Serán paralelas entre sí y de canto constante a lo largo de toda su longitud. La distancia entre sus ejes será de 6,82 m. En alzado conformarán el bombeo que se ha adoptado para el tablero, mientras que en planta serán de directriz recta.

Las vigas longitudinales quedarán interrumpidas en sus uniones con los arcos y soldadas a éstos. En los extremos del tablero, el arco estará soldado al ala superior de la viga longitudinal, por lo tanto, es esta última la que conserva su continuidad en este caso. De esta forma se consigue que la estructura trabaje como un *bow-string*, transmitiendo únicamente esfuerzos verticales a los estribos.

La sección será armada en doble T, con el ala inferior con un vuelo menor que el de la superior. El alma está inclinada, coincidiendo con la inclinación de los arcos respecto de la horizontal (70°). El espesor de las chapas que conforman la sección será de 20 mm, tanto para las alas como para el alma.

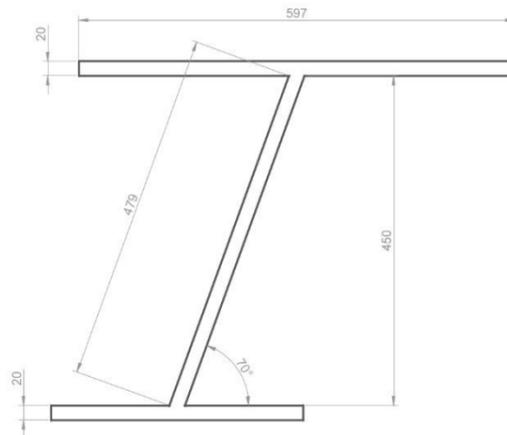


Figura 15. Sección transversal de una de las vigas longitudinales. La otra será simétrica a esta. Elaboración propia con AutoCAD. Cotas en mm.

### 7.2.2. Vigas transversales

Las vigas transversales también serán armadas y de acero estructural S 355 J2. Se posicionarán cada 2,5 m soldadas a la viga longitudinal.

Serán de directriz recta en planta y de canto variable en alzado, manteniéndose horizontal el ala inferior y formando el ala superior una pendiente del 2% respecto a la horizontal, lo que proporciona al tablero la pendiente transversal necesaria para la evacuación de pluviales.

El canto total de la viga transversal será de 490 mm en sus extremos y de 554 mm en el centro-luz, coincidiendo con el cambio de pendiente transversal.

La sección será en doble T, doblemente simétrica con espesor de las alas y del alma ambos de 20 mm.

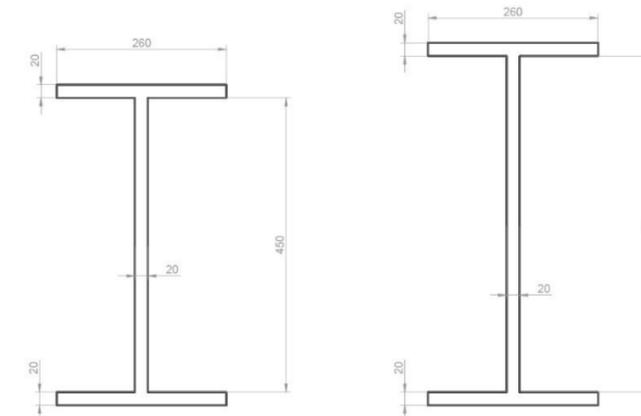


Figura 16. Sección transversal de las vigas transversales. A la derecha, la sección en un extremo y a la izquierda, la sección en el centro-luz. Elaboración propia con AutoCAD. Cotas en mm.

### 7.2.3. Péndolas

Existen 7 péndolas flexibles por cada arco, que unen estos a las vigas longitudinales. La separación entre péndolas será de 5 m. Su sección maciza equivalente será de 3,15 cm de diámetro. Se propone el modelo PE 100 de la firma Pfeifer o similar.

### 7.2.4. Columnas

En las uniones entre arcos, las vigas longitudinales se encuentran por encima de éstos, por lo que resulta necesario unirlos mediante elementos resistentes a compresión. Por ello se han dispuesto 5 columnas de sección hueca circular por cara unión entre arcos, coincidiendo con las vigas transversales (cada 2,5 m).

Serán de acero estructural S 355 J2, con diámetro exterior de 15 cm y un espesor de pared de 10 mm.

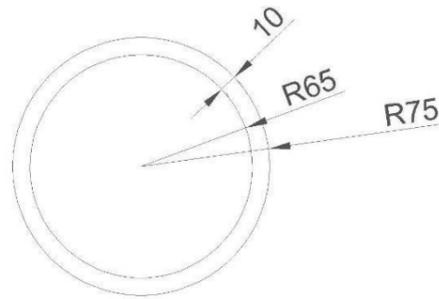


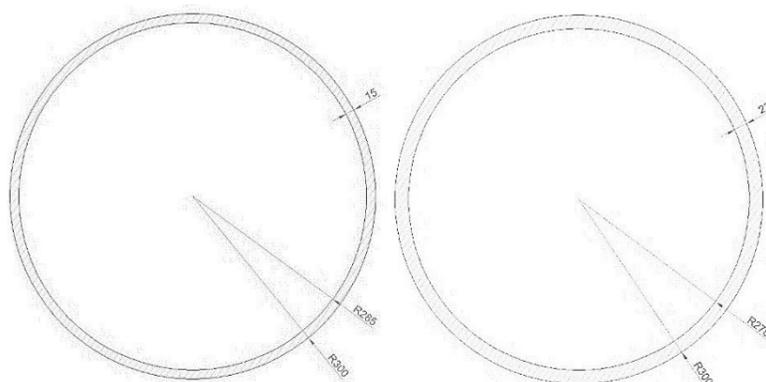
Figura 17. Sección transversal de las columnas. Elaboración propia con AutoCAD. Cotas en mm.

### 7.2.5. Arcos

Como se menciona anteriormente, la estructura se encuentra formada por tres arcos contiguos a cada lado del tablero. Estos arcos son de acero S 355 J2 y los arcos de los extremos son simétricos, alcanzando una altura máxima en clave de 10,08 m. El arco central alcanza en clave una altura máxima de 10,44 m respecto del lecho del río.

Los arcos metálicos son huecos y presentan un espesor de 15 mm, a excepción de la zona de arranques, donde el espesor es de 22 mm. Este incremento de espesor se ha considerado para garantizar un aprovechamiento en arranques inferior al 100 %. Gracias al incremento de espesor, se consigue un aprovechamiento en arranques de los arcos inferior al 92%.

Por criterios de coherencia estética se ha decidido mantener el mismo diámetro exterior en todo el arco, variando el espesor del tubo para conseguir el aumento de área en la sección. Cabría además realizar una transición lineal entre los distintos espesores de tubo, desde la mitad de los tramos adyacentes a los que necesitan reforzarse hasta el comienzo del tramo reforzado. Esto evita concentraciones de tensiones innecesarias debidas a un cambio brusco en la sección.



Figuras 18 y 19. Sección transversal del arco (izquierda) y del arco reforzado (derecha). Elaboración propia con AutoCAD. Cotas en mm.

La sección generada en la intersección de los arcos con las vigas longitudinales en los arranques de los arcos en estribos es una elipse. Para garantizar una correcta soldadura, se ha optado por incrementar el vuelo de las alas superiores de las vigas longitudinales en esta zona.

### 7.3. Interpretación de los resultados del modelo

La tipología escogida para la pasarela influye en el comportamiento de la estructura y en su funcionamiento general. La pasarela cuenta con 3 arcos atirantados o bow-string y su comportamiento habitual resulta en la compresión de los arcos y la tracción de las péndolas y el tablero. De esta forma las fuerzas horizontales de los arcos se transmiten al tablero, traccionándolo, de esta forma las fuerzas horizontales que se transmiten a los estribos son mínimas.

Al introducir el modelo en el programa informático y someterlo a las cargas de peso propio, se puede comprobar que el modelo trabaja acorde a su tipología.

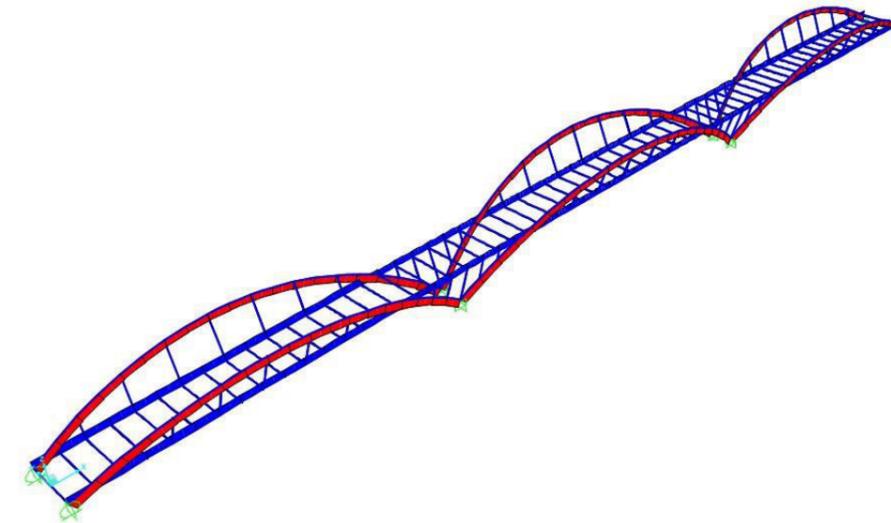


Figura 20. Diagrama de axiles a peso propio obtenido en SAP2000

De la figura anterior se deduce que los arcos trabajan mayormente a compresión y tanto las vigas longitudinales como las péndolas y columnas trabajan a tracción.

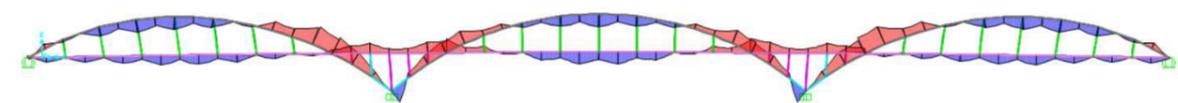


Figura 21. Diagrama de esfuerzos flexores de eje fuerte a peso propio en SAP2000.

Como se observa en la figura anterior, aparecen esfuerzos flexores en las vigas y en el arco. En el arco éstos son pequeños en comparación a los axiles, por lo que el arco trabaja principalmente comprimido. La viga longitudinal tiene un diagrama de momentos que se asimila a la de una viga continua con 4 apoyos

intermedios, pero con ligeras variaciones cada 5 m debido a la acción de las péndolas y cada 2,5 m en la zona en la que el arco va por debajo por la acción de las columnas.

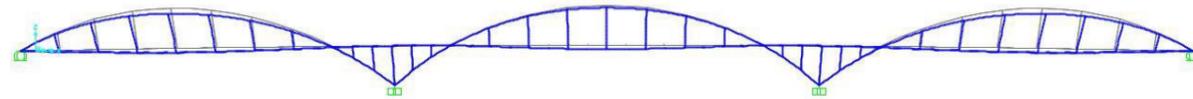


Figura 22. Alzado de la deformada a peso propio en SAP2000.

En cuanto a los desplazamientos máximos, se cumplen los límites que se exponen en la IAP-11 para la máxima flecha debida a la actuación de la sobrecarga de uso, que en este caso resulta de 15,81mm. Se dotará a los elementos estructurales de una contraflecha que compense la deformación vertical debida a las cargas permanentes que actúen sobre la estructura.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la hoja de cálculo para los diagramas de interacción de las vigas mixtas. Se han acotado las coordenadas de los puntos que definen los momentos y axiles últimos para mayor claridad a la hora de la comprobación.

En el caso de las vigas longitudinales, al tener el alma inclinada, los ejes principales de inercia no son los ejes 2 y 3 (transversal y vertical) en los ejes locales de las vigas del SAP2000. Esto obliga a realizar 2 veces la hoja de cálculo: una vez para dibujar el diagrama axil-M2 y otra para dibujar el diagrama axil-M3.

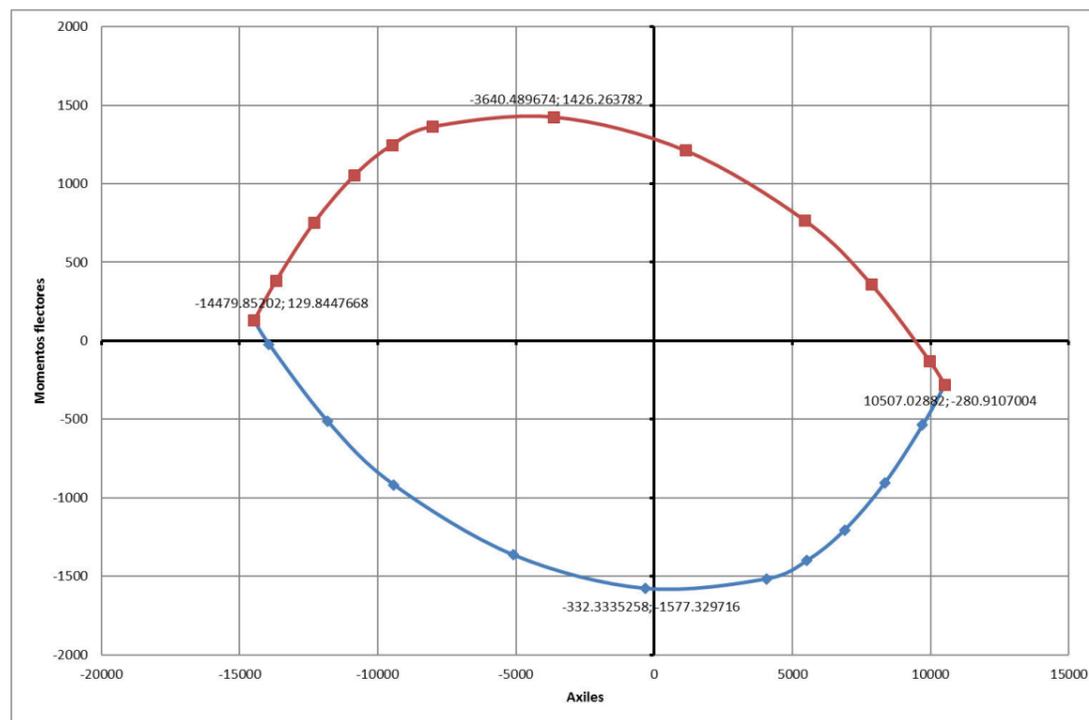


Figura 23. Diagrama de interacción N-M3 para las vigas mixtas longitudinales. Gráfico de Excel.

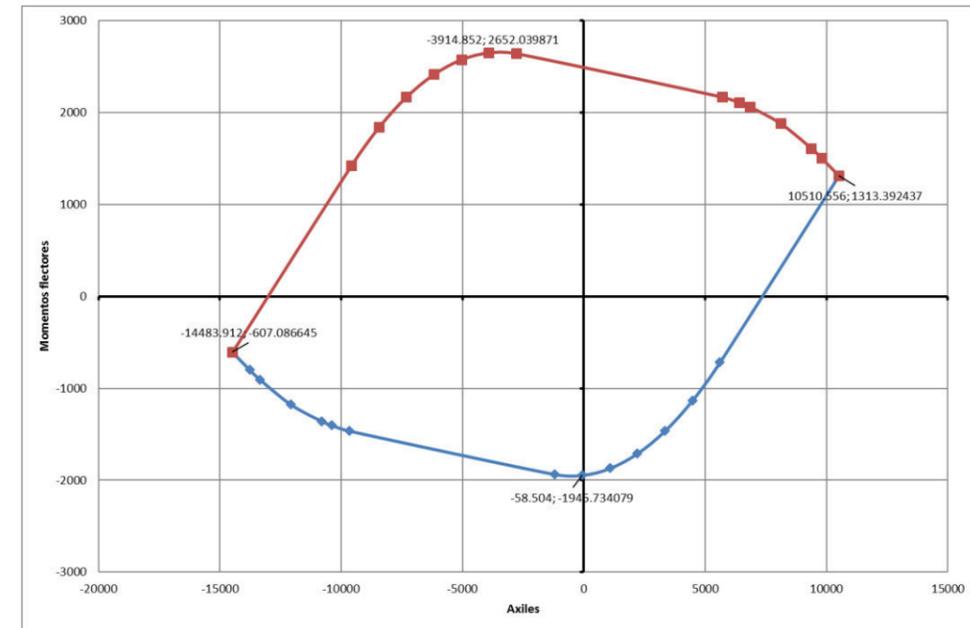


Figura 24. Diagrama de interacción N-M2 para las vigas mixtas longitudinales. Gráfico de Excel.

A partir del axil y momento últimos en estos diagramas y los esfuerzos máximos en ELU obtenidos del SAP2000, se comprueba el aprovechamiento de la sección.

En el caso de las vigas transversales, se puede comprobar que los momentos en el eje 2, o de eje vertical, son despreciables debido a que la losa de hormigón sobre las vigas impide la flexión en este eje.

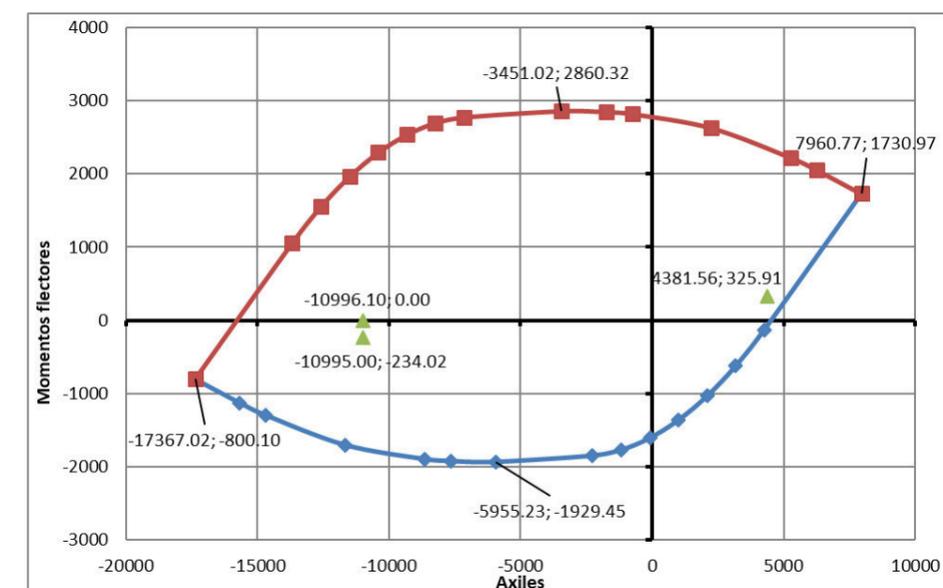


Figura 25. Diagrama de interacción N-M3 y puntos que definen las combinaciones más desfavorables (▲). Gráfico de Excel.

Al quedar los puntos ▲, que representan las combinaciones más desfavorables, dentro del diagrama, se puede concluir que la sección resiste.

Las secciones únicamente metálicas de este proyecto se han comprobado mediante el programa informático SAP2000, que integra una función capaz de calcular el aprovechamiento de cada barra y destacar las barras que no resisten los esfuerzos que aparecen en éstas debido a las cargas introducidas.

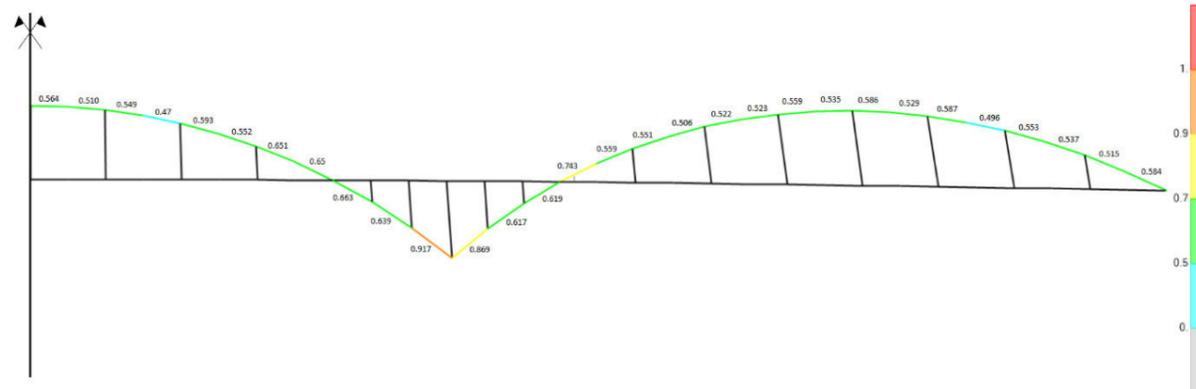


Figura 26. Diagrama del aprovechamiento de los tramos en los que se divide el arco, con leyenda. Fuente: SAP2000.

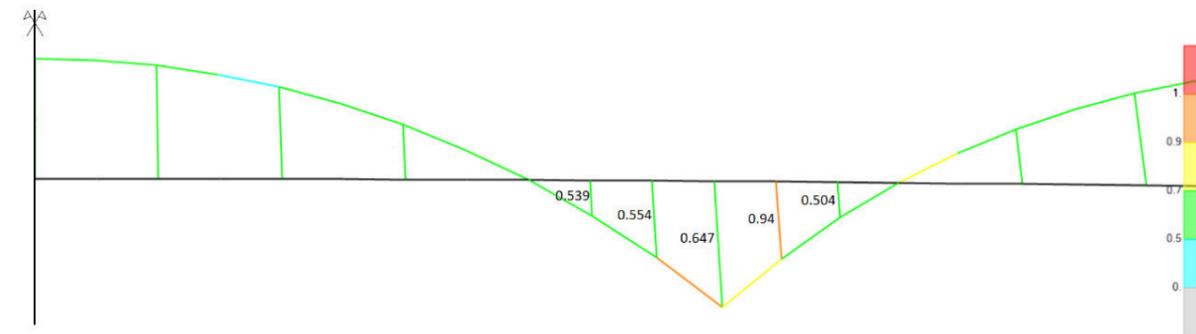


Figura 27. Diagrama del aprovechamiento de las columnas, con leyenda. Fuente: SAP2000.

Como se explica en el apartado 7.2.5, en una primera prueba, se obtuvo un aprovechamiento mayor que 1 en las barras de los arranques de los arcos en los apoyos, por lo que se tomó la decisión de reforzar esta parte de la estructura, asignándole una sección de mayor área que resistiese mayores esfuerzos, obteniendo un aprovechamiento razonable para la sección.

Se adjunta al presente anejo el apéndice 4.1 en el que se muestran varios archivos Excel que recogen las coordenadas de los nudos, la conectividad entre barras, las coacciones en los nudos y los resultados que resultan del análisis del modelo: esfuerzos, reacciones, desplazamientos y aprovechamientos para los elementos metálicos.

#### 7.4. Aparatos de apoyo y juntas de dilatación

La solución que se ha adoptado para la estructura se basa en emplear aparatos elastoméricos circulares que impidan el desplazamiento en la dirección transversal a la pasarela en uno de los dos apoyos de la estructura en cada uno de los estribos. Los dos apoyos restantes se resolverán con aparatos elastoméricos circulares que permitan el desplazamiento de dichos apoyos tanto en la dirección longitudinal de la estructura como en la transversal. Se propone emplear aparatos de apoyo del tipo disco elastomérico de la firma DSBrown o similar.

En cuanto a las juntas de dilatación, se escoge el modelo Transflex 80 de la firma comercial Trelleborg (o similar). Este modelo presenta un recorrido máximo que resulta suficiente según las comprobaciones realizadas para los estados límite de la estructura.

### 8. EQUIPAMIENTOS

El diseño de equipamientos comprende la definición del pavimento, el drenaje de la infraestructura, su iluminación, las defensas y las impostas. Se encontrará detallado en el anejo nº5: Diseño de equipamientos, presentando en esta memoria un resumen de los aspectos más importantes.

#### 8.1. Evacuación de Aguas

Se planteará una alternativa de drenaje del tablero que respete las indicaciones de la *Instrucción 5.2-IC de drenaje superficial*, y que consistirá en definir dos zonas de drenaje que recogerán las aguas procedentes de las pluviales mediante dos canaletas longitudinales a lo largo de toda la pasarela. Estas canaletas se situarán contiguas a las impostas y verterán las aguas al cauce mediante 8 desagües dispuestos de tal manera que no se interfiere con ningún elemento estructural ni con los pasos peatonales dispuestos bajo la pasarela.

Las canaletas longitudinales son las correspondientes al modelo RECYFIX NC 100 de la marca Hauraton o similares. Las dimensiones de la canaleta pueden observarse mejor en el catálogo de la firma anteriormente nombrada y en documento nº2 de este Proyecto Básico: "Planos".

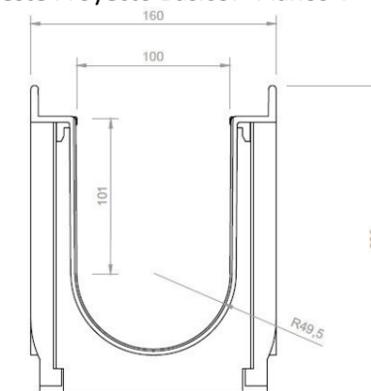


Figura 28. Dimensiones de la canaleta RECYFIX NC 100. Fuente: Catálogo Hauraton. Cotas en mm.

Para el desagüe se colocarán tubos de PVC que conecten con las canaletas y que atraviesen el tablero para desembocar el flujo del agua al cauce. Bajo dichos tubos, se dispondrán en el lecho del río rejillas que recojan las aguas vertidas por los tubos, evitando así que el agua se quede estancada en el terreno y genere obstáculos al paso de los individuos bajo la pasarela.

## 8.2. Pavimento

Para el pavimento de la pasarela se ha decidido que el material a emplear será madera, dando al puente un aspecto característico y acorde a su historia como "Pont de Fusta". Se resolverá mediante un entramado de madera formado por rastreles y listones de madera de pino tratada, que presenta unas características que la hacen apta para resistir a la intemperie.



Figura 29. Ejemplo de instalación de listones y rastreles. Fuente: Catálogo MADERA CUNIL S.A.

Para ello, se procederá a colocar sobre la losa estructural de hormigón (en orden ascendente) los siguientes elementos:

- **Capa de Mortero:** se dispondrá de un espesor de 1,7 cm de mortero que permitirá nivelar correctamente la superficie de la pasarela para una correcta colocación de los rastreles.
- **Capa de estanqueidad:** se extenderá una capa de 5 mm de espesor de mástic asfáltico que permitirá impermeabilizar los elementos estructurales bajo el pavimento (vigas metálicas y losa de hormigón) conduciendo el flujo de aguas pluviales hasta las canaletas longitudinales dispuestas en la pasarela.
- **Rastreles:** los rastreles de madera de pino tratada se disponen de forma oculta dando soporte estructural a los listones que servirán de pavimento. Las dimensiones de la sección de los rastreles serán de 40x30 mm; se dispondrán transversalmente en la pasarela, evitando así interrumpir el flujo de aguas pluviales hacia las canaletas. Debido a su ubicación expuesta a agresiones, el rastrel recibirá un tratamiento para exteriores con sales de cobre, perfecto para madera que se encuentran en contacto con el suelo.
- **Listones:** los listones de madera de pino tratada que servirán de pavimento presentan unas dimensiones para su sección transversal de 95x34 mm. Los listones irán colocados longitudinalmente sobre los rastreles. El tratamiento para los listones será similar al de los rastreles y su longitud será

de 3,5 metros. Como se ha indicado anteriormente, a los extremos de la pasarela se dispondrá de una pieza especial que se podrá retirar y recolocar para un correcto mantenimiento de las canaletas.

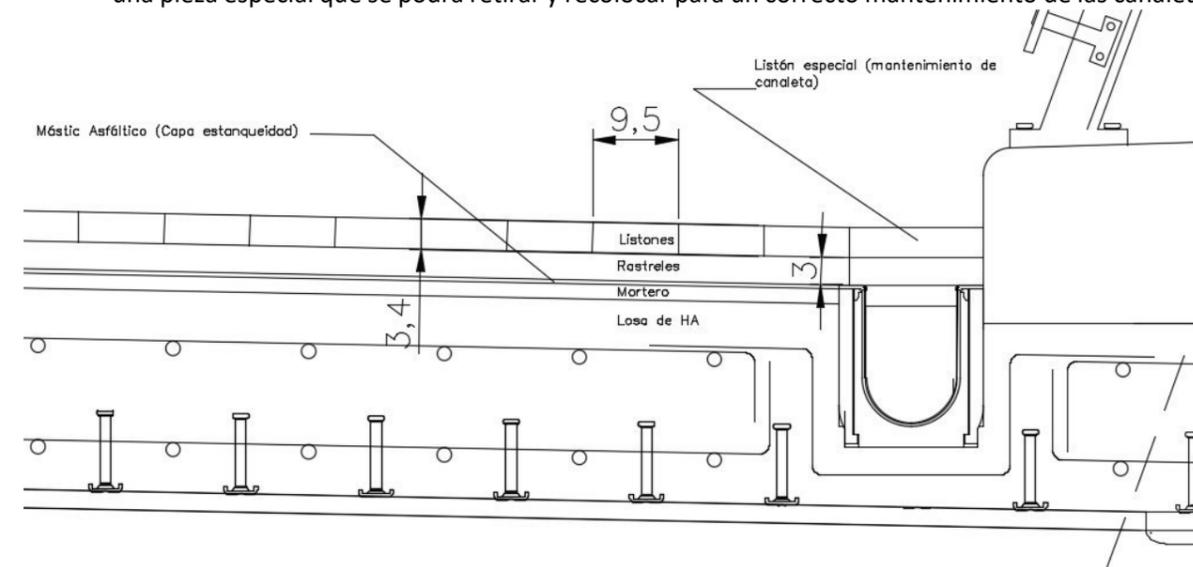


Figura 30. Detalle de las capas que conforman el pavimento. Fuente: Elaboración propia en AutoCAD. Cotas en cm.

## 8.3. Elementos de Defensa: Barandillas

Se plantearán unas barandillas de aspecto singular, ancladas a las impostas mediante pernos. Constarán de montantes de sección en T que estarán situados cada metro, evitando así coincidir con los módulos de las impostas. Entre ellos se situarán paneles de cristal laminar transparente de seguridad catalogados como cristal antirrobo y antivandalismo, que irán fijados a los montantes mediante cuatro spiders. Por último, el pasamanos está formado por un tubo metálico hueco de sección elíptica dentro del cual se colocarán los sistemas de iluminación de la pasarela.

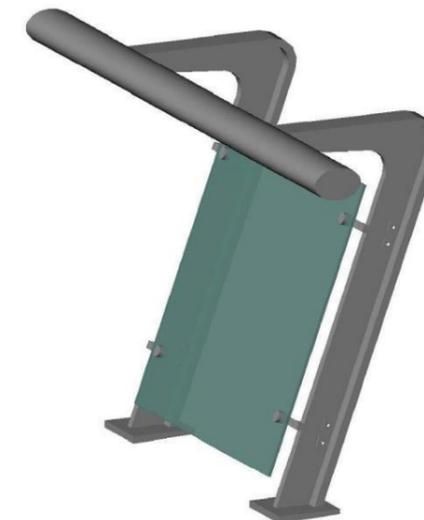


Figura 31. Vista de la barandilla en 3D. Fuente: Elaboración propia en AutoCAD.

### 8.4. Iluminación

Para la iluminación de la pasarela se ha decidido disponer de tubos LED que irán alojados en el interior del pasamanos de sección elíptica. Dichos tubos de iluminación se instalarán en ambos pasamanos cada 1,5 metros y alternados al trespelillo, lo que nos permitirá una uniformidad lumínica a lo largo de toda la pasarela.

El diseño de la iluminación se ha apoyado en la Guía Técnica de Eficiencia Energética en alumbrado público y en los resultados obtenidos con el programa Dialux. Dichos resultados reflejan el cumplimiento de las recomendaciones que la guía expone para el tipo de vía peatonal que se adecua a la pasarela.

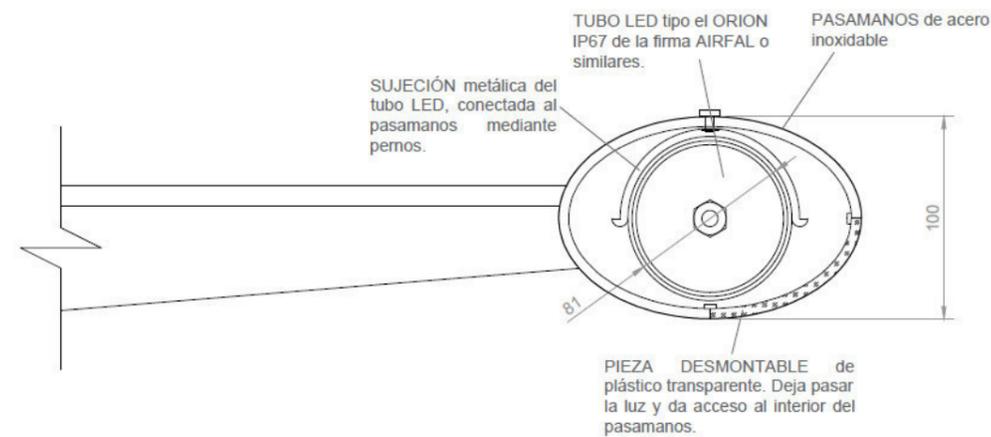


Figura 32. Sección del pasamanos con la instalación de la luminaria. Fuente: Elaboración propia con AutoCAD. Cotas en mm.

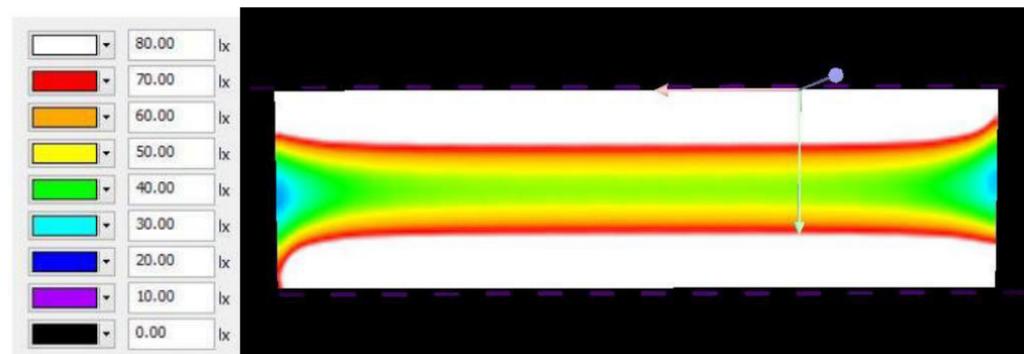


Figura 33. Diagrama de intensidad lumínica con leyenda de colores. Fuente: Dialux.

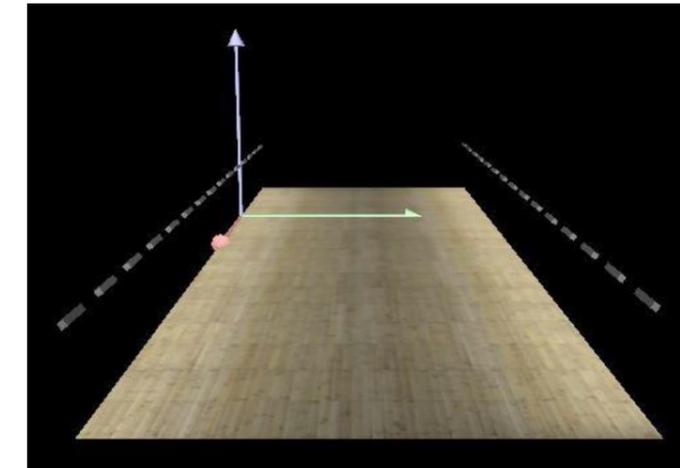


Figura 34. Rendering de la luminaria. Fuente: Dialux.

### 8.5. Imposta

En el diseño de la imposta predominan formas redondeadas, que se adecuen a la composición del tablero y del resto de elementos estructurales. Este elemento busca ocultar las partes internas del puente y conferir un aspecto de continuidad estructural. Su ejecución será a partir de módulos prefabricados de 1 m, coincidiendo con la separación entre montantes de barandillas y previendo así que ambos módulos coincidan.

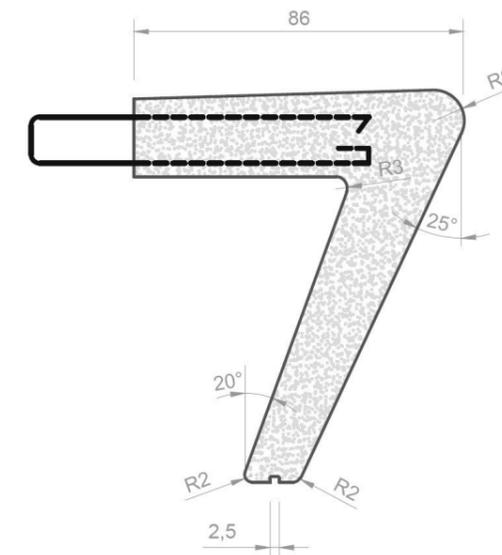


Figura 35. Diseño de la imposta con formas redondeadas. Fuente: Elaboración propia con AutoCAD. Cotas en mm.

En la intersección del arco con el tablero se prevé la colocación de una imposta especial, que permita una continuidad visual del arco, proporcionando a la estructura un aspecto visual más interesante. Las impostas quedarán fijadas a la losa de hormigón mediante la ejecución de una contraimposta in situ, a la que luego se atornillarán los montantes de la barandilla.

## 9. PROCESO CONSTRUCTIVO

En cuanto a la fase de ejecución de la pasarela, el proceso constructivo se puede resumir en las siguientes fases:

### FASE 1: Tareas Previas

- Desvío de tráfico de peatones
- Zonas de paso
- Accesos a la obra
- Acondicionamiento de la zona de trabajo
- Demolición de la pasarela preexistente

### FASE 2: Movimientos de Tierras (I)

- Ejecución del muro pantalla
- Vaciado de los cajeros del río hasta la cota +10 msnm mediante retroexcavadora

### FASE 3: Subestructuras (I)

- Ejecución de los pilotes de los apoyos intermedios

### FASE 4: Movimiento de Tierras (II)

- Vaciado del terreno en apoyos intermedios y cajeros hasta la cota -7.9 msnm
- Descabezado de los pilotes

### FASE 5: Subestructuras (II)

- Hormigón de limpieza
- Ejecución de encepados y zapatas
- Ejecución de los estribos
- Aparatos de apoyo

### FASE 6: Movimiento de Tierras (III)

- Relleno hasta la cota 10 msnm en los apoyos intermedios
- Relleno con hormigón ciclópeo del trasdós de los estribos hasta la cota +15 msnm

### FASE 7: Superestructura (I)

- Ensamble de los módulos de la estructura
- Colocación de los apoyos provisionales
- Izado y colocación de los módulos
- Soldado de los diferentes módulos de la estructura
- Pintado de la estructura metálica

### FASE 8: Superestructura (II)

- Hormigonado de la losa de hormigón armado (en tres fases) mediante cimbra

### FASE 9: Equipamientos

- Imposta y contraimposta
- Evacuación de Aguas
- Pavimento
- Barandillas
- Juntas de dilatación
- Iluminación

### FASE 10: Tareas Finales

- Limpieza y restitución del estado inicial del cauce

## 10. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución ha sido obtenido tras desglosar los trabajos en tareas sencillas, cuya duración ha sido estimada posteriormente en base al rendimiento de los medios empleados o como resultado de una consulta de actividades similares.

Al margen de la duración de las propias tareas, en el plazo de ejecución influirán las relaciones de precedencia entre ellas y los supuestos de partida, que hacen referencia a los días festivos en la localidad de Valencia y al aumento del plazo por factores climatológicos adversos.

En total, tal y como queda desarrollado en el anejo nº 7, las obras presentan un plazo de ejecución total de 266 días naturales, comenzando el 1 de abril.

## 11. PRESUPUESTO

El presupuesto de este proyecto básico parte de una relación valorada de las unidades de obra intervinientes, de forma que queden perfectamente definidas y su consideración global corresponda a la totalidad de los recursos empleados. Para cada unidad de obra se incluirá un código identificativo, una descripción somera pero completa, su unidad de medida y su precio unitario. Además, se optará por agruparlas en capítulos, en función de la fase del proceso constructivo en la que intervengan. Todo ello se desarrolla con detalle en el Documento Nº3: Presupuesto del presente proyecto básico.

Posteriormente, se determinarán en cada caso las mediciones, en función de las unidades de medida definidas. Estas permitirían, mediante su multiplicación por su precio unitario, obtener una valoración económica de cada capítulo. La suma de todas ellas proporcionará el presupuesto de ejecución material, que asciende a 1.902.213,40 €.

Asciende el presupuesto de ejecución material a UN MILLÓN NOVECIENTOS DOS MIL DOSCIENTOS TRECE EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS.

Por último, añadiendo a este valor las cantidades correspondientes a gastos generales, beneficio industrial e impuestos, se obtendrá el presupuesto base de licitación. Este asciende a 2.831.064,23 €.

Asciende el presente presupuesto de licitación a la expresada cantidad de DOS MILLONES OCHOCIENTOS TREINTA Y UN MIL SESENTA Y CUATRO EUROS CON VEINTITRÉS CÉNTIMOS.

## 12. DOCUMENTOS DE PROYECTO

La relación de documentos que conforman el presente proyecto básico es la siguiente:

### *Documento Nº 1: Memoria*

- Memoria
- Anejos a la memoria:
  - Anejo Nº1: Estudio de Soluciones
  - Anejo Nº2: Informe Geotécnico
    - Apéndice 2.1: Estudio geotécnico
  - Anejo Nº3: Diseño y comprobación de la cimentación y subestructuras
    - Apéndice 3.1: Reparto de esfuerzos entre pilotes. Cálculos geotécnicos.
    - Apéndice 3.2: Reparto de esfuerzos entre pilotes. Cálculos estructurales.
  - Anejo Nº4: Diseño y comprobación de la estructura
    - Apéndice 4.1: Resultados del programa SAP2000
  - Anejo Nº5: Diseño de equipamientos
  - Anejo Nº6: Proceso constructivo
  - Anejo Nº7: Programa de trabajos
  - Anejo Nº8: Infografía

### *Documento Nº 2: Planos*

- 1. Situación y emplazamiento.
- 2. Topografía general.
- 3. Situación inicial.
- 4. Planta general.
- 5. Planta y alzado.
- 6. Secciones.
- 7. Sección tipo del tablero.
- 8.1. Estructura metálica. Alzado y planta.
- 8.2. Estructura metálica. Secciones.
- 8.3. Estructura metálica. Detalles.
- 9. Losa del tablero. Armado.
- 10. Cimentación. Sección longitudinal.
- 11.1. Subestructuras. Apoyos intermedios. Definición geométrica.
- 11.2. Subestructuras. Apoyos intermedios. Armado.
- 11.3. Subestructuras. Estribos. Definición geométrica.
- 11.4. Subestructuras. Estribos. Armado.
- 12. Muro pantalla. Definición geométrica y armado.
- 13.1. Equipamientos. Barandilla.

- 13.2. Equipamientos. Imposta.
- 13.3. Equipamientos. Drenaje.
- 13.4. Equipamientos. Iluminación.
- 14. Aparatos de apoyo y juntas de dilatación.
- 15. Proceso constructivo.

### *Documento Nº 3: Presupuesto*

## 13. CONCLUSIÓN

En base a lo expuesto en el presente documento y sus correspondientes anejos, se puede concluir que el PROYECTO BÁSICO DE LA “PASARELA DEL PONT DE FUSTA” SOBRE EL ANTIGUO CAUCE DEL RÍO TURIA EN VALENCIA propone una solución válida, adaptada a los condicionantes que se han descrito previamente.



Valencia, 1 de septiembre de 2016.

Fdo. Gabriel Carmona Belda

Fdo. Andrea Diana Calatayud

Fdo. Inés Hurtado Orts

Fdo. Carles Pavía Parra