



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Proyecto básico de puente sobre la rambla de Alcalá en Benicarló (Castellón).

Solución B

Trabajo Final de Grado

Diseño y comprobación de la estructura

Autor: Maria José Belda Pallarés

Tutores: D. Carlos Manuel Lázaro Fernández

Cotutor: Dña. María Carmen Castro Bugallo

Titulación: Grado en Ingeniería Civil

Curso académico 2015 - 2016



## RESUMEN

El objetivo de este Trabajo Final de Grado, cuyo título es "Proyecto Básico de Puente sobre la Rambla de Alcalá en Benicarló (Castellón). Solución B.", es el desarrollo, dentro del marco técnico-administrativo de los concursos de ideas, de una propuesta para el Puente sobre la Rambla de Alcalá en Benicarló (Castellón). El concurso fue convocado por la *Consellería de Infraestructures i Transport de la Generalitat Valenciana* en febrero de 2005 para hallar una solución que garantizase el desagüe de la rambla de una manera más segura y funcional que la solución preexistente, consistente en dos marcos de hormigón armado. La solución propuesta consiste en un puente viga conformado por dos celosías metálicas, que presentan gran parte de su estructura sobre el nivel de la calzada, y un forjado inferior apoyado sobre jabalcones y vigas de piso. La estructura presenta 43,25m entre apoyos, una anchura total de 20,75m y un canto máximo de 3,70m en centro de vano. Cabe destacar dos elementos singulares que presentan las celosías. Por un lado, la triangulación, modulada cada 2,50m, se encuentra oculta tras dos chapas de acero aligeradas mediante perforaciones circulares que consiguen transformar una tipología estructural que generalmente se asocia a entornos industriales o ferroviarios en una solución viable, original y elegante. Por otro lado, el cordón superior presenta una morfología variable en el espacio en forma de aletas inclinadas que logran dar la sensación de estar ante un puente vivo, en movimiento. La relación de documentos contenida en este proyecto básico es la correspondiente al estudio de soluciones, justificación resistente, hidráulica y geotécnica, diseño de equipamientos, subestructuras, proceso constructivo, plan de obra y presupuesto, así como los planos necesarios para su completa definición geométrica.

## ABSTRACT

The aim of this final degree Project, entitled "Proyecto Básico de Puente sobre la Rambla de Alcalá en Benicarló (Castellón). Solución B.", consists of the development of a proposal for the bridge over the Alcalá watercourse according to the administrative and technical framework for a brainstorming competition. This competition was convened by "Consellería de Infraestructures i Transport de la Generalitat Valenciana" on 25<sup>th</sup> February in order to find a proper solution to ensure the drainage of the watercourse on a securer and more functional way than the pre-existent solution, which consisted of a steel concrete frames. The proposed solution is an one-span beam bridge made up of two steel lattices girders, which have almost the whole structure over the road slope, a wrought supported by steel knives and floor beams. The structure has 43.25m between the support axis, a total wide of 20.75m and a maximum height of 3.70m in the centre of the span. Both steel lattices have two remarkable components. On one hand, the triangulation, which is modulated every 2.5m, is hidden between two steel sheets lighten with circular boreholes. In this way, a structural typology, which is usually associated to an industrial environment, turns into a viable, original and elegant bridge. On the other hand, the upper beam is comprised of two leaning wings that changes as you walk across the bridge. These leaning wings users the feeling of being in front of a unique bridge. This project contains the following documents: study of solutions, resistant, hydraulic and geotechnical justification, equipment design, constructive process, work plan and budget, as well as the required drawings to describe the geometry completely.



## RESUM

L'objectiu d'aquest Treball Fi de Grau, titulat "Proyecto Básico de Puente sobre la Rambla de Alcalá en Benicarló (Castellón). Solución B", és el desenvolupament, en el marc tècnic-administratiu dels concursos d'idees, d'una proposta per al Pont sobre la Rambla d'Alcalá a Benicarló (Castelló). Aquest concurs va ser convocat per la *Conselleria de Infraestructures i Transport* de la *Generalitat Valenciana* al febrer de 2005 amb la finalitat de cercar una solució que assegurés el desaigüe de la rambla d'una manera més segura i funcional que la solució preexistent, formada per dos marcs de formigó armat. La solució proposada consisteix en un pont biga format per dos gelosies metàl·liques, gran part de les quals es troba sobre el nivell de la calçada, i un forjat inferior projectat sobre jabalcons i bigues de pis. L'estructura presenta 43,25 m entre punts de recolzament, una amplària total de 20,75m i un cantell de 3,70m al centre de llum. Hem de destacar dos elements singulars que presenten aquestes gelosies. Per una banda, la triangulació, modulada cada 2,50m, es troba oculta rere dos xapes d'acer alleugerades mitjançant perforacions circulars que aconsegueixen transformar una tipologia estructural que habitualment es relaciona amb entorns industrials o ferroviaris a una solució viable, original i elegant. Per altra banda, el cordó superior mostra una morfologia variable al espai en forma d'aletes inclinades que atorguen sensació d'estar front un pont viu, en moviment. La relació de documents que conté aquest projecte bàsic és la corresponent a l'estudi de solucions, justificació resistent, hidràulica i geotècnica, disseny d'equipaments, subestructures, procés constructiu, pla d'obra i pressupost, així com els plànols necessaris per a la seua completa definició geomètrica.





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Proyecto básico de puente sobre la rambla de Alcalá, Benicarló (Castellón).

Solución B

Trabajo Final de Grado

Documento nº 1. Memoria y Anejos

Autores: Maria José Belda Pallarés, Irene Bolufer Cruaños, Álvaro Antonio Pérez Gazulla, Aritz Viciano Godes

Tutores: D. José Casanova Colón, D. Salvador Monleón Cremades, D. Carlos Manuel Lázaro Fernández, Dña. María Carmen Castro Bugallo, Dña. M<sup>a</sup> Elvira Garrido De La Torre y D. Francisco José Vallés Morán

Titulación: Grado en Ingeniería Civil

Curso académico 2015 - 2016



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Proyecto básico de puente sobre la rambla de Alcalá, Benicarló (Castellón).

Solución B

Trabajo Final de Grado

Memoria

Autores: Maria José Belda Pallarés, Irene Bolufer Cruaños, Álvaro Antonio Pérez Gazulla, Aritz Viciano Godes

Tutores: D. José Casanova Colón, D. Salvador Monleón Cremades, D. Carlos Manuel Lázaro Fernández, Dña. María Carmen Castro Bugallo, Dña. M<sup>a</sup> Elvira Garrido De La Torre y D. Francisco José Vallés Morán

Titulación: Grado en Ingeniería Civil

Curso académico 2015 - 2016





## ÍNDICE

<b>1. Objeto del documento .....</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción .....	1
1.2 Alcance .....	1
1.3 Organización.....	1
<b>2. Objeto del proyecto básico .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Situación y emplazamiento .....</b>	<b>2</b>
<b>4. Antecedentes.....</b>	<b>3</b>
4.1 Estudios .....	3
4.2 Solución preexistente.....	3
4.3 Visita de campo .....	4
<b>5. Condicionantes .....</b>	<b>4</b>
5.1 Naturales .....	4
5.2 Funcionales.....	5
5.3 Formales.....	5
5.4 Constructivos.....	6
5.5 Económicos.....	6
<b>6. Normativa aplicada.....</b>	<b>6</b>
<b>7. Geología y geotécnia.....</b>	<b>6</b>
<b>8. Hidrología e Hidráulica.....</b>	<b>7</b>
<b>9. Estudio de soluciones.....</b>	<b>8</b>
9.1 Alternativas propuestas.....	8
9.1.1. Alternativa 1.....	8
9.1.2. Alternativa 2.....	8
9.1.3. Alternativa 3.....	8
9.1.4. Alternativa 4.....	8
9.2 Análisis crítico de las alternativas propuestas.....	8
9.3 Justificación de la solución adoptada .....	9
<b>10. Descripción de la solución adoptada .....</b>	<b>9</b>
<b>11. Proceso constructivo.....</b>	<b>10</b>
<b>12. Plazo de ejecución.....</b>	<b>11</b>
<b>13. Presupuesto.....</b>	<b>11</b>
<b>14. Documentos.....</b>	<b>11</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localización del municipio de la actuación .....	2
Figura 2 Localización geográfica de las obras .....	3
Figura 3 Emplazamiento de la actuación .....	3
Figura 4 Estado previo de la zona de actuación .....	4
Figura 5 Sección transversal exigida por el pliego de bases y prescripciones técnicas .....	5
Figura 6 Semi-sección longitudinal de gálibos exigidos .....	5



## 1. Objeto del documento

El presente proyecto básico se plantea como el Trabajo Final de Grado del equipo de trabajo compuesto por: María José Belda Pallarés, Irene Bolufer Cruañes, Álvaro Antonio Pérez Gazulla y Aritz Viciano Godes, estudiantes de cuarto curso de Grado en Ingeniería Civil de la Universitat Politècnica de València. Han sido tutorizados por: D. José Casanova Colón, D. Salvador Monleón Cremades, D. Carlos Manuel Lázaro Fernández, Dña. María Carmen Castro Bugallo, Dña. M<sup>a</sup> Elvira Garrido De La Torre y D. Francisco José Vallés Morán, todos ellos profesores de la E.T.S. Ingenieros de caminos, canales y puertos.

El Proyecto Básico que aquí se presenta consiste en el desarrollo de una propuesta para el Puente sobre el encauzamiento de la Rambla de Alcalá en Benicarló (Castellón), dentro del marco técnico-administrativo del concurso de ideas convocado por la *Conselleria de Infraestructures i Transport* de la Generalitat Valenciana.

A continuación, se resumen la Descripción, el Alcance y el Índice de Documentos del TFG aprobado por la CAT.

### 1.1 Descripción

La finalidad de este documento es la elaboración del proyecto básico con el que cada equipo del Taller de Diseño Estructural compite en el concurso de ideas objeto del TFG. En consecuencia, cada equipo desarrolla una solución diferente al mismo problema.

Los aspectos a considerar en la realización del mencionado proyecto básico son los siguientes:

- Elaboración del programa de necesidades
- Condicionantes hidrológicos
- Encaje geométrico y funcional de la solución
- Encaje en el entorno. Accesos
- Evaluación de propuestas tipológicas y elección de la solución estructural
- Diseño de las subestructuras y la superestructura
- Análisis estructural
- Comprobaciones de la seguridad, durabilidad y funcionalidad de la estructura
- Comprobación de la cimentación: socavación y verificaciones geotécnicas y estructurales

- Diseño de equipamientos
- Proceso constructivo y plan de obra
- Valoración económica de la propuesta

### 1.2 Alcance

Por la naturaleza del trabajo, quedan excluidos del mismo los siguientes documentos: 1) Anejo de justificación de precios, 2) Estudio de impacto ambiental, 3) Estudio de seguridad y salud, 4) Pliego de Condiciones Técnica Particulares, 5) Cuadros de precios N<sup>o</sup>1 y N<sup>o</sup>2. Por razones de claridad se incluyen en esta relación documentos cuya pertinencia en un Proyecto Básico es, al menos, dudosa.

El diseño estructural abarcará tanto las disposiciones geométricas como la selección justificada de los materiales. Ambos quedarán recogidos en los planos.

El diseño de equipamientos abarcará tanto las disposiciones geométricas como la selección justificada de los materiales. Ambos quedarán recogidos en los planos.

La comprobación de la seguridad incluye las verificaciones de socavación, las geotécnicas y las estructurales. El alcance de las mismas se limitará a la comprobación de las secciones y elementos críticos para la seguridad de la construcción, así como los principales ELS relacionados con la funcionalidad y la durabilidad. Queda específicamente excluido del TFG 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.

En el caso de las estructuras metálicas, los planos de detalle abarcarán los elementos especiales principales de la construcción.

Por último, en las estructuras de hormigón, los planos de detalle contendrán la disposición general de las armaduras y detalles tipo (refuerzos locales en zonas de apoyo o de anclaje)

### 1.3 Organización

Conforme a lo expuesto en el documento aprobado por la CAT, se detalla qué alumno ha redactado cada uno de los documentos contenidos en este TFG.





## DOCUMENTO Nº1 - MEMORIA Y ANEJOS

### • Memoria

Maria José Belda Pallarés

Irene Bolufer Cruaños

Álvaro Antonio Pérez Gazulla

Aritz Viciano Godes

- **Anejo I. Estudio de soluciones:** Aritz Viciano Godes.
- **Anejo II. Estudio hidráulico. Comprobación de encauzamiento e interacción con la estructura:** Aritz Viciano Godes.
- **Anejo III. Informe geotécnico:** Álvaro Antonio Pérez Gazulla.
- **Anejo IV. Diseño y comprobación de la cimentación:** Álvaro Antonio Pérez Gazulla.
- **Anejo V. Diseño y comprobación de la estructura:** Maria José Belda Pallarés.
- **Anejo VI. Diseño de equipamientos:** Irene Bolufer Cruaños.
- **Anejo VII. Proceso constructivo:** Irene Bolufer Cruaños.
- **Anejo VIII. Programa de trabajos:** Irene Bolufer Cruaños.
- **Anejo IX. Infografías:**

Maria José Belda Pallarés

Irene Bolufer Cruaños

Álvaro Antonio Pérez Gazulla

Aritz Viciano Godes

## DOCUMENTO Nº2 - PLANOS

Maria José Belda Pallarés

Irene Bolufer Cruaños

Álvaro Antonio Pérez Gazulla

Aritz Viciano Godes

## DOCUMENTO Nº3 - PRESUPUESTO

Irene Bolufer Cruaños

## *2. Objeto del proyecto básico*

En febrero de 2005, fruto del desarrollo urbanístico y comercial del área de la desembocadura de la Rambla de Alcalá y como consecuencia de las periódicas inundaciones que sufría el municipio de Benicarló en la zona lindante a dicha rambla, la *Consellería de Infraestructures i Transport* de la Generalitat Valenciana encargó la redacción del proyecto de construcción de un nuevo puente.

En este contexto, el objeto de este Proyecto Básico consiste en desarrollar, en el marco técnico-administrativo de los concursos de ideas, una propuesta para el Puente sobre el encauzamiento de la Rambla de Alcalá en Benicarló (Castellón) en sustitución de una antigua obra, consistente en dos marcos de hormigón armado, que facilitaba el paso de la Avenida del Papa Lluna.

La estructura deberá proporcionar continuidad a la Avenida del Papa Lluna en su paso sobre la rambla, buscando una solución más segura y funcional que la preexistente que garantice el desagüe del nuevo cauce.

## *3. Situación y emplazamiento*

Las obras se sitúan en Benicarló, municipio perteneciente a la Comunidad Valenciana, localizado al norte de la provincia de Castellón en la comarca del Bajo Maestrazgo.



Figura 1 Localización del municipio de la actuación



Figura 2 Localización geográfica de las obras

Más concretamente, las obras se emplazan al sur del núcleo urbano, en la Avenida Papa Lluna a su paso sobre la zona de desembocadura de la Rambla de Alcalá.



Figura 3 Emplazamiento de la actuación

Tal y como puede observarse en la figura anterior, el entorno presenta una ordenación urbanística organizada en parcelas donde dominan las viviendas unifamiliares, a excepción de algunos edificios de mayor

altura en la zona norte. Puede apreciarse también la existencia de un gran hipermercado en el acceso sur al emplazamiento de las obras.

Asimismo, cabe destacar por un lado la existencia de pequeños campos de cultivo aguas arriba del emplazamiento de las obras y, por otro lado, la proximidad a la línea de costa.

## 4. Antecedentes

### 4.1 Estudios

Se considera indispensable citar aquellos estudios y documentos que, siendo precedentes al presente documento y estando fuera del alcance de este Trabajo Final de Grado, ofrecen información relevante acerca de aspectos imprescindibles a la hora de abordar el trabajo. Se enumeran a continuación:

- Estudio geológico y geotécnico. Realizado en vistas a la definición de las obras de “Encauzamiento de la Rambla de Alcalá en zona urbana”. Adjudicación de fecha 6 de abril de 2004.
- FERNÁNDEZ BONO, Juan Fco., VALLÉS MORÁN, Francisco J. *Informe técnico: Prediseño hidráulico mediante modelación matemática del encauzamiento de la Rambla de Alcalá en su tramo final y desembocadura en el T.M. de Benicarló (Castellón)*. Universidad Politécnica de Valencia: Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Mayo 2005.

Asimismo, los tutores han facilitado información general que engloba: imágenes de la situación preexistente y material extraído del documento original del concurso necesario para el desarrollo del presente trabajo.

### 4.2 Solución preexistente

En el momento en el que la *Consellería de Infraestructures i Transport* de la Generalitat Valenciana encargó la redacción del proyecto de construcción de un nuevo puente, el estado de la zona de actuación era el que puede observarse en la figura siguiente.





Figura 4 Estado previo de la zona de actuación

Se trataba de una obra de drenaje transversal consistente en dos marcos de hormigón armado que permitía el flujo de agua bajo la Av. Papa Lluna. Puede advertirse como la sección hidráulica de paso era significativamente reducida en comparación con la dimensión transversal del cauce de la rambla, de manera que la solución constituía una barrera al flujo en este punto de la desembocadura. Este hecho se manifestó claramente en las intensas lluvias acontecidas a principios del año 2003, cuando se inundaron las inmediaciones de este punto causando diversos daños materiales a los vecinos de la zona.

### 4.3 Visita de campo

El 19 de enero de 2016 se realiza un viaje a la zona de actuación impulsado por los tutores del Taller de Diseño Estructural. Este viaje se plantea como una visita de campo que contribuye al desarrollo del presente Trabajo Final de Grado y asisten todos los alumnos que forman parte del taller.

El objetivo es conocer en primera persona la ubicación de la obra y el entorno de la misma. Para ello, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Recorrido a pie a lo largo del tramo final de la Rambla donde se pudo conocer la geología de la zona y las características del encauzamiento.
- Recorrido a pie por los alrededores de la zona de actuación donde pudimos observar el entorno (planificación urbanística, arquitectura, detalles constructivos de la estructura existente, etc.).

- Recorrido en autobús bordeando el cauce de la Rambla hasta la N340 y recorrido a pie en el entorno de la N340. Con todo ello pudimos conocer las condiciones del cauce aguas arriba de la zona de actuación.

Antes de continuar, agradecer a los tutores D. José Casanova, D. Carlos Lázaro y Dña. Elvira Garrido su asistencia a la visita.

## 5. Condicionantes

En este apartado se procede a describir todos los condicionantes existentes que influyen en la toma de decisiones a la hora de proponer la solución idónea.

Muchos son los requisitos básicos que comúnmente presentan las obras de ingeniería. Aquellos relativos a la seguridad, durabilidad o funcionalidad condicionan fuertemente la solución final y son prácticamente invariables en todas las alternativas propuestas. Sin embargo, otros requisitos como ahora la economía, integración en el entorno o respeto al medio ambiente marcan una gran diferencia entre las diferentes alternativas, siendo en muchos casos los que conducen a la elección de la solución final.

Seguidamente, se describen de forma sucinta tanto los condicionantes expuestos en el pliego del concurso de ideas como aquellos que han de ser tenidos en cuenta a juicio de los autores.

En el *Anejo I: Estudio de soluciones* se encuentran definidos cada uno de los condicionantes de forma más detallada.

### 5.1 Naturales

Engloba aspectos relacionados con la topografía del emplazamiento, la hidrología, la geología, el entorno y el impacto ambiental.

- El puente se sitúa sobre el encauzamiento de la desembocadura de la Rambla de Alcalá, donde a lo largo de los años se ha generado un cono de deyección.
- Se deberán buscar soluciones que salven el río sin la necesidad de pilas intermedias pues la Administración obliga a no disponer apoyos dentro del encauzamiento de la rambla.
- La rambla trasiega periódicamente elevados caudales debido al régimen de lluvias torrencial característico de la zona (hasta  $615 \text{ m}^3/\text{s}$  para un periodo de retorno de 500 años), lo que conduce a la necesidad de una considerable sección de paso bajo el tablero que garantice el adecuado desagüe de la rambla. Por consiguiente, la esbeltez del tablero se halla fuertemente restringida.

- Alta probabilidad de hallar diferentes materiales y resistencias a lo largo de una sección transversal del terreno a causa de la existencia de un paleocauce.
- El puente se sitúa en una de las avenidas principales que dan acceso al núcleo urbano de Benicarló por la costa. El entorno es principalmente residencial, no obstante se prevé que se desarrolle una zona comercial en un futuro.
- Se verifica que no existe ningún Espacio Natural Protegido en los alrededores de la obra, ni tampoco ningún Espacio recogido en la Red Natura 2000, a saber: ZEPAs o LICs.
- Se prestará especial atención en evitar los posibles vertidos o residuos sobre el encauzamiento.

Todas estas circunstancias habrán de ser tenidas en cuenta a la hora de seleccionar la tipología tanto de subestructuras, como de superestructura, así como a la hora de desarrollar el proceso constructivo.

## 5.2 Funcionales

A modo de garantizar la continuidad de la avenida de forma viable, respetando tanto las aceras como el carril bici, se ha de cumplir la siguiente serie de limitaciones geométricas en alzado, planta y en sección transversal que son impuestas por el pliego de bases y prescripciones técnicas.

El trazado en planta del puente debe ser recto, manteniendo la alineación actual de la Avenida del Papa Lluna.

Por lo que se refiere al trazado en alzado, las pendientes y las cotas de acceso serán las siguientes:

- Acceso desde la margen derecha a cota +3.26 con una pendiente de +5.4%.
- Acceso desde la margen izquierda a cota +3.26 con una pendiente de +5.4%.
- La luz libre exigida es de 40.00m medidos entre los cajeros del encauzamiento.

En cuanto a la sección transversal, el ancho útil total mínimo exigido es de 17.45m, repartidos conforme puede observarse en la Figura siguiente.

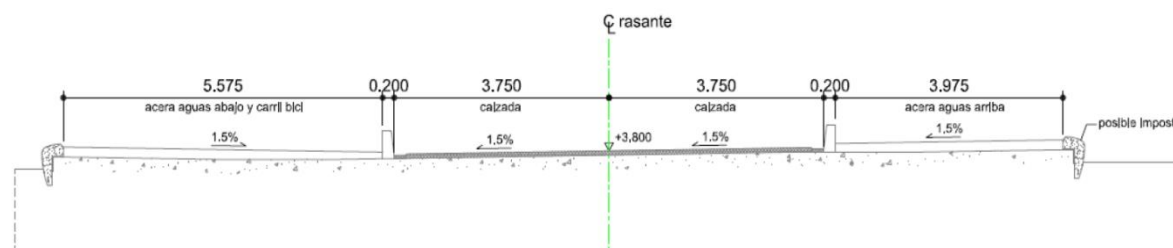


Figura 5 Sección transversal exigida por el pliego de bases y prescripciones técnicas

El gálibo mínimo vertical sobre el encauzamiento responde a la necesidad de dejar un rectángulo de navegación en la zona central del vano de 16 x 2.3 metros. Esto conduce a la necesidad de requerir una cota mínima de +2.50 metros en el centro del vano y una cota de +1.36 metros en el arranque (ver Figura X).

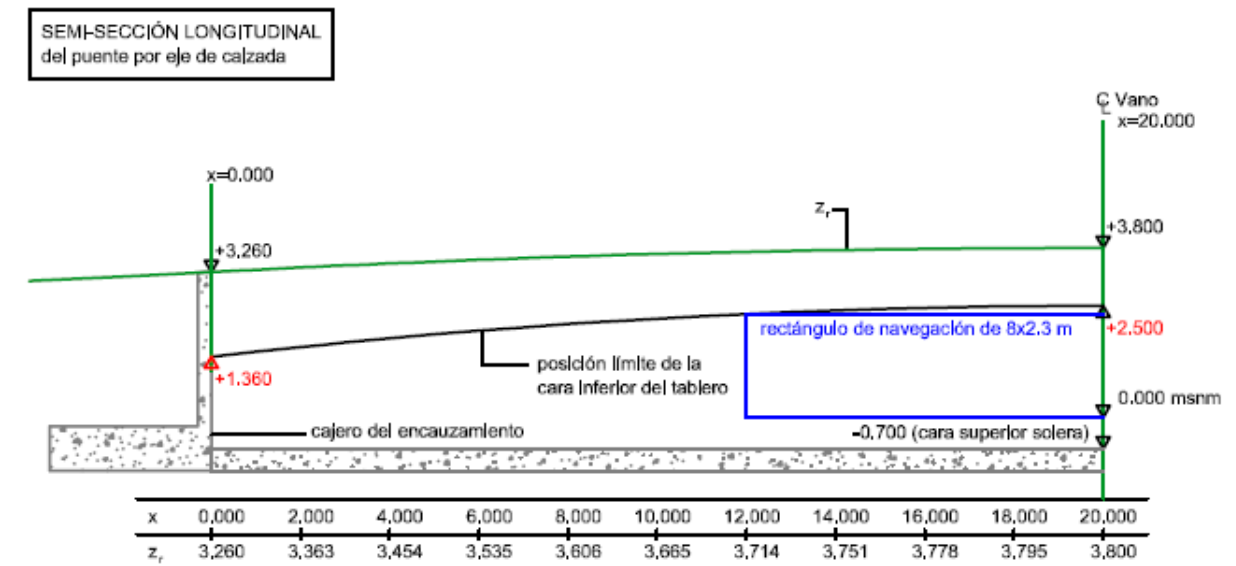


Figura 6 Semi-sección longitudinal de gálibos exigidos

La figura anterior representa una semi-sección longitudinal del puente donde; el rectángulo marcado en azul se corresponde con el espacio libre mínimo a respetar para garantizar la navegación, la línea de color verde representa la rasante de la calzada y la línea de color negro es el límite de la cara inferior del tablero.

Nota: las cotas están referidas al NMM.

Cabe resaltar que en relación a las conducciones para servicios no existe limitación en cuanto al número de conductos, se dispondrá de espacio suficiente para ubicar aquellos necesarios que deben atravesar la rambla de forma que ésta no suponga una barrera a los servicios del municipio.

## 5.3 Formales

Abarca cuestiones relacionadas con la seguridad, durabilidad, estética e integración en el entorno.

En este contexto, se considera:

- Instalación de barandillas, bordillos, defensas de contención lateral y cuantos elementos de seguridad se requieran para garantizar la viabilidad de la obra. Asimismo, se deberán valorar posibles





acciones vandálicas durante el desarrollo del proceso de concepción de manera que se minimicen las consecuencias de las mismas.

- En todo momento los materiales utilizados deberán tener en cuenta la durabilidad. Nótese que la estructura se encuentra a unos escasos 150 metros de la línea de costa, lo cual conlleva un ambiente altamente agresivo en lo referente a la corrosión atmosférica por la elevada salinidad.
- No se busca que el puente sea un hito arquitectónico, si bien este podrá suponer un elemento singular acorde al futuro desarrollo urbano y comercial de la zona.
- Se favorecerá la búsqueda de sistemas resistentes que, por un lado sean de poca altura conforme a la arquitectura de la zona, y por otro lado no sean excesivamente masivos a modo de no generar una barrera visual para peatones y ciclistas.

#### 5.4 Constructivos

Se trata el plazo de ejecución y la ocupación del cauce.

En cuanto al plazo de ejecución, éste no se encuentra limitado, si bien, se tratará de minimizarlo de manera que pueda restituirse el tráfico en la avenida lo antes posible.

Asimismo, a modo de trabajar en las mejores condiciones posibles y al mismo tiempo interferir lo mínimo posible con el flujo de agua en la rambla, se propiciará que aquellos tajos que supongan la ocupación temporal del cauce (por ejemplo aquellos tajos relativos a movimientos de tierras, ejecución de subestructuras, disposición del sistema resistente...) sean llevados a cabo durante los meses en los que la probabilidad de lluvia sea más baja.

Por otro lado, en relación a la ocupación del cauce la Administración obliga a no disponer apoyos permanentes sobre el lecho de la rambla. Sin embargo, se considera que la disposición de apeos temporales durante la colocación del sistema resistente y el hormigonado está permitida siendo en todo caso una situación menos desfavorable que la solución preexistente consistente en dos marcos de hormigón prefabricado.

#### 5.5 Económicos

No existe ningún tipo de limitación de presupuesto en el pliego, no obstante se favorecerá el adecuado ajuste económico conforme a las características de la actuación en relación a lo demandado por el cliente, quien en este caso es la *Consellería de Infraestructures i Transport* de la Generalitat Valenciana. Igualmente, resulta conveniente tener en cuenta no solo el coste global de la estructura, sino también el coste de su

mantenimiento y conservación de manera que el aspecto económico condicione de forma significativa la obra, sin dejar por ello de lado la seguridad, funcionalidad o estética que requiere la actuación.

#### 6. Normativa aplicada

- *EHE 08 - Instrucción de Hormigón Estructural*, Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio.
- *EAE - Instrucción de Acero Estructural*, Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo.
- *IAP-11 Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera*. Orden FOM/2842/2011, de 29 de septiembre.
- *Eurocódigo 2 Proyecto de estructuras de hormigón*, EN 1992-1-1:2004.
- *Norma 5.1 - IC Drenaje*. «BOE» núm. 223, de 17 de septiembre de 1965, páginas 12668 a 12728.
- *Norma 5.2 - IC Drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras*. Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero.
- *Guía cimentaciones obras de carretera*, de 30 de septiembre de 2002.
- *PG-3 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes*, Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre.
- *6.1 IC Secciones de firme*, Orden Fom/3460/2003, de 28 de noviembre, BOE de 12 de diciembre de 2003.
- *Recomendaciones para la iluminación de carreteras a cielo abierto*, Tomo I, Orden circular 36/2015 sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles.

#### 7. Geología y geotécnica

Para el desarrollo de las diferentes cuestiones geotécnicas se ha partido de un informe real proporcionado por los tutores de la asignatura, el cual se encuentra como Anexo en el *Anejo III: Informe geotécnico*. Dicho Anejo consiste en un análisis de dicho informe y la búsqueda de información sobre el entorno del cual se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Los materiales provienen del proceso erosivo ocasionado por la Rambla de Alcalá en su recorrido desde las zonas montañosas cercanas hasta la costa.
- Se disponen de pocos ensayos de caracterización geomecánica y se espera que los valores resistentes sean bajos. Por lo tanto, aunque los estratos más resistentes se encuentran cercanos a la superficie se recomienda la ejecución de una cimentación profunda.
- La existencia del nivel freático y la cercanía de construcciones colindantes hace que durante la fase constructiva sea necesaria la ejecución de entibaciones impermeables.



- No se han encontrado acuíferos ni surgencias de agua cercanas. Se ha detectado la existencia de dos fallas, las cuales no afectan al entorno de la obra.

Teniendo en cuenta las conclusiones anteriores, se ha optado por la realización de dos cimentaciones profundas consistentes en pilotes. Ambas soluciones consisten en dos filas de pilotes de  $\varnothing 700$  separados entre ejes 2,00 metros en la dirección transversal a la rambla y 1,90 metros en la paralela.

La diferencia entre ambos será que en estribo sur cada fila constará de 13 pilotes mientras que en el norte solamente 11 por lo que la longitud de cada estribo será de 25,00m y 20,75 respectivamente. Además el ancho del encepado será de 3,25 m respetando así el borde libre entre el pilote y el final del encepado.

En cuanto al alzado del estribo, está formado por 1,00m de espesor y aproximadamente 3,00m de altura, teniendo cada muro la longitud de su encepado.

En el *Anejo IV: Diseño y comprobación de la cimentación*, se han desarrollado en profundidad las comprobaciones geotécnicas pertinentes a los modos de fallo propios de las cimentaciones profundas.

En primer lugar, cabe destacar que los valores resistentes obtenidos a través de las correlaciones existentes, siendo propios de guías, normativas y recomendaciones, no proporcionan datos exactos y se utilizan como guía para la realización de este Trabajo Final de Grado.

En segundo lugar, refiriéndose a las comprobaciones geotécnicas se ha seguido la "Guía de cimentaciones en obras de carretera" cumpliéndose:

- Estabilidad en fase de construcción mediante tablestacas con anclaje en cabeza.
- Comprobación de la cimentación frente a hundimiento a corto y largo plazo. Además de las comprobaciones pertinentes a rotura estructural.
- Comprobación de asientos máximos y asientos relativos entre estribos.

Además en el mismo anejo se ha calculado de forma somera el armado propio de las cimentaciones. El cual se ha realizado siguiendo el *Eurocódigo 2 (EN 1992-1-1:2004)*.

## 8. Hidrología e Hidráulica

A raíz de las inundaciones sufridas en el entorno de la zona de actuación en el año 2003 se decide, por un lado demoler la obra de drenaje transversal existente (ver apartado 4.2 *Solución preexistente* y, por otro lado llevar a cabo obras de encauzamiento y acondicionamiento del cauce de la rambla.

Debido a la ubicación del puente, parece más que evidente la necesidad de llevar a cabo un análisis hidráulico para evaluar en qué medida el flujo interactúa con la estructura a modo de analizar:

- La posible existencia de contacto entre el tablero y la lámina de agua para los diferentes caudales que pueden ser trasegados por la rambla, pues supondría un empuje sobre la estructura computable en el cálculo de la misma.
- El cumplimiento de los resguardos mínimos bajo la estructura conforme a la norma 5.1 IC - *Drenaje transversal*.

Junto a lo anterior, también resulta ineludible incorporar en el análisis hidráulico la evaluación del correcto comportamiento de los revestimientos adoptados en las obras de encauzamiento. Cabe mencionar que estas actuaciones no contemplaron únicamente la intervención en la zona de desembocadura, sino que se extendieron también aguas arriba hasta el T.M de Peñíscola. No obstante, y dado que el objetivo de este análisis hidráulico es verificar la compatibilidad de la solución de encauzamiento proyectada con el diseño del puente propuesto en este proyecto básico, el análisis hidráulico se centrará en el entorno del puente.

En cuanto al dimensionamiento del encauzamiento en el entorno de la Av. Papa Lluna se propone como caudal de diseño el caudal asociado a un periodo de retorno de 500 años (615 m<sup>3</sup>/s, carácter de avenida extraordinaria), de forma que se reduce el riesgo a niveles aceptables dada la gran afección a zona urbana y el gran número de viviendas aisladas que sufrirían daños por el desbordamiento de la rambla.

Por otra parte, a modo de favorecer la integración del encauzamiento en el entorno cabe destacar que se favoreció la definición de secciones tipo no rectangulares y, en la medida de lo posible, se fomentó el aprovechamiento de la capacidad resistente de los propios materiales del cauce.

El desarrollo del análisis hidráulico y la justificación de la viabilidad de la estructura se encuentra en el Anejo II: *Estudio hidráulico: comprobación de encauzamiento e interacción con la estructura*.

En relación a los resultados obtenidos:

- Se verifica el cumplimiento de los resguardos mínimos (ver *plano 3. Verificación del cumplimiento de los resguardos mínimos exigidos. anexo al Anejo II. Estudio hidráulico: comprobación de encauzamiento e interacción con la estructura*).
- Se comprueba que no existe contacto entre la lámina de agua y el tablero del puente en el escenario que origina la mayor elevación de la lámina de agua bajo la estructura.
- Por último, se garantiza el adecuado comportamiento del flujo así como también la resistencia de los revestimientos propuestos.



## 9. Estudio de soluciones

El objetivo de este apartado es proponer diferentes alternativas tipológicas y para cada una de ellas definir tanto el esquema estructural como las características formales y aspectos constructivos que las caracterizan para, posteriormente, proceder a realizar un análisis comparativo que permita, finalmente, obtener la solución óptima en relación a los condicionantes expuestos en el apartado 5. *Condicionantes*.

Cabe destacar que todas las alternativas buscarán la mejor relación entre innovación y optimización estructural sin dejar de lado cuestiones tan significativas como la economía, durabilidad o integración en el entorno, entre otras.

Asimismo, debido al futuro desarrollo urbanístico y comercial que se prevé en el área de desembocadura de la rambla, en todas las propuestas jugará un papel significativo el aspecto estético de la estructura pues se busca que el puente suponga un elemento distintivo dentro del entorno urbano.

El estudio de soluciones se encuentra totalmente detallado en el *Anejo I Estudio de soluciones*.

### 9.1 Alternativas propuestas

En primer lugar, se procede a descartar aquellas tipologías que no resultan viables bien por aspectos funcionales, bien por aspectos formales. Una vez realizado este proceso se considera que las tipologías que se adecúan en mayor medida al caso de estudio son las siguientes:

- Puente atirantado (con una única torre de anclaje ubicada en la margen izquierda).
- Puente arco con tablero inferior.
- Puente viga.

Antes de dar comienzo a la descripción de las propuestas parece necesario recordar -de forma sucinta- las características que forzosamente serán comunes en todas y cada una de las propuestas. A saber:

- Pendientes longitudinales desde ambas márgenes de + 5.4%.
- Cotas de acceso desde ambas márgenes de +3.260 m (cota respecto al NMM).
- Luz libre entre cajeros del encauzamiento de 40 m.
- Pendientes transversales en calzada y aceras de 1.5%.
- Gálibo mínimo en centro de vano igual a 2.5 m y en arranques igual a 1.36m (distancia en vertical medida respecto al NMM).
- Sin apoyos sobre la solera del encauzamiento.
- Sección transversal de ancho total mínimo igual a 17.45 m, distribuido conforme a lo dispuesto en el apartado 5.2 *Funcionales*.

#### 9.1.1. Alternativa 1

Se plantea la ejecución de un arco de hormigón armado, de sección rectangular y luz igual a 45 metros, girado respecto a un eje vertical por el centro del tablero de forma que el sistema funciona estructuralmente como un *bow-string*. Como puede verse en la siguiente figura, cada uno de los arranques del arco se encuentran a un lado de la calzada, en los accesos al puente, y el tablero se sostiene mediante péndolas flexibles.

#### 9.1.2. Alternativa 2

Se plantea la ejecución de un puente atirantado con un único vano de 45m de luz con 2 planos de tirantes en arpa y cables de retenida a macizos de anclaje en la margen izquierda de la rambla donde existe espacio suficiente para ubicar los mismos. Las torres resisten los esfuerzos desviados del anclaje mediante un arriostamiento en sus extremos, ambas torres serían de hormigón armado mientras que la unión entre ellas se conformaría en acero encubierto en hormigón.

Como puede verse en la siguiente figura, el sistema es idéntico a ambos lados de la calzada.

#### 9.1.3. Alternativa 3

Se plantea la ejecución de un puente viga en el que su sistema estructural primario sean dos vigas longitudinales situadas entre la calzada y las dos aceras formadas por un cordón inferior de sección rectangular, un cordón superior de sección circular y una triangulación intermedia con un diseño singular simulando las olas del mar.

#### 9.1.4. Alternativa 4

Se propone la construcción de un puente viga en el que las vigas se disponen entre la calzada y las aceras. Se trata de dos celosías metálicas que albergan en su interior una triangulación de acero oculta por chapas de acero perforadas en forma circular en los huecos de la triangulación. Por lo que se refiere tanto al cordón superior como inferior, se plantea la construcción de ambos de acero. El cordón superior presentaría una sección variable en forma de aletas.

### 9.2 Análisis crítico de las alternativas propuestas

El proceso de análisis crítico consistirá en analizar cómo de competente es la solución en relación a los condicionantes expuestos en el apartado 5. *Condicionantes*. Para ello, se expondrán las ventajas e inconvenientes más relevantes que presenta cada una de las propuestas. En concreto, este análisis se



centrará en las siguientes particularidades: comportamiento estructural, aspectos formales, aspectos constructivos y aspecto económico.

El análisis se encuentra desarrollado por completo en el *Anejo I Estudio de soluciones*.

### 9.3 Justificación de la solución adoptada

En este punto se procede a determinar cuál es la solución óptima así como también a justificar de forma concisa las razones que conducen a esta decisión.

**Se propone como solución óptima al puente sobre la Rambla de Alcalá en Benicarló (Castellón) la alternativa A4 - Puente Viga Superior.**

Las principales razones que han conducido a esta decisión se enumeran a continuación:

- Comportamiento estructural intuitivo.
- Tipología apropiada a la luz libre existente.
- Se entiende que los aspectos formales que presenta el puente se encuentran en armonía con el entorno, y a esto se suma la originalidad y atractivo visual que le confieren tanto las perforaciones en la chapa de acero como la aleta superior.
- Menor trabajo en taller metálico en comparación con la propuesta de puente viga.
- Métodos constructivos sancionados por la práctica y realizables mediante medios convencionales.
- Apeos provisionales reducidos y dispuestos durante un lapso menor de tiempo que otras propuestas, como ahora la de puente arco.
- Plazo de ejecución presumiblemente menor a otras propuestas, como ahora la atirantada o la de puente arco.
- Presupuesto presumiblemente menor a otras propuestas, como ahora la atirantada o la de puente arco.

En definitiva, una propuesta viable y original que se adecúa a las exigencias requeridas en el pliego del concurso de ideas.

## 10. Descripción de la solución adoptada

La solución adoptada plantea un puente viga de vano único que consigue conectar ambas márgenes de la Rambla de Alcalá, ofreciendo continuidad a la Avenida Papa Lluna de forma viable y funcional. La estructura se caracteriza principalmente por el hecho de que las vigas longitudinales que conforman el sistema longitudinal resistente sobresalen por encima de la rasante de la calzada. Aún más, cada una de las vigas presenta una triangulación tipo Warren oculta en el interior de dos chapas de acero que cubren todo el espacio restante entre el cordón superior e inferior, de manera que una solución triangulada que

generalmente se asocia a entornos industriales o ferroviarios se transforma en una solución formal y elegante.

Cabe destacar dos aspectos formales que presentan las vigas;

- Por un lado, las chapas de acero poseen perforaciones circulares en los huecos libres que deja la triangulación de forma que se generan unos cilindros o tubos que conectan visualmente uno y otro lado de las vigas.
- Por otro lado, el cordón superior presenta una morfología variable en el espacio en forma de aletas inclinadas. Longitudinalmente la directriz forma un arco y transversalmente las aletas varían su tamaño de manera que las aristas exteriores de las mismas forman en planta una curva cuya tangente es variable a lo largo del puente, siendo en el centro del vano donde las aletas alcanzan su tamaño máximo. Esta solución formal logra dar la sensación de estar ante un puente vivo, en movimiento.

En planta el puente es recto y en alzado, tanto transversalmente como longitudinalmente, se adapta a las pendientes exigidas en el pliego para dar continuidad en los accesos del puente a la Avenida Papa Lluna así como para permitir el adecuado drenaje (ver apartado 5.2 *Funcionales*).

En cuanto a los gálibos exigidos; el gálibo necesario tanto bajo la estructura como bajo las aletas se cumple adecuadamente dejando un mayor espacio libre que el estrictamente necesario (ver apartado 5.2 *Funcionales*), el gálibo bajo las aletas se cumple tanto para vehículos -la defensa de contención lateral no permite el contacto vehículo-aleta- como para ciclistas -de acuerdo a la normativa vigente-.

Las medidas definitivas del puente son las siguientes:

- Luz entre apoyos: 43.25 m (total 44.30 m)
- Ancho: 20.75 m
- Altura total celosías en centro de vano: 3.70 m
- Modulación de la triangulación: 2.50 m

La zona central permite el paso de la calzada formada por dos carriles de 3.5 m cada uno, así como también la instalación de una rigola de 0.2 m en el lado de aguas abajo y defensas metálicas a ambos lados. Estas defensas se anclan a la losa de hormigón dejando una separación de 0.6 m entre ellas y la viga, de forma que se impide el impacto de cualquier vehículo contra las vigas.

Las aceras son macizas de hormigón y permiten el paso de las conducciones por su interior. El hormigonado de las losas tanto de las aceras como de la plataforma de la calzada se ejecuta mediante encofrado perdido por medio de chapas grecadas. Entre el carril bici y la acera se dispone un bordillo de sección trapezoidal de 30 mm en la arista superior y 135 mm en la arista inferior y entre el carril bici y la viga longitudinal una rigola de 0.2 m.





## SISTEMA RESISTENTE

El **sistema resistente longitudinal** está conformado por dos celosías metálicas, iguales y simétricas respecto a un plano que secciona el puente de forma transversal por su punto medio, dispuestas en ambos extremos de la calzada dejando las aceras y carril bici en el lado exterior. Se componen de los siguientes elementos: un cordón superior, un cordón inferior y una triangulación todos ellos detallados en el *Anejo V. Diseño y comprobación de la estructura*.

Por su parte, el **sistema resistente transversal** está formado por vigas de piso de sección rectangular con 0.6 m de canto y 8.7 m de luz separadas 2.5 m, y jalcónes de sección variable con 0.6 m en el entronque y 0.3 m en punta.

## SUBESTRUCTURAS

Las características del terreno fuerzan una solución para la cimentación de la estructura basada en la ejecución de una **cimentación profunda configurada por pilotes**. Por su parte, los estribos se encuentran retranqueados respecto a los cajeros con el objetivo principal de centrar los apoyos con respecto a los pilotes.

Por ello, para dar continuidad a los cajeros del encauzamiento se propone la ejecución de un muro de hormigón en continuación de la losa de hormigón que conforma el revestimiento del lecho. Asimismo, en su parte superior este muro se continúa hasta el paramento exterior de los estribos donde la junta se materializará mediante la disposición de una banda de estanqueidad (ver detalle estribos Planos 7.1 y 7.2).

A causa de lo anterior los estribos van a quedar ocultos, por consiguiente el diseño de los mismos se ha configurado entorno a dar una solución funcional dejando en un segundo plano el diseño estético, que carecería de sentido y encarecería la obra.

Se requieren 4 **aparatos de apoyo** de mismas características (dos en cada estribo para dar descanso a las vigas longitudinales) armados anclados tipo 2a del catálogo de Mecanogumba, o similar.

En cuanto a las **juntas de dilatación**, se propone el modelo de junta JNA-52 del catálogo de Composan, o similar.

## EQUIPAMIENTOS.

Finalmente, se procede a definir sucintamente los equipamientos

**Pavimento:** En **calzada** se proyectan 5 cm de espesor de mezcla bituminosa en caliente tipo AC16 surf S sobre 2 cm de mástic bituminoso de aplicación en frío. El ligante será un betún tipo B 50/70, en **aceras** se

propone pavimento liso conformado por losas de tonalidad degradada obtenido del catálogo de “Breinco Pavimentos” modelo Llosa Vulcano 40\*20\*7 cm, ref. Mediterránea, o similar. En **carril bici** pavimento continuo con capa de pintura verde igual a la ya existente en la avenida.

**Drenaje:** Los elementos de drenaje serán imbornales C250 separados cada 2.5 m en el caso de los dispuestos en el borde de la calzada y cada 5 m en el caso de los dispuestos en el borde de la acera y carril bici.

**Barandilla:** Se propone un diseño propio conformado por montantes inclinados y pasamanos de acero y un panel de vidrio dispuesto entre montantes. Como singularidad, destacar que el pasamanos es de sección tubular completa en acero inoxidable que permite la incorporación de iluminación led en su interior.

**Defensa de contención lateral de vehículos:** se propone un *pretil estético urbano “PEU”* de la marca comercial *CIDRO Seguridad vial y movilidad*, o similar.

**Imposta:** Diseño propio con personalidad propia pues se diseña con diferentes inclinaciones en su cara exterior que originarán un cambio en la tonalidad según el ángulo de incidencia de la luz solar.

**Iluminación:** Bajo esta perspectiva, se plantea finalmente la disposición de iluminación horizontal que se configura como sigue:

- 34 luminarias modelo *BEGA 8506 1 HIT-TC-CE 20W*, o similar, ubicadas a lo largo de las aletas del cordón superior.
- 43 luminarias modelo *CASTALDI D44K/P01-LWEB-AL tellux led elliptical beam emission*, o similar, ubicadas a lo largo del borde del carril bici.
- 34 luminarias modelo *CASTALDI D49/L8WC naster led intensive emission*, o similar, ubicadas dentro del pasamanos de las barandillas.

## 11. Proceso constructivo

El procedimiento que se prevé para la construcción del puente viene descrito a continuación:

En primer lugar y anterior al inicio de la obra, se retirarán los servicios afectados y se preverá su posterior reposición.

### **Preparación de la obra**

- Preparación del terreno mediante las actividades de despeje y desbroce, así como el acondicionamiento del terreno realizando las instalaciones necesarias. Finalmente se procederá a ejecutar las rampas de acceso necesarias y a demoler la estructura existente.



### Movimiento de tierras

- En primer lugar, se procederá a retirar los estratos superiores existentes y a la hinca de tablestacas alrededor de la zona en la que se situarán las zapatas.
- Seguidamente se reducirá el Nivel Freático mediante bombas para poder realizar los trabajos adecuadamente. Sin la presencia de agua, se excavará la zona de los estribos mediante retroexcavadora y se rellenará la parte central del cauce.

### Ejecución de la subestructura

- Ejecución de los pilotes: extracción de material mediante barrena helicoidal, hinca de camisa metálica, armado, vertido del hormigón mediante tubo tremie, vibrado y recuperación de la camisa.
- Ejecución del encepado: encofrado, vertido del hormigón de limpieza, armado, vertido del hormigón, vibrado y curado.
- Ejecución del alzado de los estribos: encofrado, armado, vertido del hormigón, vibrado y curado.
- Finalmente, relleno del trasdós y del cauce, ejecución de la losa del cauce y colocación de los aparatos de apoyo necesarios.

### Superestructura

- La estructura metálica se ejecutará en taller y posteriormente, tras su transporte a la zona de acopio, se ensamblará en obra. Se encargarán los siguientes elementos:
  - 19 jabalcones de 4,40m de longitud correspondientes a la acera de aguas arriba
  - 19 jabalcones de 6m de longitud correspondientes a la acera de aguas abajo
  - 19 vigas de piso divididas en tramos de 5,50m y 3,50m
  - Cajones longitudinales divididos en 5 tramos de menos de 12m cada uno:
    - 4 piezas del tramo 1 (7,20m)
    - 4 piezas del tramo 2 (10m)
    - 2 piezas del tramo 3 (10m)
- La estructura se ensamblará en 6 partes, en las que las vigas se unirán en 3 tramos a los que se les atornillará los jabalcones y parte de las vigas de piso antes de su izado.
- Colocación de apeos e izado de los tramos extremos del puente.
- Izado del tramo central y atornillado de la estructura.
- Colocación de la chapa grecada y de la imposta que harán de encofrado y retirada de los apeos.

### Hormigonado del tablero

- Ejecución del tablero: armado, hormigonado, vibrado y curado del hormigón.

### Pavimentación y defensas

- Ejecución de los accesos del puente y pavimentación de la calzada.
- Colocación del bordillo entre la acera y el carril bici y pavimentación de la acera. Colocación de las defensas de la viga longitudinal.

### Barandillas, iluminación y marcas viales

- Montaje de las barandillas, instalación de los conductos para el desagüe así como colocación de imbornales. Pintado del carril bici, marcas viales y viga longitudinal.

El proceso se encuentra explicado con más detalle en el Anejo VII: Proceso constructivo.

## 12. Plazo de ejecución

El plazo de ejecución es de 205 días desde el inicio de los trabajos y contando los días festivos, que corresponde con 146 días de trabajo. Se puede consultar programa de trabajos previsto en el Anejo VIII: Programa de trabajos.

## 13. Presupuesto

El presupuesto total asciende a **DOS MILLONES DOS CIENTOS CUARENTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS**. Se puede consultar con más detalle en el Documento nº3: Presupuesto.

## 14. Documentos

La relación de documentos que conforman el trabajo es la siguiente.

### DOCUMENTO Nº1 - MEMORIA

1. Memoria
2. Anejos

Anejo I: Estudio de soluciones.

Anejo II: Estudio hidráulico. Comprobación de encauzamiento e interacción con la estructura.

Anejo III: Informe geotécnico.

Anejo IV: Diseño y comprobación de la cimentación.



Anejo el V: Diseño y comprobación de la estructura.

Anejo VI: Diseño de equipamientos.

Anejo VII: Proceso constructivo.

Anejo VIII: Programa de trabajos.

Anejo IX: Infografías.

2. Relación valorada de la unidades de obra
3. Mediciones
4. Valoración

Valencia, 9 de Junio de 2016.

### **DOCUMENTO Nº2 - PLANOS**

1. Situación y emplazamiento.
2. Planta topográfica.
3. Planta general.
4. Trazado.
5. Definición general
  - 5.1 Planta y alzado.
  - 5.2 Sección tipo.
  - 5.3 Secciones transversales
6. Cimentación
  - 6.1 Planta de replanteo.
  - 6.2 Sección longitudinal.
7. Subestructuras
  - 7.1 Sección tipo.
  - 7.2 Definición geométrica.
  - 7.3 Estribo norte. Armado (I).
  - 7.4 Estribo norte. Armado (II).
8. Estructura metálica
  - 9.1 Planta.
  - 9.2 Viga longitudinal. Triangulación y secciones del tablero.
  - 9.3 Viga longitudinal. Cordón superior.
9. Losa del tablero. Armado.
10. Equipamientos
  - 10.1 Planta general.
  - 10.2 Detalles
11. Proceso constructivo.
  - 11.1. Proceso constructivo (I).
  - 11.2. Proceso constructivo (II).

Fdo. Marla José Belda Pallarés

Fdo. Irene Bolufer Cruañes

Fdo. Álvaro Antonio Pérez Gazulla

Fdo. Aritz Viciano Godes

### **DOCUMENTO Nº3 - PRESUPUESTO**

1. Introducción