



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,
Canales y Puertos

Diseño estructural de pasarela ciclopeatonal sobre el
barranco de Aguaoliva, entre los términos municipales de
Benicarló y Vinaroz (Castellón)

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

AUTOR/A: Pascual Vanaclocha, Emilio

Tutor/a: Alcalá González, Julián

Cotutor/a: Azorín Carrión, Antonio

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

Tabla de contenido

Tabla de contenido	1
1. OBJETO	2
2. ANTECEDENTES.....	2
3. UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	2
4. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	3
5. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.....	5
6. GEOTÉCNIA	5
7. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO.....	5
8. TRABAJOS A EJECUTAR	5
9. CONTROL DE CALIDAD.....	6
10. PLAZOS DE EJECUCIÓN	6
11. PLAZOS DE GARANTÍA	6
12. VALORACIÓN ECONÓMICA.....	7
13. REVISIÓN DE PRECIOS.....	7
14. CONTENIDO DEL DOCUMENTO	7
15. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA	7
16. CONCLUSIÓN	8

1. OBJETO

El objeto del presente proyecto es la definición de todos los procesos y comprobaciones realizadas para la elaboración del diseño estructural de la Pasarela sobre el barranco de Aiguaoliva entre los términos municipales de Benicarló y Vinaroz (Castellón). Resolviéndose la principal problemática existente en base a los aspectos que se resumen a continuación.

La información básica del presente documento es la siguiente:

- Promotor: DIRECCIÓ GENERAL DE PORTS, AEROPORTS I COSTES.
- Iniciativa: Pública
- Término Municipal: Vinaroz (Castellón).
- Redactores: Emilio Pascual Vanaclocha (Estudiante MUICCP)
- Fecha: Septiembre 2022

2. ANTECEDENTES

El objeto del presente Trabajo Final de Máster se enmarca dentro del proyecto de construcción "PASARELA DE CONEXIÓN DE LA VÍA LITORAL SOBRE EL BARRANCO AIGUA DE OLIVA ENTRE LOS TÉRMINOS DE VINARÓZ Y BENICARLÓ (CASTELLÓN)." Dicho proyecto empieza su tramitación en los distintos organismos públicos en el mes de abril del 2021 solicitando la viabilidad del mismo para empezar su redacción y posterior construcción.

La finalidad de las actuaciones proyectadas y la construcción de la pasarela ciclopeatonal es el de mejorar el acceso peatonal a la costa, aumentando el uso y disfrute de la misma por parte de los vecinos de ambos municipios. Adicionalmente se pretende impulsar la movilidad sostenible, apostando por las opciones de movilidad peatonal y ciclista. Con esto se consigue incorporar y poner en valor políticas inclusivas y de integración social las cuales tengan en cuenta la existencia de usuarios con funcionalidades muy diversas.

3. UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La estructura se localiza en el límite sur del núcleo urbano de Vinaroz, y conecta con el límite norte del término municipal de la localidad de Benicarló (Castellón), salvando el barranco de Aiguaoliva. En particular la estructura objeto del presente documento se localiza en los siguientes puntos geográficos dentro del término municipal de Vinaroz (Castellón):

Coordenadas UTM H30 ETRS89 (792.775; 4.482.735)



Figura 1. Ubicación y emplazamiento.

Ambas localidades se sitúan en el extremo norte de la provincia de Castellón. El municipio de Vinaròs se ubica en la comarca del Bajo Maestrazgo, a 80 km de la capital de la provincia, Castellón de la Plana. Sobre su término municipal pasan las carreteras nacionales N-340, principal vía que conecta ambas localidades, la carretera nacional N-238, que es la que da acceso al municipio desde la Autopista del Mediterráneo, la cual también pasa por su término municipal.



Figura 2. Emplazamiento de la actuación.

Los terrenos sobre los que se sitúan las actuaciones cuentan con un gran valor ambiental, cultural territorial y de protección frente a riesgos naturales e inducidos. Dichas actuaciones tienen como objetivo condicionante el ordenar y establecer una regulación y control de los usos a fin de garantizar un uso correcto y sostenible del espacio natural ocupado.

4. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

La estructura en cuestión consiste en una pasarela de uso exclusivo ciclo-peatonal. La tipología de la pasarela es una híbrida entre celosía y un arco bow-string de tablero inferior. Tiene un único vano de **53 m de luz** entre apoyos, y una **anchura total de 4,5 metros** (ambas medidas con respecto a los ejes de los correspondientes perfiles), para ubicar una plataforma pisable de 4.65 metros de anchura.

La geometría en alzado consiste en dos arcos conectados superiormente por tubos circulares, cuya directriz es un **arco de circunferencia 67,73 m de radio** y la cual alcanza **una altura máxima en el centro-luz de 6 metros** (medida al eje del perfil circular), con un **arranque en los extremos de 0.60 metros**.

Los arcos actúan a modo de cordones superiores del conjunto de diagonales, moduladas con un espaciamiento de 2.5 metros. Todas las diagonales son inclinadas y su longitud se adapta a la forma de los arcos. Dichas diagonales están conformadas por perfiles circulares laminados en caliente.

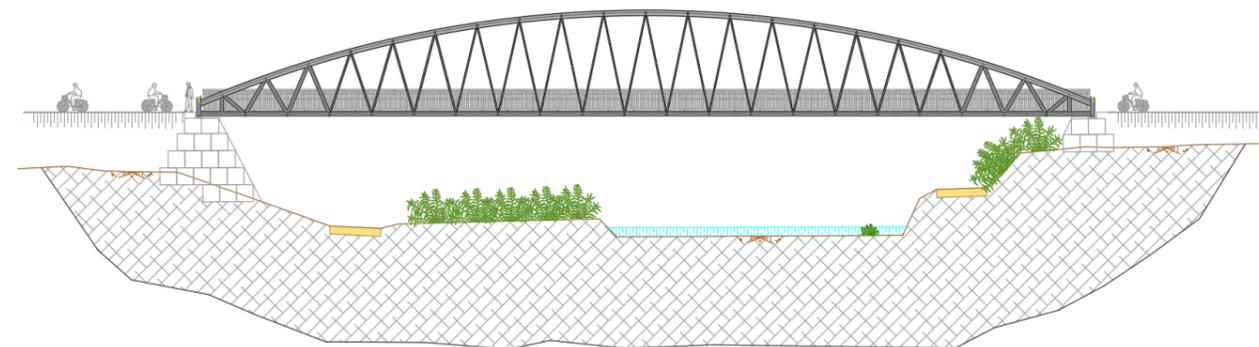


Figura 3. Vista general de la estructura.

El arranque de cada arco se produce desde un enano que apoya en el estribo. Dicho enano está conformado por dos perfiles UPE-400 soldados formando un pilar rectangular hueco. Éste tiene una altura de 1.00 metros de máximo, variable para crear una pendiente en la parte superior de forma que evacúe el agua, además de dar un mejor aspecto estético al conjunto.

Del mismo enano sale el cordón inferior de cada cercha, formado por una sección rectangular laminada en frío y al cual se le sueldan las diagonales anteriormente descritas.

Ambos cordones inferiores se conectan entre sí mediante perfiles IPE sobre los que se coloca una chapa de acero, que a su vez soporta una pastilla de hormigón en masa que hace de tablero. Lateralmente se remata con pequeños caces que sirven de soporte de la barandilla. La pastilla de hormigón lleva un bombeo de 2% a dos aguas. Soldadas a la chapa en sentido longitudinal se colocan unos perfiles IPE-180 en la zona más cercana a los apoyos e IPE-100 en las zonas centrales, los cuales permiten rigidizar el conjunto además de tener un espesor de hormigón de 0.12 m no colaborante.

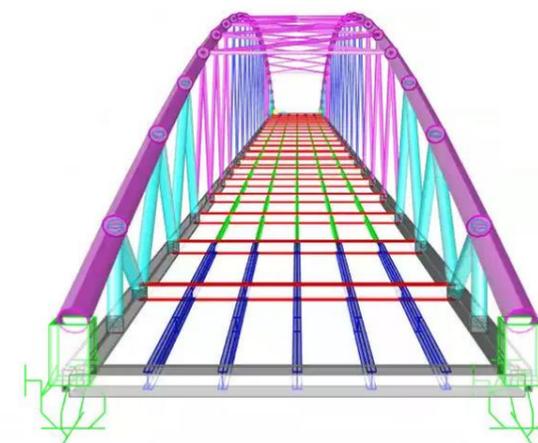


Figura 4. Vista alzado entrada. Modelo 3D de cálculo.

El arranque del arco se produce desde un enano que apoya en el estribo, formado por dos perfiles UPE-400 unidos que forman un pilar rectangular hueco. Este tiene una altura de 1.20 m máximo, variable para crear una pendiente en la parte superior que expulse el agua de la chapa de cierre, al tiempo que mejora el aspecto estético del conjunto.

De este enano sale el cordón inferior de cada cercha, formado por una sección rectangular laminada en frío, y que lleva soldadas las diagonales antes descritas.

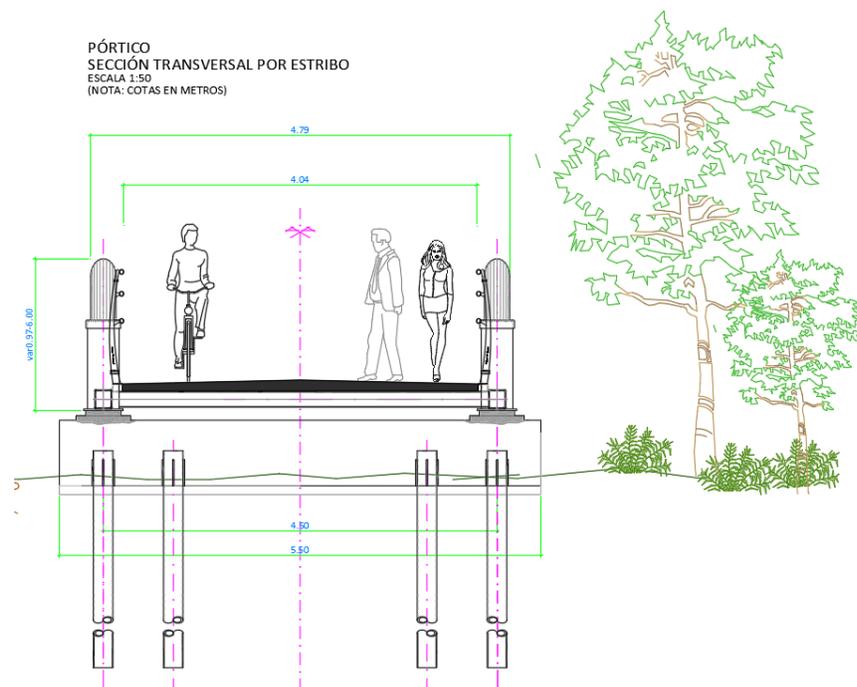


Figura 5. Sección transversal del estribo.

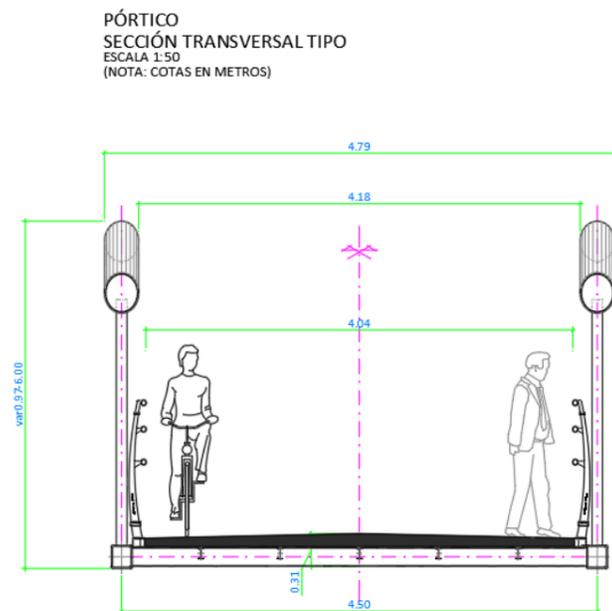


Figura 6. Sección transversal tipo.

Los mencionados enanos situados en los extremos apoyan mediante neoprenos zunchados sobre un cargadero de hormigón armado con forma rectangular de 1.70 m de anchura y 0.60 m de canto. En la parte superior anexa hay un saliente para dar

continuidad a la plataforma. Este tiene una altura de unos 0.50m, y el ancho necesario para centrar los apoyos en la viga cargadero. Este cargadero tiene una anchura total de 5.5 metros.

La cimentación del cargadero consiste en una cimentación profunda que se materializa mediante 8 micropilotes de D225 con una profundidad de 13 m cada uno. Los propios cargaderos actúan a modo de encepado de dichos micropilotes.

Adicionalmente se ha propuesto un diseño particular de la barandilla. Se expone a continuación un croquis de la mencionada barandilla. Se ha optado por un perfil de arco circular de gran radio de manera que adopta un perfil curvo ligero. Los perfiles se conforman por secciones rectangulares de dimensiones variables y espesor constante., con orientación del eje fuerte hacia el interior del tablero para garantizar una buena resistencia en su base. Los detalles geométricos de esta barandilla quedan expuestos en su plano correspondiente.

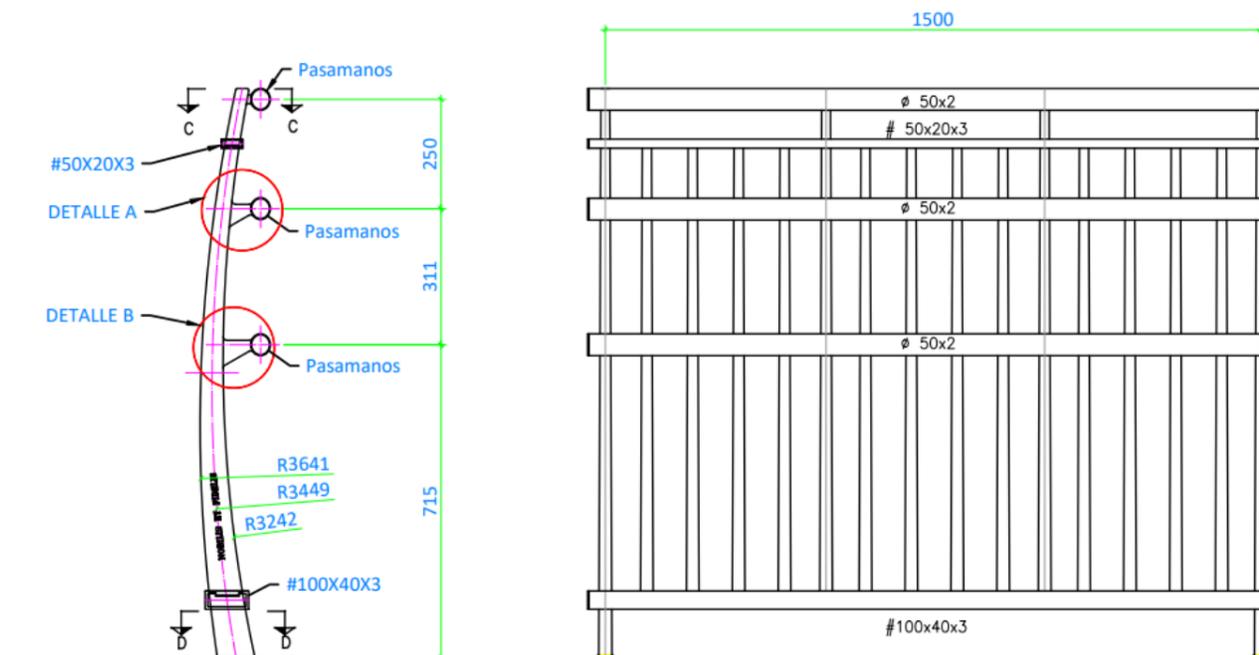
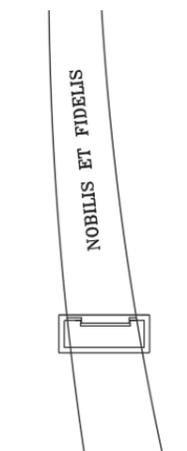


Figura 7. Detalles geométricos de la barandilla.

Adicionalmente, y sin ser objeto ni objetivo del presente Trabajo Final de Máster, en el diseño de la barandilla se a incorporado un gravado con la frase: **FIDELIS ET NOBILIS**.



Esta fue la categoría por la cual el pueblo de Vinaroz fue catalogado por la Reina Isabel II por el apoyo que prestó al trono isabelino durante las guerras carlistas (dado que la mayoría de las ciudades del maestrazgo pertenecían al bando carlista). Con ello la Reina Isabel II le concedió en 1862 el título de **Muy noble y leal villa**.

Se propone la incorporación de este título en los postes anclado a la pasarela, separados cada 1,5 m.

Siendo este detalle un elemento distintivo, yendo más allá del mero aspecto estructural y considerando el contexto, en este caso histórico, del entorno donde se ubicará la estructura objeto del presente trabajo Final de Máster.

Para terminar con la breve parte de los equipamientos, se propone (y así se contempla en la valoración económica) como sistemas de alumbrado, iluminarias de LED de tipo carril fijadas sobre los perfiles superiores que ejercen como riostras.

5. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

Se han realizado trabajos topográficos de campo que se detallan en el Anejo N°2 “Cartografía y Topografía”, centrados en la toma de datos de la zona, con especial atención a la geometría existente y el entorno.

6. GEOTÉCNIA

Dada la naturaleza académica del presente documento y de la situación temprana del proyecto real en el que se basa no se disponía de un estudio geotécnico específico de la zona. Con ello se ha recurrido a estudios geotécnicos anteriores cercanos a la zona de actuación. Con ello el anejo correspondiente se basará en el Anejo geotécnico realizado para el Proyecto de Construcción N-340. Tramo: Variante de Benicarló – Vinaroz.

Dicha variante atraviesa ese mismo barranco aguas adentro a, aproximadamente, 1500 m de la ubicación de la pasarela. Por tanto, resulta razonable asumir los valores y metodología empleados para dicho proyecto a falta de datos más precisos.

Del mencionado Anejo Geotécnico se han extraído los resultados y conclusiones relevantes para la estructura objeto del presente Trabajo Final de Máster y se han expuesto en su anejo correspondiente presente en este documento.

7. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

Se ha recurrido a distintas fuentes para determinar cual es el estado, a efectos de ordenación del territorio y urbanismo, de los terrenos afectados por las actuaciones proyectadas.

Consultando distintas fuentes de informaciones, tales como: el Visor cartográfico de la Generalitat Valenciana y el Plan Urbanístico de Vinaroz, se determinó que la zona donde se ubica la futura pasarela está clasificada como Suelo No Urbanizable (SNU), además de tratarse de una zona rural protegida mediante legislación medioambiental (PAT). Lo que supone que las actuaciones previstas sean compatibles con clasificación del suelo. Las zonas colindantes están clasificadas en el Nordeste como Suelo Urbano y en el Sur como suelo No Urbanizable.

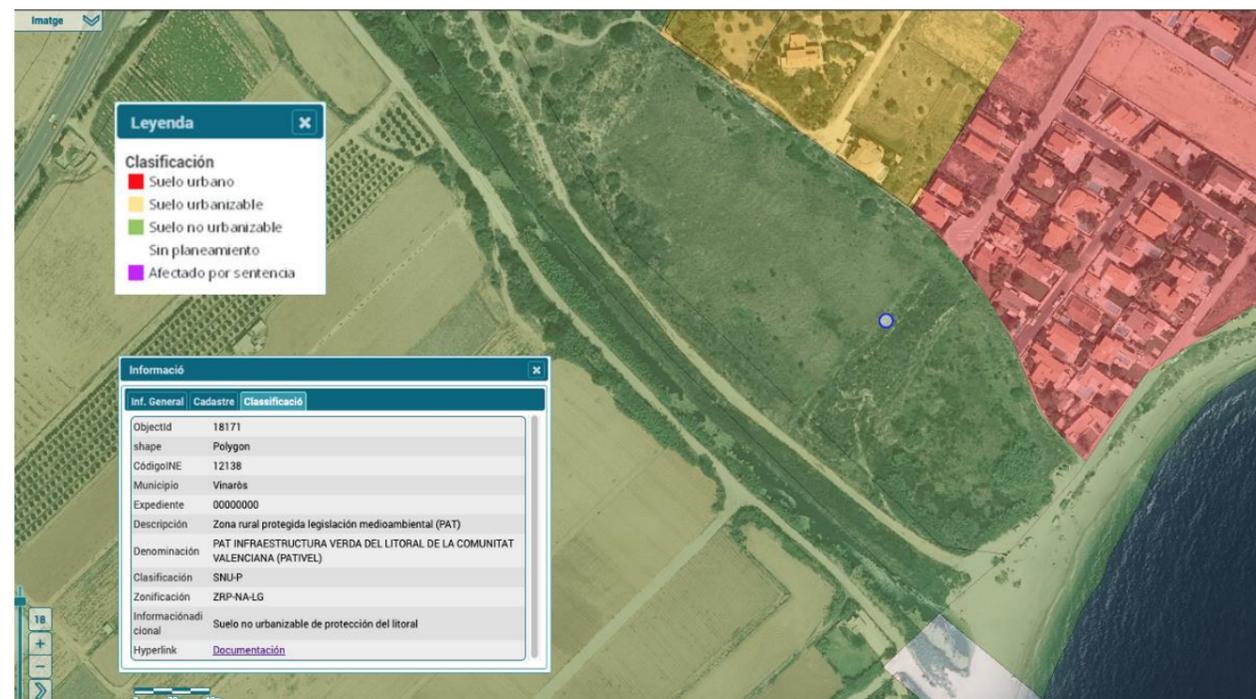


Figura 8. Clasificación actual. Fuente: Visor GVA.

La estructura objeto del presente Trabajo Final de Máster conecta dos parcelas catastrales diferentes. Cada una de estas parcelas pertenece a cada una de las localidades que conectan. De manera específica, se conectan las parcelas: 12027A007000250000YM del lado de Benicarló, y la parcela 4004202BE8840S0001UB del lado de Vinaroz. Los detalles catastrales de ambas parcelas se incluyen en su ficha catastral correspondiente presente en el anejo de Antecedentes, estado actual y documentación fotográfica. De igual manera, en dicho anejo, se incluyen en las mismas fichas, los datos más generales de las parcelas colindantes a las parcelas objeto de este apartado.

En el mismo anejo mencionado, se muestran las comunicaciones establecidas con las diferentes instituciones, destacando la voluntad de cooperación por parte de los ayuntamientos de ambos municipios ante la proyección y construcción de la estructura objeto de estudio del presente Trabajo Final de Máster.

8. TRABAJOS A EJECUTAR

Si bien el objeto del presente documento es la estructura metálica de la pasarela y su objetivo es la definición de todas las comprobaciones y fases desarrolladas para la elaboración de un diseño estructural viable, se expone a continuación y de forma resumida, las distintas fases del proceso constructivo.

Dicho proceso constructivo viene determinado por la compatibilidad de las distintas unidades de obra y precedencias entre ellas, teniendo en consideración el orden natural de ejecución, las afecciones a la zona de emplazamiento, así como las condiciones particulares de cada actividad. Independientemente de estas últimas, las fases genéricas de ejecución se establecen de la siguiente forma:

1. **Solicitud de permisos y autorizaciones.** Posteriormente a la formalización del contrato, se realizarán las comprobaciones topográficas necesarias mientras desarrollan dichos trámites, debiendo realizarse el diseño de detalle de la estructura, su procedimiento de montaje y su encargo para fabricación en taller según las condiciones de establecidas en el proyecto. Todo ello debe ser autorizado por la Dirección de Obra.

2. **Fabricación en taller de la estructura metálica.** Aprobado el diseño de detalle de la estructura, su procedimiento de montaje, debe comenzar en el taller correspondiente las operaciones de fabricación de la estructura de acero, en los tramos que finalmente se decida para facilitar el transporte a pie de obra o zona colindante.

La estructura se prevé que pueda fabricarse dividida en 4 partes, siendo las partes extremas de 12.750 mm de longitud y las 2 partes centrales de 13.750 mm cada una, con objeto de que sus longitudes sean tales que se pueda realizar su transporte por carretera hasta el emplazamiento de la obra. Las 4 partes se fabricarán en taller, siendo posteriormente transportadas a obra para su montaje y colocación.

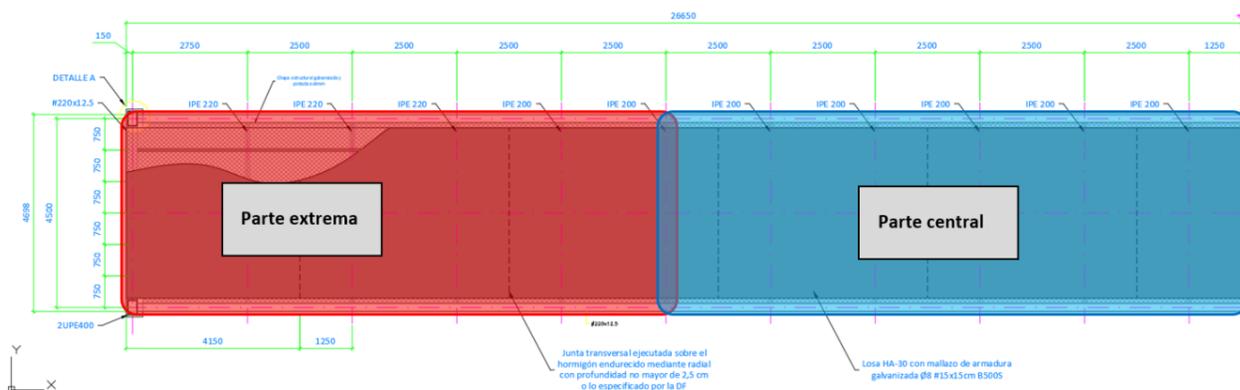


Figura 9. Partes para fabricación en taller.

3. **Actuaciones previas.** Consistentes en operaciones de señalización y vallado de obras en el entorno de la pasarela, realizándose la adecuación de las plataformas necesarias en los terrenos ocupados autorizados para el posterior acopio y ensamblaje de los nuevos tramos de la pasarela, incluyéndose la adecuación de caminos de acceso provisionales a los estribos de la estructura. Estos trabajos se realizarán sin afección importante a la CV-50, que en todo caso contará con señalización para circulación en precaución.
4. **Micropilotes y estribos.** Trabajos de ejecución de los cargaderos, micropilotaje de cimentaciones y colocación de los aparatos de apoyo, con las comprobaciones topográficas necesarias
5. **Transporte a obra y finalización estructural.** Transporte por tramos de la pasarela desde taller hasta zona de acopio provisional en obra, realizando las tareas de estructura complementarias de montaje in situ para su posterior izado. La zona de acopio provisional de la pasarela puede realizarse en la zona colindante al polígono industrial, puesto que dispone de suficiente espacio para ello, sin ser preciso cortar el tráfico rodado como ocurriría en la otra margen. Una vez montadas y unidas las 4 partes de la estructura se procederá a la colocación de la pasarela en su posición definitiva.

Las etapas del proceso son las siguientes:

- Transporte a pie de tajo del tablero mediante transporte especial y manutención previa con dos grúas autopropulsadas.
 - Elevación de la pasarela mediante las 2 grúas autopropulsadas, una en cada margen
 - Colocación de la pasarela en su posición definitiva.
 - Desenganche y retirada de las grúas.
6. **Finalización del tablero.** Las siguientes tareas consistirán en la colocación de ferralla y hormigonado de tablero.
 7. **Acabados y actuaciones complementarias.** Instalaciones de alumbrado público, remates y equipamientos del tablero, repastos en los revestimientos, juntas y prueba de carga.
 8. **Reposición del entorno,** limpieza y retirada de obra.

Durante toda la obra se desarrollarán las acciones previstas en el Plan de Seguridad y Salud, el Plan de gestión de residuos y acciones ambientales y el Plan de Calidad.

9. CONTROL DE CALIDAD

De igual manera que el apartado anterior, aunque el objeto del presente documento es la estructura metálica de la pasarela y su objetivo es la definición de todas las comprobaciones y fases desarrolladas para la elaboración de un diseño estructural viable, se ha redactado un Anejo correspondiente al control de calidad de los elementos y materiales que se emplearían durante la construcción de la pasarela.

El Control de Calidad comprende aquellas acciones de comprobación de la calidad de los componentes y procesos de ejecución de la obra, con el fin de garantizar que la obra se realiza de acuerdo con el Contrato, las Normas Técnicas, Instrucciones, Pliegos, Recomendaciones y Especificaciones de diseño vigentes.

Se incluye en el Anejo correspondiente la definición y valoración del control de calidad de la obra. La Dirección de Obra podrá ordenar que se verifiquen los ensayos y análisis pertinentes, siendo los gastos que se originen por cuenta del Contratista hasta un importe igual al 1% del Presupuesto de Ejecución Material.

El contratista deberá presentar antes del inicio de las obras un Plan de Control de Calidad basado en el Anejo de Control de Calidad y en las prescripciones del Pliego de Condiciones Particulares, y que deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa. El objetivo del Plan de Control de Calidad es garantizar que se cumplan y controlen convenientemente las condiciones exigidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas y otros documentos del Proyecto, tanto durante la fase de fabricación como de montaje.

La Dirección de Obra deberá tener en todo momento información detallada de los suministros, fabricación y montaje de los equipos para poder controlar adecuadamente que el Plan de Control de Calidad a elaborar, se cumpla según las exigencias establecidas.

10. PLAZOS DE EJECUCIÓN

Dada la naturaleza y envergadura del objeto de estudio, se estima como plazo máximo de ejecución de la totalidad de las obras descritas anteriormente es de **CINCO (5) MESES** a contar desde la firma del Acta de Replanteo de las obras. El procedimiento de construcción, así como los plazos considerados de las distintas tareas se reflejan en el Anejo N°11 "Plan de Obra", así como en el resto de la documentación.

11. PLAZOS DE GARANTÍA

Dada la naturaleza y envergadura del objeto de estudio el plazo de garantía es de **DOS (2) AÑOS** contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción de las obras.

12. VALORACIÓN ECONÓMICA

El **Presupuesto de Ejecución Material** es de: **343.214,52 €**

El **Presupuesto de licitación** es de: **408.425,27 €** con un valor del 13% de Gastos Generales y 6% de Beneficio Industrial

El **Presupuesto Base de Licitación** con IVA (21%) asciende a: **494.194,58 €**

13. REVISIÓN DE PRECIOS

Dado el plazo de ejecución de obra, 5 meses, no se establece el derecho a revisión periódica y predeterminada de precios del presente proyecto, según lo establecido en la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, vigente desde el 9 de marzo de 2018. No obstante, se propone la fórmula a utilizar en caso de ampliación del plazo y cuando se cumplan las condiciones necesarias para que tenga lugar la revisión según la vigente legislación de contratos públicos.

14. CONTENIDO DEL DOCUMENTO

El presente Trabajo Final de Máster consta de estos documentos:

MEMORIA Y ANEJOS

ANEJOS

- ANEJO 01. ANTECEDENTES, ESTADO ACTUAL Y DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA.
- ANEJO 02. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.
- ANEJO 03. GEOTÉCNIA Y GEOLOGÍA.
- ANEJO 04. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD.
- ANEJO 05. CÁLCULO DE ESTRUCTURAS.
- ANEJO 06. PRUEBA DE CARGA.
- ANEJO 07. PROTECCIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA.
- ANEJO 08. EFECTOS SÍSMICOS.
- ANEJO 09. UNIONES SOLDADAS.

PLANOS

- 01. SITUACIÓN.
- 02. EMPLAZAMIENTO.
- 03. PLANO CATASTRAL.
- 04. ORDENACIÓN URBANÍSTICA.
- 05. PLANO GENERAL DE LA ESTRUCTURA.
- 06. ESTRIBOS.
- 07. ESTRUCTURA METÁLICA.
- 08. DETALLES NUDOS.
- 09. ESTRUCTURA ENTRAMADO INFERIOR.

VALORACIÓN ECONÓMICA

15. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

Las actuaciones expuestas en este documento cumplen con los requisitos exigidos por el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público (TRLCSP) y en cumplimiento del artículo 127.2 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RGLCAP), se considera que el proyecto comprenderá como obra completa en la definición de, comprender todos los elementos necesarios y precios para la utilización de la estructura, es susceptible de ser entregada al uso general después de su terminación.

16. CONCLUSIÓN

Considerando la naturaleza académica del presente Trabajo Final de Máster, éste ha sido redactado de acuerdo con las Normas Técnicas y Administrativas vigentes, conforme a lo indicado en esta memoria y en los restantes documentos del documento, se estima que se encuentran suficientemente definidas las características y soluciones adoptadas, y a un nivel suficiente para cumplir con su finalidad del diseño estructural de la estructura objeto y por ello se somete a la aprobación de la Superioridad si así procede.

En Valencia, septiembre de 2022

Autor del Trabajo Final de Máster



Fdo.: **Emilio Pascual Vanaclocha**

Estudiante Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.