



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,  
Canales y Puertos

Diseño de pasarela ciclopeatonal sobre el río Agres, en el  
término municipal de Muro de Alcoy (Alicante). Diseño  
estructural.

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

AUTOR/A: García Cárcel, Alberto

Tutor/a: Alcalá González, Julián

Cotutor/a: Ballester Ramos, Mireia

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

# TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

---

DISEÑO DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO  
AGRES, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
(ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

---

*Presentado por*

García Cárcel, Alberto

---

*Para la obtención del*

Máster en Ingeniería de  
Caminos, Canales y Puertos

*Curso: 2021/2022*

*Fecha: Julio 2022*

*Tutor: Julián Alcalá González*

## RESUMEN:

El presente Trabajo de Fin de Máster tiene por objetivo el diseño de una pasarela ciclopeatonal ubicada sobre el río Agres, en el término municipal de Muro de Alcoy (Alicante).

El trabajo se ha desarrollado de la siguiente manera:

En primer lugar, se han planteado nueve alternativas en celosía, para mantener los orígenes ferroviarios de la estructura anterior. A través de un estudio de soluciones se selecciona la mejor y se definen las acciones y combinación de acciones que se deben introducir en el modelo de SAP2000 de la alternativa seleccionada. Todos estos procesos se definen en el Trabajo de Fin de Máster de Miguel de Fuenmayor Icardo.

Posteriormente, se realiza la comprobación resistente de todas las secciones transversales de los elementos que conforman la celosía de la pasarela seleccionada. Una vez terminada la comprobación de la celosía, se procede a realizar el cálculo del armado del tablero, que está dividido en las prelosas autoportantes que hacen de encofrado perdido y la losa de hormigón armado. Todo ello a través del programa SAP2000.

Finalmente, se define el proceso constructivo de la pasarela y se comprueba la resistencia de todos los vanos de la pasarela al izado y el apoyo provisional, mediante modelos de SAP2000. Y por último se establece los equipamientos de la pasarela.

## RESUM:

El present Treball de Fi de Màster té per objectiu el disseny d'una passarel·la de cicloviants situada sobre el riu Agres, en el terme municipal de Muro de Alcoy (Alacant).

El treball s'ha desenvolupat de la següent manera:

En primer lloc, s'han plantejat nou alternatives en gelosia, per a mantindre els orígens ferroviaris de l'estructura anterior. A través d'un estudi de solucions se selecciona la millor i es defineixen les accions i combinació d'accions que s'han d'introduir en el model de SAP2000 de l'alternativa seleccionada. Tots aquests processos es defineixen en el Treball de Fi de Màster de Miguel de Fuenmayor Icardo.

Posteriorment, es realitza la comprovació resistent de totes les seccions transversals dels elements que conformen la gelosia de la passarel·la seleccionada. Una vegada acabada la comprovació de la gelosia, es procedeix a realitzar el càlcul de l'armat del tauler, que està dividit en les prelloses autoportants que fan d'encofrat perdut i la llosa de formigó armat. Tot això a través del programa SAP2000.

Finalment, es defineix el procés constructiu de la passarel·la i es comprova la resistència de tots els vans de la passarel·la a l'hissat i el suport provisional, mitjançant models de SAP2000. I finalment s'estableix els equipaments de la passarel·la.

## ABSTRACT:

The objective of this Master's Thesis is the design of a pedestrian footbridge located over the river Agres, in the municipality of Muro de Alcoy (Alicante).

The work has been developed as follows:

Firstly, nine lattice alternatives have been proposed, to maintain the railway origins of the previous structure. Through a study of solutions, the best one is selected and the actions and combination of actions to be introduced in the SAP2000 model of the selected alternative are defined. All these processes are defined in the Master's Thesis of Miguel de Fuenmayor Icardo.

Subsequently, all the cross sections of the elements that make up the truss of the selected footbridge are checked in terms of strength. Once the verification of the truss is completed, the calculation of the reinforcement of the deck is carried out. This reinforcement is divided into the self-supporting pre-slabs which act as permanent formwork, and the reinforced concrete slab. All of this is carried out using the SAP2000 programme.

Finally, the construction process of the footbridge is defined and the resistance of all the spans of the footbridge to lifting and provisional support is checked using SAP2000 models. Finally, the equipment of the footbridge is established.

## RELACIÓN DE DOCUMENTOS

### Documento Nº 1: Memoria

Anejo Nº 1: Antecedentes y datos previos

Anejo Nº 2: Definición de la pasarela a proyectar

Anejo Nº 3: Justificación resistente de la pasarela

Anejo Nº 4: Proceso constructivo de la pasarela

Anejo Nº 5: Equipamientos

### Documento Nº 2: Relación valorada

### Documento Nº 3: Planos

Plano Nº 1: Situación y emplazamiento.

Plano Nº 2: Alzado solución 1.1.

Plano Nº 3: Alzado solución 1.2.

Plano Nº 4: Alzado solución 1.3.

Plano Nº 5: Alzado solución 2.1.

Plano Nº 6: Alzado solución 2.2.

Plano Nº 7: Alzado solución 2.3.

Plano Nº 8: Alzado solución 3.1.

Plano Nº 9: Alzado solución 3.2.

Plano Nº 10: Alzado solución 3.3.

Plano Nº 11: Secciones transversales.

Plano Nº 12: Geometría pilas existentes.

Plano Nº 13: Alzado y planta general.

Plano Nº 14: Alzado de vanos.

Plano Nº 15: Planta y secciones transversales.

Plano Nº 16: Secciones.

Plano Nº 17: Prelosa.

Plano Nº 18: Losa.

Plano Nº 19: Secciones transversales estructurales.

Plano Nº 20: Detalles sección transversal.

Plano Nº 21: Alzado estructural.

Plano Nº 22: Detalles alzados.

Plano Nº 23: Detalles uniones 1.

Plano Nº 24: Detalles uniones 2.

Plano Nº 25: Detalles uniones 3.

Plano Nº 26: Detalles uniones 4.

Plano Nº 27: Detalles uniones 5.

Plano Nº 28: Detalles uniones 6.

Plano Nº 29: Detalles uniones 7.

Plano Nº 30: Barandilla.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



---

## *DOCUMENTO N.º 1: MEMORIA*

---

PRESENTADO POR: ALBERTO GARCÍA CÁRCEL

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TUTOR: JULIÁN ALCALÁ GONZÁLEZ

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA





## ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES .....	7
2.	OBJETO DEL PROYECTO .....	7
3.	ANTECEDENTES Y CONDICIONANTES EXISTENTES .....	7
3.1.	ANTECEDENTES Y CONTEXTO HISTÓRICO .....	7
3.2.	CONDICIONANTES EXISTENTES .....	8
4.	LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LA PASARELA .....	9
5.	JUSTIFICACIÓN GEOTÉCNICA.....	10
6.	NORMATIVA EMPLEADA .....	10
7.	SOLUCIÓN ADOPTADA.....	11
8.	JUSTIFICACIÓN RESISTENTE.....	13
9.	PROCESO CONSTRUCTIVO.....	15
10.	EQUIPAMIENTOS .....	15
11.	RELACIÓN VALORADA .....	17
12.	CONCLUSIÓN .....	18
13.	REFERENCIAS .....	18



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imágenes antiguas del puente nº1 sobre el río Agrés, en la línea Alcoy-Gandia. (Fuente: información proporcionada por el tutor).....	7
Figura 2. Ubicación de Muro de Alcoy en España. (Fuente: Google Maps).	9
Figura 3. Ubicación de Muro de Alcoy en Alicante. (Fuente: Google Earth). .....	9
Figura 4. Ubicación de la pasarela a proyectar. (Fuente: Google Earth)...	10
Figura 5. Solución 3.1 de pasarela. (Fuente: elaboración propia en AutoCAD). .....	11
Figura 6. Sección transversal de las alternativas. (Fuente: elaboración propia en AutoCAD). .....	12
Figura 7. Alzado frontal de la pasarela. (Fuente: LUMION).....	13
Figura 8. Modelo en elementos finitos de la pasarela. (Fuente: SAP2000) .....	13
Figura 9. Modelo en elementos finitos de la losa. (Fuente: SAP2000). ....	14
Figura 10. Modelo en elementos finitos de la prelosa. (Fuente: SAP2000). .....	14
Figura 11. Modelo de izado de vano central. (Fuente: SAP2000). .....	15
Figura 12. Iluminación rasante de la pasarela. (Fuente: catálogo comercial). .....	16
Figura 13. Barandilla a disponer. (Fuente: elaboración propia en AutoCAD). .....	16

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Secciones finales a disponer en la pasarela. (Fuente: elaboración propia en Excel). .....	13
Tabla 2. Coeficientes de aprovechamiento finales. (Fuente: elaboración propia en Excel). .....	14
Tabla 3. Disposición del armado propuesto para la losa. (Fuente: Elaboración Propia). .....	14
Tabla 4. Disposición del armado propuesto para la prelosa. (Fuente: Elaboración Propia). .....	14



## 1. ANTECEDENTES

El Trabajo de Fin de Máster (TFM) que se presenta ha sido realizado por el alumno Alberto García Cárcel, para la obtención del Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Se titula “Diseño de pasarela ciclopeatonal sobre el río Agres, en el término municipal de Muro de Alcoy (Alicante). Diseño estructural.”. El título fue solicitado en junio de 2022 y fue aprobado por la Comisión Académica de Título (CAT).

El tutor académico de este TFM es Julián Alcalá González, miembro del Departamento de Ingeniería de la Construcción y de Proyectos de Ingeniería Civil (DICPIC).

Fue entregado y depositado en julio de 2022.

## 2. OBJETO DEL PROYECTO

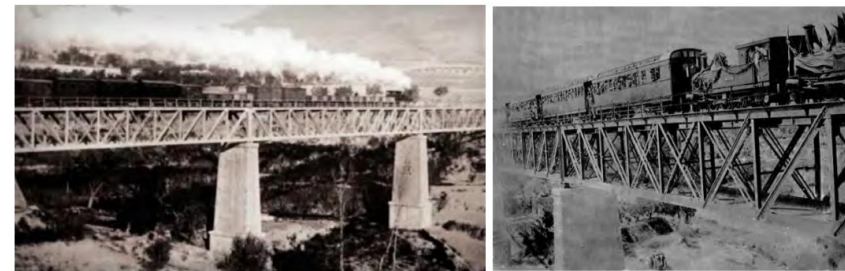
El objetivo principal del proyecto que se presenta a continuación es el de realizar el diseño estructural de una pasarela ciclopeatonal sobre el río Agres en el término municipal de Muro de Alcoy (Alicante).

Para cumplir dicho objeto se van a realizar tanto un modelo general de la pasarela como modelos locales del tablero para comprobar la resistencia de la estructura.

## 3. ANTECEDENTES Y CONDICIONANTES EXISTENTES

### 3.1. ANTECEDENTES Y CONTEXTO HISTÓRICO

Al norte de la localidad de Muro de Alcoy, se ubicaba un puente celosía metálico de ferrocarril, que fue demolido en la década de los 70 y del que tan solo quedan las pilas y estribos del puente, por lo que desde entonces no se ha realizado ningún tipo de estructura sustitutiva.



*Figura 1. Imágenes antiguas del puente nº1 sobre el río Agrés, en la línea Alcoy-Gandia. (Fuente: información proporcionada por el tutor).*

Por ello, con la voluntad de querer recordar aquella estructura y en base a otros condicionantes, en el Trabajo de Fin de Máster de Miguel de Fuenmayor Icardo se han definido nueve diferentes alternativas de pasarela, todas ellas con la característica común de ser una pasarela en celosía.

Actualmente y cada vez con mayor frecuencia, las actuaciones que se llevan a cabo en todos los términos municipales están influenciados por la



necesidad de realizar modelos de movilidad sostenible, cuya finalidad principal es reconducir los desplazamientos que realiza la población hacia modos de transporte social y ambientalmente más sostenibles.

Por ello, y con el objetivo de potenciar las actuaciones en movilidad urbana sostenible, se plantea una pasarela peatonal y ciclista que forme parte de la Vía Verde del Serpis, siendo esta una estructura que potencie y motive a los usuarios a emplear la bicicleta como medio de ocio.

### 3.2. CONDICIONANTES EXISTENTES

Con el fin de definir la pasarela a proyectar, se plantean y definen una serie de condicionantes a tener en consideración:

- **Funcionalidad y comodidad:** la pasarela debe realizarse con el objetivo prioritario de ser accesible para los usuarios, además de ser un elemento por el que sea cómodo circular tanto en bicicleta como a pie. Por ello, se deben controlar las vibraciones de la estructura en servicio.
- **Acciones naturales:** la estructura debe resistir las acciones climáticas del viento, lluvia, temperatura y sismo. El cálculo de comprobación de resistencia frente a estas acciones se realiza sobre la pasarela finalmente seleccionada.
- **Trazado:** el tablero de la pasarela debe estar ubicado sobre las pilas del puente ferroviario anterior, por lo que la planta de la pasarela será necesariamente recta.
- **Sección transversal:** viene impuesta por la necesidad de albergar de forma segura y en el mismo espacio a peatones y ciclistas, por lo que se plantea una pasarela de 5,50 m de ancho, 5 de los cuales son útiles, donde 3 m van destinados a los pasos de los ciclistas y 2 m a los peatones.
- **Condicionantes constructivos:** la pasarela a proyectar debe discurrir sobre las pilas ya existentes, por lo que las luces de los vanos vienen impuestas previamente. Además, debe existir suficiente espacio en las zonas laterales de la pasarela para un posible acopio de materiales.
- **Mantenimiento de los orígenes ferroviarios:** todas las alternativas de pasarela deben ir encaminadas a recordar el puente de ferrocarril anteriormente existente, por lo que se trata un condicionante que limita el diseño de las diferentes soluciones a pasarelas de celosía, tal y como se desarrolla en los siguientes anejos.
- **Estéticos:** se busca una solución que quede integrada en el paisaje al mismo tiempo que sea un atractivo para los usuarios de la zona.



#### 4. LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LA PASARELA

La pasarela que se quiere proyectar se encuentra ubicada en el término municipal de Muro de Alcoy, en el norte de la provincia de Alicante. Esta localidad cuenta con aproximadamente 9.300 habitantes según el Instituto Nacional de Estadística (INE) y su actividad económica principal se basa en la agricultura y la fabricación de guitarras.

Muro de Alcoy es atravesada por los cursos fluviales del río Agres y el río Serpis.



Figura 2. Ubicación de Muro de Alcoy en España. (Fuente: Google Maps).

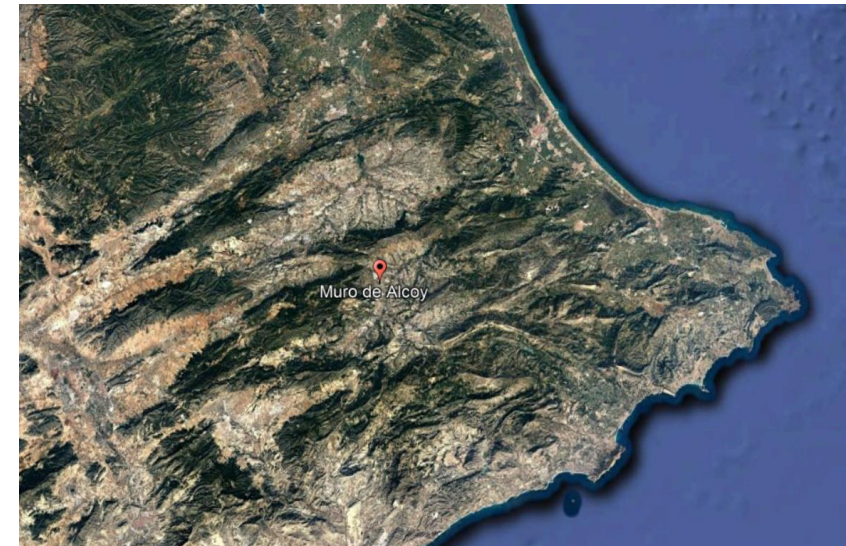


Figura 3. Ubicación de Muro de Alcoy en Alicante. (Fuente: Google Earth).

El emplazamiento de la pasarela, tal y como se indica en la imagen siguiente, se desarrolla al norte del término municipal de Muro de Alcoy, cruzando el río Agres, por donde anteriormente discurría un itinerario ferroviario.



Figura 4. Ubicación de la pasarela a proyectar. (Fuente: Google Earth).

## 5. JUSTIFICACIÓN GEOTÉCNICA.

En base a la inspección realizada sobre las pilas y estribos existentes actualmente, se pretende obtener el comportamiento e interacción de estas.

De esta inspección se extraen las conclusiones de que el lecho del cauce está compuesto por material suelto muy mal clasificado y fácilmente erosionable. Se debe tener en cuenta entonces el comportamiento de la

subestructura frente a una posible avenida fluvial para poder determinar la necesidad o no de actuar frente a problemas que se puedan encontrar.

Para conocer la interacción entre la estructura y el cauce resulta necesario observar las diferentes patologías que se pueden haber producido a lo largo de los años en el cauce debido al paso de la corriente de agua, concluyendo en que se observan signos de socavación del lecho del cauce en proximidad a la pila más próxima al lecho.

Finalmente, se destaca que los estribos y las pilas no presentan patologías relevantes que puedan provocar asentamientos, giros o fallos, por lo que se deduce que las obras de fábrica actualmente existentes están apoyadas de forma correcta y es viable construir la pasarela sobre ellas. Por lo que no es necesario la realización de un anejo de justificación geotécnica, ya que la subestructura existente según la inspección resiste. Simplemente se deberán llevar a cabo las actuaciones previas establecidas en Anejo Nº1 ANTECEDENTES Y DATOS PREVIOS. En este mismo Anejo también se encuentra una explicación más detallada de porque la subestructura existente es válida, sin la necesidad de un estudio geotécnico.

## 6. NORMATIVA EMPLEADA

Se especifica a continuación toda la normativa y documentos que se emplean en el desarrollo de este proyecto:

- Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios. (2013).



- Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 2: Puentes. (2013).
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11). (2012).
- Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación (2013).
- Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 2: Puentes de hormigón (2013).

## 7. SOLUCIÓN ADOPTADA

La pasarela que se estudia de forma más exhaustiva una vez realizado el estudio de soluciones en el Trabajo de Fin de Máster de Miguel de Fuenmayor Icardo es la solución 3.1. que se puede ver a continuación:

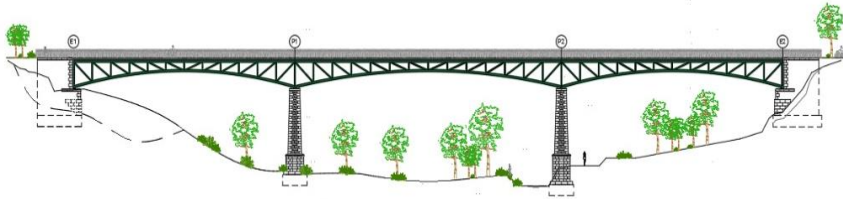


Figura 5. Solución 3.1 de pasarela. (Fuente: elaboración propia en AutoCAD).

Está formada principalmente por dos partes. La primera de ellas hace referencia a los elementos de acero estructural y la otra a la losa de hormigón armado que se ubica sobre los elementos anteriores.

La estructura cuenta con una longitud total de 133 m, formada por tres vanos de 41,50 m; 50 m y 41,50 m respectivamente. Cada uno de estos vanos cuenta con dos arcos, uno a cada extremo de la sección transversal, que conectan los estribos con las pilas en el caso del primer y tercer vano y las pilas entre sí en el caso del vano central. En la parte superior de la estructura metálica, la pasarela está formada por unas vigas longitudinales que se encargan posteriormente de hacer de sustento de la losa de hormigón y, conectando las vigas longitudinales con los arcos se disponen unas cruces de San Andrés. Por lo que respecta al perfil longitudinal de la celosía está compuesto por vigas diagonales y montantes verticales conectados entre sí, siendo dicha celosía simétrica respecto al centro de cada uno de los vanos. Por otro lado, y en cada pila y estribo, se colocan vigas verticales que unen las vigas longitudinales con los arcos.

Por otro lado, el tablero está formado por prelasas autoportantes de 1,2m de ancho y una losa de hormigón armado. Se muestra a continuación la sección transversal de la solución donde se puede ver la parte de interior de la celosía y el tablero:

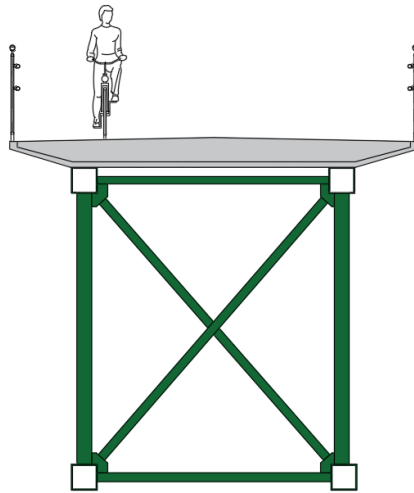


Figura 6. Sección transversal de las alternativas.  
(Fuente: elaboración propia en AutoCAD).

Por lo que respecta a la sección transversal de la pasarela, está compuesta por una losa superior con una pendiente transversal del 2%, establecida para poder realizar la evacuación de pluviales de forma correcta. Dicha losa, se trata de un elemento de hormigón armado de 133 m de longitud y 5,50 m de anchura, donde la parte central es de 3,50 m. Esta parte central posee un espesor de 30 cm, y en la zona de los voladizos el espesor se va reduciendo hasta alcanzar 10 cm de espesor en los extremos.

En transversal, permite alojar una zona destinada al uso peatonal de 2 m y otra al uso ciclista de 3 m, además de dos barandillas en los bordes laterales de 50 cm de anchura y 1,50 m de altura, según especificaciones del fabricante.

Esta losa descansa sobre una prelosa perdida que sirve de encofrado pero que no es estructural, es decir, en su cálculo solo se tiene en cuenta el peso del hormigón de la losa. La prelosa descansa directamente sobre las vigas longitudinales que conforman la estructura de la pasarela.

De forma adicional a la pasarela planteada en el estudio de soluciones, se decide, para dar una mayor estabilidad transversal a la estructura, incluir dos elementos adicionales: unas vigas transversales superiores que conecten las vigas longitudinales entre sí y unas vigas en cruz de San Andrés que conecten los arcos inferiormente.

Se realiza, para esta pasarela, un estudio de las acciones a considerar para poder realizar un cálculo posterior exhaustivo. Además de las acciones ya contempladas en el estudio de soluciones, se debe tener en consideración el viento, el sismo y una componente adicional de la temperatura junto con las combinaciones de acciones pertinentes de E.L.U, E.L.S y las combinaciones sísmicas. Todo ello se explica de forma detallada en el anejo correspondiente en el Trabajo de Fin de Máster de Miguel de Fuenmayor Icardo.

En el ANEJO Nº2 DEFINICIÓN DE LA PASARELA A PROYECTAR además de una explicación más detallada de la solución, se dispone de un total de 10 renders donde se puede observar el acabado final de la pasarela.



Figura 7. Alzado frontal de la pasarela. (Fuente: LUMION).

## 8. JUSTIFICACIÓN RESISTENTE

Una vez introducidas todas las acciones en el modelo general de la pasarela realizado en el software SAP2000.

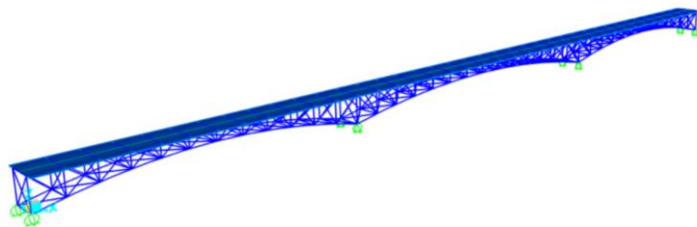


Figura 8. Modelo en elementos finitos de la pasarela. (Fuente: SAP2000)

Se procede a las comprobaciones resistentes de las secciones transversales, y en base a estas, se establece la conformidad resistente de la pasarela. Todo ello se establece en el Anejo Nº3 JUSTIFICACIÓN RESISTENTE DE LA PASARELA.

A continuación, se muestra la geometría de las secciones dispuestas:

SOLUCIÓN 3.1 CÁLCULO FINAL	h (m)	b (m)	e (m)	d (m)	CLASE
Arco	0,35	0,35	0,016	-	1
Cruces interiores	-	-	0,008	0,1143	1
Cruces interiores inferiores	-	-	0,008	0,1143	1
Cruces interiores nodos	-	-	0,01	0,1397	1
Vigas longitudinales	0,35	0,35	0,0142	-	1
Vigas transversales inferiores	0,12	0,12	0,0056	-	1
Vigas transversales superiores	0,1	0,1	0,005	-	1
Vigas verticales nodos	0,2	0,2	0,016	-	1
Vigas triangulaciones	0,18	0,18	0,0142	-	1
PESO TOTAL	1395	kN			
PESO TOTAL	142,29	tonf			

Tabla 1. Secciones finales a disponer en la pasarela. (Fuente: elaboración propia en Excel).

Se incluye, además, una tabla con los valores de las ratios del coeficiente de aprovechamiento de cada una de las secciones finales y del global de la estructura:

SOLUCIÓN 3.1 CÁLCULO FINAL			
Número	Tipo de viga	Media	Media total
140	Cruces interiores	0,166	<b>0,296</b>
152	Cruces interiores inferiores	0,353	
16	Cruces interiores nodos	0,324	
76	Vigas longitudinales	0,480	
39	Vigas transversales inferiores	0,184	
78	Vigas transversales superiores	0,134	
8	Vigas verticales nodos	0,444	
146	Vigas triangulaciones	0,368	
6	Arco	0,85	

Tabla 2. Coeficientes de aprovechamiento finales.  
(Fuente: elaboración propia en Excel).

Además del modelo global también se ha realizado 2 modelos locales uno para la losa y otro para la prelosa en elementos finitos tipo Shell-thick en el software SAP2000, para poder obtener el armado.

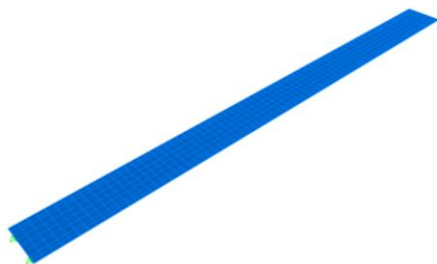


Figura 9. Modelo en elementos finitos de la losa. (Fuente: SAP2000).

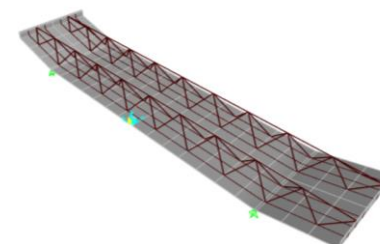


Figura 10. Modelo en elementos finitos de la prelosa. (Fuente: SAP2000).

Con los modelos y calculando el armado mínimo según la normativa se ha calculado el armado necesario, el cual es el siguiente:

La disposición del armado propuesto para la losa es el siguiente:

Principal		Secundario	
$AS_1(P)$	$AS_2(P)$	$AS_1(S)$	$AS_2(S)$
Φ12 s 18cm	Φ12 s 18cm	Φ8 s 20cm	Φ6 s 20cm

Tabla 3. Disposición del armado propuesto para la losa.  
(Fuente: Elaboración Propia).

Mientras que para la prelosa es el siguiente:

Principal		Secundario	
$AS_1(P)$	$AS_2(P)$	$AS_1(S)$	$AS_2(S)$
Φ16 s 8cm	Φ12 s 8cm	Φ6 s 16cm	Φ6 s 16cm

Tabla 4. Disposición del armado propuesto para la prelosa.  
(Fuente: Elaboración Propia).

donde:





- $A_{s1}(P)$  es la armadura longitudinal inferior.
- $A_{s2}(P)$  es la armadura longitudinal superior.
- $A_{s1}(S)$  es la armadura transversal inferior.
- $A_{s2}(S)$  es la armadura transversal superior.

Mayor

## 9. PROCESO CONSTRUCTIVO

El proceso constructivo que se propone se divide en varias fases:

- Trabajos previos.
- Movimiento de tierras.
- Superestructura.
  - Fabricación en taller.
  - Montaje en obra.
  - Colocación en la disposición final.
- Acabados.

En el ANEJO Nº4 PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA PASARELA se definen de manera más precisa todas estas fases. Además de comprobar todos los vanos de la estructura durante las fases de izado y apoyo provisional a través de los coeficientes de aprovechamiento de los modelos de los vanos realizados en el software SAP2000.

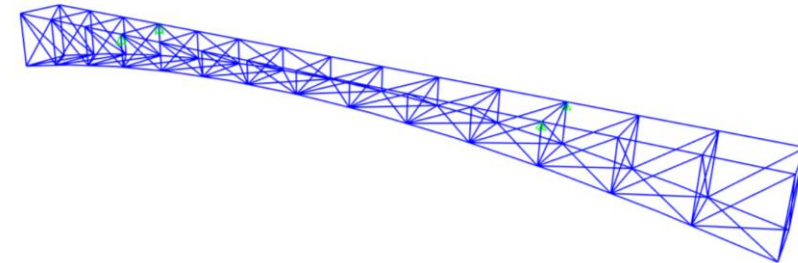


Figura 11. Modelo de izado de vano central. (Fuente: SAP2000).

## 10. EQUIPAMIENTOS

En el siguiente apartado se describen y definen brevemente todos los equipamientos que se disponen en la pasarela a proyectar, dejando para el anejo correspondiente su desarrollo más completo.

En primer lugar, y en relación al sistema de drenaje, la pasarela se encuentra ubicada sobre el cauce fluvial del río Agres, siendo esta una zona no transitable, por lo que el caudal de agua evacuado por el tablero de la estructura en caso de lluvia es dirigido hacia el exterior de la pasarela a través de la pendiente transversal dispuesta, sin necesidad de introducir ningún tipo de elemento que dirija el agua hacia los extremos del tablero para no provocar molestias sobre los usuarios.

Posteriormente y en cuanto a la iluminación de la pasarela, se disponen elementos de iluminación rasantes tipo LED al tresbolillo cada 5 m y en toda



la longitud de la pasarela, consiguiendo así resaltar los dos carriles de circulación de esta. Se trata de luminarias LED solares, que son soluciones de iluminación exterior que aprovechan la energía del sol para proporcionar una iluminación de alta calidad.

Los elementos de iluminación que se disponen, escogidos de catálogo comercial, son los mostrados a continuación:



Figura 12. Iluminación rasante de la pasarela. (Fuente: catálogo comercial).

En cuanto a las juntas de dilatación, se establece en primer lugar la variación térmica máxima que se da en el tablero y, posteriormente, se calcula el incremento de longitud que se da en el tablero y con este se decide disponer dos juntas de dilatación, una en cada extremo del tablero, donde cada una de ellas absorbe la mitad del incremento de longitud calculado previamente.

Por lo que respecta a las barandillas y por criterios de seguridad y estética, se disponen barandillas de 1,30 m de altura formadas por montantes verticales y tres pasamanos longitudinales, uno en la parte superior del elemento y los otros dos a diferente altura de la barandilla.

Se incluye a continuación la geometría de las barandillas:

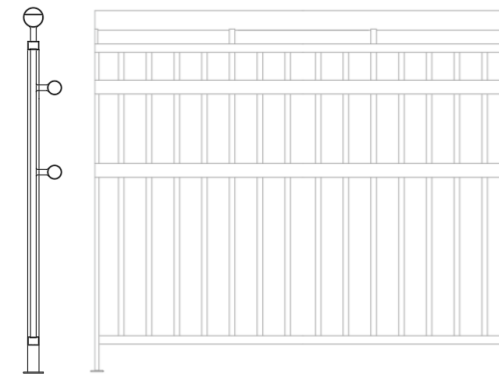


Figura 13. Barandilla a disponer. (Fuente: elaboración propia en AutoCAD).

Por último, la capa de pavimento, tanto para el carril bici como para el peatonal, está formada por una capa de slurry de 50 cm de espesor donde la única diferencia es el color de un carril y el otro. En el caso del carril bici se dispone un color rojo y para la zona peatonal un color verde.



## 11. RELACIÓN VALORADA

En el último documento de este Trabajo de Fin de Máster se llevan a cabo los cálculos pertinentes para obtener el Presupuesto Base de Licitación de la pasarela proyectada teniendo en cuenta tanto su construcción como su posterior mantenimiento.

El Documento Nº 2: RELACIÓN VALORADA se divide en capítulos. En primer lugar, se incluyen todas las mediciones pertinentes a cada unidad de obra, posteriormente se muestra una justificación de precios de cada una de ellas, y por último se incluye la relación valorada, conteniendo está el coste total de cada capítulo y el de toda la obra.

Sumando los costes de producción, construcción y mantenimiento de la pasarela se obtiene el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) de esta, al que posteriormente se le añaden los Gastos Generales (15% del PEM), el Beneficio Industrial (6% del PEM) y el IVA (21% del total), consiguiendo de esta manera el Presupuesto Base de Licitación (PBL) y siendo este de UN MILLÓN CIENTO DOCE MIL QUINIENTOS CATORCE EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS. (1.112.514,53 €).

A continuación, se muestra un resumen de la relación valorada de la pasarela proyectada:

Presupuesto de Producción y Construcción			
Código	Capítulo	Importe	%
01.	ACTUACIONES PREVIAS	41.299,79 €	5,69
02.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	28.124,55 €	3,87
03.	EJECUCIÓN SUPERESTRUCTURAS	561.871,12 €	77,34
04.	EQUIPAMIENTOS	80.912,91 €	11,14
05.	SEGURIDAD Y SALUD	14.244,17 €	1,96
06.	CONTROL Y CALIDAD	14.244,17 €	1,96
<b>Presupuesto TOTAL de Producción y Construcción</b>		<b>726.452,54 €</b>	

Presupuesto de mantenimiento			
Código	Capítulo	Importe	%
07.	MANTENIMIENTO	33.409,85 €	100
<b>Presupuesto TOTAL de Mantenimiento y Construcción</b>		<b>33.409,85 €</b>	

Figura 14. Resumen Relación Valorada. (Fuente: Elaboración propia).

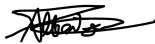


## 12. CONCLUSIÓN

Tras la exposición del contenido de los anejos de este Trabajo de Fin de Máster, se puede concluir con la certeza de que se cumplen con todos los objetivos y requisitos necesarios para llevar a cabo la ejecución del “Diseño estructural de pasarela ciclopeatonal sobre el río Agres, en el término municipal de Muro de Alcoy (Alicante). Diseño estructural” y se obtiene una pasarela estructuralmente viable y estéticamente agradable para todos los usuarios.

En consecuencia, todos los documentos que conforman este Trabajo de Fin de Máster se someten a la aprobación del tribunal de la Comisión Calificadora para la obtención del Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.

Firma: Alberto García Cárcel



Fecha: Julio 2022

## 13. REFERENCIAS

Muro de Alcoy en la región de Valenciana - Municipio y ayuntamiento de España. <https://www.ayuntamiento-espana.es/ayuntamiento-muro-de-alcoy.html>. Accedido 26 de marzo de 2022.

«Muro de Alcoy». Wikipedia, la enciclopedia libre. Wikipedia, [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Muro\\_de\\_Alcoy&oldid=142254345](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Muro_de_Alcoy&oldid=142254345). Accedido el 26 de marzo de 2022.

«Google Maps». Google Maps, <https://www.google.es/maps/place/Muro+de+Alcoy,+Alicante/@38.7804797,-0.4471198,15z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0xd618f9daaca4f91:0x43ff296278275fd6!8m2!3d38.7805406!4d-0.4372114>. Accedido el 26 de marzo de 2022.

Cómo llegar a Muro De Alcoy. <https://como.llegar.es/a-muro-de-alcoy>. Accedido 26 de marzo de 2022.

«Google Earth». Google Earth. Accedido el 26 de marzo de 2022.

---

## *ANEJO N.º 1: ANTECEDENTES Y DATOS PREVIOS*

---

PRESENTADO POR: ALBERTO GARCÍA CÁRCEL

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TUTOR: JULIÁN ALCALÁ GONZÁLEZ

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA





## ÍNDICE

1. OBJETO .....	4
2. ANTECEDENTES .....	4
2.1. LOCALIDAD .....	4
2.2. ACCESOS A LA LOCALIDAD .....	5
3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LA PASARELA .....	6
4. DATOS PREVIOS DE LA PASARELA .....	7
4.1. CONTEXTO HISTÓRICO. ORIGEN DE LA RED FERROVIARIA .....	7
4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA OBRA DE PASO .....	8
5. ESTUDIO DE INUNDABILIDAD .....	10
6. JUSTIFICACIÓN GEOTÉCNICA.....	12
6.1. ACTUACIONES PREVIAS.....	15
7. CONCLUSIÓN .....	16
8. REFERENCIAS .....	17



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de Muro de Alcoy en España. (Fuente: Wikipedia). ....	4
Figura 2. Ubicación de Muro de Alcoy en Alicante. (Fuente: Wikipedia)....	5
Figura 3. Accesos por carretera a Muro de Alcoy. (Fuente: Google Maps). 5	
Figura 4. Ubicación de la pasarela a proyectar. (Fuente: Google Earth)....	6
Figura 5. Proximidades de la pasarela a proyectar. (Fuente: Google Earth). .....	6
Figura 6. Principales vías ferroviarias de RENFE. (Fuente: Geografía de los Ferrocarriles Españoles). ....	7
Figura 7. Localización y vista aérea de la estructura. (Fuente: Inspección principal proporcionada por el tutor). ....	9
Figura 8. Hoja Nº 821 de la envolvente de peligrosidad de inundación. (Fuente: PATRICOVA, 2015). ....	10
Figura 9. Hoja Nº 821 de la peligrosidad de inundación. (Fuente: PATRICOVA, 2015).....	11
Figura 10. Hoja Nº 821 del riesgo de inundación. (Fuente: PATRICOVA, 2015).....	11
Figura 11. Daños en el estribo 1 (Fuente: información proporcionada por el tutor). ....	13
Figura 12. Daño por rotura de colector en el estribo 1 (Fuente: información proporcionada por el tutor). ....	14
Figura 13. Daños en la pila 1 (Fuente: información proporcionada por el tutor). ....	14
Figura 14. Daños en la coronación de la pila 2 (Fuente: información proporcionada por el tutor). ....	14
Figura 15. Socavación en la pila 2 (Fuente: información proporcionada por el tutor).....	14
Figura 16. Daños en el estribo 2 (Fuente: información proporcionada por el tutor).....	15

Figura 17. Daños en el estribo 2 (Fuente: información proporcionada por el tutor). ....	15
--	----

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Imágenes antiguas del puente de ferrocarril. (Fuente: información proporcionada por el tutor).....	8
Ilustración 2. Imágenes actuales de la zona de construcción de la pasarela. (Fuente: información proporcionada por el tutor). ....	9



## 1. OBJETO

El objeto del presente documento es la definición de los datos previos y antecedentes de los que se disponen para poder afrontar posteriormente la definición de una pasarela peatonal y ciclista ubicada en el término municipal de Muro de Alcoy (Alicante), definiéndola en base a una serie de condicionantes y cumpliendo con la normativa actual.

La obra a proyectar debe albergar la circulación de peatones y ciclistas de forma segura, cruzando el río Agres al norte de Muro de Alcoy, cuyo cruce anteriormente se materializaba mediante una línea ferroviaria.

Ciertos apartados de este documento están basados en una inspección principal proporcionada por el tutor de este TFM y realizada sobre el tramo de cauce que se presenta.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1. LOCALIDAD

La pasarela que se plantea está ubicada en Muro de Alcoy, municipio de la Comunidad Valenciana (España) situado al norte de la provincia de Alicante y con aproximadamente 9.300 habitantes según el Instituto Nacional de Estadística (INE) y perteneciente a la comarca del Condado de Cocentaina.

La principal actividad económica de este término municipal es la agricultura, los trabajos textiles por influencia de las localidades de Alcoy y Cocentaina y la fabricación de guitarras hechas a mano.

En cuanto a su geografía, el relieve de Muro de Alcoy está definido por los valles prebéticos de Alcoy, además de las sierras de Mariola y Benicadell, y la altitud aproximada de este término municipal es de 410 m sobre el nivel del mar. Esta localidad es atravesada por dos cursos fluviales, el río Agres y el río Serpis.



Figura 1. Ubicación de Muro de Alcoy en España. (Fuente: Wikipedia).





Figura 2. Ubicación de Muro de Alcoy en Alicante. (Fuente: Wikipedia).

Por lo que respecta al clima de la zona, se caracteriza por ser un clima mediterráneo en el que los inviernos son suaves y los veranos son cálidos. En invierno, las temperaturas mínimas varían entre 4 y 7 °C y las máximas oscilan entre 14 y 17 °C, mientras que la temperatura media anual es de 16 °C.

## 2.2. ACCESOS A LA LOCALIDAD

En cuanto a las carreteras más importantes que discurren en proximidad a Muro de Alcoy, cabe destacar la presencia de la Autovía del Mediterráneo (A-7) al este de la localidad y la nacional N-340 al oeste de esta. A partir de estas carreteras y otras secundarias, es posible acceder a Muro de Alcoy.

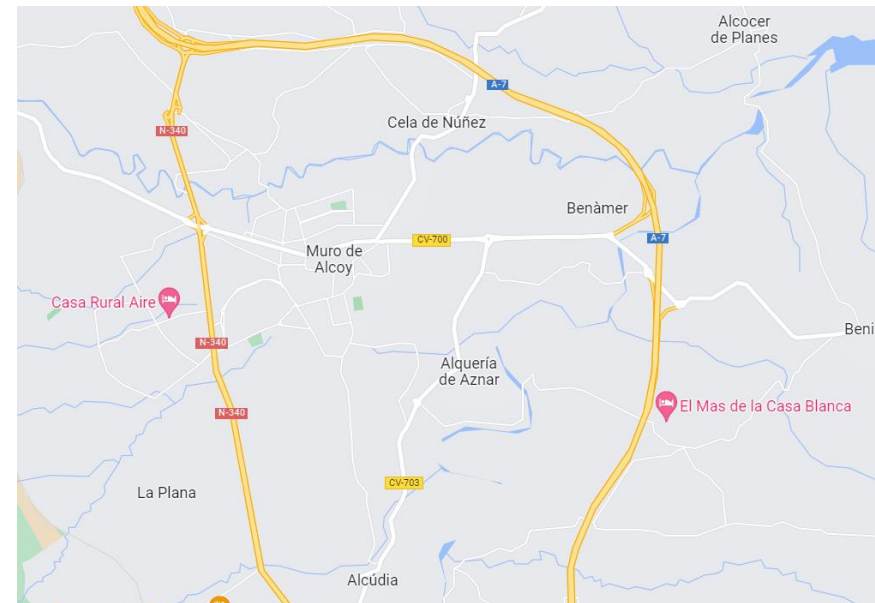


Figura 3. Accesos por carretera a Muro de Alcoy. (Fuente: Google Maps).

Además, es posible llegar a través del servicio de autobuses que conecta este municipio con capitales de provincia como Alicante, que se encuentra a tan solo 50 km de distancia.



### 3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LA PASARELA

La pasarela que se plantea en este proyecto se encuentra ubicada, como se ha mencionado anteriormente y se muestra en la imagen inferior, en el término municipal de Muro de Alcoy, cruzando el río Agres, dando continuidad así a la Vía Verde del Serpis, itinerario ciclopeatonal de 56 km que recorre 11 diferentes municipios pertenecientes a las comarcas de l'Alcoia, Comtat y la Safor en la provincia de Alicante. Dicha Vía Verde sustituye a un trazado ferroviario, actualmente en desuso, que conectaba Alcoy con Gandía.



Figura 4. Ubicación de la pasarela a proyectar. (Fuente: Google Earth).

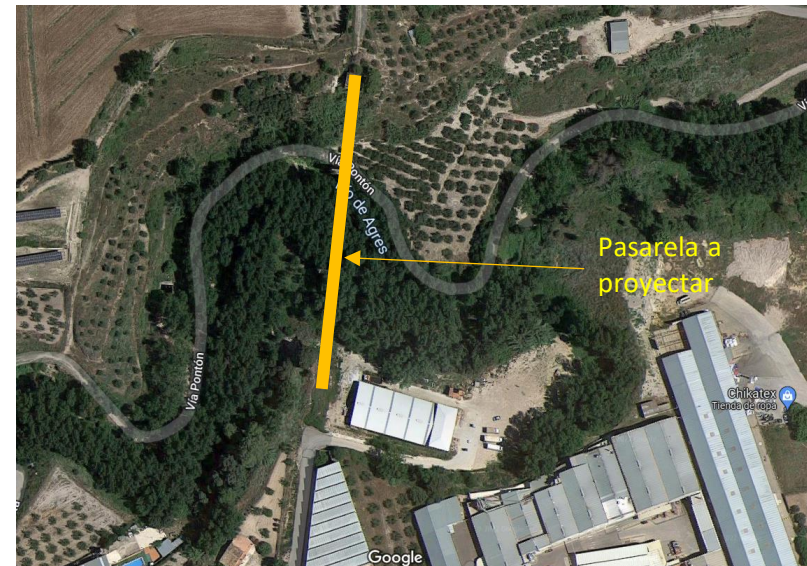


Figura 5. Proximidades de la pasarela a proyectar. (Fuente: Google Earth).

Próximo al estribo sur de la pasarela se encuentra el polígono industrial de Muro de Alcoy, como se puede ver en la anterior imagen. Por otro lado, justo entre la pila y el estribo norte pasa el camino rural de la Vía del Pontón, que discurre por el margen del río Agres. Este sendero inicia su recorrido en la Fuente del Baladre y recorre un total de aproximadamente 12 km.

El estribo norte se encuentra en una zona mucha mas rural, alejada de Muro de Alcoy. En esta zona se encuentra grandes zonas abiertas con algún chalet aislado.



## 4. DATOS PREVIOS DE LA PASARELA

### 4.1. CONTEXTO HISTÓRICO. ORIGEN DE LA RED FERROVIARIA

A finales del siglo XIX el Condado de Cocentaina y de Hoya de Alcoy, ubicadas en la provincia de Alicante, eran las comarcas que disponían de una industria potente y próspera. Alcoy era la localidad que lideraba esta industria y era considerada ciudad pionera de la Revolución Industrial en la Comunidad Valenciana. Sin embargo, este desarrollo quedó condicionado por su situación orográfica, que complicaba el aprovisionamiento de materias primas como el carbón y dificultaba también la salida de productos manufacturados hacia otras localidades. Resultaba necesario disponer de un itinerario que diese salida al mar, pero las comarcas del Condado de Cocentaina y la Hoya de Alcoy estaban rodeadas por montañas, por lo que la salida al mar más rápida y eficiente debía seguir el recorrido del río Serpis, río que nace en Alcoy y desemboca en el Grao de Gandía.

El primer paso que se dio para solventar este problema se produjo en 1886, cuando una Real Orden autorizó la construcción y explotación de una línea ferroviaria de un metro de ancho que conectaba Alcoy y Gandía y cuyas paradas intermedias eran Cocentaina, Muro de Alcoy y Villalonga. Además, este ferrocarril tenía como objetivo mejorar la comunicación y conexión de las zonas costeras con los pueblos del interior.

La longitud total de la línea ferroviaria entre las ciudades de Alcoy y Gandía era de aproximadamente 55 km, con un desnivel entre municipios extremos de 530 m, y las obras realizadas para llevar a cabo dicha construcción duraron un total de 4 años con un coste de 23 millones de pesetas.

Dicho trayecto comprendía el paso a través de valles, ríos y montañas, atravesando 7 túneles y contando con 12 puentes que salvaban los ríos Agres y Serpis en diferentes puntos.

La figura adjunta a continuación incluye el mapa de las principales vías ferroviarias de RENFE, donde se pueden observar las tres líneas de vía estrecha que recorrían el sur de Valencia y el norte de Alicante.



Figura 6. Principales vías ferroviarias de RENFE. (Fuente: Geografía de los Ferrocarriles Españoles).

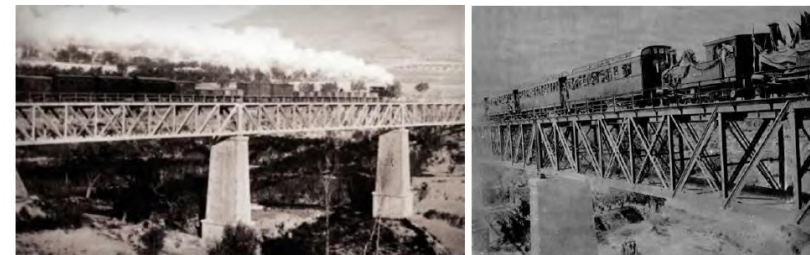


La vía era de un metro de ancho con unas traviesas de madera de pino sujetadas a un suelo de grava, y los trenes circulaban a una velocidad media de 35 km/h.

Al final de los años veinte el ferrocarril se vio inmerso en una gran crisis provocada principalmente por problemas de mantenimiento de los trenes y la vía, que se vio incrementada a causa de la Guerra Civil y la abolición del sistema de subvenciones a fondo perdido para los ferrocarriles de vía estrecha. En 1965 este tramo ferroviario pasó a depender de Ferrocarriles Españoles de Vía Estrecha (FEVE), mientras que el Gobierno no llevó a cabo la modernización y actualización de la línea al estar completamente obsoleta y las instalaciones en mal estado, decidiendo finalmente clausurarla por su baja rentabilidad y poca seguridad para los usuarios.

#### 4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA OBRA DE PASO

La obra de paso original, mostrada en la ilustración inferior, era un tramo recto que formaba parte de la línea ferroviaria de vía métrica no electrificada que conectaba Alcoy y Gandía. Actualmente, la estructura se encuentra fuera de servicio, siendo su tablero desmontado en la década de los 70 y dejando solamente los estribos y las pilas.



*Ilustración 1. Imágenes antiguas del puente de ferrocarril.  
(Fuente: información proporcionada por el tutor).*



Ilustración 2. Imágenes actuales de la zona de construcción de la pasarela. (Fuente: información proporcionada por el tutor).

A efectos descriptivos, se denomina estribo E1 al situado en el p.k. menor (lado Muro de Alcoy) y E2 al opuesto. El lado derecho (1) e izquierdo (2) se designan en el sentido de p.k. ascendente (sentido de avance de los p.k.). Las dos pilas intermedias se designan P1 y P2 con igual criterio que para los estribos y los lados.



Figura 7. Localización y vista aérea de la estructura. (Fuente: Inspección principal proporcionada por el tutor).

La longitud del puente original era de 133 m, distribuido en tres vanos de 41,50 ; 50 y 41,50 m respectivamente, con un diseño ferroviario de tablero inferior de viga en celosía de acero con arriostramiento en cruz de San Andrés en planos horizontales y verticales. Los cordones estaban conformados por perfiles angulares, palastros y chapas unidos por roblones. El canto de la viga era de aproximadamente 4,00 m.

Las pilas que sustentaban el tablero son de fábrica de sillarejo bien labrado con acabado trinchado con esquinas en sillería averrugada y remates de sillares en bisel, todo ello de piedra caliza.



En cuanto a su geometría, las pilas tienen dos tramos: el primero de ellos, el del arranque, es de sección rectangular constante de 5,80x3,50 m y altura de 2,80 m (Pila P1) y 4,40 m (Pila P2). El segundo tramo tiene forma troncopiramidal y posee 11,20 m de altura y de idénticas dimensiones en ambas pilas con 2,60x5,00 m y pendiente de los paramentos entre 1/10 y 1/5. La altura total de las pilas es de 15,60 m (Pila P2) Y 14,00 m (Pila P1).

Los estribos son elementos macizos con paramentos verticales y, al igual que las pilas, son de fábrica de sillarejo bien labrado con acabado trinchado con esquinas en sillería averrugada y remates de sillares labrados con bisel, todo ello de piedra caliza.

En cuanto a la geometría de los estribos, tienen tres tramos. Un primer tramo de arranque de sección rectangular constante que comienza en la cimentación. El segundo tramo posee un ligero retranqueo de 1,20 m de altura y genera la base de apoyo del tablero. El último tramo, de 4,00 m de altura, es el murete de guarda que eleva la plataforma hasta el nivel de la rasante y que está rematado por una cornisa de sillería abiselada.

## 5. ESTUDIO DE INUNDABILIDAD

En el siguiente apartado se procede a estudiar la posibilidad de que la zona en la que se ubica la pasarela sea inundable a lo largo de la vida útil de la estructura. Para llevar a cabo este estudio se deben observar los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación de la zona de actuación a través del Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA, 2015).

Los mapas de peligrosidad de inundación son aquellos cuyo objetivo es establecer el alcance de una posible inundación mediante la delimitación

territorial de la zona a estudiar, realizándose para diferentes periodos de retorno y calados máximos alcanzados.

Los mapas de riesgo de inundación representan una valoración de los daños que una posible inundación es capaz de provocar en la zona de estudio, en base a la vulnerabilidad de las zonas inundables y la población existente.

En el caso que se presenta y según la página 821 del PATRICOVA (2015), el riesgo de inundación de la zona a estudiar es muy bajo y la peligrosidad de inundación que se da es la peligrosidad geomorfológica, con lo que deberían realizarse estudios exhaustivos de inestabilidad de la superficie terrestre sobre la que se apoya la pasarela.

Se muestra a continuación la envolvente de peligrosidad por inundación, el riesgo de inundación y la peligrosidad de inundación:



Figura 8. Hoja Nº 821 de la envolvente de peligrosidad de inundación. (Fuente: PATRICOVA, 2015).



**Peligrosidad de Inundación**

- Nivel 1: Frecuencia alta (25 años) y calado alto (>0.8 m)
- Nivel 2: Frecuencia media (100 años) y calado alto (>0.8 m)
- Nivel 3: Frecuencia alta (25 años) y calado bajo (<0.8 m)
- Nivel 4: Frecuencia media (100 años) y calado bajo (<0.8 m)
- Nivel 5: Frecuencia baja (500 años) y calado alto (>0.8 m)
- Nivel 6: Frecuencia baja (500 años) y calado bajo (<0.8 m)
- Peligrosidad Geomorfológica

Figura 9. Hoja Nº 821 de la peligrosidad de inundación. (Fuente: PATRICOVA, 2015).



**Riesgo de Inundación (Daños/Superficie)**

- Muy Alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy Bajo

Figura 10. Hoja Nº 821 del riesgo de inundación. (Fuente: PATRICOVA, 2015).



## 6. JUSTIFICACIÓN GEOTÉCNICA

El estudio geotécnico realizado está basado en una inspección principal de las obras de fábrica existentes actualmente y que ha sido proporcionado por el tutor de este TFM.

La obra de paso original soportaba como se ha explicado anteriormente, la plataforma de línea ferroviaria Alcoy-Gandia de vía métrica no electrificada sobre el río Agres en un tramo recto del trazado y con visibilidad adecuada. Se sitúa en las proximidades de la localidad de Muro de Alcoy en el denominado SUBTRAMO 3.3: camino rural desde final avenida Gandía hasta conexión camino a Gaianes. El entorno es rural y el clima es Mediterráneo continentalizado.

La estructura se encuentra fuera de servicio al ser su tablero desmontado en los años 70 y de la que, actualmente, tan solo persisten los estribos y las pilas.

Cabe tener en consideración que en la inspección no se identifica ningún nivel de protección como bien de Patrimonio histórico construido, que las pilas y estribos mantienen su integridad y conservan su morfología original y no se observan intervenciones de modificación o reparación.

Como resultado de la inspección se observan una serie de desórdenes en cuanto a integridad y capacidad estructural, cimentación, taludes, márgenes y ciertos procesos de deterioro activos.

Por lo que respecta a la integridad y capacidad estructural, las pilas y estribos se encuentran en un estado de conservación aceptable, manteniendo aparentemente su capacidad estructural y funcional. No se observan deformaciones, desplomes, fisuras u otros desórdenes asociados

a un comportamiento estructural defectuoso. Además, hay ciertas zonas con roturas y desplazamiento de sillares de las fábricas, originadas probablemente a causa del proceso de desmontaje del tablero original.

En cuanto a la cimentación de las pilas (en especial la pila P2), y el estribo E2, se encuentran parcialmente expuestas, con un ligero descalce en el caso del E2 y deterioro de la fábrica de cimentación. Además, la cimentación de la pila P2 recae en el cauce menor y presenta un proceso de lavado más extendido y la cimentación del estribo E1 no es visible, siendo parcialmente visible la cimentación del resto de elementos.

En relación ahora con los taludes y márgenes, en E1 hay un relleno de muy baja calidad y origen antrópico que ha tapado parte del estribo, incluido el nivel de apoyo original. Este relleno se ha erosionado y roto en el lado izquierdo (avance p.k.) debido a la rotura de un colector de la población que vierte al cauce. En el estribo E2, los márgenes originales se han erosionado, el talud ha retrocedido y tiene una pendiente muy fuerte.

En referencia a los procesos de deterioro activos, las fábricas de sillares y sillarejos de piedra caliza se encuentran en buen estado y no presentan desórdenes. Por otro lado, existe un proceso activo de deterioro de la junta original de mortero de cal, de carácter superficial en la mayor parte de las zonas. En algunos tramos se conserva la junta original íntegra. En algunas zonas la pérdida de las juntas ha provocado desarreglo y contactos entre piezas con roturas puntuales.

De todos estos desórdenes descritos, se puede establecer que el resultado de la inspección es favorable con un estado global de 2,2 sobre 5, por lo que requiere de una intervención en ciertas zonas.

Una vez establecido el estado de la estructura, la inspección pretende obtener el comportamiento e interacción entre el cauce y las





subestructuras existentes actualmente frente a una posible avenida fluvial para poder determinar la necesidad o no de actuar frente a problemas que se puedan encontrar.

Para ello, se consideran factores geomorfológicos, hidráulicos y de sedimentación, además de los propios de la estructura como el tipo de cimentación y de pila y el material constructivo de estas.

El río Agres, con una longitud de 12 km y sobre el que se lleva a cabo la estructura objeto de este proyecto, es una corriente de agua de poco caudal que discurre por la provincia de Alicante, naciendo en el término de Agres, recorriendo su valle y desembocando en el río Serpis.

Este cauce posee un ancho de aproximadamente 95 m, con márgenes irregulares y erosionables y cuyo lecho está repleto de vegetación y depósitos. La lámina de agua que discurre por el cauce, tal y como se comenta anteriormente, es de poco calado, de unos 50 cm en fecha de inspección, y se observa que el lecho del cauce está formado por un material suelto muy mal clasificado y con matriz detrítica formada por cantos de calizas de tamaños pequeño a medio correspondientes a terrenos de aluvión arrastrados por las aguas del río y limos arcillosos, siendo esta composición fácilmente erosionable.

Para poder conocer la interacción entre la estructura y el cauce resulta necesario observar las diferentes patologías que se pueden haber producido a lo largo de los años en el cauce debido al paso de la corriente de agua. En este aspecto, se observa en la inspección claros signos de socavación del lecho del cauce en proximidad a las pilas y los estribos, todo ello debido a que el lecho está compuesto por material de mala calidad y fácilmente erosionable.

Se destaca además que los estribos y las pilas no presentan patologías relevantes que puedan provocar asentamientos, giros o fallos, por lo que se deduce que las obras de fábrica actualmente existentes están apoyadas de forma correcta. Sin embargo y para mayor seguridad, es necesario protegerlas adecuadamente para evitar o ralentizar el proceso de deterioro.

A continuación, se introducen imágenes de algunos de estos desórdenes:



*Figura 11. Daños en el estribo 1  
(Fuente: información proporcionada por el tutor).*



*Figura 12. Daño por rotura de colector en el estribo 1  
(Fuente: información proporcionada por el tutor).*



*Figura 14. Daños en la coronación de la pila 2  
(Fuente: información proporcionada por el tutor).*



*Figura 13. Daños en la pila 1  
(Fuente: información proporcionada por el tutor).*



*Figura 15. Socavación en la pila 2  
(Fuente: información proporcionada por el tutor).*



*Figura 16. Daños en el estribo 2  
(Fuente: información proporcionada por el tutor).*



*Figura 17. Daños en el estribo 2  
(Fuente: información proporcionada por el tutor).*

### 6.1. ACTUACIONES PREVIAS.

Una vez estudiados los desórdenes existentes más importantes establecidos en la inspección resumidos en desórdenes estructurales y desórdenes de durabilidad o funcionalidad, se establecen una serie de actuaciones a llevar a cabo para mejorar todos los problemas descritos anteriormente.

En primer lugar y en cuanto al cauce y cimientos, donde se observa deterioro de la fábrica y socavación, se deben realizar las siguientes actuaciones:

- Regeneración de la coronación de la fábrica de cimentación de P1, P2 y E1 con reconstrucción del volumen faltante e inyección de lechada en oquedades.
- Colocación de protección frente a la erosión y el lavado en pila P2.
- Reordenación de los depósitos del lecho para modificar el trazado del cauce menor.
- Seguimiento periódico.

En segundo lugar, y en cuanto a las pilas y estribos, donde se observan ciertas zonas dañadas, se deben realizar las siguientes actuaciones:

- Reposición de sillares y elementos faltantes o desplazados en E2, E1 y P2.
- Reconstrucción de sillares rotos mediante cajeado y colocación de pieza labrada, con cosido y pegado en E2 y P2.



- Coronación de pila P2. Cosido transversal de la fábrica con barras roscadas galvanizadas.
- Inyección de fisuras con lechada fluida de cal en E1 y E2.

- Reparación del colector procedente de la población que ha ocasionado erosión y daños en el margen junto a E1.

Posteriormente, y en cuanto a los paramentos de todas las fábricas de sillería, se deben realizar las siguientes actuaciones:

- Limpieza de paramentos con agua a presión controlada.
- Eliminación de vegetación en muros.
- Regeneración de las juntas de las fábricas con mortero de cal.
- Protección de la coronación de estribos frente a la entrada de agua desde plataforma con losa de hormigón.

Por último, en cuanto a estribos E1 y E2, se deben realizar las siguientes actuaciones:

- Estudiar la estabilidad general del talud del estribo E2 debido a la fuerte erosión y la ausencia de resguardo. Posible actuación de protección de taludes junto al estribo E2.
- Eliminar o reconducir el vertido de agua junto al estribo E2.
- Eliminación de rellenos antrópicos junto a E1, que superan la cota de apoyo del tablero.

## 7. CONCLUSIÓN

En este anejo se han presentado todos los datos e información previa necesaria para poder llevar a cabo el proyecto de una pasarela peatonal y ciclista, basándose en el contexto ferroviario histórico de la zona caracterizado por un tramo de puente de ferrocarril precedente.

Por otro lado, se realiza un estudio de inundabilidad para poder detectar posibles peligros que pueden afectar a la nueva pasarela y se comentan los aspectos más relevantes de la inspección realizada en relación con la interacción cauce-estructura actual.



H. Lartilleux (1954). Geografía de los Ferrocarriles Españoles.  
Accedido el 26 de marzo de 2022.

## 8. REFERENCIAS

Muro de Alcoy en la región de Valenciana - Municipio y ayuntamiento de España. <https://www.ayuntamiento-espana.es/ayuntamiento-muro-de-alcoy.html>. Accedido 26 de marzo de 2022.

«Muro de Alcoy». Wikipedia, la enciclopedia libre. Wikipedia, [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Muro\\_de\\_Alcoy&oldid=142254345](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Muro_de_Alcoy&oldid=142254345). Accedido el 26 de marzo de 2022.

«Google Maps». Google Maps, <https://www.google.es/maps/place/Muro+de+Alcoy,+Alicante/@38.7804797,-0.4471198,15z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0xd618f9daaca4f91:0x43ff296278275fd6!8m2!3d38.7805406!4d-0.4372114>. Accedido el 26 de marzo de 2022.

Cómo llegar a Muro De Alcoy. <https://como.llegar.es/a-muro-de-alcoy>. Accedido 26 de marzo de 2022.

«Google Earth». Google Earth. Accedido el 26 de marzo de 2022.

PATRICOVA Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunitat Valenciana - Planificación Territorial e Infraestructura Verde - Generalitat Valenciana». *Planificación Territorial e Infraestructura Verde*, <https://politicaterritorial.gva.es/ca/web/planificacion-territorial-e-infraestructura-verde/patricova-plan-de-accion-territorial-de-caracter-sectorial-sobre-prevencion-del-riesgo-de-inundacion-en-la-comunitat-valenciana>. Accedido 26 de marzo de 2022.

«INE. Instituto Nacional de Estadística». *INE*, <https://www.ine.es/>. Accedido 26 de marzo de 2022.

---

## *ANEJO N.º 2: DEFINICIÓN DE LA PASARELA A PROYECTAR*

---

PRESENTADO POR: ALBERTO GARCÍA CÁRCEL

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TUTOR: JULIÁN ALCALÁ GONZÁLEZ

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA





## ÍNDICE

1. OBJETO DEL PRESENTE ANEJO .....	4
2. DESCRIPCIÓN DE LA PASARELA .....	4
3. MODELO DE CÁLCULO .....	5
4. GEOMETRÍA DE LA PASARELA .....	7
5. CONCLUSIÓN .....	16
6. REFERENCIAS .....	16



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Solución 3.1 de pasarela. (Fuente: elaboración propia AutoCAD)	4
Figura 2. Sección transversal de las alternativas. (Fuente: elaboración propia en AutoCAD).	5
Figura 3. Modelo 3D de la pasarela sin losa superior. (Fuente: elaboración propia en SAP2000)	6
Figura 4. Modelo 3D de la pasarela con losa superior. (Fuente: elaboración propia en SAP2000).	7
Figura 5. Modelo 3D de las pilas de la pasarela. (Fuente: AutoCAD).	7
Figura 6. Modelo 3D del estribo de la pasarela. (Fuente: AutoCAD).	8
Figura 7. Modelo 3D de la celosía. (Fuente: AutoCAD).	8
Figura 8. Modelo 3D del tablero de la pasarela. (Fuente: AutoCAD).	8
Figura 9. Modelo 3D del pavimento de la pasarela. (Fuente: AutoCAD).	9
Figura 10. Modelo 3D de la barandilla de la pasarela. (Fuente: AutoCAD).	9
Figura 11. Modelo 3D de la pasarela. (Fuente: AutoCAD).	9
Figura 12. Posición de las vistas de los renders. (Fuente: Google Maps)..	10

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Alzado visto a orillas del río Agres. (Fuente: LUMION).	11
Ilustración 2. Vista de la celosía desde el estribo norte. (Fuente: LUMION).	11
Ilustración 3. Alzado visto desde posición elevada próximo al Polígono de Muro de Alcoy. (Fuente: LUMION).	12
Ilustración 4. Zona peatonal y ciclista de la pasarela desde estribo norte. (Fuente: LUMION).	12
Ilustración 5. Zona peatonal y ciclista de la pasarela desde estribo sur. (Fuente: LUMION).	13
Ilustración 6. Alzado desde posición alejada. (Fuente: LUMION).	13
Ilustración 7. Alzado desde arriba al otro lado del Polígono de Muro de Alcoy. (Fuente: LUMION).	14
Ilustración 8. Alzado desde abajo próximo a la pila sur. (Fuente: LUMION).	14
Ilustración 9. Alzado desde el río Agres. (Fuente: LUMION).	15
Ilustración 10. Vista inferior desde vía del Pontón. (Fuente: LUMION).	15



## 1. OBJETO DEL PRESENTE ANEJO

El presente Anejo va destinado a, una vez realizado el estudio de soluciones y la selección de la alternativa de pasarela idónea, describirla geométrica y estructuralmente y mostrar las variaciones realizadas en cuanto a elementos a disponer respecto a la pasarela del estudio de soluciones.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA PASARELA

La pasarela que finalmente se estudia de forma más exhaustiva está formada principalmente por dos partes. La primera de ellas hace referencia a los elementos de acero estructural y la otra a la losa de hormigón armado que se ubica sobre los elementos anteriores.

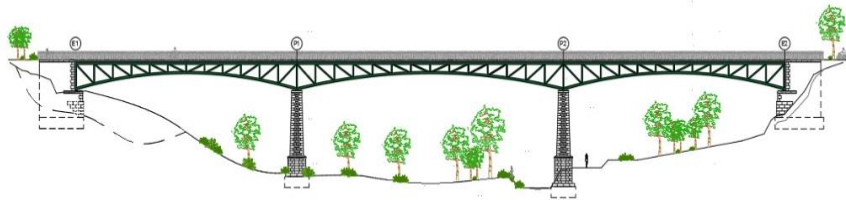


Figura 1. Solución 3.1 de pasarela. (Fuente: elaboración propia AutoCAD)

La estructura cuenta con una longitud total de 133 m, formada por tres vanos de 41,50 m; 50 m y 41,50 m respectivamente. Cada uno de estos vanos cuenta con dos arcos, uno a cada extremo de la sección transversal, que conectan los estribos con las pilas en el caso del primer y tercer vano y las pilas entre sí en el caso del vano central. En la parte superior de la

estructura metálica, la pasarela está formada por unas vigas longitudinales que se encargan posteriormente de ser el sustento de la losa de hormigón y, conectando las vigas longitudinales con los arcos se disponen unas cruces de San Andrés. Por lo que respecta al perfil longitudinal de la celosía está compuesto por vigas diagonales y montantes verticales conectados entre sí, siendo dicha celosía simétrica respecto al centro de cada uno de los vanos. Por otro lado, y en cada pila y estribo, se colocan vigas verticales que unen las vigas longitudinales con los arcos.

De forma adicional a la pasarela planteada en el estudio de soluciones, se decide, para dar una mayor estabilidad transversal a la estructura, incluir dos elementos adicionales: unas vigas transversales superiores que conecten las vigas longitudinales entre sí y unas vigas en cruz que conecten los arcos inferiormente.

Por otro lado, el tablero está formado por prelosas autoportantes de 1,2m de ancho y una losa de hormigón armado. Se muestra la sección transversal de la solución en la figura 2 donde se puede ver la parte interior de la celosía y el tablero.

Por lo que respecta a la sección transversal de la pasarela, está compuesta por una losa superior con una pendiente transversal del 2%, establecida para poder realizar la evacuación de pluviales de forma correcta. Dicha losa, se trata de un elemento de hormigón armado de 133 m de longitud y 5,50 m de anchura, donde la parte central es de 3,50 m. Esta parte central posee un espesor de 40 cm, y en la zona de los voladizos el espesor se va reduciendo hasta alcanzar 10 cm de espesor en los extremos.

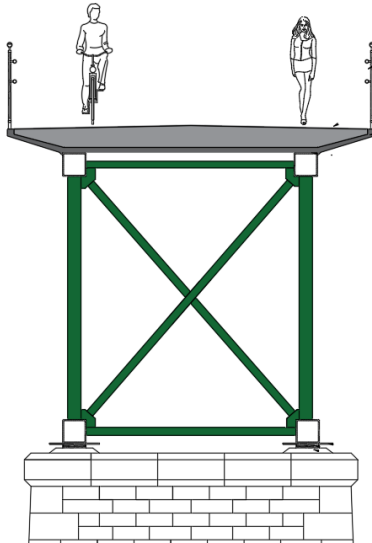


Figura 2. Sección transversal de las alternativas.  
(Fuente: elaboración propia en AutoCAD).

En transversal, permite alojar una zona destinada al uso peatonal de 2 m y otra al uso ciclista de 3 m, además de dos barandillas en los bordes laterales de 50 cm de anchura y 1,50 m de altura, según especificaciones del fabricante.

Esta losa descansa sobre una prelosa perdida que sirve de encofrado pero que no es estructural, es decir, en su cálculo solo se tiene en cuenta el peso del hormigón de la losa y su peso propio. La prelosa descansa directamente sobre las vigas longitudinales que conforman la estructura de la pasarela, además la prelosa dispone de dos hendiduras a cada extremo para no permitir el movimiento transversal a la pasarela de la prelosa.

Se realiza, para esta pasarela, un estudio de las acciones a considerar para poder realizar un cálculo posterior exhaustivo. Además de las acciones ya contempladas en el estudio de soluciones, se debe tener en consideración el viento, el sismo y una componente adicional de la temperatura junto con las combinaciones de acciones pertinentes de E.L.U, E.L.S y las combinaciones sísmicas. Todo ello se explica de forma detallada en el anejo correspondiente en el Trabajo de Fin de Máster de Miguel de Fuenmayor Icardo.

### 3. MODELO DE CÁLCULO

Los pasos seguidos para llevar a cabo la definición de la pasarela son los mencionados a continuación:

En primer lugar, y en base al modelo de SAP2000 preexistente del estudio de soluciones, se definen los nuevos elementos a introducir: vigas transversales superiores y vigas en cruz inferiores. Se establecen las dimensiones de las secciones de estos elementos y se define el material que va a formar estos elementos, siendo en este caso acero estructural S355.

Posteriormente, cabe tener en consideración que SAP2000 analiza cada uno de los elementos generados, por lo que, cuantos más elementos y más pequeños sean estos, el análisis es mucho más exacto y se simula mejor la transmisión de cargas y el comportamiento real de la estructura. Por lo que, tal y como se realiza previamente en el estudio de soluciones, se dividen todos los elementos nuevos generados.



Se generan todas las cargas adicionales a introducir que actúan sobre el modelo de pasarela a excepción del peso propio de los elementos, ya que este ya está considerado por el programa a través de los datos introducidos previamente de las dimensiones de las secciones transversales y sus materiales.

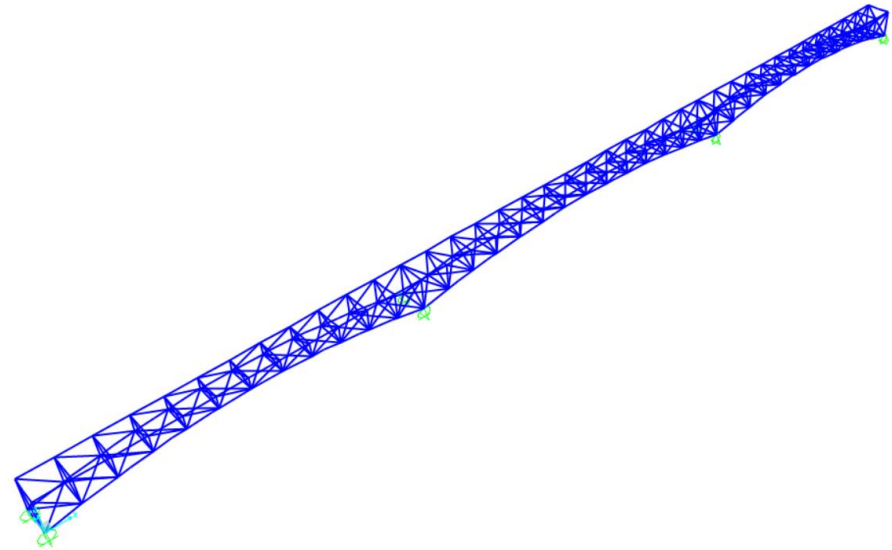
A continuación, se definen y ubican sobre la estructura todas las cargas adicionales a introducir para posteriormente crear las combinaciones de acciones tanto de Estado Límite Último (ELU) como de Estado Límite de Servicio (ELS).

Por último, se corre el modelo generado y se obtienen los resultados a estudiar cómo son el axil, el momento flector o el cortante de cada elemento.

El modelo generado en SAP2000 es una estructura tridimensional formada por un conjunto de barras que se unen entre sí por medio de nudos y un área que se ubica sobre estas. La totalidad de las vigas a excepción de los arcos se modelizan como elementos rectos de sección constante, mientras que los arcos se modelizan como elementos curvos de sección constante.

El cálculo estructural tanto de la celosía como de la losa y la prelosa se realiza en el Anejo de Justificación Resistente.

Se introducen a continuación el modelo 3D creado en SAP2000 con y sin la losa superior:



*Figura 3. Modelo 3D de la pasarela sin losa superior.  
(Fuente: elaboración propia en SAP2000).*

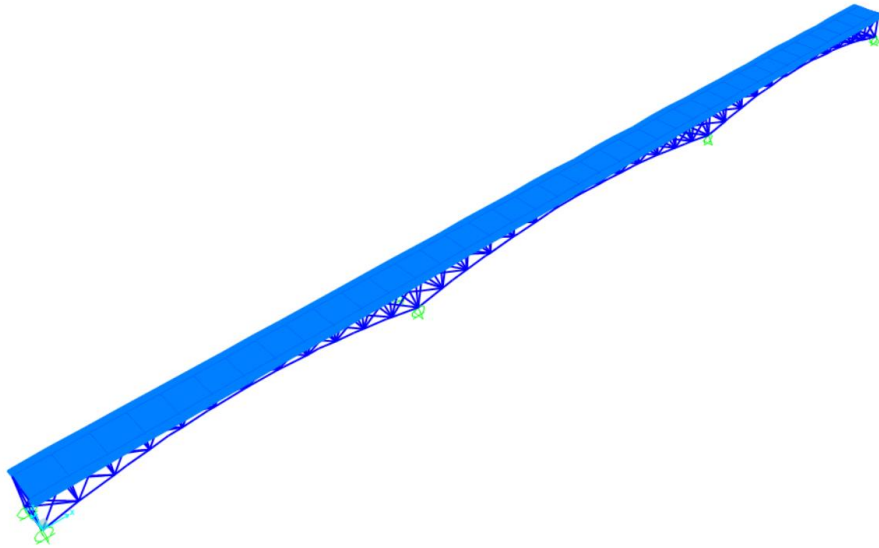


Figura 4. Modelo 3D de la pasarela con losa superior. (Fuente: elaboración propia en SAP2000).

en ningún momento se espera que sustituyan a los planos, simplemente los complementan. Los planos son lo que proporcionan una visión exacta de las dimensiones y el emplazamiento de la pasarela.

Por un lado, se ha modelado toda la pasarela en 3D dividiéndola en partes:

1. Primero se han modelado las pilas y estribos a través de una topografía de la zona proporcionada por el tutor. Como se puede observar en la figura 5 y 6.

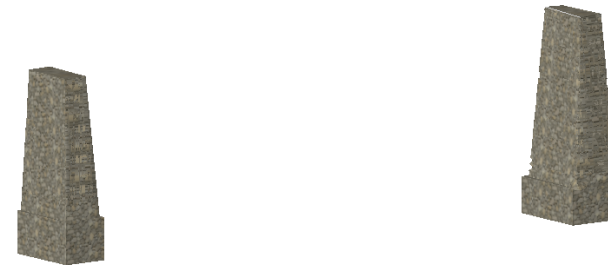


Figura 5. Modelo 3D de las pilas de la pasarela. (Fuente: AutoCAD).

#### 4. GEOMETRÍA DE LA PASARELA

Se introducen al final de este apartado una serie de imágenes de la pasarela generadas a través de un modelo 3D realizado en AUTOCAD y posteriormente renderizado a través del programa LUMION. Decir que estas imágenes no representan exactamente la realidad, pero se ha intentado que sean lo más realistas posibles en cuanto al emplazamiento de la pasarela y en referencia a las dimensiones. Esto es así porque la función de estas imágenes es tener una imagen del acabado de la pasarela,



Figura 6. Modelo 3D del estribo de la pasarela. (Fuente: AutoCAD).

2. Posteriormente se ha modelado la celosía con todos sus cruces que aportan rigidez. Como se puede observar en la figura 7.



Figura 7. Modelo 3D de la celosía. (Fuente: AutoCAD).

3. Para conformar la estructura una vez modelizada la celosía se ha procedido a modelizar el tablero. Como se puede observar en la figura 8.

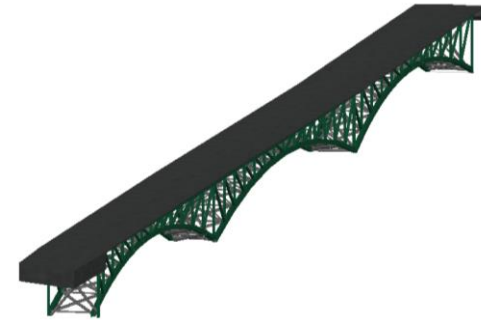


Figura 8. Modelo 3D del tablero de la pasarela. (Fuente: AutoCAD).

Por último, se han modelado los equipamientos, tanto el pavimento como la barandilla.

4. En primer lugar, el pavimento de la zona peatonal y ciclista. Como se puede observar en la figura 9.

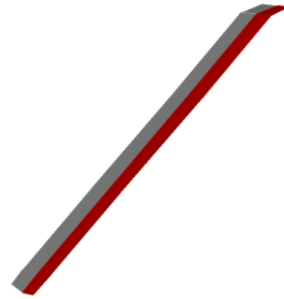


Figura 9. Modelo 3D del pavimento de la pasarela. (Fuente: AutoCAD).

5. En segundo lugar, la barandilla. Como se puede observar en la figura 10.



Figura 10. Modelo 3D de la barandilla de la pasarela. (Fuente: AutoCAD).

Por último, en la figura 11 se inserta una imagen del modelo 3D al completo que ha sido el que se ha introducido en el programa LUMION.



Figura 11. Modelo 3D de la pasarela. (Fuente: AutoCAD).

A través del programa LUMION se han obtenido una serie de renders de la pasarela. Como limitación, solo se ha trabajado con la versión demo gratuita del programa, por lo que muchas funciones y materiales no han estado disponibles a la hora de la realización de los renders. Además, dicho programa necesita un hardware de mucha calidad, para poder sacar el máximo partido a los renders, cosa de que no se disponía en la realización de este trabajo.

Con todas estas limitaciones el flujo de trabajo en LUMION ha sido de forma simplificada el siguiente:

1. Primero se ha introducido el modelo 3D realizado en AutoCAD.
2. En segundo lugar, se ha incorporado a cada elemento de la pasarela el material más parecido posible al real, dentro de las limitaciones del programa.



3. En tercer lugar, se ha creado la topografía del terreno lo más realista posible incorporando el camino denominado Vía Pontón que discurre en paralelo al río Agres. Como se puede ver en las ilustraciones dispuestas al final de este apartado.
4. En cuarto lugar, se ha incluido la vegetación general de la zona de debajo de la pasarela, dentro de los límites del catálogo del programa LUMION.
5. Por último, se ha establecido la cámara en distintas vistas, teniendo en cuenta varios criterios:
  - La visualización de la pasarela desde la mayor cantidad de posiciones posibles.
  - El realismo de los renders, es decir que los renders parezcan fotos que se puedan hacer en la realidad una vez la pasarela este construida.
  - La estética de los renders. En todos los renders se ha intentado no solo que sea una simple representación gráfica de la pasarela, sino también se ha buscado un diseño fotográfico original.
  - La iluminación de los renders es variada en todas las ilustraciones. El único momento del día que no se ha representado es la noche, por limitaciones del programa.

Los renders reflejan la vista de la pasarela desde las siguientes posiciones:

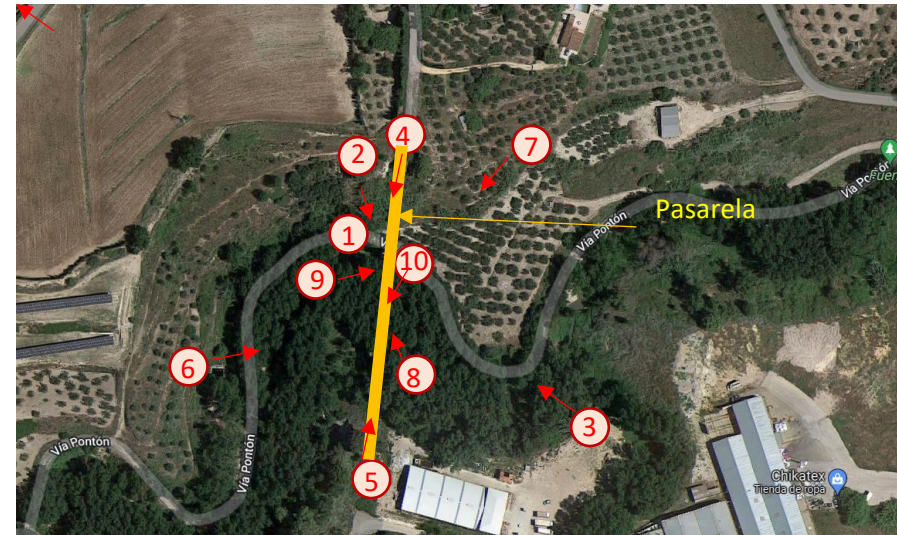


Figura 12. Posición de las vistas de los renders. (Fuente: Google Maps)

Con todos estos pasos a continuación se disponen todos los renders con una pequeña explicación en cada una de las ilustraciones, que remarca la posición en la que está hecho el render, el motivo y la iluminación.



La primera de las ilustraciones muestra un alzado del vano central, visto desde abajo a orillas del río Agres. En esta ilustración podemos ver como queda la triangulación de la celosía vista de frente, simulando el paso de un peatón por la vía del Pontón. Por otro lado, la iluminación se puede apreciar que representa un día soleado con alguna nube, es decir un día de una luz directa a la pasarela.



Ilustración 1. Alzado visto a orillas del río Agres. (Fuente: LUMION).

La segunda ilustración muestra la celosía desde un lateral de la pasarela, visto desde el lateral del estribo norte (más alejado del polígono de Muro de Alcoy). En esta ilustración se puede ver los tres vanos y la barandilla y como todo ello conforma una pieza de forma continua hasta el municipio de Muro de Alcoy, simulando como se vería la pasarela desde uno de los estribos. En este caso la iluminación es menor, ya que la ilustración releja una puesta de sol.



Ilustración 2. Vista de la celosía desde el estribo norte. (Fuente: LUMION).



La tercera ilustración muestra un alzado de toda la pasarela, visto desde una zona elevada que esta próxima al polígono de Muro de Alcoy. En esta ilustración se puede ver como la imagen de la pasarela toma totalmente la filosofía de puente de ferrocarriles, con esas celosías de gran canto y con muchos elementos de rigidización. Esta es una ilustración en donde se aprecia uno de los objetivos que es, que se parezca al antiguo puente de ferrocarril. La iluminación en este caso es un día con algunas nubes, proporcionando una luz difusa.



Ilustración 3. Alzado visto desde posición elevada próximo al Polígono de Muro de Alcoy. (Fuente: LUMION).

La cuarta ilustración muestra la pasarela por arriba, visto desde el estribo norte (más alejado del polígono de Muro de Alcoy). En esta ilustración se puede ver la zona peatonal de color verde y la zona ciclista de color rojo simplemente diferenciadas por los colores. También se puede en mayor detalle la barandilla. La iluminación en esta ilustración refleja la de un día nublado en el que el sol es directo, por lo que hay mucha luz.



Ilustración 4. Zona peatonal y ciclista de la pasarela desde estribo norte. (Fuente: LUMION).

La quinta ilustración muestra la pasarela por arriba, visto desde el otro estribo, más cercano al polígono de Muro de Alcoy. En esta ilustración también se puede ver la zona peatonal de color verde y la zona ciclista de color rojo simplemente diferenciadas por los colores. También se puede en mayor detalle la barandilla. La iluminación en esta ilustración refleja la puesta de sol, por lo que hay poca luz.



*Ilustración 5. Zona peatonal y ciclista de la pasarela desde estribo sur.  
(Fuente: LUMION).*

La sexta ilustración muestra un alzado de toda la pasarela, visto desde una zona elevada y alejada, desde donde también se ve la vía del Pontón por abajo a la izquierda, paralelo al río Agres. En esta ilustración se puede ver como la pasarela a pesar de sus grandes dimensiones queda totalmente integrada en el paisaje, ya que lo único que resalta en la ilustración son las grandes pilas de mampostería. La iluminación refleja un día con pocas nubes y luz suave.



*Ilustración 6. Alzado desde posición alejada. (Fuente: LUMION).*



La séptima ilustración muestra otro alzado de toda la pasarela visto ahora desde el otro lado de la pasarela. En esta ilustración se puede ver toda la celosía, pero en este caso con una iluminación mucho menor a causa de representar un día nublado con niebla densa.



Ilustración 7. Alzado desde arriba al otro lado del Polígono de Muro de Alcoy.  
(Fuente: LUMION).

En la octava ilustración se muestra otro alzado de la pasarela, visto desde debajo de la pasarela muy próximo a la pila sur (más próxima del polígono de Muro de Alcoy). En esta ilustración se muestra el apoyo de la celosía en la pila y también la triangulación de la celosía. La iluminación es poca, ya que la imagen refleja un atardecer.



Ilustración 8. Alzado desde abajo próximo a la pila sur.  
(Fuente: LUMION).



En la novena ilustración se muestra otro alzado de la pasarela, visto en este caso desde el río Agres. En esta ilustración se muestra el apoyo de la celosía en la pila norte y también la triangulación de la celosía. La iluminación es excesiva, ya que la imagen refleja un día con mucho sol.



Ilustración 9. Alzado desde el río Agres. (Fuente: LUMION).

En la última ilustración se muestra una vista inferior de la pasarela, visto desde la vía del Pontón. En esta ilustración se puede observar la gran rigidización que existe en la celosía, gracias a las cruces de San Andrés y vigas transversales. La iluminación refleja un día soleado, por ello hay un gran contraste entre zonas iluminadas y zonas en sombra.



Ilustración 10. Vista inferior desde vía del Pontón. (Fuente: LUMION).



## 5. CONCLUSIÓN

En el presente anejo se ha llevado a cabo la descripción de la pasarela que se estudia de forma exhaustiva además de mostrar diferentes imágenes de dicha estructura obtenidos mediante el programa LUMION.

Además, se realiza una explicación del modelo de cálculo empleado para el cálculo de la solución y una breve explicación del proceso seguido para obtener las ilustraciones.

## 6. REFERENCIAS

«Google Maps». Google Maps,  
<https://www.google.es/maps/place/Muro+de+Alcoy,+Alicante/@38.7804797,0.4471198,15z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0xd618f9daaca4f91:0x43ff296278275fd6!8m2!3d38.7805406!4d-0.4372114>. Accedido el 12 de julio de 2022.

---

## *ANEJO N.º 3: JUSTIFICACIÓN RESISTENTE DE LA SOLUCIÓN*

---

PRESENTADO POR: ALBERTO GARCÍA CÁRCEL

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TUTOR: JULIÁN ALCALÁ GONZÁLEZ

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA





## ÍNDICE

1.	OBJETO DEL PRESENTE ANEJO .....	5	3.	COMPROBACIÓN RESISTENTE DE LA LOSA .....	38
2.	COMPROBACIÓN DE LA CELOSIA .....	5	3.1.	NORMATIVA EMPLEADA .....	38
2.1.	NORMATIVA EMPLEADA .....	5	3.2.	DESCRIPCIÓN .....	38
2.2.	DESCRIPCIÓN .....	5	3.3.	MATERIALES .....	39
2.3.	MATERIALES EMPLEADOS .....	5	3.4.	CARGAS .....	39
2.4.	ESTADOS DE CARGA .....	6	3.5.	MODELO .....	40
2.5.	MODELO .....	6	3.6.	ESTADOS DE CARGA .....	40
2.6.	RESULTADOS SAP2000 .....	6	3.5.1.	COMBINACIÓN DE ESTADOS DE CARGA .....	44
2.7.	COMPROBACIONES RESISTENTES CELOSÍA .....	11	3.7.	RESULTADOS DEL SAP2000 .....	46
2.8.	COMPROBACIONES RESISTENTES SECCIONES .....	12	3.8.	ARMADO .....	47
2.8.1.	COMPROBACIONES E.L.U .....	14	3.7.1.	CÁLCULO DE LA ARMADURA MÍNIMA .....	49
2.8.1.1.	COMPROBACIÓN FRENTE A AXIL .....	14	4.	COMPROBACIÓN RESISTENTE DE LA PRELOSA .....	54
2.8.1.2.	COMPROBACIÓN FRENTE A MOMENTO FLECTOR .....	15	4.1.	NORMATIVA APLICADA .....	54
2.8.1.3.	COMPROBACIÓN FRENTE A CORTANTE .....	15	4.2.	DESCRIPCIÓN .....	54
2.8.1.4.	COMPROBACIÓN FRENTE A AXIL, MOMENTO Y CORTANTE .....	16	4.3.	MATERIALES .....	55
2.8.1.5.	COMPROBACIÓN FRENTE A PANDEO DE COMPRESIÓN .....	17	4.4.	CARGAS .....	55
2.8.1.6.	COMPROBACIÓN FRENTE A PANDEO DE COMPRESIÓN + FLEXIÓN .....	18	4.5.	MODELO .....	55
2.8.1.7.	COMPROBACIONES ARCO .....	19	4.6.	ESTADOS DE CARGA .....	56
2.8.1.8.	COMPROBACIONES VIGAS TRANSVERSALES SUPERIORES .....	22	4.5.1.	COMBINACIÓN DE ESTADOS DE CARGA .....	57
2.8.1.9.	COMPROBACIÓN VIGAS LONGITUDINALES .....	23	4.7.	RESULTADOS DEL SAP2000 .....	57
2.8.1.10.	COMPROBACIÓN DE LAS VIGAS TRANSVERSALES INFERIORES .....	26	4.8.	ARMADO .....	60
2.8.1.11.	COMPROBACIÓN VIGAS VERTICALES NODOS .....	28	4.7.1.	CÁLCULO DE LA ARMADURA MÍNIMA .....	63
2.8.1.12.	COMPROBACIONES TRIANGULACIONES .....	30	4.7.2.	COMPROBACIÓN ARMADURA SUPERIOR .....	68
2.8.1.13.	COMPROBACIONES CRUCES INTERIORES E INFERIORES .....	33	5.	CONCLUSIÓN .....	69
2.8.1.14.	COMPROBACIONES CRUCES INTERIORES NODOS .....	35	6.	REFERENCIAS .....	70
2.8.2.	CRITERIO FUNCIONAL RELATIVO A FLECHAS .....	37			



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo en elementos finitos de la pasarela. (Fuente: SAP2000)	6	Figura 21. Coeficientes de interacción $k_{ij}$ . (Fuente: Anexo A del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013))	19
Figura 2. Deformada de la celosía. (Fuente: SAP2000)	7	Figura 22. Sección en mm del arco. (Fuente: Elaboración propia)	19
Figura 3. Axil en el plano x-z de la celosía. (Fuente: SAP2000)	7	Figura 23. Sección de las vigas transversales superiores en mm. (Fuente: Elaboración propia)	22
Figura 4. Axil en el plano y-z de la celosía. (Fuente: SAP2000)	7	Figura 24. Sección Sección de las vigas longitudinales en mm. (Fuente: Elaboración propia)	23
Figura 5. Axil en las cruces de San Andrés. (Fuente: SAP2000)	8	Figura 25. Sección Sección de las vigas transversales inferiores en mm. (Fuente: Elaboración propia)	26
Figura 6. Momentos de eje y. (Fuente: SAP2000)	8	Figura 26. Sección Sección de los montantes en apoyos en mm. (Fuente: Elaboración propia)	28
Figura 7. Momentos eje y en el plano y-z. (Fuente: SAP2000)	9	Figura 27. Sección Sección de las vigas en triangulación en mm. (Fuente: Elaboración propia)	30
Figura 8. Momento eje y en las cruces de San Andrés. (Fuente: SAP2000)	9	Figura 28. Sección Sección de las cruces interiores e inferiores en mm. (Fuente: Elaboración propia)	33
Figura 9. Momentos de eje z. (Fuente: SAP2000)	9	Figura 29. Sección Sección de las cruces en apoyos en mm. (Fuente: Elaboración propia)	35
Figura 10. Momentos eje z en el plano y-z. (Fuente: SAP2000)	10	Figura 30. Modelo en elementos finitos de la losa. (Fuente: SAP2000)	40
Figura 11. Momento eje z en las cruces de San Andrés. (Fuente: SAP2000)	10	Figura 31. Representación de la carga originada por el pavimento. (Fuente: SAP2000)	41
Figura 12. Cortante en el plano x-z. (Fuente: SAP2000)	10	Figura 32. Representación de la carga originada por la barandilla. (Fuente: SAP2000)	41
Figura 13. Cortante en las cruces de San Andrés. (Fuente: SAP2000)	11	Figura 33. Representación de la carga originada por el viento vertical. (Fuente: SAP2000)	42
Figura 14. Cortante en el plano y-z. (Fuente: SAP2000)	11	Figura 34. Representación de la carga originada por la sobrecarga de uso. (Fuente: SAP2000)	42
Figura 15. Coeficientes de aprovechamiento de la celosía. (Fuente: SAP2000)	11	Figura 35. Representación de la carga originada por la sobrecarga de uso. (Fuente: SAP2000)	43
Figura 16. Relaciones máximas anchura/espesor para los elementos comprimidos. (Fuente: Tabla 5.2 del Eurocódigo 3, 2013)	13	Figura 36. Representación de la carga originada por la sobrecarga de uso. (Fuente: SAP2000)	43
Figura 17. Relaciones máximas anchura/espesor para los elementos comprimidos. (Fuente: Tabla 5.2 del Eurocódigo 3, 2013)	14		
Figura 18. Coeficientes de imperfección para las curvas de pandeo (Fuente: Tabla 6.1 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013))	17		
Figura 19. Elección de la curva de pandeo para cada sección transversal (Fuente: Tabla 6.2 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013))	17		
Figura 20. Valores para $NRk$ , $Mi$ , $Rk$ , y $\Delta Mi$ , $Ed$ . (Fuente: Tabla 6.7 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013))	18		





Figura 37. Representación de la carga originada por la sobrecarga de uso. (Fuente: SAP2000).....	43
Figura 38. Representación de la carga originada por la carga puntual. (Fuente: SAP2000).....	44
Figura 39. Representación de la carga originada por la sobrecarga de uso. (Fuente: SAP2000).....	44
Figura 40. Coeficientes parciales para las acciones. (Fuente: IAP11) .....	45
Figura 41. Factores de simultaneidad. (Fuente: IAP11) .....	45
Figura 42. Deformada de la losa. (Fuente: SAP2000).....	46
Figura 43. Momento longitudinal en la losa. (Fuente: SAP2000).....	46
Figura 44. Momento transversal en la losa. (Fuente: SAP2000). .....	46
Figura 45. Cortantes transversales en la losa. (Fuente: SAP2000). .....	47
Figura 46. Preferencias y valores de los parámetros en el cálculo de las cuantías de armadura. (Fuente: SAP2000).....	47
Figura 47. Cuantía de armado longitudinal superior. (Fuente: SAP2000). 47	
Figura 48. Cuantía de armado longitudinal inferior. (Fuente: SAP2000) ..	48
Figura 49. Cuantía de armado longitudinal superior. (Fuente: SAP2000). 48	
Figura 50. Cuantía de armado longitudinal superior. (Fuente: SAP2000). 48	
Figura 51. Modelo en elementos finitos de la prelosa. (Fuente: SAP2000). .....	56
Figura 52. Representación de la carga originada por el peso propio del hormigón vertido. (Fuente: SAP2000).....	56
Figura 53. Deformada de la prelosa. (Fuente: SAP2000). .....	58
Figura 54. Momento longitudinal en la prelosa. (Fuente: SAP2000). .....	58
Figura 55. Momento transversal en la prelosa. (Fuente: SAP2000).....	59
Figura 56. Cortante longitudinal en la prelosa. (Fuente: SAP2000) .....	59
Figura 57. Axiles en la prelosa. (Fuente: SAP2000). .....	60
Figura 58. Preferencias y valores de los parámetros en el cálculo de las cuantías de armadura. (Fuente: SAP2000).....	60
Figura 59. Cuantía de armado transversal superior. (Fuente: SAP2000) ..	61

Figura 60. Cuantía de armado transversal inferior. (Fuente: SAP2000) ....	61
Figura 61. Cuantía de armado longitudinal superior. (Fuente: SAP2000) .	62
Figura 62. Cuantía de armado longitudinal inferior (Fuente: SAP2000)....	62
Figura 63. Axil en la barra superior. (Fuente: SAP2000) .....	68

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coeficientes de aprovechamiento medios de la celosía. (Fuente: SAP2000).....	12
Tabla 2. Secciones finales en la pasarela. (Fuente: elaboración propia en Excel). .....	14
Tabla 3. Resumen de las cuantías calculadas a través del SAP2000. (Fuente: SAP2000).....	49
Tabla 4. Cuantías mínimas necesarias en la losa. (Fuente: Elaboración Propia).....	53
Tabla 5. Cuantías de armadura dispuesta. (Fuente: Elaboración Propia)..	54
Tabla 6. Disposición del armado propuesto. (Fuente: Elaboración Propia). .....	54
Tabla 7. Resumen de las cuantías calculadas a través del SAP2000. (Fuente: SAP2000).....	63
Tabla 8. Cuantías mínimas necesarias en la prelosa. (Fuente: Elaboración Propia). .....	67
Tabla 9. Disposición del armado propuesto. (Fuente: Elaboración Propia). .....	67



## 1. OBJETO DEL PRESENTE ANEJO

El objeto del presente documento es la justificación resistente de la pasarela que finalmente se proyecta, llevando a cabo para ello las comprobaciones de las secciones transversales de todos los elementos que conforman la estructura y el cálculo localizado tanto de la losa como de la prelosa.

Dichas comprobaciones resistentes se realizan con el objetivo de justificar el correcto comportamiento estructural de la pasarela y su validez a lo largo de la vida útil.

## 2. COMPROBACIÓN DE LA CELOSIA.

A lo largo de este apartado se definirá como se ha realizado el modelo de la celosía y se procederá a su comprobación por secciones transversales.

### 2.1. NORMATIVA EMPLEADA

En el desarrollo de este apartado se han empleado las siguientes normativas e instrucciones:

- Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios. (2013).
- Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 2: Puentes. (2013).

- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11). (2012).

### 2.2. DESCRIPCIÓN

Se trata de una celosía en arco de acero formada por 3 vanos, los vanos de los extremos con una luz de 41.5 m y el vano central de 50m. La triangulación de la celosía está conformada por montantes y diagonales simétricas respecto al centro de cada vano.

Sobre las vigas longitudinales de esta estructura apoyan las prelosas, que harán de encofrado perdido para poder verter el hormigón de la losa. En transversal, permite alojar una zona peatonal de 5,5 m de anchura, con dos barandillas en los bordes laterales.

Con todo ello se ha diseñado una celosía a construir en dos fases:

- Una primera fase dedicada al transporte de los elementos de la celosía para proceder al montaje de la celosía en un emplazamiento cercano a la pasarela.
- Una segunda fase en la cual mediante grúas se colocará la celosía en el lugar que corresponda.

### 2.3. MATERIALES EMPLEADOS

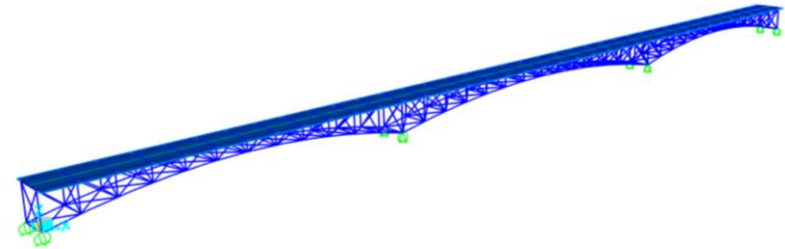
Los materiales que se emplean en esta pasarela es el acero para todos los elementos que la conforman y el hormigón para la definición del tablero.

Para la celosía solo se emplea el acero, cuyas características son las siguientes:



El modelo es el siguiente:

- Acero estructural (S355):
  - Peso específico ( $\gamma$ ): 78,5 kN/m<sup>3</sup>
  - Módulo de elasticidad (E): 210 GPa.
  - Módulo de elasticidad transversal (G): 81 GPa.
  - Coeficiente de Poisson ( $\nu$ ): 0,3
  - Coeficiente de dilatación térmica lineal ( $\alpha$ ): 12E-06 K<sup>-1</sup>
  - Límite elástico ( $f_y$ ): 355 MPa.
  - Resistencia a tracción ( $f_u$ ): 490 MPa.



## 2.4. ESTADOS DE CARGA

Todo aquello relacionado con las cargas aplicadas y las combinaciones de estados de carga se han definido en el TFM de Miguel de Fuenmayor Icardo.

## 2.5. MODELO

Para obtener esfuerzos y deformaciones en la celosía se ha trabajado sobre un modelo de elementos finitos tipo barra en el programa SAP-2000 v21.2.

Se ha modelado toda la celosía en arco con todos sus arriostramientos. También se ha modelado la losa para así tener en cuenta el peso propio de esta.

*Figura 1. Modelo en elementos finitos de la pasarela. (Fuente: SAP2000)*

En las zonas donde la celosía apoya en la subestructura se han dispuesto dados de apoyo, en forma de muelles. El cálculo de estos dados de apoyo se puede observar en el TFM de Miguel de Fuenmayor Icardo.

## 2.6. RESULTADOS SAP2000

Seguidamente se va a mostrar y comentar ciertos resultados obtenidos a través del modelo de la celosía realizado en SAP2000. En todas las imágenes las unidades de referencia son “KN” para las fuerzas y “m” para las unidades de longitud.

A acerca de la deformada de la losa que se puede ver a continuación, se observa que la máxima flecha se encuentra en la zona central de los vanos

extremos y es de 98,8mm. Por otro lado, en los apoyos se observa cómo la celosía se levanta unos 9mm.

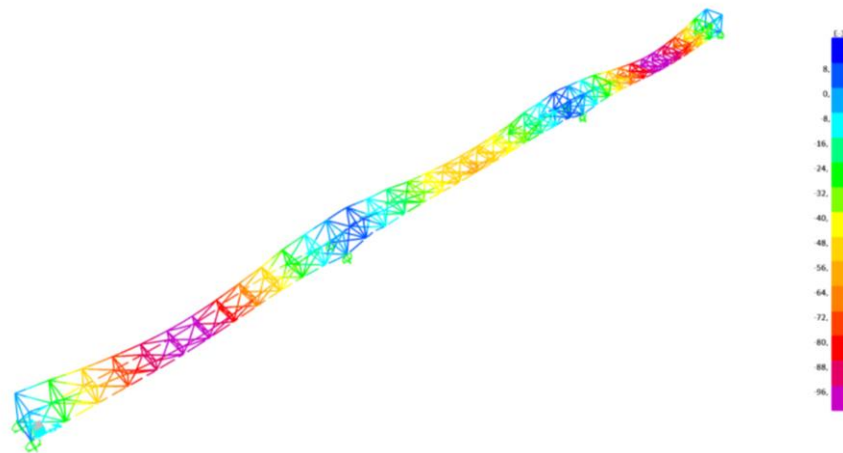


Figura 2. Deformada de la celosía. (Fuente: SAP2000).

En relación con el axil, en la figura 3, 4 y 5 se puede observar los axiles en las distintas piezas de la celosía, de las cuales obtenemos lo siguiente:

- El arco soporta en la zona central de los vanos de los extremos una tracción de 4650 kN.
- Las vigas transversales superiores soportan un axil de 75KN.
- Las vigas longitudinales soportan en los apoyos en las pilas unas tracciones de 3810KN.
- Las vigas transversales inferiores soportan un axil de 300KN.
- Los montantes establecidos en las secciones de los soportes soportan un axil de 1540KN.
- La triangulación soporta un axil de 1300 KN en las diagonales.

- Las cruces interiores inferiores soportan un axil de 170KN.
- Las cruces interiores transversales soportan un axil de 180KN.

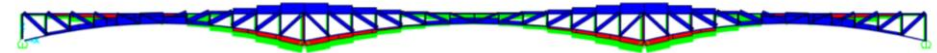


Figura 3. Axil en el plano x-z de la celosía. (Fuente: SAP2000).

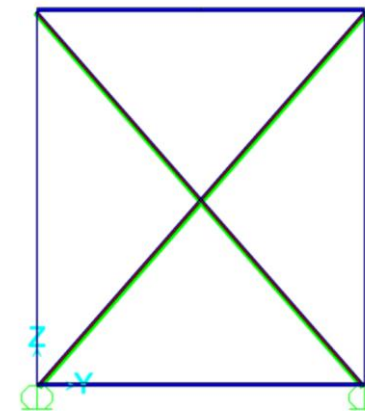


Figura 4. Axil en el plano y-z de la celosía. (Fuente: SAP2000).

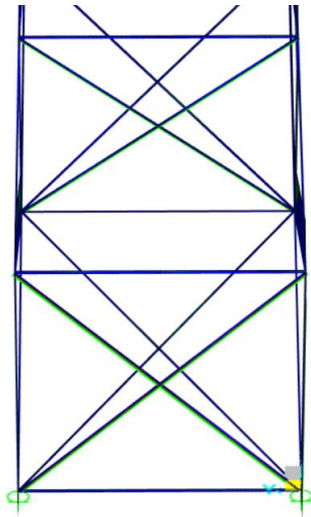


Figura 5. Axil en las cruces de San Andrés. (Fuente: SAP2000).

En relación con el momento en el eje y, en la figura 6, 7 y 8 se puede observar los momentos en las distintas piezas de la celosía, de las cuales obtenemos lo siguiente:

- El arco soporta un momento máximo de 200 KN\*m.
- Las vigas transversales superiores soportan un momento de 1 KN\*m.
- Las vigas longitudinales soportan en los apoyos en las pilas un momento de 100 KN\*m.
- Las vigas transversales inferiores soportan un momento de 5 KN\*m.

- Los montantes establecidos en las secciones de los soportes soportan un momento de 10 KN\*m.
- La triangulación soporta un momento de 15 KN\*m en las diagonales.
- Las cruces interiores inferiores soportan un momento de 5 KN\*m.
- Las cruces interiores transversales soportan un momento de 5 KN\*m.

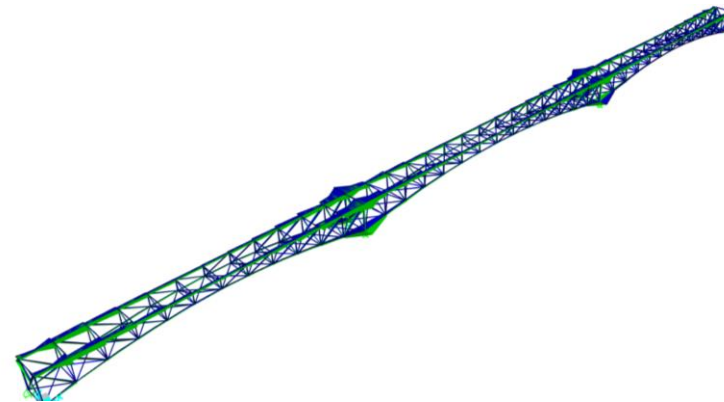


Figura 6. Momentos de eje y. (Fuente: SAP2000).

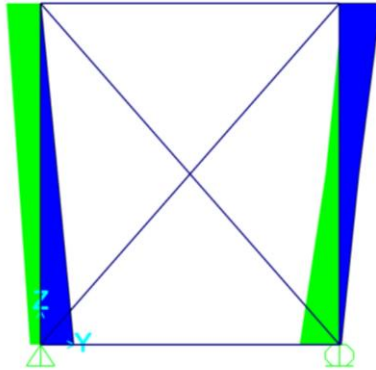


Figura 7. Momentos eje y en el plano y-z. (Fuente: SAP2000).

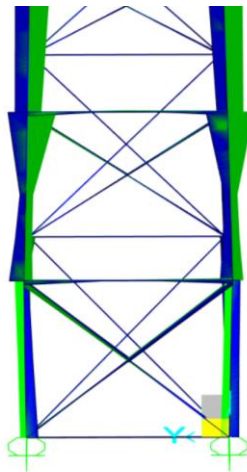


Figura 8. Momento eje y en las cruces de San Andrés. (Fuente: SAP2000).

En relación con el momento en el eje z, en la figura 9, 10 y 11 se puede observar los momentos en las distintas secciones de la celosía, de las cuales se obtiene lo siguiente:

- El arco soporta un momento máximo de 30 KN\*m.
- Las vigas transversales superiores soportan un momento de 5 KN\*m.
- Las vigas longitudinales soportan en el medio de los vamos exteriores un momento de 15 KN\*m.
- Las vigas transversales inferiores soportan un momento de 1 KN\*m.
- Los montantes establecidos en las secciones de los soportes soportan un momento de 10 KN\*m.
- La triangulación soporta un momento de 5 KN en las diagonales.
- Las cruces interiores inferiores soportan un momento de 5 KN\*m.
- Las cruces interiores transversales soportan un momento de 5 KN\*m.



Figura 9. Momentos de eje z. (Fuente: SAP2000).

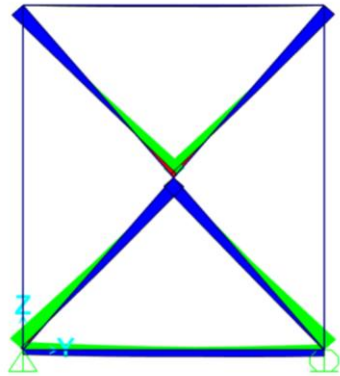


Figura 10. Momentos eje z en el plano y-z. (Fuente: SAP2000).

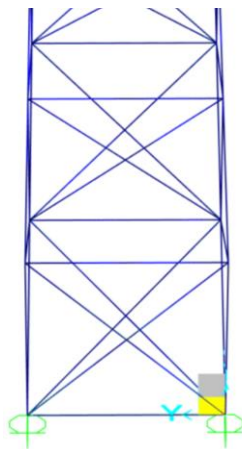


Figura 11. Momento eje z en las cruces de San Andrés. (Fuente: SAP2000).

En relación con el cortante, en la figura 12, 13 y 14 se puede observar los cortantes en las distintas piezas de la triangulación, de las cuales se obtiene lo siguiente:

- El arco soporta un cortante máximo de 140 KN.
- Las vigas transversales superiores soportan un momento de 140 KN.
- Las vigas longitudinales soportan un cortante de 140 KN.
- Las vigas transversales inferiores soportan un cortante de 5 KN.
- Los montantes establecidos en las secciones de los soportes soportan un cortante de 5 KN.
- La triangulación soporta un cortante de 5 KN en las diagonales.
- Las cruces interiores inferiores soportan un cortante de 5 KN.
- Las cruces interiores transversales soportan un cortante de 5 KN.

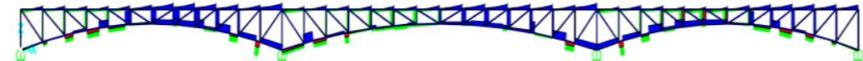


Figura 12. Cortante en el plano x-z. (Fuente: SAP2000).

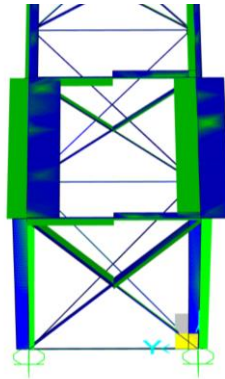


Figura 13. Cortante en las cruces de San Andrés. (Fuente: SAP2000).

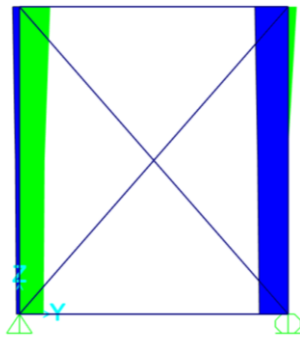


Figura 14. Cortante en el plano y-z. (Fuente: SAP2000).

## 2.7. COMPROBACIONES RESISTENTES CELOSÍA

A partir del programa SAP2000 se obtienen los coeficientes de aprovechamientos de las secciones de la celosía, como una primera revisión estructural general antes de proceder a la comprobación de cada sección de la celosía.

En la siguiente figura se observa el valor de los coeficientes de aprovechamiento, en diferentes colores según su valor:

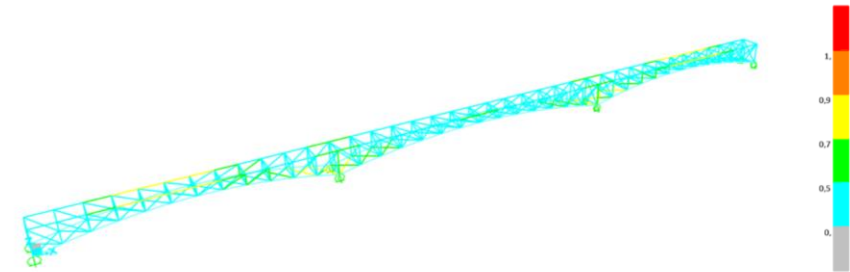


Figura 15. Coeficientes de aprovechamiento de la celosía. (Fuente: SAP2000).

En la siguiente tabla se observa el valor medio de los coeficientes de aprovechamiento para cada sección dispuesta en la celosía:





SOLUCIÓN 3.1 CÁLCULO FINAL			
Número	Tipo de viga	Media	Media total
140	Cruces interiores	0,166	<b>0,296</b>
152	Cruces interiores inferiores	0,353	
16	Cruces interiores nodos	0,324	
76	Vigas longitudinales	0,480	
39	Vigas transversales inferiores	0,184	
78	Vigas transversales superiores	0,134	
8	Vigas verticales nodos	0,444	
146	Vigas triangulaciones	0,368	
6	Arco	0,85	

Tabla 1. Coeficientes de aprovechamiento medios de la celosía.  
(Fuente: SAP2000).

Se puede comprobar observando la tabla anterior que en general la pasarela tiene un coeficiente de aprovechamiento del 0,3, por lo que en un principio cumple de manera eficaz las cargas dispuestas. Las secciones más cargadas son las vigas longitudinales y los arcos como era de esperar, ya que son los elementos que deben resistir la mayor cantidad de las cargas. Mientras que los otros elementos son los que distribuyen los esfuerzos y aportan una mayor rigidez a la estructura.

Otra sección con un coeficiente alto son las vigas verticales en las secciones de los apoyos de la pasarela, ya que estas secciones tienen que aguantar elevados cortantes.

## 2.8. COMPROBACIONES RESISTENTES SECCIONES

En el siguiente apartado se llevan a cabo las comprobaciones resistentes relativas al Estado Límite Último (E.L.U) y al criterio funcional relativo a flechas.

Las secciones transversales de todos los elementos que conforman la pasarela se verifican, en base al Eurocódigo 3 (EC-3, 2013), frente a axil, momento flector, cortante, combinación de estos tres últimos esfuerzos y, en el caso de elementos comprimidos, pandeo de compresión y pandeo de compresión y flexión.

Cabe destacar la importancia de la clasificación de las secciones transversales de acero, cuya función es identificar en qué medida su resistencia y su capacidad de rotación pueden verse limitadas por la aparición y desarrollo de fenómenos de abolladura en las chapas comprimidas.

Se definen cuatro clases de secciones transversales de la siguiente forma:

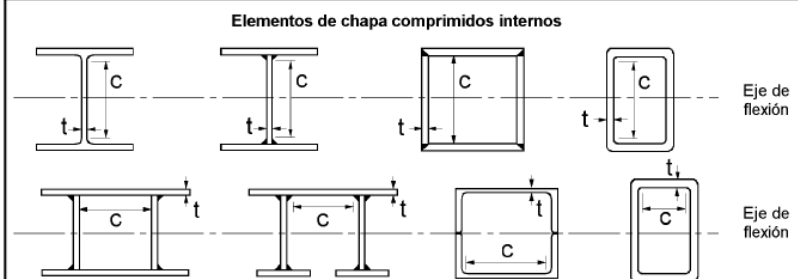
- Secciones transversales de Clase 1: aquellas que pueden desarrollar rótulas plásticas, con la capacidad de rotación requerida para un análisis global plástico, sin reducción de la resistencia de la sección.
- Secciones transversales de Clase 2: aquellas que pueden alcanzar su momento resistente plástico, pero que poseen una capacidad de rotación limitada a causa de la aparición de fenómenos de inestabilidad local (abolladura).



- Secciones transversales de Clase 3: aquellas para las que la tensión calculada en la fibra más comprimida del elemento, suponiendo una distribución elástica de tensiones, puede alcanzar el límite de elasticidad del acero, pero en las que el desarrollo de fenómenos de inestabilidad local es susceptible de impedir el desarrollo del momento resistente plástico de la sección.
- Secciones transversales de Clase 4: aquellas en las que la abolladura local se produce antes de alcanzarse el límite de elasticidad en una o varias zonas comprimidas de chapa de la sección transversal.

La clasificación de las secciones transversales se realiza en base a la relación existente entre la anchura y el espesor de los elementos comprimidos, tal y como se muestra en la siguiente tabla extraída del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013).

**Elementos de chapa comprimidos internos**



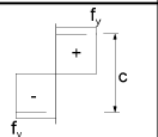
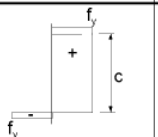
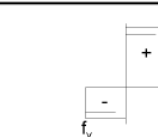
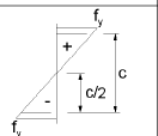
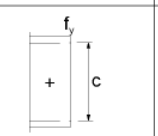
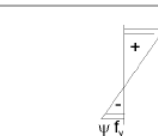
Clase	Chapa flectada	Chapa comprimida	Chapa flexo-comprimida			
Ley de tensiones en las chapas (compresión positiva)						
1	$c/t \leq 72\epsilon$	$c/t \leq 33\epsilon$	cuando $\alpha > 0,5$ : $c/t \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$ cuando $\alpha \leq 0,5$ : $c/t \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\epsilon$	$c/t \leq 38\epsilon$	cuando $\alpha > 0,5$ : $c/t \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$ cuando $\alpha \leq 0,5$ : $c/t \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$			
Ley de tensiones en las chapas (compresión positiva)						
3	$c/t \leq 124\epsilon$	$c/t \leq 42\epsilon$	cuando $\psi > -1$ : $c/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ cuando $\psi \leq -1^{(*)}$ : $c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$			
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	$f_y$ $\epsilon$	235 1,00	275 0,92	355 0,81	420 0,75	460 0,71

Figura 16. Relaciones máximas anchura/espesor para los elementos comprimidos. (Fuente: Tabla 5.2 del Eurocódigo 3, 2013).



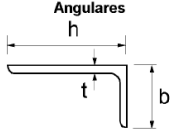
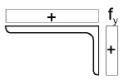
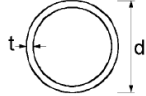
<p>Consultar análogamente "Alas en vuelo" (véase la hoja 2 de 3)</p>  <p>Angulares h t b</p> <p>No se aplica a angulares en contacto continuo con otros componentes</p>						
Clase	Sección comprimida					
Ley de tensiones en las chapas (compresión positiva)						
3	$h/t \leq 15\epsilon$ y $\frac{b+h}{2t} \leq 11,5\epsilon$					
<p>Secciones huecas circulares</p> 						
Clase	Sección flectada y/o comprimida					
1	$d/t \leq 50\epsilon^2$					
2	$d/t \leq 70\epsilon^2$					
3	$d/t \leq 90\epsilon^2$					
NOTA: Para $d/t > 90\epsilon^2$ , véase la Norma Europea EN 1993-1-6						
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	$f_y$	235	275	355	420	460
	$\epsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71
	$\epsilon^2$	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51

Figura 17. Relaciones máximas anchura/espesor para los elementos comprimidos. (Fuente: Tabla 5.2 del Eurocódigo 3, 2013).

En base a la clasificación de las secciones explicada anteriormente, las secciones de Clase 1 o Clase 2 se dimensionan en régimen plástico ya que son las únicas capaces de alcanzar el momento plástico, por lo que la definición de las dimensiones de las secciones transversales de las pasarelas se realiza siempre teniendo en cuenta que estas deben ser de Clase 1 para poder evitar así fenómenos de inestabilidad local (abolladura).

Con todo ello las secciones sobre las que se va a realizar la comprobación resistente son las siguientes:

SOLUCIÓN 3.1 CÁLCULO FINAL	h (m)	b (m)	e (m)	d (m)	CLASE
Arco	0,35	0,35	0,016	-	1
Cruces interiores	-	-	0,008	0,1143	1
Cruces interiores inferiores	-	-	0,008	0,1143	1
Cruces interiores nodos	-	-	0,01	0,1397	1
Vigas longitudinales	0,35	0,35	0,0142	-	1
Vigas transversales inferiores	0,12	0,12	0,0056	-	1
Vigas transversales superiores	0,1	0,1	0,005	-	1
Vigas verticales nodos	0,2	0,2	0,016	-	1
Vigas triangulaciones	0,18	0,18	0,0142	-	1
PESO TOTAL	1395	kN			
PESO TOTAL	142,29	tonf			

Tabla 2. Secciones finales en la pasarela. (Fuente: elaboración propia en Excel).

## 2.8.1. COMPROBACIONES E.L.U

### 2.8.1.1. COMPROBACIÓN FRENTE A AXIL

Por lo que respecta a las comprobaciones frente a axil, siguiendo el apartado 6.2.4 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013), el valor de cálculo del esfuerzo axil  $N_{Ed}$  obtenido a partir del software SAP2000 en la sección considerada dividido entre el valor de la resistencia de cálculo de dicha sección transversal ( $N_{pl,Rd}$ ) debe ser inferior o igual a la unidad:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1$$



Esta resistencia de cálculo a axil para secciones transversales de clase 1 se obtiene de la siguiente forma:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}}$$

donde:

$A$ : área de la sección transversal.

$f_y$ : límite elástico del acero cuyo valor es de 355 MPa.

$\gamma_{M0}$ : coeficiente parcial de seguridad igual a 1,05 según el capítulo 6 del Anexo 2 del Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 2: Puentes. (2013).

### 2.8.1.2. COMPROBACIÓN FRENTE A MOMENTO FLECTOR

En este caso y siguiendo el apartado 6.2.5 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013), se debe cumplir que la relación entre el valor de cálculo del momento flector en la sección transversal ( $M_{Ed}$ ) y la resistencia de cálculo a flexión de dicha sección ( $M_{pl,Rd}$ ) sea inferior o igual a la unidad:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1$$

La resistencia de cálculo a flexión alrededor de un eje principal para clase de sección 1 se determina con la siguiente fórmula:

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} * f_y}{\gamma_{M0}}$$

donde:

$W_{pl}$ : módulo plástico de la sección transversal obtenido de prontuario en función de la sección considerada.

$f_y$ : límite elástico del acero cuyo valor es de 355 MPa.

$\gamma_{M0}$ : coeficiente parcial de seguridad igual a 1,05 según el capítulo 6 del Anexo 2 del Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 2: Puentes. (2013).

En el caso de todos los arcos se comprueba la flexión de eje "y" y de eje "z".

### 2.8.1.3. COMPROBACIÓN FRENTE A CORTANTE

En base al apartado 6.2.6 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013), el valor de cálculo del esfuerzo cortante ( $V_{Ed}$ ) de la sección debe cumplir:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

En dimensionamiento plástico, como es el caso al ser las secciones de clase 1, el valor de la resistencia de cálculo a cortante de la sección transversal ( $V_{c,Rd}$ ) se obtiene de la siguiente forma:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v * (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$



donde:

$A_V$ : área de cortante que se obtiene como sigue para secciones transversales de espesor constante cuadradas huecas:

$$\frac{A * h}{(b + h)}$$

Donde A es el área de la sección y b y h son la anchura y el canto de la sección respectivamente.

$f_y$ : límite elástico del acero cuyo valor es de 355 MPa.

$\gamma_{M0}$ : coeficiente parcial de seguridad igual a 1,05 según el capítulo 6 del Anexo 2 del Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 2: Puentes. (2013).

#### 2.8.1.4. COMPROBACIÓN FRENTE A AXIL, MOMENTO Y

##### CORTANTE

Según el apartado 6.2.10 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013), en los casos en los que exista esfuerzo cortante y esfuerzo axil, debe llevarse a cabo la reducción de la resistencia de cálculo a flexión para considerar el efecto de ambos esfuerzos.

Siempre que el valor de cálculo del esfuerzo cortante ( $V_{Ed}$ ) no exceda del 50% de la resistencia plástica de cálculo a cortante ( $V_{pl,Rd}$ ) no es necesario hacer ninguna reducción de las resistencias definidas para flexión y axil.

Si se cumple la condición anterior, se lleva a cabo la comprobación de la sección transversal frente a los efectos combinados de flexión y axil. En este caso, en base al apartado 6.2.9 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013) se debe llevar

a cabo una reducción de la resistencia plástica a flexión ( $M_{pl,Rd}$ ) por la existencia del esfuerzo axil ( $N_{Ed}$ ), según la siguiente expresión para flexión biaxial:

$$\left[ \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[ \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta \leq 1$$

Donde  $\alpha$  y  $\beta$  es igual a 1 de forma conservadora y las resistencias a flexión de eje "y" y de eje "z" reducidas son las siguientes:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} * \left[ 1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2 \right]$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} * \left[ 1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2 \right]$$

En el caso de secciones huecas circulares,  $\alpha$  y  $\beta$  es igual a 2 y:

$$M_{N,y,Rd} = M_{N,z,Rd} = M_{pl,Rd} * (1 - n^{1,7})$$

donde  $n = N_{Ed}/N_{pl,Rd}$

Sin embargo, en el caso de secciones doblemente simétricas, no es necesario realizar la reducción de la resistencia plástica de cálculo a flexión alrededor del eje y-y cuando se cumplan los siguientes dos criterios:

$$N_{Ed} \leq 0,25 * N_{pl,Rd}$$

$$N_{Ed} \leq \frac{0,5 * h_w * t_w * f_y}{\gamma_{M0}}$$



### 2.8.1.5. COMPROBACIÓN FRENTE A PANDEO DE COMPRESIÓN

Los elementos arco que se encuentren sometidos a compresión deben comprobarse frente a pandeo de compresión siguiendo el apartado 6.3.1 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013) de la siguiente forma:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

donde:

$N_{Ed}$ : valor de cálculo del esfuerzo axial de compresión.

$N_{b,Rd}$ : resistencia de cálculo a pandeo del elemento comprimido calculada con la siguiente fórmula:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi * A * f_y}{\gamma_{M1}}$$

siendo  $\chi$  es el coeficiente de reducción para el modo de pandeo considerado,  $A$  es el área de la sección y  $\gamma_{M1}$  es un coeficiente parcial de seguridad equivalente a 1,10 en el caso de puentes según el capítulo 6 del Anexo 2 del Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 2: Puentes. (2013).

Para elementos sometidos a compresión, el valor de  $\chi$  correspondiente a la esbeltez adimensional  $\lambda$  debe determinarse a partir de la curva de pandeo apropiada de acuerdo con:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}}$$

con  $\chi \leq 1$  y donde:

$$\Phi = 0,5 * [1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2]$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} \quad \text{para secciones de clase 1.}$$

$\alpha$ : coeficiente de imperfección obtenido para cada una de las curvas de pandeo según la tabla 6.1 y 6.2 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013) mostradas a continuación:

Curva de pandeo	a <sub>0</sub>	a	b	c	d
Coefficiente de imperfección $\alpha$	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Figura 18. Coeficientes de imperfección para las curvas de pandeo  
(Fuente: Tabla 6.1 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013)).


Secciones huecas		Acabados en caliente	cualquiera	a	a <sub>0</sub>
		Conformados en frío	cualquiera	c	c

Figura 19. Elección de la curva de pandeo para cada sección transversal  
(Fuente: Tabla 6.2 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013)).

$N_{cr}$ : esfuerzo axial crítico elástico para el modo de pandeo considerado y que se obtiene por medio de la siguiente expresión:



$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{L_{cr}^2}$$

donde:

E: módulo de elasticidad del acero cuyo valor es 210.000 N/mm<sup>2</sup>.

I: inercia a flexión de la sección.

L<sub>cr</sub>: longitud de pandeo en el plano de pandeo considerado. L<sub>cr</sub> = L \* β, donde L es la longitud del elemento considerado y β=1 para piezas biarticuladas.

### 2.8.1.6. COMPROBACIÓN FRENTE A PANDEO DE COMPRESIÓN

#### + FLEXIÓN

Los arcos, al tratarse de elementos que están sometidos a esfuerzos combinados de axil de compresión y flexión, deben comprobarse frente a este efecto siguiendo el apartado 6.3.3 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013).

Los elementos sometidos a compresión y flexión deben satisfacer las siguientes condiciones:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk}} + k_{yy} * \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} * \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk}} + k_{zy} * \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} * \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

donde:

N<sub>Ed</sub>, M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub>: valores de cálculo del esfuerzo axil de compresión y de los momentos flectores máximos a lo largo del elemento, alrededor de los ejes “y-y” y “z-z” respectivamente.

ΔM<sub>y,Ed</sub>, ΔM<sub>z,Ed</sub>: momentos debidos al desplazamiento del eje del centro de gravedad. De acuerdo con la tabla 6.7 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013), estos valores son iguales a cero para secciones de clase 1,2 y 3.

$$N_{Rk} = f_y * A$$

M<sub>Rk</sub>: momento obtenido de la siguiente forma según la tabla 6.7 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013):

$$M_{y,Rk} = M_{z,Rk} = f_y * W_{pl}$$

Se muestra a continuación la Tabla 6.7 del EC-3 mencionada anteriormente:

Clase	1	2	3	4
A <sub>i</sub>	A	A	A	A <sub>eff</sub>
W <sub>y</sub>	W <sub>pl,y</sub>	W <sub>pl,y</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>eff,y</sub>
W <sub>z</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>el,z</sub>	W <sub>eff,z</sub>
ΔM <sub>y,Ed</sub>	0	0	0	e <sub>N,y</sub> N <sub>Ed</sub>
ΔM <sub>z,Ed</sub>	0	0	0	e <sub>N,z</sub> N <sub>Ed</sub>

Figura 20. Valores para N<sub>Rk</sub>, M<sub>i,Rk</sub> y ΔM<sub>i,Ed</sub>.  
(Fuente: Tabla 6.7 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013)).



$\chi_y, \chi_z$ : coeficientes de reducción para pandeo por flexión obtenidos del apartado 6.3.1 del EC-3 y calculados como sigue:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}}$$

$\chi_{LT}$ : coeficiente de reducción para pandeo lateral y obtenido del apartado 6.3.2 del EC-3. Según este apartado, para elementos no susceptibles a la deformación por torsión se considera  $\chi_{LT} = 1$ .

$k_{yy}, k_{yz}, k_{zy}, k_{zz}$ : coeficientes de interacción obtenidos según el Método 1 que plantea la Tabla A.1 del Anexo A del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013) mostrada a continuación:

Coeficientes de interacción	Hipótesis de cálculo	
	Características elásticas de las secciones Secciones Clases 3 y 4	Características plásticas de las secciones Secciones Clases 1 y 2
$k_{yy}$	$C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{yy}}$
$k_{yz}$	$C_{mz} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	$C_{mz} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \frac{1}{C_{yz}} 0,6 \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$
$k_{zy}$	$C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{zy}} 0,6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$
$k_{zz}$	$C_{mz} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	$C_{mz} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \frac{1}{C_{zz}}$

Figura 21. Coeficientes de interacción  $k_{ij}$ .  
(Fuente: Anexo A del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013)).

### 2.8.1.7. COMPROBACIONES ARCO

La sección del arco establecida es la que se muestra a continuación:

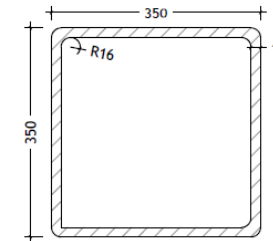


Figura 22. Sección en mm del arco. (Fuente: Elaboración propia).

Es una sección cuadrada hueca cuyas dimensiones son:  $h=0,35$  m ;  $b=0,35$  m ;  $t=0,016$  m.

En primer lugar, resulta necesario establecer la clase de dicha sección. Según la Tabla 5.2 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013) que se muestra en apartados anteriores y considerando chapa comprimida:

$$\frac{c}{t} = \frac{0,318}{0,016} = 19,88 \leq 33 * \varepsilon = 33 * 0,81 = 26,73$$

Por lo que esta sección es de Clase 1.

### COMPROBACIÓN DE AXIL

El valor de cálculo del esfuerzo axil  $N_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 4650 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a axil es de:





$$N_{pl,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{21100 * 355}{1,05} = 7133,81 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a axil.

### COMPROBACIÓN DE MOMENTO FLECTOR

El valor de cálculo del momento flector de eje y-y  $M_{Ed,y}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 200 kN\*m y el valor del momento flector de eje z-z  $M_{Ed,z}$  es de 30 kN\*m, mientras que los valores de las resistencias de la sección transversal a momento flector de eje y-y y de eje z-z son de:

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{2630000 * 355}{1,05} = 889,19 \text{ kN} * \text{m}$$

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{2630000 * 355}{1,05} = 889,19 \text{ kN} * \text{m}$$

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{pl,y,Rd}} \leq 1 \text{ y } \frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,z,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a momento flector.

### COMPROBACIÓN DE CORTANTE

El valor de cálculo del esfuerzo cortante  $V_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 140 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a cortante es de:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_V * (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{10550 * (355 / \sqrt{3})}{1,05} = 2059,35 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1$$

Por lo que la sección cumple frente a cortante.

### COMPROBACIÓN DE AXIL + MOMENTO + CORTANTE

En este caso,  $V_{Ed}$  es inferior al 50% de la resistencia a cortante  $V_{pl,Rd}$ , por lo que no es necesario realizar una reducción de la sección por cortante. Además, no se cumplen ninguno de los dos criterios establecidos y explicados previamente, por lo que se debe reducir la resistencia a flexión de eje y-y. Los cálculos quedan como sigue:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} * \left[ 1 - \left( \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right] = 511,39 \text{ kN} * \text{m}$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} * \left[ 1 - \left( \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right] = 511,39 \text{ kN} * \text{m}$$

$$\left[ \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[ \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta = 0,450 \leq 1$$



Por lo que la sección cumple frente a la interacción de esfuerzos de axil, momento flector y cortante.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 * 210.000 * 389420000}{3,5^2} = 65887,22 \text{ kN}$$

### COMPROBACIÓN DE PANDEO DE COMPRESIÓN

El valor de cálculo del esfuerzo axil  $N_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 4650 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a pandeo de compresión es de:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi * A * f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,93 * 21100 * 355}{1,10} = 6333,50 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a pandeo de compresión.

Los valores de los diferentes parámetros a tener en cuenta para esta comprobación son:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{0,59 + \sqrt{0,59^2 - 0,34^2}} = 0,93$$

siendo:

$$\Phi = 0,5 * [1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2]$$

$$= 0,5 * [1 + 0,49 * (0,34 - 0,2) + 0,34^2] = 0,59$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{21100 * 355}{65887,22}} = 0,34$$

### COMPROBACIÓN DE PANDEO DE COMPRESIÓN + FLEXIÓN

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk}} + k_{yy} * \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} * \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0,87 \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk}} + k_{zy} * \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} * \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0,87 \leq 1$$

Por lo que la sección cumple frente a pandeo de compresión más flexión.

Los valores de los diferentes parámetros son:

$$N_{Rk} = f_y * A = 355 * 21100 = 7490,5 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = M_{z,Rk} = f_y * W_{pl} = 355 * 2630000 = 933,65 \text{ kN} * m$$

$$\chi_y, \chi_z = \chi \text{ obtenido previamente.}$$

$$\chi_{LT} = 1$$

$$k_{yy} = 0,5 ; k_{yz} = 0,5 ; k_{zy} = 0,5 ; k_{zz} = 0,5$$



### 2.8.1.8. COMPROBACIONES VIGAS TRANSVERSALES

#### SUPERIORES

La sección de las vigas establecida es la que se muestra a continuación:

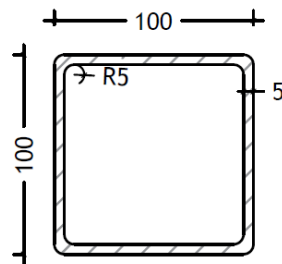


Figura 23. Sección de las vigas transversales superiores en mm.  
(Fuente: Elaboración propia).

Es una sección cuadrada hueca cuyas dimensiones son:  $h=0,10$  m ;  $b=0,10$  m ;  $t=0,005$  m.

En primer lugar, resulta necesario establecer la clase de dicha sección. Según la Tabla 5.2 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013) que se muestra en apartados anteriores y considerando chapa comprimida:

$$\frac{c}{t} = \frac{0,09}{0,005} = 18 \leq 33 * \varepsilon = 33 * 0,81 = 26,73$$

Por lo que esta sección es de Clase 1.

#### COMPROBACIÓN DE AXIL

El valor de cálculo del esfuerzo axil  $N_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 75 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a axil es de:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1870 * 355}{1,05} = 632,24 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a axil.

#### COMPROBACIÓN DE MOMENTO FLECTOR

El valor de cálculo del momento flector de eje y-y  $M_{Ed,y}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 1 kN\*m y el valor del momento flector de eje z-z  $M_{Ed,z}$  es de 5 kN\*m, mientras que los valores de las resistencias de la sección transversal a momento flector de eje y-y y de eje z-z son de:

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{66400 * 355}{1,05} = 22,45 \text{ kN * m}$$

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{66400 * 355}{1,05} = 22,45 \text{ kN * m}$$

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{pl,y,Rd}} \leq 1 \text{ y } \frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,z,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a momento flector.



### COMPROBACIÓN DE CORTANTE

El valor de cálculo del esfuerzo cortante  $V_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 140 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a cortante es de:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_V * (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{935 * (355 / \sqrt{3})}{1,05} = 182,51 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1$$

Por lo que la sección cumple frente a cortante.

### COMPROBACIÓN DE AXIL + MOMENTO + CORTANTE

En este caso,  $V_{Ed}$  es inferior al 50% de la resistencia a cortante  $V_{pl,Rd}$ , por lo que no es necesario realizar una reducción de la sección por cortante. Además, se cumplen los dos criterios establecidos y explicados previamente, por lo que no se debe reducir la resistencia a flexión de eje y-y. Los cálculos quedan como sigue:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} * \left[ 1 - \left( \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right] = 22,45 \text{ kN * m}$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} * \left[ 1 - \left( \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right] = 22,13 \text{ kN * m}$$

$$\left[ \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[ \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta = 0,270 \leq 1$$

Por lo que la sección cumple frente a la interacción de esfuerzos de axil, momento flector y cortante.

$$0,5 ; k_{zz} = 0,5$$

### 2.8.1.9. COMPROBACIÓN VIGAS LONGITUDINALES

La sección de las vigas longitudinales establecida es la que se muestra a continuación:

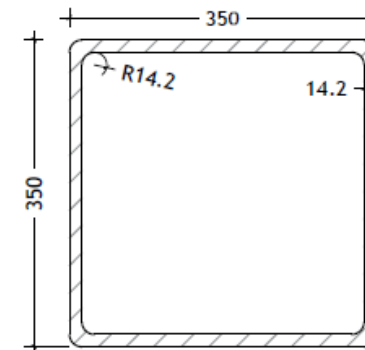


Figura 24. Sección Sección de las vigas longitudinales en mm.  
(Fuente: Elaboración propia).



Es una sección cuadrada hueca cuyas dimensiones son:  $h=0,35$  m ;  $b=0,35$  m ;  $t=0,0142$  m.

En primer lugar, resulta necesario establecer la clase de dicha sección. Según la Tabla 5.2 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013) que se muestra en apartados anteriores y considerando chapa comprimida:

$$\frac{c}{t} = \frac{0,3216}{0,0142} = 22,65 \leq 33 * \varepsilon = 33 * 0,81 = 26,73$$

Por lo que esta sección es de Clase 1.

### COMPROBACIÓN DE AXIL

El valor de cálculo del esfuerzo axil  $N_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 3810 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a axil es de:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{18900 * 355}{1,05} = 6390 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a axil.

### COMPROBACIÓN DE MOMENTO FLECTOR

El valor de cálculo del momento flector de eje y-y  $M_{Ed,y}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 100 kN\*m y el valor del momento flector de eje z-z  $M_{Ed,z}$

es de 15 kN\*m, mientras que los valores de las resistencias de la sección transversal a momento flector de eje y-y y de eje z-z son de:

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{2364000 * 355}{1,05} = 799,26 \text{ kN * m}$$

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{2364000 * 355}{1,05} = 799,26 \text{ kN * m}$$

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{pl,y,Rd}} \leq 1 \text{ y } \frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,z,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a momento flector.

### COMPROBACIÓN DE CORTANTE

El valor de cálculo del esfuerzo cortante  $V_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 140 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a cortante es de:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v * (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{9450 * (355 / \sqrt{3})}{1,05} = 1844,63 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1$$

Por lo que la sección cumple frente a cortante.



### COMPROBACIÓN DE AXIL + MOMENTO + CORTANTE

En este caso,  $V_{Ed}$  es inferior al 50% de la resistencia a cortante  $V_{pl,Rd}$ , por lo que no es necesario realizar una reducción de la sección por cortante. Además, no se cumplen ninguno de los dos criterios establecidos y explicados previamente, por lo que se debe reducir la resistencia a flexión de eje y-y. Los cálculos quedan como sigue:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} * \left[ 1 - \left( \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right] = 515,12 \text{ kN} * \text{m}$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} * \left[ 1 - \left( \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right] = 515,12 \text{ kN} * \text{m}$$

$$\left[ \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[ \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta = 0,223 \leq 1$$

Por lo que la sección cumple frente a la interacción de esfuerzos de axil, momento flector y cortante.

### COMPROBACIÓN DE PANDEO DE COMPRESIÓN

El valor de cálculo del esfuerzo axil  $N_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 3810 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a pandeo de compresión es de:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi * A * f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,93 * 18900 * 355}{1,10} = 5678,10 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a pandeo de compresión.

Los valores de los diferentes parámetros a tener en cuenta para esta comprobación son:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{0,59 + \sqrt{0,59^2 - 0,34^2}} = 0,93$$

siendo:

$$\begin{aligned} \Phi &= 0,5 * [1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2] \\ &= 0,5 * [1 + 0,49 * (0,34 - 0,2) + 0,34^2] = 0,59 \end{aligned}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{18900 * 355}{59574,62}} = 0,34$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 * 210.000 * 352110000}{3,5^2} = 59574,62 \text{ kN}$$

### COMPROBACIÓN DE PANDEO DE COMPRESIÓN + FLEXIÓN

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk}} + k_{yy} * \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} * \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0,802 \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk}} + k_{zy} * \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} * \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0,761 \leq 1$$



Por lo que la sección cumple frente a pandeo de compresión más flexión.

Los valores de los diferentes parámetros son:

$$N_{Rk} = f_y * A = 355 * 18900 = 6709,5 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = M_{z,Rk} = f_y * W_{pl} = 355 * 2364000 = 839,22 \text{ kN} * m$$

$$\chi_y, \chi_z = \chi \text{ obtenido previamente.}$$

$$\chi_{LT} = 1$$

$$k_{yy} = 0,919 ; k_{yz} = 0,551 ; k_{zy} = 0,553 ; k_{zz} = 0,916$$

### 2.8.1.10. COMPROBACIÓN DE LAS VIGAS

#### TRANSVERSALES INFERIORES

La sección de las vigas transversales inferiores establecida es la que se muestra a continuación:

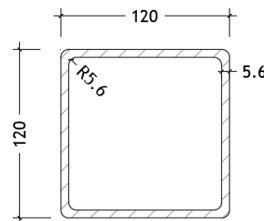


Figura 25. Sección de las vigas transversales inferiores en mm.  
(Fuente: Elaboración propia).

Es una sección cuadrada hueca cuyas dimensiones son:  $h=0,12 \text{ m}$  ;  $b=0,12 \text{ m}$  ;  $t=0,0056 \text{ m}$ .

En primer lugar, resulta necesario establecer la clase de dicha sección. Según la Tabla 5.2 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013) que se muestra en apartados anteriores y considerando chapa comprimida:

$$\frac{c}{t} = \frac{0,1088}{0,0056} = 19,43 \leq 33 * \varepsilon = 33 * 0,81 = 26,73$$

Por lo que esta sección es de Clase 1.

#### COMPROBACIÓN DE AXIL

El valor de cálculo del esfuerzo axil  $N_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 300 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a axil es de:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2530 * 355}{1,05} = 855,38 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a axil.



### COMPROBACIÓN DE MOMENTO FLECTOR

El valor de cálculo del momento flector de eje y-y  $M_{Ed,y}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 5 kN\*m y el valor del momento flector de eje z-z  $M_{Ed,z}$  es de 1 kN\*m, mientras que los valores de las resistencias de la sección transversal a momento flector de eje y-y y de eje z-z son de:

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{108000 * 355}{1,05} = 36,51 \text{ kN} * \text{m}$$

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{108000 * 355}{1,05} = 36,51 \text{ kN} * \text{m}$$

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{pl,y,Rd}} \leq 1 \text{ y } \frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,z,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a momento flector.

### COMPROBACIÓN DE CORTANTE

El valor de cálculo del esfuerzo cortante  $V_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 5 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a cortante es de:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v * (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1265 * (355 / \sqrt{3})}{1,05} = 246,93 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1$$

Por lo que la sección cumple frente a cortante.

### COMPROBACIÓN DE AXIL + MOMENTO + CORTANTE

En este caso,  $V_{Ed}$  es inferior al 50% de la resistencia a cortante  $V_{pl,Rd}$ , por lo que no es necesario realizar una reducción de la sección por cortante. Además, no se cumplen ninguno de los dos criterios establecidos y explicados previamente, por lo que se debe reducir la resistencia a flexión de eje y-y. Los cálculos quedan como sigue:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} * \left[ 1 - \left( \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right] = 32,02 \text{ kN} * \text{m}$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} * \left[ 1 - \left( \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right] = 32,02 \text{ kN} * \text{m}$$

$$\left[ \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[ \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta = 0,187 \leq 1$$

Por lo que la sección cumple frente a la interacción de esfuerzos de axil, momento flector y cortante.





### 2.8.1.11. COMPROBACIÓN VIGAS VERTICALES NODOS

La sección de las vigas verticales en los nodos establecida es la que se muestra a continuación:

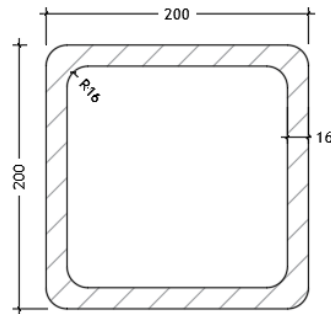


Figura 26. Sección Sección de los montantes en apoyos en mm.  
(Fuente: Elaboración propia).

Es una sección cuadrada hueca cuyas dimensiones son:  $h=0,20$  m ;  $b=0,20$  m ;  $t=0,016$  m.

En primer lugar, resulta necesario establecer la clase de dicha sección. Según la Tabla 5.2 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013) que se muestra en apartados anteriores y considerando chapa comprimida:

$$\frac{c}{t} = \frac{0,168}{0,016} = 10,5 \leq 33 * \varepsilon = 33 * 0,81 = 26,73$$

Por lo que esta sección es de Clase 1.

### COMPROBACIÓN DE AXIL

El valor de cálculo del esfuerzo axil  $N_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 1540 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a axil es de:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{11500 * 355}{1,05} = 3888,10 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a axil.

### COMPROBACIÓN DE MOMENTO FLECTOR

El valor de cálculo del momento flector de eje y-y  $M_{Ed,y}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 10 kN\*m y el valor del momento flector de eje z-z  $M_{Ed,z}$  es de 10 kN\*m, mientras que los valores de las resistencias de la sección transversal a momento flector de eje y-y y de eje z-z son de:

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{785000 * 355}{1,05} = 265,40 \text{ kN * m}$$

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{785000 * 355}{1,05} = 265,40 \text{ kN * m}$$

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{pl,y,Rd}} \leq 1 \text{ y } \frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,z,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a momento flector.



### COMPROBACIÓN DE CORTANTE

El valor de cálculo del esfuerzo cortante  $V_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 5 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a cortante es de:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v * (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{5750 * (355 / \sqrt{3})}{1,05} = 1122,40 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1$$

Por lo que la sección cumple frente a cortante.

### COMPROBACIÓN DE AXIL + MOMENTO + CORTANTE

En este caso,  $V_{Ed}$  es inferior al 50% de la resistencia a cortante  $V_{pl,Rd}$ , por lo que no es necesario realizar una reducción de la sección por cortante. Además, no se cumplen ninguno de los dos criterios establecidos y explicados previamente, por lo que se debe reducir la resistencia a flexión de eje y-y. Los cálculos quedan como sigue:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} * \left[ 1 - \left( \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right] = 223,77 \text{ kN} * \text{m}$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} * \left[ 1 - \left( \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right] = 223,77 \text{ kN} * \text{m}$$

$$\left[ \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[ \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta = 0,089 \leq 1$$

Por lo que la sección cumple frente a la interacción de esfuerzos de axil, momento flector y cortante.

### COMPROBACIÓN DE PANDEO DE COMPRESIÓN

El valor de cálculo del esfuerzo axil  $N_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 1540 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a pandeo de compresión es de:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi * A * f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,723 * 11500 * 355}{1,10} = 2684,84 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a pandeo de compresión.

Los valores de los diferentes parámetros a tener en cuenta para esta comprobación son:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{0,87 + \sqrt{0,87^2 - 0,70^2}} = 0,723$$

siendo:

$$\Phi = 0,5 * [1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2]$$

$$= 0,5 * [1 + 0,49 * (0,70 - 0,2) + 0,70^2] = 0,87$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{11500 * 355}{8282,70}} = 0,70$$



$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 * 210.000 * 63940000}{4^2} = 8282,70 \text{ kN}$$

### COMPROBACIÓN DE PANDEO DE COMPRESIÓN + FLEXIÓN

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk}} + k_{yy} * \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} * \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0,634 \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk}} + k_{zy} * \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} * \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0,634 \leq 1$$

Por lo que la sección cumple frente a pandeo de compresión más flexión.

Los valores de los diferentes parámetros son:

$$N_{Rk} = f_y * A = 355 * 11500 = 4082,5 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = M_{z,Rk} = f_y * W_{pl} = 355 * 785000 = 278,68 \text{ kN} * \text{m}$$

$$\chi_y, \chi_z = \chi \text{ obtenido previamente.}$$

$$\chi_{LT} = 1$$

$$k_{yy} = 1 ; k_{yz} = 0,526 ; k_{zy} = 0,692 ; k_{zz} = 0,844$$

### 2.8.1.12. COMPROBACIONES TRIANGULACIONES

La sección de las triangulaciones establecida es la que se muestra a continuación:

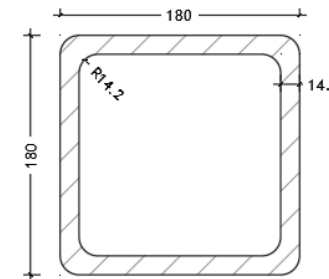


Figura 27. Sección Sección de las vigas en triangulación en mm.  
(Fuente: Elaboración propia).

Es una sección cuadrada hueca cuyas dimensiones son: h=0,18 m ; b=0,18 m ; t=0,0142 m.

En primer lugar, resulta necesario establecer la clase de dicha sección. Según la Tabla 5.2 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013) que se muestra en apartados anteriores y considerando chapa comprimida:

$$\frac{c}{t} = \frac{0,1516}{0,0142} = 10,68 \leq 33 * \varepsilon = 33 * 0,81 = 26,73$$

Por lo que esta sección es de Clase 1.



### COMPROBACIÓN DE AXIL

El valor de cálculo del esfuerzo axil  $N_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 1300 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a axil es de:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{9200 * 355}{1,05} = 3110,48 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a axil.

### COMPROBACIÓN DE MOMENTO FLECTOR

El valor de cálculo del momento flector de eje y-y  $M_{Ed,y}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 15 kN\*m y el valor del momento flector de eje z-z  $M_{Ed,z}$  es de 5 kN\*m, mientras que los valores de las resistencias de la sección transversal a momento flector de eje y-y y de eje z-z son de:

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{566000 * 355}{1,05} = 191,36 \text{ kN * m}$$

$$M_{pl,z,Rd} = \frac{566000 * 355}{1,05} = 191,36 \text{ kN * m}$$

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{pl,y,Rd}} \leq 1 \text{ y } \frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,z,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a momento flector.

### COMPROBACIÓN DE CORTANTE

El valor de cálculo del esfuerzo cortante  $V_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 5 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a cortante es de:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v * (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{4600 * (355 / \sqrt{3})}{1,05} = 897,92 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1$$

Por lo que la sección cumple frente a cortante.

### COMPROBACIÓN DE AXIL + MOMENTO + CORTANTE

En este caso,  $V_{Ed}$  es inferior al 50% de la resistencia a cortante  $V_{pl,Rd}$ , por lo que no es necesario realizar una reducción de la sección por cortante. Además, no se cumplen ninguno de los dos criterios establecidos y explicados previamente, por lo que se debe reducir la resistencia a flexión de eje y-y. Los cálculos quedan como sigue:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} * \left[ 1 - \left( \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right] = 179,02 \text{ kN * m}$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} * \left[ 1 - \left( \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right] = 179,02 \text{ kN * m}$$

$$\left[ \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[ \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta = 0,112 \leq 1$$



Por lo que la sección cumple frente a la interacción de esfuerzos de axil, momento flector y cortante.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 * 210.000 * 41540000}{3,8^2} = 5962,36 \text{ kN}$$

### COMPROBACIÓN DE PANDEO DE COMPRESIÓN

El valor de cálculo del esfuerzo axil  $N_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 1540 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a pandeo de compresión es de:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi * A * f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,70 * 9200 * 355}{1,10} = 2077,54 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a pandeo de compresión.

Los valores de los diferentes parámetros a tener en cuenta para esta comprobación son:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{0,91 + \sqrt{0,91^2 - 0,74^2}} = 0,70$$

siendo:

$$\Phi = 0,5 * [1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2]$$

$$= 0,5 * [1 + 0,49 * (0,74 - 0,2) + 0,74^2] = 0,91$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{9200 * 355}{5962,36}} = 0,74$$

### COMPROBACIÓN DE PANDEO DE COMPRESIÓN + FLEXIÓN

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk}} + k_{yy} * \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} * \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0,478 \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk}} + k_{zy} * \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} * \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0,478 \leq 1$$

Por lo que la sección cumple frente a pandeo de compresión más flexión.

Los valores de los diferentes parámetros son:

$$N_{Rk} = f_y * A = 355 * 9200 = 3266 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = M_{z,Rk} = f_y * W_{pl} = 355 * 566000 = 200,93 \text{ kN} * m$$

$$\chi_y, \chi_z = \chi \text{ obtenido previamente.}$$

$$\chi_{LT} = 1$$

$$k_{yy} = 1 ; k_{yz} = 0,563 ; k_{zy} = 0,719 ; k_{zz} = 0,939$$



### 2.8.1.13. COMPROBACIONES CRUCES INTERIORES E

#### INFERIORES

La sección de las cruces interiores establecida es la que se muestra a continuación:

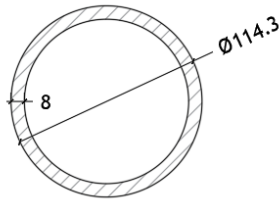


Figura 28. Sección Sección de las cruces interiores e inferiores en mm.  
(Fuente: Elaboración propia).

Es una sección hueca circular cuyas dimensiones son:  $d=0,1143$  m ;  $t=0,008$  m.

En primer lugar, resulta necesario establecer la clase de dicha sección. Según la Tabla 5.2 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013) que se muestra en apartados anteriores y considerando chapa comprimida:

$$\frac{d}{t} = \frac{0,1143}{0,008} = 14,29 \leq 50 * \varepsilon^2 = 50 * 0,66 = 33$$

Por lo que esta sección es de Clase 1.

#### COMPROBACIÓN DE AXIL

El valor de cálculo del esfuerzo axil  $N_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 170 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a axil es de:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2670 * 355}{1,05} = 902,71 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a axil.

#### COMPROBACIÓN DE MOMENTO FLECTOR

El valor de cálculo del momento flector de eje y-y  $M_{Ed,y}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 5 kN\*m y el valor del momento flector de eje z-z  $M_{Ed,z}$  es de 5 kN\*m, mientras que los valores de las resistencias de la sección transversal a momento flector de eje y-y y de eje z-z son de:

$$M_{pl,Rd} = \frac{90600 * 355}{1,05} = 30,63 \text{ kN * m}$$

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{pl,Rd}} \leq 1 \text{ y } \frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a momento flector.



### COMPROBACIÓN DE CORTANTE

El valor de cálculo del esfuerzo cortante  $V_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 5 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a cortante es de:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v * (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1699,77 * (355 / \sqrt{3})}{1,05} = 331,79 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1$$

Por lo que la sección cumple frente a cortante.

### COMPROBACIÓN DE AXIL + MOMENTO + CORTANTE

En este caso,  $V_{Ed}$  es inferior al 50% de la resistencia a cortante  $V_{pl,Rd}$ , por lo que no es necesario realizar una reducción de la sección por cortante y los cálculos quedan como sigue:

$$M_{N,y,Rd} = M_{N,z,Rd} = M_{pl,Rd} * (1 - n^{1,7}) = 30,63 * (1 - 0,188^{1,7})$$

$$= 28,84 \text{ kN} * \text{m}$$

$$\left[ \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[ \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta = 0,060 \leq 1$$

Por lo que la sección cumple frente a la interacción de esfuerzos de axil, momento flector y cortante.

### COMPROBACIÓN DE PANDEO DE COMPRESIÓN

El valor de cálculo del esfuerzo axil  $N_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 170 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a pandeo de compresión es de:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi * A * f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,577 * 2670 * 355}{1,10} = 496,96 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a pandeo de compresión.

Los valores de los diferentes parámetros a tener en cuenta para esta comprobación son:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{1,12 + \sqrt{1,12^2 - 0,94^2}} = 0,577$$

siendo:

$$\Phi = 0,5 * [1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2]$$

$$= 0,5 * [1 + 0,49 * (0,94 - 0,2) + 0,94^2] = 1,12$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{2670 * 355}{1077,53}} = 0,94$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 * 210.000 * 3790000}{2,7^2} = 1077,53 \text{ kN}$$



### COMPROBACIÓN DE PANDEO DE COMPRESIÓN + FLEXIÓN

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk}} + k_{yy} * \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} * \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0,62 \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk}} + k_{zy} * \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} * \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0,60 \leq 1$$

Por lo que la sección cumple frente a pandeo de compresión más flexión.

Los valores de los diferentes parámetros son:

$$N_{Rk} = f_y * A = 355 * 2670 = 3266 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = M_{z,Rk} = f_y * W_{pl} = 355 * 90600 = 32,16 \text{ kN} * m$$

$$\chi_y, \chi_z = \chi \text{ obtenido previamente.}$$

$$\chi_{LT} = 1$$

$$k_{yy} = 1 ; k_{yz} = 0,641 ; k_{zy} = 0,605 ; k_{zz} = 0,919$$

### 2.8.1.14. COMPROBACIONES CRUCES INTERIORES

#### NODOS

La sección de las cruces interiores establecida es la que se muestra a continuación:

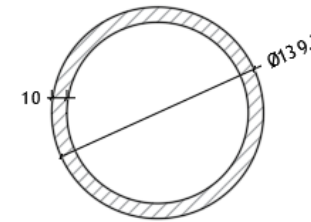


Figura 29. Sección Sección de las cruces en apoyos en mm.  
(Fuente: Elaboración propia).

Es una sección hueca circular cuyas dimensiones son:  $d=0,1397 \text{ m}$  ;  $t=0,01 \text{ m}$ .

En primer lugar, resulta necesario establecer la clase de dicha sección. Según la Tabla 5.2 del Eurocódigo 3 (EC-3, 2013) que se muestra en apartados anteriores y considerando chapa comprimida:

$$\frac{d}{t} = \frac{0,1397}{0,01} = 13,97 \leq 50 * \varepsilon^2 = 50 * 0,66 = 33$$

Por lo que esta sección es de Clase 1.





### COMPROBACIÓN DE AXIL

El valor de cálculo del esfuerzo axil  $N_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 180 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a axil es de:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{4070 * 355}{1,05} = 1376,05 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a axil.

### COMPROBACIÓN DE MOMENTO FLECTOR

El valor de cálculo del momento flector de eje y-y  $M_{Ed,y}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 5 kN\*m y el valor del momento flector de eje z-z  $M_{Ed,z}$  es de 5 kN\*m, mientras que los valores de las resistencias de la sección transversal a momento flector de eje y-y y de eje z-z son de:

$$M_{pl,Rd} = \frac{169000 * 355}{1,05} = 57,14 \text{ kN * m}$$

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{pl,Rd}} \leq 1 \text{ y } \frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a momento flector.

### COMPROBACIÓN DE CORTANTE

El valor de cálculo del esfuerzo cortante  $V_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 5 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a cortante es de:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v * (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{2591,04 * (355 / \sqrt{3})}{1,05} = 505,77 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1$$

Por lo que la sección cumple frente a cortante.

### COMPROBACIÓN DE AXIL + MOMENTO + CORTANTE

En este caso,  $V_{Ed}$  es inferior al 50% de la resistencia a cortante  $V_{pl,Rd}$ , por lo que no es necesario realizar una reducción de la sección por cortante y los cálculos quedan como sigue:

$$M_{N,y,Rd} = M_{N,z,Rd} = M_{pl,Rd} * (1 - n^{1,7}) = 57,14 * (1 - 0,131^{1,7})$$

$$= 55,34 \text{ kN * m}$$

$$\left[ \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[ \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta = 0,016 \leq 1$$

Por lo que la sección cumple frente a la interacción de esfuerzos de axil, momento flector y cortante.



### COMPROBACIÓN DE PANDEO DE COMPRESIÓN

El valor de cálculo del esfuerzo axial  $N_{Ed}$  obtenido a partir de SAP2000 es de 170 kN, mientras que el valor de la resistencia de la sección transversal a pandeo de compresión es de:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi * A * f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,68 * 4070 * 355}{1,10} = 896,28 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

por lo que la sección cumple frente a pandeo de compresión.

Los valores de los diferentes parámetros a tener en cuenta para esta comprobación son:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{0,93 + \sqrt{0,93^2 - 0,77^2}} = 0,68$$

siendo:

$$\Phi = 0,5 * [1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2]$$

$$= 0,5 * [1 + 0,49 * (0,77 - 0,2) + 0,77^2] = 0,93$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{4070 * 355}{2450,75}} = 0,77$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 * 210.000 * 8620000}{2,7^2} = 2450,75 \text{ kN}$$

### COMPROBACIÓN DE PANDEO DE COMPRESIÓN + FLEXIÓN

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk}} + k_{yy} * \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} * \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0,370 \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk}} + k_{zy} * \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} * \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0,347 \leq 1$$

Por lo que la sección cumple frente a pandeo de compresión más flexión.

Los valores de los diferentes parámetros son:

$$N_{Rk} = f_y * A = 355 * 4070 = 1444,85 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = M_{z,Rk} = f_y * W_{pl} = 355 * 169000 = 60 \text{ kN} * m$$

$$\chi_y, \chi_z = \chi \text{ obtenido previamente.}$$

$$\chi_{LT} = 1$$

$$k_{yy} = 1 ; k_{yz} = 0,841 ; k_{zy} = 0,594 ; k_{zz} = 1$$

### 2.8.2. CRITERIO FUNCIONAL RELATIVO A FLECHAS

Se comprueba a continuación, en base al apartado 7.1 de la IAP-11, el estado límite de deformaciones, verificándose que la flecha máxima correspondiente al valor frecuente de la sobrecarga de uso no supera el valor de  $L/1200$  en el caso de pasarelas, siendo  $L$  la luz del vano, en este caso, 133 m.



La combinación que se ha seguido para llevar a cabo esta comprobación es la siguiente:

$$\text{Peso propio (PP) + Carga muerta (CM) + 0,4} \\ * \text{ Sobrecarga de uso (SU)}$$

Siendo el valor de 0,4 el factor de simultaneidad  $\psi_1$  de la sobrecarga de uso (Tabla 6.1-a de la IAP-11 (2012)).

En la pasarela en cuestión, se obtiene que  $L/1200 = 133/1200 = 0,11 \text{ m} = 110 \text{ mm}$ , mientras que el valor de la deformación obtenida a través del programa SAP2000 es de 98,8 mm, por lo que se cumple este estado límite de deformaciones.

### 3. COMPROBACIÓN RESISTENTE DE LA LOSA

A lo largo de este apartado se definirá como se ha realizado el modelo de la losa y se procederá a su comprobación y al cálculo del armado que hay que disponer en la losa.

#### 3.1. NORMATIVA EMPLEADA

En el desarrollo de este documento se han empleado las siguientes normativas e instrucciones:

- Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación (2013).

- Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 2: Puentes de hormigón (2013).
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11). (2012).

#### 3.2. DESCRIPCIÓN

Se trata de una losa de hormigón armado de 133 m de longitud y 5.5 m de anchura, donde la parte central es de 3,5 m. Esta parte central tiene un espesor de 0,30 m y en la zona de los voladizos el espesor se va reduciendo hasta 0,1 m de espesor en los extremos.

En transversal, permite alojar una zona peatonal de 5,5 m de anchura, y dos barandillas en los bordes laterales de 0.04m de anchura y 1,3 m de altura.

Esta losa descansa sobre una prelosa perdida que sirve de encofrado, pero no es estructural, es decir, en su cálculo solo se tiene en cuenta el peso del hormigón de la losa. Esta prelosa descansa directamente sobre las vigas longitudinales que conforman la estructura del puente.

Con todo ello se ha diseñado una losa a construir en dos fases:

- Una primera fase donde se colocarán placas prefabricadas a modo de encofrados perdidos, sobre las vigas longitudinales, y
- Una segunda fase monolítica con el resto de la losa que formará la plataforma definitiva. Las barandillas se ejecutarán en una tercera fase.



### 3.3. MATERIALES.

Los materiales que se emplean en esta pasarela es el acero para todos los elementos que la conforman y el hormigón para la definición del tablero.

La losa se ha dimensionado para ambiente IIb (humedad media), ya que la precipitación media anual es de 520mm (CLIMATE). Por lo tanto, el hormigón dispuesto es del tipo HA25/B/20/IIb. El acero en las armaduras es del tipo B500S, siempre de acuerdo con la Instrucción EHE-08.

Las características del hormigón son la siguiente:

- Hormigón HA-25 del tablero:
  - Peso específico ( $\gamma$ ): 25 kN/m<sup>3</sup>
  - Módulo de elasticidad (E): 35 GPa.
  - Coeficiente de Poisson ( $\nu$ ): 0,2.
  - Coeficiente de dilatación térmica lineal ( $\alpha$ ): 1E-05 K<sup>-1</sup>
  - Resistencia característica a compresión simple:  $f_{ck}$ = 25 MPa.

Las características de la armadura pasiva son la siguiente:

- Acero B500S
  - Límite elástico ( $f_y$ )  $\geq$  500MPa.

- Carga unitaria de rotura ( $f_s$ )  $\geq$  575MPa.
- Relación  $f_{y \text{ real}} / f_{y \text{ nominal}} \leq 1,25$ .
- Alargamiento de rotura ( $\epsilon_{u,5}$ )  $\geq$  16%.

### 3.4. CARGAS.

Se han considerado únicamente las cargas verticales que afectan directamente a la losa. Como la losa no está conectada con el resto de la estructura metálica, esta solo deberá aguantar las cargas verticales que le afectan de forma directa, puesto que las cargas horizontales serán resistidas por la estructura metálica, gracias a sus grandes dimensiones. Todas ellas obtenidas a partir de las indicaciones de la IAP-11.

Se han considerado las cargas siguientes:

- Peso propio, considerando un peso específico del material de 25 kN/m<sup>3</sup>.
- La carga muerta de las barandillas, que se traduce en una fuerza puntual de 1,71 KN en los puntos donde se colocará un montante de la barandilla. Obtenidas anteriormente en el TFM de Miguel de Fuenmayor Icardo.
- La carga del pavimento, un slurry de 50 cm de espesor, que se traduce en una carga uniforme sobre toda la losa de 0,5 KN/m<sup>2</sup>. Obtenidas anteriormente en el TFM de Miguel de Fuenmayor Icardo.
- El viento vertical, con una carga uniforme en todo el tablero de 2,49 KN/m<sup>2</sup> calculada a partir del apartado 4.2.5.1.2 de la Instrucción de Acciones en Puentes de Carretera IAP-11. Obtenidas anteriormente en el TFM de Miguel de Fuenmayor Icardo.



- Sobrecarga de uso de  $5 \text{ KN}/\text{m}^2$ , la que se define en el apartado 4.1.8 de la Instrucción de Acciones en Puentes de Carretera IAP-11 “una carga vertical uniformemente distribuida de valor igual a  $5 \text{ KN}/\text{m}^2$ ”.

- Una carga puntual de 10 KN al tratarse de un modelo local de la losa, la que se define en el apartado 4.1.8 de la Instrucción de Acciones en Puentes de Carretera IAP-11 “a efectos de las comprobaciones locales se considerará una carga vertical puntual de valor igual a 10 KN”.

### 3.5. MODELO

Para obtener esfuerzos y deformaciones en la losa se ha trabajado sobre un modelo de elementos finitos tipo Shell-thick (considerando la deformación por cortante), en el programa SAP-2000 v21.2. Solo se ha modelado un tramo de losa de 66.5 m, es decir la mitad de lo losa, dado que al ser simétrica es suficiente con ello.

El modelo es el siguiente:

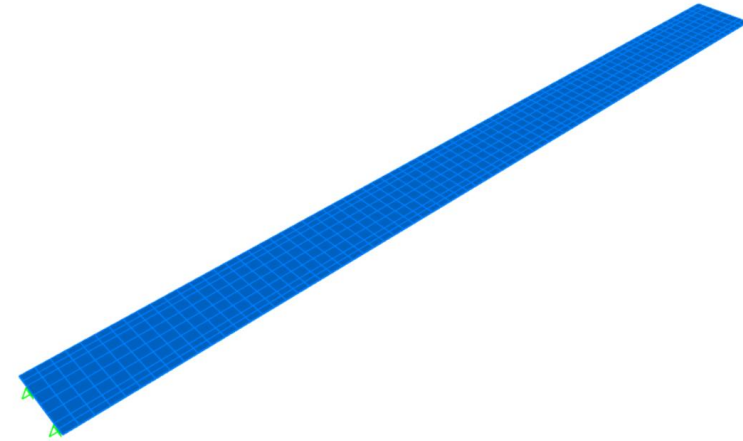


Figura 30. Modelo en elementos finitos de la losa. (Fuente: SAP2000).

En las zonas donde la prelosa (que hace de encofrado) apoya en las vigas longitudinales se ha dispuesto apoyos verticales.

### 3.6. ESTADOS DE CARGA

En este apartado se establece de qué forma y donde actúan las cargas anteriormente establecidas en el apartado 3.3.1.2 CARGAS. En todas las imágenes las unidades de referencia son KN para las fuerzas, m para las unidades de longitud y  $\text{KN}/\text{m}^2$  para las unidades de presión.

Se han hecho actuar las cargas siguientes:

- Peso propio, evaluado por el propio programa a partir de las dimensiones de la placa de forma automática por el programa.
- Pavimento, como sobrecarga repartida de  $0,5 \text{ KN/m}^2$  a lo largo de toda la placa.

- Barandillas como carga puntual de  $1,71 \text{ kN}$ , en cada zona donde se coloque un montante.

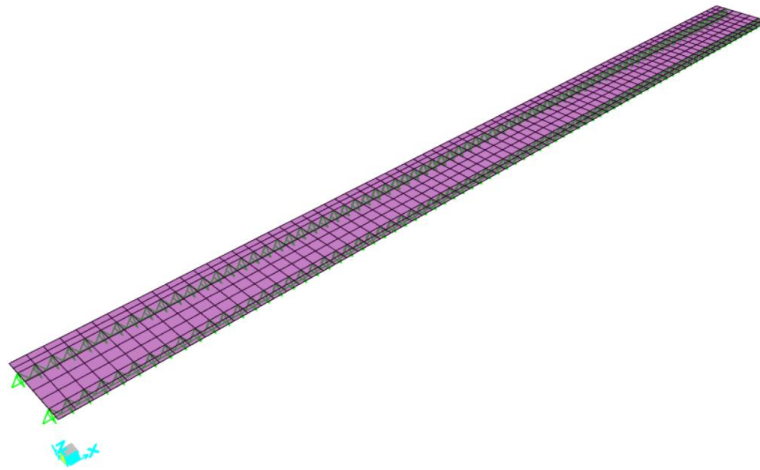


Figura 31. Representación de la carga originada por el pavimento.  
(Fuente: SAP2000).

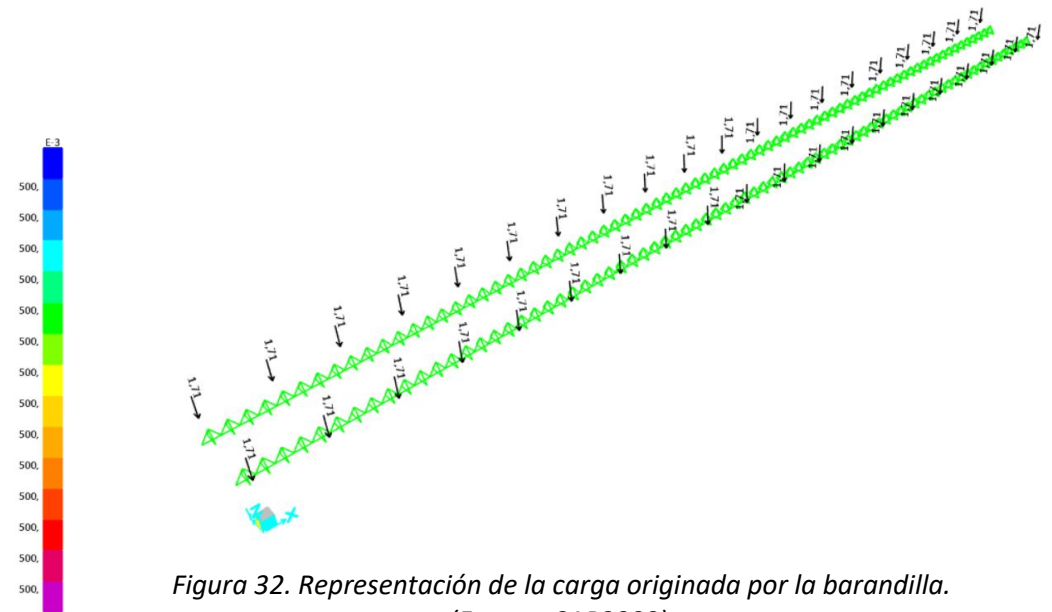


Figura 32. Representación de la carga originada por la barandilla.  
(Fuente: SAP2000).



- Viento vertical, como sobrecarga repartida de  $2.49 \text{ KN/m}^2$  a lo largo de toda la placa.

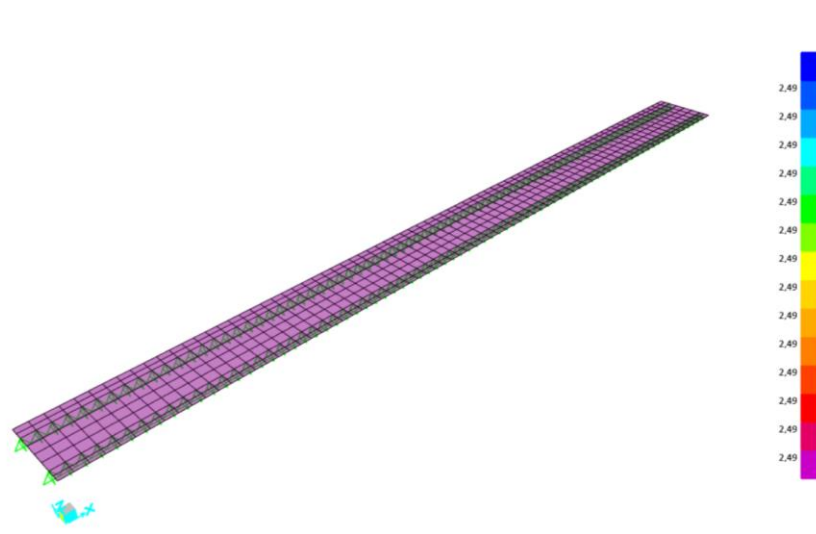


Figura 33. Representación de la carga originada por el viento vertical. (Fuente: SAP2000).

- Sobrecarga de uso de  $5 \text{ KN/m}^2$ , la que se define en la Instrucción de Acciones en Puentes de Carretera IAP-11. Se coloca en 4 posiciones distintas para observar cual es la más desfavorable:

- Sobrecarga de uso vertical solo en la zona central de la losa.

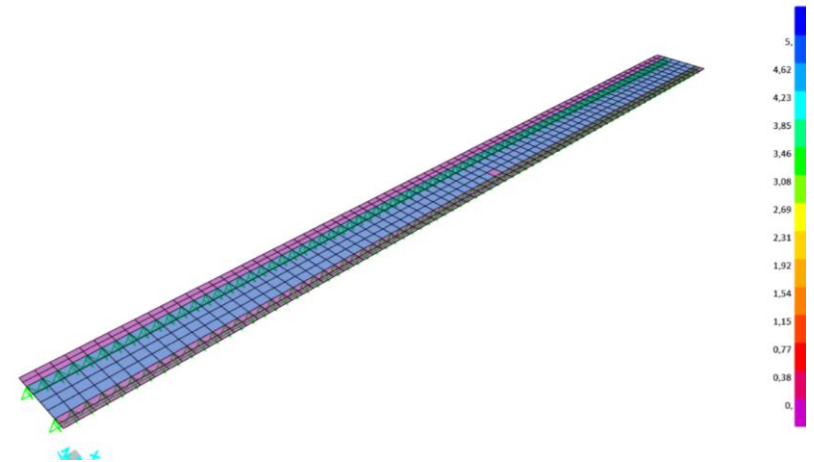
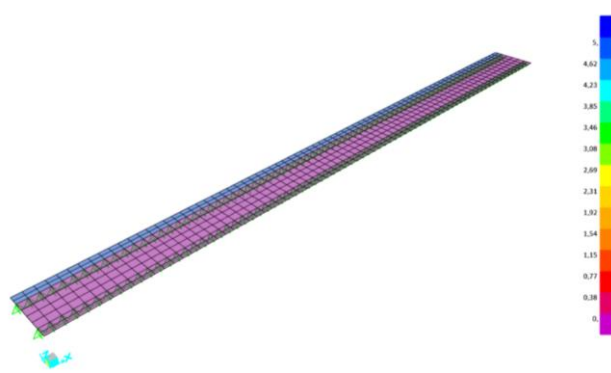


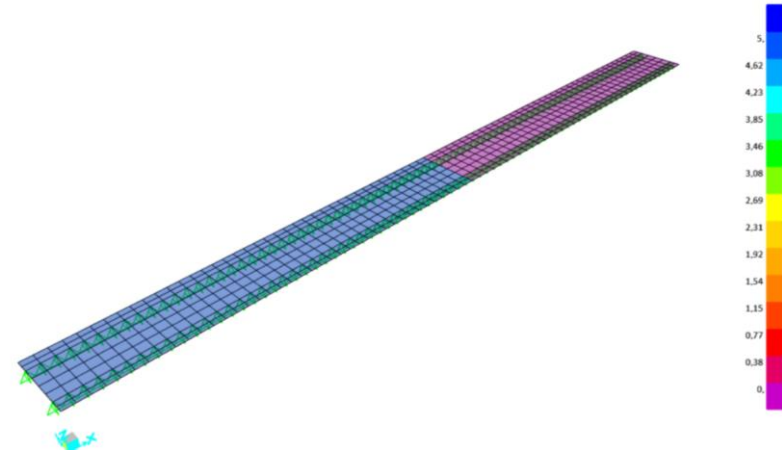
Figura 34. Representación de la carga originada por la sobrecarga de uso. (Fuente: SAP2000).

- Sobrecarga de uso vertical solo en un voladizo de la losa.



*Figura 35. Representación de la carga originada por la sobrecarga de uso.  
(Fuente: SAP2000).*

- Sobrecarga de uso vertical solo en la mitad de la losa.



*Figura 37. Representación de la carga originada por la sobrecarga de uso.  
(Fuente: SAP2000).*

- Sobrecarga de uso vertical en toda la losa.



*Figura 36. Representación de la carga originada por la sobrecarga de uso.  
(Fuente: SAP2000).*

- Una carga puntual de 10KN la que se define en la Instrucción de Acciones en Puentes de Carretera IAP-11 al tratarse de un modelo local de la losa. Se coloca en 2 posiciones distintas anexas a la distribución de la sobrecarga de uso vertical anterior.





- Carga puntual en el centro de la losa.

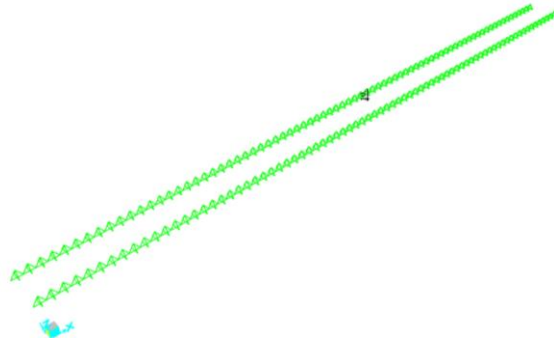


Figura 38. Representación de la carga originada por la carga puntual.  
(Fuente: SAP2000).

- Carga puntual en el voladizo de la losa.

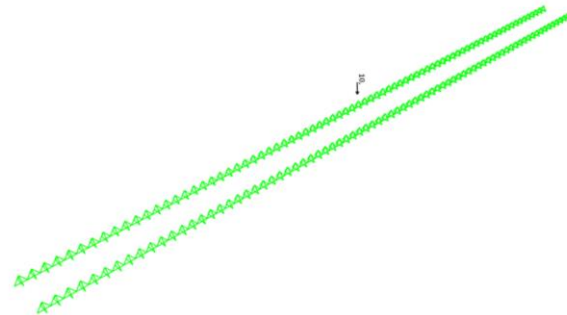


Figura 39. Representación de la carga originada por la sobrecarga de uso.  
(Fuente: SAP2000).

Dado que los 4 casos de la sobrecarga de uso de  $5 \text{ KN/m}^2$  con sus cargas puntuales de 10 KN concomitantes son excluyentes entre sí, se obtiene una envolvente de todos ellos.

### 3.5.1. COMBINACIÓN DE ESTADOS DE CARGA.

Como con la disposición de las distintas combinaciones de carga lo que se busca es obtener la cuantía necesaria para armar la losa teniendo en cuenta las distintas posiciones que puede tomar la sobrecarga de uso peatonal de  $5 \text{ KN/m}^2$  y la carga puntual de 10 KN concomitante. Se establece las combinaciones de carga siguiendo las indicaciones que funda la Instrucción de Acciones en Puentes de Carretera IPA-11 en el apartado 6.3.

Para comprobaciones en estado limite último ELU en situaciones persistentes, que es el caso que se ha escogido para armar la losa. La combinación de acciones se hará de acuerdo con la expresión siguiente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} \gamma_{G,m} G^*_{k,m} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,1} Q_{k,i}$$

Donde:

- $G_{k,j}$  es el valor característico de cada acción permanente.
- $G^*_{k,m}$  es el valor característico de cada acción permanente de valor no constante.
- $Q_{k,1}$  valor característico de la acción variable dominante.
- $\psi_{0,1} Q_{k,i}$  valor de la combinación de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante.



- $\gamma_G \gamma_Q$  coeficientes parciales.

Los valores de los coeficientes parciales y los factores de simultaneidad según la Instrucción de Acciones en Puentes de Carretera IPA-11 se muestran a continuación:

TABLA 6.2-b COEFICIENTES PARCIALES PARA LAS ACCIONES  $\gamma_r$  (PARA LAS COMPROBACIONES RESISTENTES)

ACCIÓN	EFECTO	EFFECTO	
		FAVORABLE	DESFAVORABLE
Permanente de valor constante (G)	Peso propio	1,0	1,35
	Carga muerta	1,0	1,35
Permanente de valor no constante (G <sup>*</sup> )	Pretensado $P_1$	1,0	1,0 / 1,2 <sup>(1)</sup> / 1,3 <sup>(2)</sup>
	Pretensado $P_2$	1,0	1,35
	Otras presolicitaciones	1,0	1,0
	Reológicas	1,0	1,35
	Empuje del terreno	1,0	1,5
	Asientos	0	1,2 / 1,35 <sup>(3)</sup>
	Rozamiento de apoyos deslizantes	1,0	1,35
Variable (Q)	Sobrecarga de uso	0	1,35
	Sobrecarga de uso en terraplenes	0	1,5
	Acciones climáticas	0	1,5
	Empuje hidrostático	0	1,5
	Empuje hidrodinámico	0	1,5
	Sobrecargas de construcción	0	1,35

Figura 40. Coeficientes parciales para las acciones. (Fuente: IAP11)

TABLA 6.1-a FACTORES DE SIMULTANEIDAD  $\psi$

ACCIÓN		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	
Sobrecarga de uso	Vehículos pesados	0,75	0,75	0	
	gr 1, Cargas verticales	Sobrecarga uniforme	0,4	0,4	0 / 0,2 <sup>(1)</sup>
		Carga en aceras	0,4	0,4	0
	gr 2, Fuerzas horizontales	0	0	0	
	gr 3, Peatones	0	0	0	
gr 4, Aglomeraciones	0	0	0		
Sobrecarga de uso en pasarelas		0,4	0,4	0	
Viento	$F_{wk}$	En situación persistente	0,6	0,2	0
		En construcción	0,8	0	0
		En pasarelas	0,3	0,2	0
Acción térmica	$T_k$	0,6	0,6	0,5	
Nieve	$Q_{Snk}$	0,8	0	0	
Acción del agua	$W_k$	Empuje hidrostático	1,0	1,0	1,0
		Empuje hidrodinámico	1,0	1,0	1,0
Sobrecargas de construcción	$Q_c$	1,0	0	1,0	

Figura 41. Factores de simultaneidad. (Fuente: IAP11)

Con respecto a todo ello se han establecido la siguiente combinación de carga para los cuatro casos de colocación de la sobrecarga de uso peatonal:

$$1,35 * PP + 1,35 * CM + 1,5 * SCp + 1,5 * 0,4 * CP + 1,5 * 0,6 * VV$$

Donde:

- PP es el peso propio.
- CM es la carga muerta del pavimento y la barandilla.
- SCp es la sobrecarga de uso peatonal.



- CP es la carga puntual.
- VV es el empuje del viento vertical.

A partir de todas estas combinaciones se realiza una envolvente para así calcular de forma más segura la cuantía de armadura de la losa.

### 3.7. RESULTADOS DEL SAP2000.

Seguidamente se va a mostrar y comentar ciertos resultados obtenidos a través del modelo de la losa realizado en SAP2000. En todas las imágenes las unidades de referencia son KN para las fuerzas, m para las unidades de longitud y  $\text{KN}/\text{m}^2$  para las unidades de presión.

A acerca de la deformada de la losa que se puede ver a continuación, se observa que la máxima flecha se encuentra en la zona central de la losa y es de 0,196mm. En contraste la zona de los voladizos se levanta un máximo de 0,168mm en los extremos de la losa. Estas deformaciones son muy pequeñas, de modo que no son relevantes.

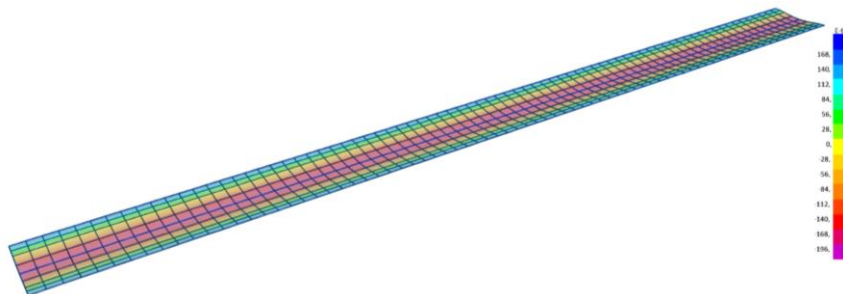


Figura 42. Deformada de la losa. (Fuente: SAP2000)

Por otro lado, respecto a los esfuerzos que generan las cargas en la losa, los más importantes son los momentos. En la siguiente imagen se muestra el momento longitudinal que generan las cargas en la losa, como se puede observar este es mayor en la zona del centro de la losa y tiene un valor máximo de  $7,2 \text{ KN}/\text{m}^2$ .

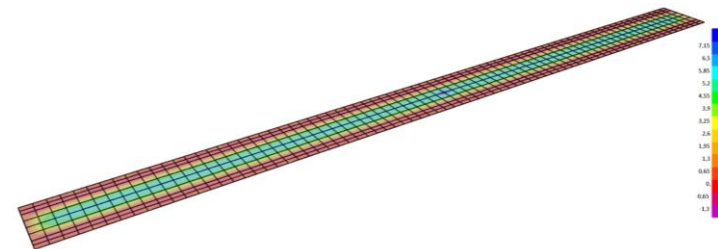


Figura 43. Momento longitudinal en la losa. (Fuente: SAP2000).

En comparación el momento transversal también es mayor en la zona del centro de la losa, pero tiene un valor máximo de  $33 \text{ KN}/\text{m}^2$ . En la siguiente imagen se muestra el momento longitudinal que generan las cargas en la losa.

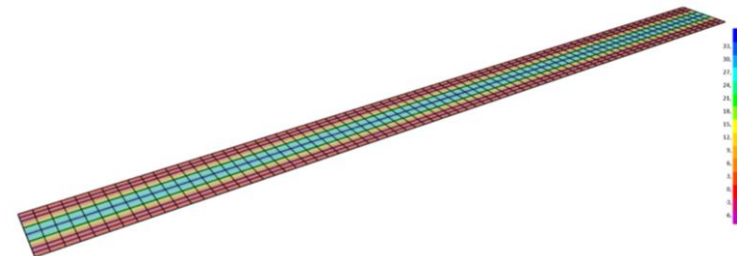


Figura 44. Momento transversal en la losa. (Fuente: SAP2000).



Por último, los cortantes transversales toman como máximo un valor de 20KN.

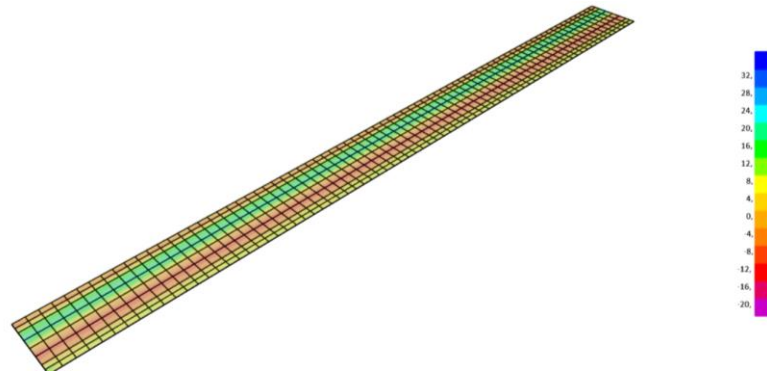


Figura 45. Cortantes transversales en la losa. (Fuente: SAP2000).

### 3.8. ARMADO.

Los armados están obtenidos por el propio programa de cálculo para la hipótesis ELU, empelando el Eurocódigo 2 (EC-2,2013). Estableciendo las siguientes preferencias de cálculo y valores de los parámetros.

Table: Preferences - Concrete Design - Eurocode 2-2004, Part 1 of 2

Table: Preferences - Concrete Design - Eurocode 2-2004, Part 1 of 2								
THDesign	NumCurves	NumPoints	MinEccen	PatLLF	UFLimit	Country	ComposEq	RelClass
Envelopes	24	11	Yes	0.75	0.95	CEN Default	Eq. 6.10	Class 2

Table: Preferences - Concrete Design - Eurocode 2-2004, Part 2 of 2

Table: Preferences - Concrete Design - Eurocode 2-2004, Part 2 of 2							
SOM	Theta0	GammaS	GammaC	AlphaCC	AlphaCT	AlphaLCC	AlphaLCT
Nominal Stiffness	0.005000	1.150000	1.500000	1.000000	1.000000	0.850000	0.850000

Figura 46. Preferencias y valores de los parámetros en el cálculo de las cuantías de armadura. (Fuente: SAP2000).

Los gráficos del armado se adjuntan a continuación, los valores de las escalas de las imágenes están en  $m^2/m$ :

- Armado longitudinal superior:

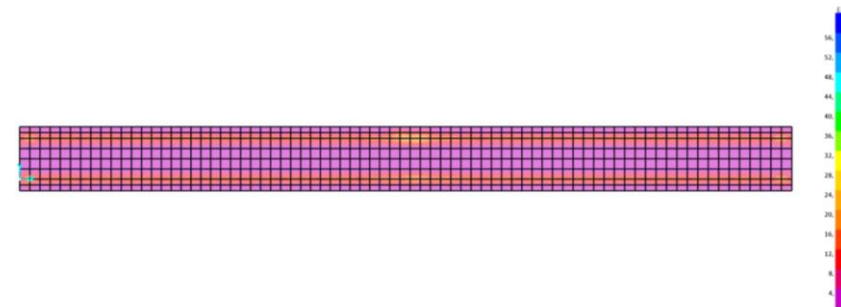


Figura 47. Cuantía de armado longitudinal superior. (Fuente: SAP2000)



La cuantía máxima de armado longitudinal superior es de  $30 \frac{mm^2}{m}$  en la zona de los apoyos.

- Armado longitudinal inferior:

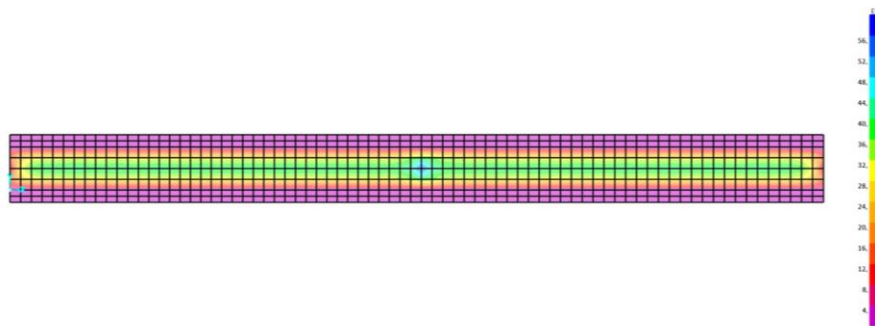


Figura 48. Cuantía de armado longitudinal inferior. (Fuente: SAP2000)

La cuantía máxima de armado longitudinal inferior es de  $60 \frac{mm^2}{m}$  en la zona central, es decir del orden del doble de la superior esto tiene sentido, debido a que esta traccionado.

- Armado transversal superior:

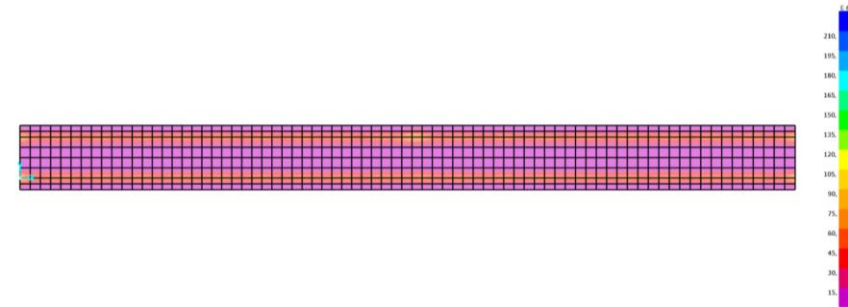


Figura 49. Cuantía de armado transversal superior. (Fuente: SAP2000)

La cuantía máxima de armado transversal superior es de  $120 \frac{mm^2}{m}$  en la zona de los apoyos.

- Armado transversal inferior:

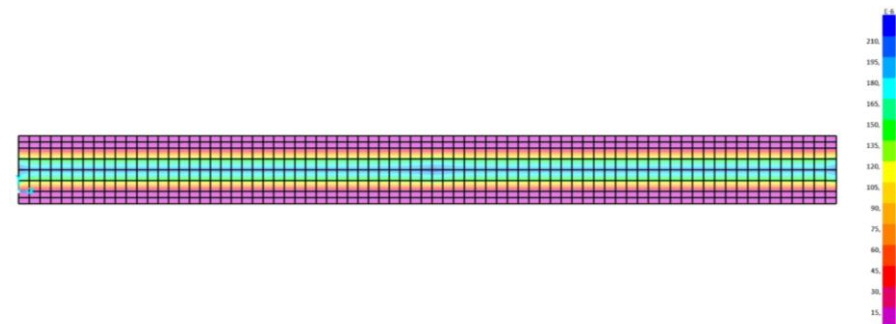


Figura 50. Cuantía de armado transversal inferior. (Fuente: SAP2000)



La cuantía máxima de armado transversal inferior es de  $210 \frac{mm^2}{m}$  en la zona central.

A continuación, se muestra una table resumen con los resultados obtenidos a partir del programa SAP2000:

		Calculo armadura SAP2000			
Cara superior	Longitudinal	0,00003	m2/m	30	mm2/m
	Transversal	0,00012	m2/m	120	mm2/m
Cara inferior	Longitudinal	0,00006	m2/m	60	mm2/m
	Transversal	0,000215	m2/m	215	mm2/m

Tabla 3. Resumen de las cuantías calculadas a través del SAP2000.  
(Fuente: SAP2000).

### 3.7.1. CÁLCULO DE LA ARMADURA MÍNIMA

Para el cálculo de la armadura mínima longitudinal se han seguido la notación y metodología según Art. 7.3.2 y 9 de EC2 (EC-2, 2013):

Para el control de la fisuración, como indica la (EC-2, 2013) “se requiere una cantidad mínima de armadura adherente para controlar la fisuración en áreas donde se esperen tracciones. Se puede estimar la cantidad a partir del equilibrio entre la fuerza de tracción en el hormigón justo antes de la

fisuración y la fuerza de tracción en la armadura en el límite elástico o a una tensión menor si es necesario limitar la abertura de fisura” (EC-2).

Para ello el armado mínimo longitudinal (armadura principal) se establece como el máximo entre el armado mínimo para control de fisuración y el armado mínimo para losas.

$$A_{s,min,pri} = \max \left( A_{s,min,fisura}; A_{s,min,losa} \right),$$

Donde:

- $A_{s,min,pri}$  es la armadura mínima principal.
- $A_{s,min,fisura}$  es el armado mínimo para control de fisuración.
- $A_{s,min,losa}$  es el armado mínimo para losas.

Para el cálculo del armado mínimo por fisuración se sigue el apartado 7.3.2 de la EC2 el cual establece lo siguiente:

$$A_{s,min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}$$

donde:

- $A_{s,min}$  es el área mínima de armadura pasiva dentro de la zona de tracción;



- $A_{ct}$  es el área de hormigón dentro de la zona de tracción. La zona de tracción es aquella parte de la sección que está calculada para estar en tracción justo antes de la formación de la primera fisura:

- En secciones rectangulares,

$A_{ct} = b \cdot (h - x)$ , siendo  $b$  y  $h$  las dimensiones de la sección y  $x$  la profundidad de la fibra neutra.

Considerando la inercia bruta  $x = N_k/M_k \cdot h^2/12 - h/2$ , siendo  $N_k$  y  $M_k$  solicitaciones de servicio de la sección.

- $\sigma_s$  es el valor absoluto de la tensión máxima permitida en la armadura inmediatamente después de la formación de la fisura. Ésta se puede tomar como el límite elástico de la armadura  $f_{yk}$ . Sin embargo, puede ser necesario un valor menor para satisfacer los límites de la abertura de fisura de acuerdo con el diámetro de la barra o el espacio entre ellas [véase el punto (2) del apartado 7.3.3];

- $f_{ct,eff}$  es el valor medio de la resistencia efectiva a tracción del hormigón en el momento en que se espera que aparezcan las primeras fisuras:

$f_{ct,eff} = f_{ctm}$  o menor, ( $f_{ctmc(t)}$ ), si se espera la fisuración antes de 28 días;

- $k$  es un coeficiente que considera el efecto de tensiones no uniformes autoequilibradas, lo cual conlleva una reducción de fuerzas de coacción:

$k = 1,0$  para almas con  $h \leq 300$  mm o alas con anchuras inferiores a 300mm.

$k = 0,65$  para almas con  $h \geq 800$  mm o alas con anchos mayores de 800mm.

Se puede interpolar para obtener los valores intermedios

- $k_c$  es un coeficiente que considera la distribución de las tensiones dentro de la sección inmediatamente antes de la fisuración y del cambio del brazo mecánico:



Para tracción pura  $k_c = 1,0$ .

Para flexión simple o compuesta:

- Para secciones rectangulares y almas de secciones en cajón y secciones en T:

$$k_c = 0,4 \cdot \left[ 1 - \frac{\sigma_c}{k_1(h/h^*)f_{ct,eff}} \right] \leq 1$$

donde

- $\sigma_c$  es la tensión media en el hormigón que actúa en la parte de la sección considerada;

$$\sigma_c = N_{Ed} / (bh)$$

- $N_{Ed}$  es la fuerza axial que actúa en el estado límite de servicio en la parte de la sección transversal considerada (se considera la fuerza de compresión como positiva). Se debe determinar  $N_{Ed}$  considerando los valores característicos de pretensado y las fuerzas axiales bajo la combinación relevante de acciones.
- $h^* = h$  para  $h < 1,0$  m.  
 $h^* = 1,0$  m para  $h \geq 1,0$  m.

- $k_1$  es un coeficiente que considera los efectos de las fuerzas axiales en la distribución de tensiones:

$k_1 = 1,5$  si  $N_{Ed}$  es una fuerza de compresión.

$k_1 = 2h^*/(3h)$  si  $N_{Ed}$  es una fuerza de tracción.

- $F_{cr}$  es el valor absoluto de la fuerza de tracción dentro del ala justo antes de la aparición de la primera fisura, debida al momento de fisuración calculado con  $f_{ct,eff}$ .

A partir de la formulación anterior se procede a calcular el  $A_{s_{\min_{fisura}}}$  a partir de los siguientes datos:

- $h$  (Canto) se escoge de 30 cm ya que es el mayor canto de la losa, y por lo tanto en zonas donde el canto sea menor la armadura mínima cumplirá de forma más holgada.
- Clase del hormigón C-25.
- Tipo de acero B500.
- Momento de servicio  $M_k$  es de 33 KN·m/m, se escoge el máximo momento de la envolvente.
- Axil de servicio  $M_k$  es de 1.05KN, se escoge el máximo axil de la envolvente.

$$\begin{aligned} A_{s_{\min_{fisura}}} &= 0.401 \cdot 0.93 \cdot 2.56 \cdot 2004 / 500 \\ &= \mathbf{3.83 \text{ cm}^2/\text{m}} \end{aligned}$$

donde





- $\sigma_s = f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
- $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2.56 \text{ MPa}$   
 $f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} = 0,30 \times 25^{(2/3)} = 2.56 \text{ MPa}$
- $k = 1 - 0.35 \cdot (h - 30) / 50 = 0.93$
- $A_{ct} = b \cdot h_{ct} = 100 \cdot 20.04 = 2004 \text{ cm}^2$   
 $h_{ct}$  (espesor zona traccionada) = 20.04 cm  
 $h_{ct} = h/2 - (h^2/12) \cdot (N_k/M_k)$ , ( $\geq 0$  y  $\leq h$ )  
 $h_{ct,aux} = 30/2 - (30^2/12) \cdot (-1.05/3500) = 20.04 \text{ cm}$
- $k_c = 0.4 \cdot [1 - \sigma_c / (k_1 \cdot h / h^* \cdot f_{ct,eff})] \leq 1$   
 $k_{c,aux} = 0.4 \cdot [1 - (-0) / (0.67 \cdot 30 / 30 \cdot 2.56)] = 0.4$   
 donde
  - $\sigma_c = N_{Ed} / (b \cdot h) = -1050 / (1000 \cdot 300) = -3.5 \cdot 10^{-3} \text{ MPa}$
  - $h^* = \min (h; 100) = 30 \text{ cm}$
  - $k_1 = 2h^* / (3h) = 2 \cdot 40 / (3 \cdot 40) = 0.67$   
 $N_{Ed}$  es de tracción.

Para el cálculo del armado mínimo por losa se sigue el apartado 9.3 de la EC2 el cual establece lo siguiente:

El valor de  $A_{s,min}$  para losas para uso en España es el siguiente:

$$A_{s,min} = W/z \cdot f_{ctm,fl} / f_{yd}, \text{ donde}$$

- $z$  es el brazo mecánico en la sección en ELU, que puede calcularse de forma aproximada como  $z=0.8h$ ,

- $W$  es el módulo resistente de la sección bruta relativo a la fibra más traccionada,
- $f_{ctm,fl}$  es la resistencia media a flexotracción,

$$f_{ctm,fl} = \text{máx.} \{ (1.6 - h / 1000) \cdot f_{ctm}; f_{ctm} \}$$

donde

- $h$  es el canto total del elemento, en mm;
- $f_{ctm}$  es la resistencia media a tracción directa, conforme a la tabla 3.1.

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)}, \text{ si } f_{ck} \leq 50$$

$$f_{ctm} = 2.12 \cdot \ln(1 + (f_{cm}/10)), \text{ si } f_{ck} > 50$$

$$\text{con } f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ (MPa)}$$

- $f_{yd}$  es la resistencia de cálculo de las armaduras pasivas en tracción.
- 

A partir de la formulación anterior se procede a calcular el  $A_{s,min}$  a partir de los siguientes datos:

- $h$  (Canto) se escoge de 30 cm ya que es el mayor canto de la losa, y por lo tanto en zonas donde el canto sea menor la armadura mínima cumplirá de forma más holgada.
- Clase del hormigón C-25.
- Tipo de acero B500.



$$A_{smin\_losa} = W/z \cdot f_{ctm,fl}/f_{yd}$$

$$A_{smin\_losa} = 26667/32 \cdot 3.08/434.78 = 5.9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

donde

- $W = b \cdot h^2/6 = 100 \cdot 30^2/6 = 26667 \text{ cm}^3$
- $z = 0.8 \cdot h = 0.8 \cdot 40 = 24 \text{ cm}$
- $f_{ctm,fl} = \text{máx} \{(1.6 - h/1000) \cdot f_{ctm}; f_{ctm}\} = 3.08 \text{ MPa}$   
 $f_{ctm,fl} = \text{máx} \{(1.6 - 40/1000) \cdot 2.56; 2.56\} = \text{máx} (3.08; 2.56)$
- $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 500/1.15 = 434.78 \text{ MPa}$

Una vez calculado los dos mínimos escogemos el mayor de ellos, por lo que el área de armadura principal es de:

$$A_{smin, pri} (\text{Área de armadura principal}) = 5.9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Además, el EC2 establece que "Se debe disponer una armadura transversal secundaria inferior no menor que el 20% de la armadura principal en losas de un solo sentido. En zonas cerca de apoyos, no es necesario disponer armadura transversal en la cara superior si no existe momento flector transversal."

$$A_{smin, sec} (\text{Área de armadura secundaria}) = 1.18 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{smin, sec} = 0.2 \cdot A_{smin, pri} = 0.2 \cdot 5.9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Por último, establecer que la EC2 también establece un armado máximo  $A_{s, max}$  para losas para uso en España es  $0.04 \cdot A_c$ .

$$A_{smax} (\text{Armadura máxima en la sección}) = 160 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{smax} = 0.04 \cdot A_c = 0.04 \cdot 100 \cdot 40 \text{ cm}^2/\text{m}$$

A continuación, se establece una tabla resumen:

		Armadura mínima			
Cara superior	Longitudinal	5,9	cm <sup>2</sup> /m	590	mm <sup>2</sup> /m
	Transversal	1,18	cm <sup>2</sup> /m	118	mm <sup>2</sup> /m
Cara inferior	Longitudinal	5,9	cm <sup>2</sup> /m	590	mm <sup>2</sup> /m
	Transversal	1,18	cm <sup>2</sup> /m	118	mm <sup>2</sup> /m
Armadura máxima		160	cm <sup>2</sup> /m	16000	mm <sup>2</sup> /m

Tabla 4. Cuantías mínimas necesarias en la losa.  
(Fuente: Elaboración Propia)

Se establecen las cuantías de armadura mayores entre las calculas por SAP2000 y las mínimas, por lo que se dispondrán las siguientes cuantías de armadura:



		Armadura final			
Cara superior	Longitudinal	5,9	cm <sup>2</sup> /m	590	mm <sup>2</sup> /m
	Transversal	1,2	cm <sup>2</sup> /m	120	mm <sup>2</sup> /m
Cara inferior	Longitudinal	5,9	cm <sup>2</sup> /m	590	mm <sup>2</sup> /m
	Transversal	2,15	cm <sup>2</sup> /m	215	mm <sup>2</sup> /m

Tabla 5. Cuantías de armadura dispuesta. (Fuente: Elaboración Propia).

En cuanto a la disposición del armado propuesto se establece el siguiente:

Principal		Secundario	
$AS_1(P)$	$AS_2(P)$	$AS_1(S)$	$AS_2(S)$
Φ12 s 18cm	Φ12 s 18cm	Φ8 s 20cm	Φ6 s 20cm

Tabla 6. Disposición del armado propuesto.  
(Fuente: Elaboración Propia).

donde:

- $A_{s1}(P)$  es la armadura longitudinal inferior.
- $A_{s2}(P)$  es la armadura longitudinal superior.
- $A_{s1}(S)$  es la armadura transversal inferior.
- $A_{s2}(S)$  es la armadura transversal superior.

## 4. COMPROBACIÓN RESISTENTE DE LA PRELOSA

A lo largo de este apartado se definirá como se ha realizado el modelo de la prelosa y se procederá a su comprobación y al cálculo del armado que hay que disponer.

### 4.1. NORMATIVA APLICADA

En el desarrollo de este documento se han empleado las siguientes normativas e instrucciones:

- Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación (2013).
- Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 2: Puentes de hormigón (2013).
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11). (2012).

### 4.2. DESCRIPCIÓN

Las prelosas están formadas por piezas de hormigón armado de 10 cm de espesor y un ancho de 1,19 cm. La cara interior tiene la forma que tendrá la losa una vez se vierta el hormigón. Las prelosas además de disponer del armado suficiente para soportar el peso del hormigón in-situ de la losa,



también disponen de unas celosías o nervios de acero dispuestos en toda su longitud.

Como se ha dicho anteriormente las prelosas se utilizan como elementos autoportantes que sirven como encofrados perdidos del tablero durante la fase de hormigonado de la losa, por lo que pasan por un estado inicial, para el que deben ser resistentes y estables frente al peso del hormigón que se vierte in situ. La comprobación y armado de esta prelosa se ha llevado a cabo con un modelo de esta como el que se muestra más adelante. Las prelosas están apoyadas en las vigas longitudinales que conforman la estructura principal de la pasarela.

#### 4.3. MATERIALES

Los materiales que se emplean en esta pasarela es el acero para todos los elementos que la conforman y el hormigón para la definición del tablero.

La prelosa se ha dimensionado para ambiente IIb (humedad media) debido a que la precipitación media anual es de 520mm (CLIMATE). El hormigón dispuesto es del tipo HA35/B/20/IIb. El acero en las armaduras es del tipo B500S, siempre de acuerdo con la Instrucción EHE-08.

- Hormigón HA-35 de la prelosa:
  - Peso específico ( $\gamma$ ): 25 kN/m<sup>3</sup>
  - Módulo de elasticidad (E): 35 GPa.
  - Coeficiente de Poisson ( $\nu$ ): 0,2
  - Coeficiente de dilatación térmica lineal ( $\alpha$ ): 1E-05 K<sup>-1</sup>
  - Resistencia característica a compresión simple:  $f_{ck}$ = 35 MPa.

#### 4.4. CARGAS.

Al tratarse de prelosas autoportantes deben aguantar su propio peso y como se utilizan de encofrado también deben de resistir el peso del hormigón in-situ.

Se han considerado las cargas siguientes:

- peso propio de la prelosa, considerando un peso específico del material de 25  $KN/m^3$ .
- peso del hormigón in-situ, considerando también un peso específico del hormigón de 25  $KN/m^3$ .

#### 4.5. MODELO

Para obtener esfuerzos y deformaciones en la prelosa se ha trabajado sobre un modelo de elementos finitos tipo Shell-thick (considerando la deformación por cortante) y un modelo de vigas para el estudio de la armadura longitudinal superior de la prelosa. Todo ello realizado en el programa SAP-2000 v21.2. Solo se ha modelado una prelosa de ancho 1,19 m, ya que todas las demás serán iguales.

El modelo es el siguiente:

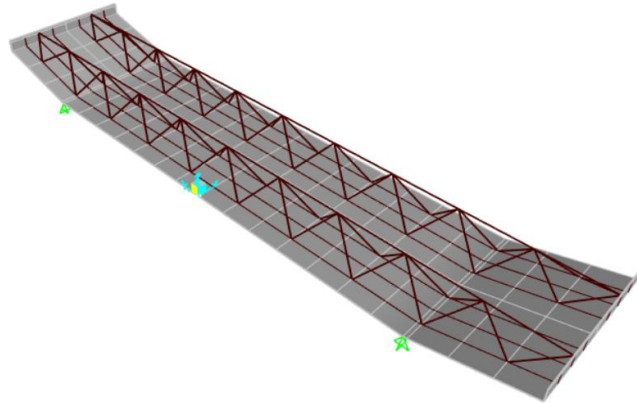


Figura 51. Modelo en elementos finitos de la prelosa. (Fuente: SAP2000).

En las zonas donde la prelosa apoya en las vigas longitudinales se ha dispuesto apoyos verticales, que únicamente impiden los movimientos.

#### 4.6. ESTADOS DE CARGA

En este apartado se establece de qué forma y donde actúan las cargas anteriormente establecidas en el apartado 4.4 CARGAS. En todas las imágenes las unidades de referencia son KN para las fuerzas, m para las unidades de longitud y  $\text{KN}/\text{m}^2$  para las unidades de presión.

Se han hecho actuar las cargas siguientes:

- Peso propio, evaluado por el propio programa a partir de las dimensiones de la placa y las barras de forma automática por el programa.
- El peso propio del hormigón vertido se ha introducido como una presión que afecta de forma distinta dependiendo del espesor de hormigón in-situ que haya dependido de la zona de la prelosa. En zonas con pendiente esta presión va variando, como se puede ver a continuación:

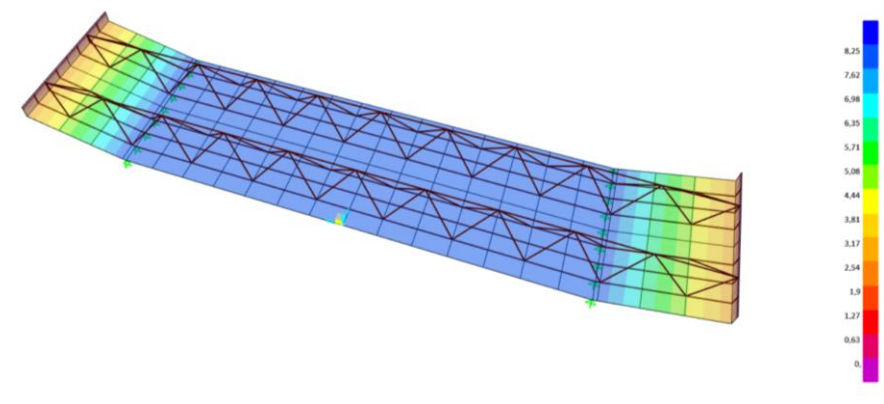


Figura 52. Representación de la carga originada por el peso propio del hormigón vertido. (Fuente: SAP2000).



#### 4.5.1. COMBINACIÓN DE ESTADOS DE CARGA

Las combinaciones de carga se establecen siguiendo las indicaciones que funda la Instrucción de Acciones en Puentes de Carretera IPA-11 en el apartado 6.3.

Para comprobaciones en estado limite último ELU en situaciones persistentes, que es el caso que se ha escogido para armar la prelosa. La combinación de acciones se hará de acuerdo con la expresión siguiente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} \gamma_{G,m} G^*_{k,m} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,1} Q_{k,i}$$

Donde:

- $G_{k,j}$  es el valor característico de cada acción permanente.
- $G^*_{k,m}$  es el valor característico de cada acción permanente de valor no constante.
- $Q_{k,1}$  valor característico de la acción variable dominante.
- $\psi_{0,1} Q_{k,i}$  valor de la combinación de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante.
- $\gamma_G \gamma_Q$  coeficientes parciales.

Los valores de los coeficientes parciales y los factores de simultaneidad según la Instrucción de Acciones en Puentes de Carretera IPA-11 son los mismos que en el apartado 3.3.4.1. COMBINACIÓN DE ESTADOS DE CARGA.

En nuestro caso al solo tener cargas permanentes la combinación de cargas es la siguiente:

$$1,35 * PP + 1,35 * H_{in situ}$$

Donde:

- PP es el peso propio de la prelosa.
- $H_{in situ}$  es el peso del hormigón verido.

#### 4.7. RESULTADOS DEL SAP2000.

Seguidamente se va a mostrar y comentar ciertos resultados obtenidos a través del modelo de la prelosa realizado en SAP2000. En todas las imágenes las unidades de referencia son KN para las fuerzas y m para las unidades de longitud.

A acerca de la deformada de la prelosa que se puede ver a continuación, se observa que la máxima flecha se encuentra en la zona central de la losa y es de 9,3mm. En contraste la zona de los voladizos se levanta un máximo de 6,4mm en los extremos de la prelosa. Estas deformaciones son muy pequeñas, de modo que son poco relevantes.

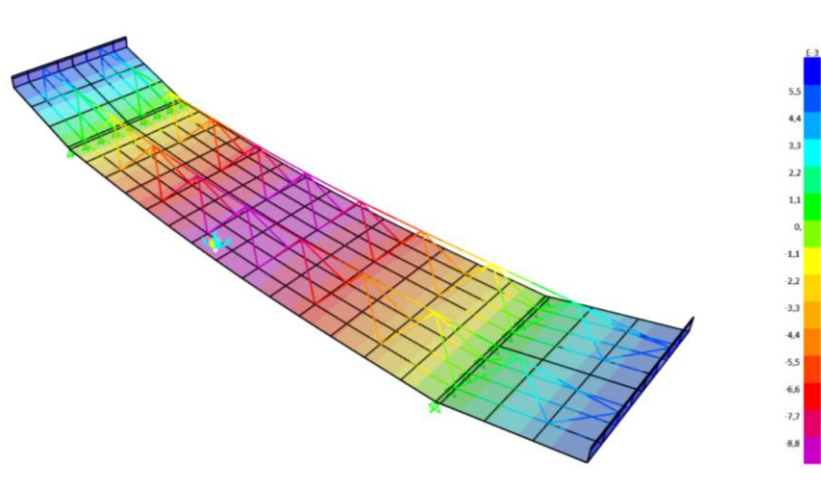


Figura 53. Deformada de la prelosa. (Fuente: SAP2000).

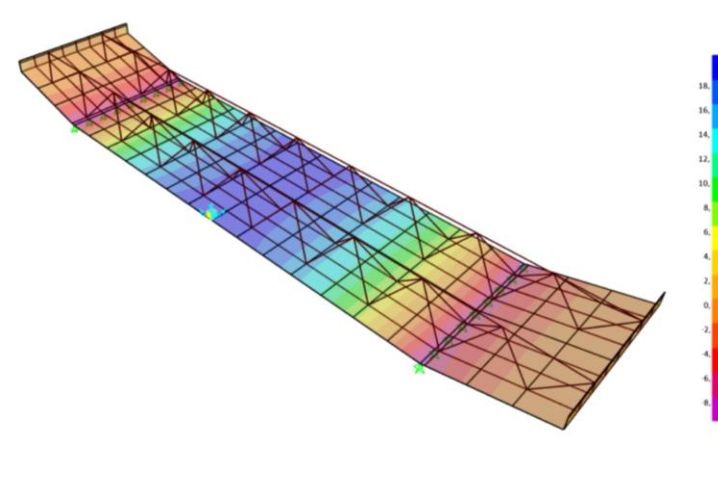


Figura 54. Momento longitudinal en la prelosa. (Fuente: SAP2000).

Por otro lado, respecto a los esfuerzos que generan las cargas en la prelosa, se van a mostrar tanto los momentos como los cortantes y los axiles.

En la siguiente imagen se muestra el momento longitudinal que generan las cargas en la prelosa, como se puede observar este es mayor en la zona del centro de la losa y tiene un valor máximo de 20 KN\*m.

En comparación el momento transversal es mayor en la zona del cambio de pendiente y tiene un valor máximo de -1,8 KN\*m mucho menos que el longitudinal como es de esperar. En la siguiente imagen se muestra el momento longitudinal que generan las cargas en la losa.

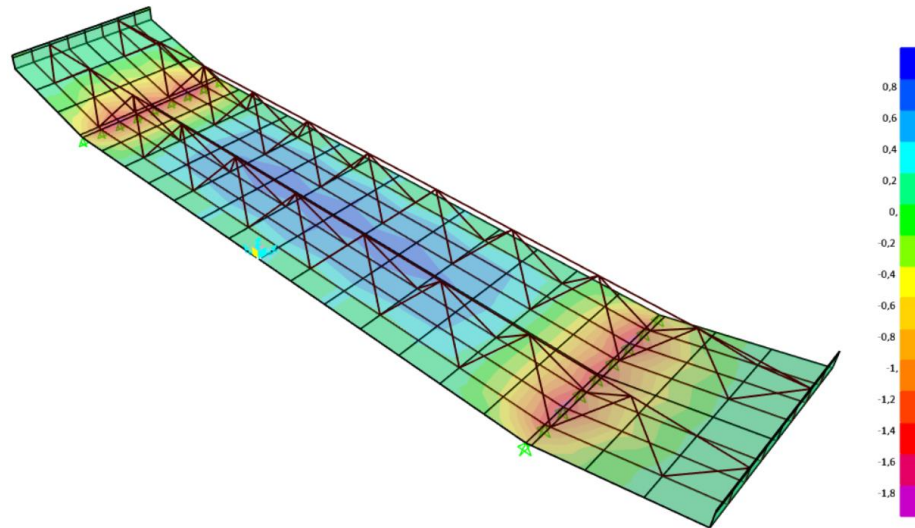


Figura 55. Momento transversal en la prelosa. (Fuente: SAP2000).

Por otro lado, los cortantes longitudinales que son los relevantes toman como máximo valor  $\pm 40\text{KN}$  cerca de los apoyos, como es de esperar.

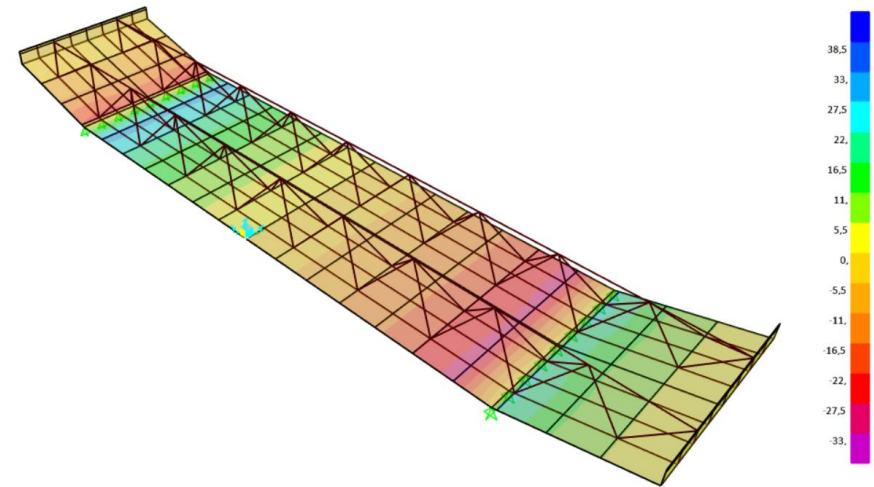


Figura 56. Cortante longitudinal en la prelosa. (Fuente: SAP2000)

Los axiles que sí que se deben de tener en cuenta al haber zonas con pendiente, toman valores de máxima compresión de  $-33\text{ KN}$  en las zonas próximas a los apoyos y de máxima tracción de  $30\text{KN}$  en la zona central.



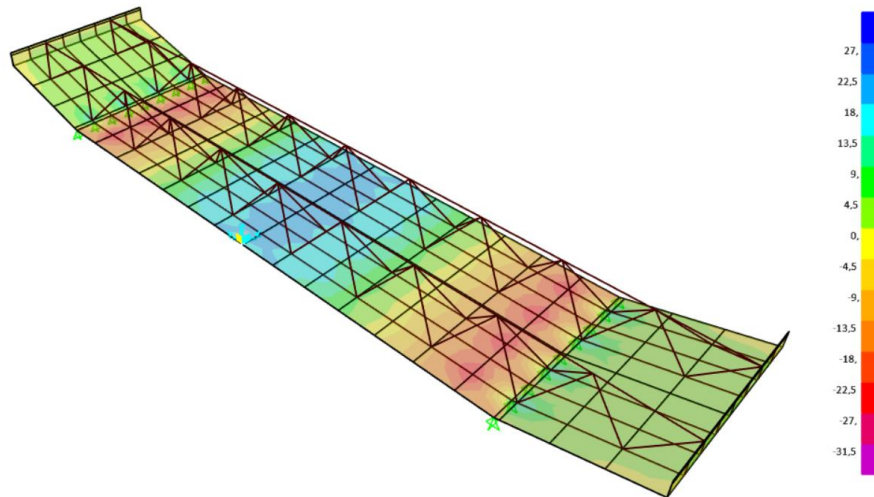


Figura 57. Axiles en la prelosa. (Fuente: SAP2000).

Por último, en cuanto a las barras, la única carga relevante es el axil en la barra superior. Por ello tiene una comprobación aparte en el apartado 4.7.2. COMPROBACIÓN ARMADURA SUPERIOR.

#### 4.8. ARMADO

Los armados están obtenidos por el propio programa de cálculo para la hipótesis ELU, empelando el Eurocódigo (EC-2,2013). Estableciendo las siguientes preferencias de cálculo y valores de los parámetros.

Table: Preferences - Concrete Design - Eurocode 2-2004, Part 1 of 2

Table: Preferences - Concrete Design - Eurocode 2-2004, Part 1 of 2								
THDesign	NumCurves	NumPoints	MinEccen	PatLLF	UFLimit	Country	ComposEq	RelClass
Envelopes	24	11	Yes	0.75	0.95	CEN Default	Eq. 6.10	Class 2

Table: Preferences - Concrete Design - Eurocode 2-2004, Part 2 of 2

Table: Preferences - Concrete Design - Eurocode 2-2004, Part 2 of 2							
SOM	Theta0	GammaS	GammaC	AlphaCC	AlphaCT	AlphaLCC	AlphaLCT
Nominal Stiffness	0.005000	1.150000	1.500000	1.000000	1.000000	0.850000	0.850000

Figura 58. Preferencias y valores de los parámetros en el cálculo de las cuantías de armadura. (Fuente: SAP2000).

Los gráficos del armado se adjuntan a continuación, los valores de las escalas de las imágenes están en  $m^2/m$ :

- Armadura superior transversal a la prelosa

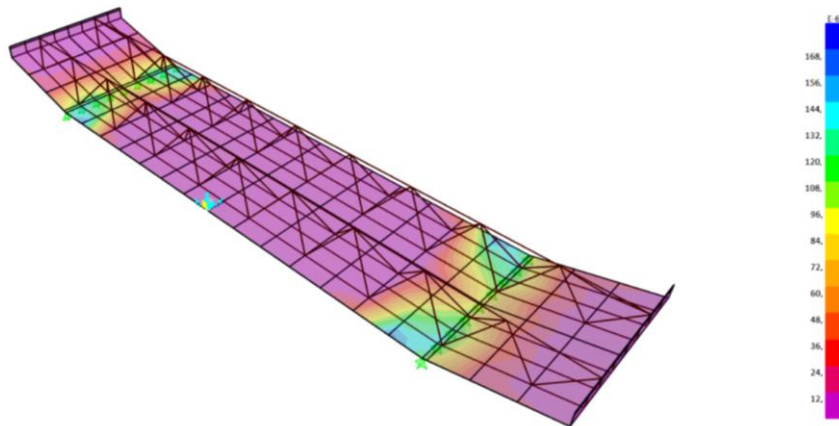


Figura 59. Cuantía de armado transversal superior. (Fuente: SAP2000)

La cuantía máxima de armado transversal superior es de  $168 \frac{mm^2}{m}$  en la zona próxima a los apoyos.

- Armadura inferior transversal a la prelosa

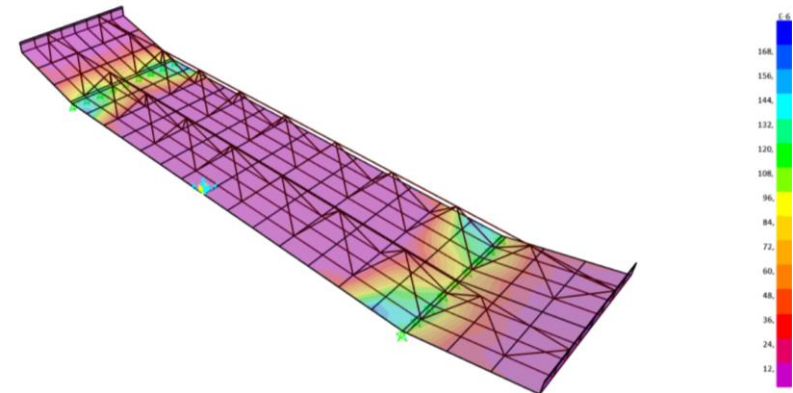


Figura 60. Cuantía de armado transversal inferior. (Fuente: SAP2000)

La cuantía máxima de armado transversal inferior es de  $168 \frac{mm^2}{m}$  en la zona próxima a los apoyos.

- Armadura superior longitudinal a la prelosa

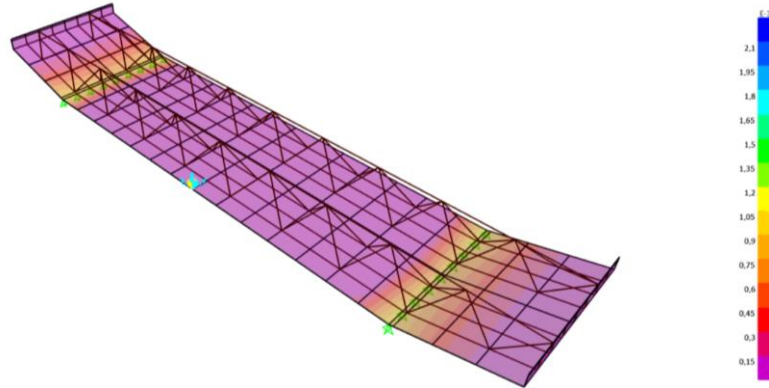


Figura 61. Cuantía de armado longitudinal superior. (Fuente: SAP2000)

La cuantía máxima de armado longitudinal superior es de  $1200 \frac{mm^2}{m}$  en la zona de los apoyos.

- Armadura inferior longitudinal a la prelosa

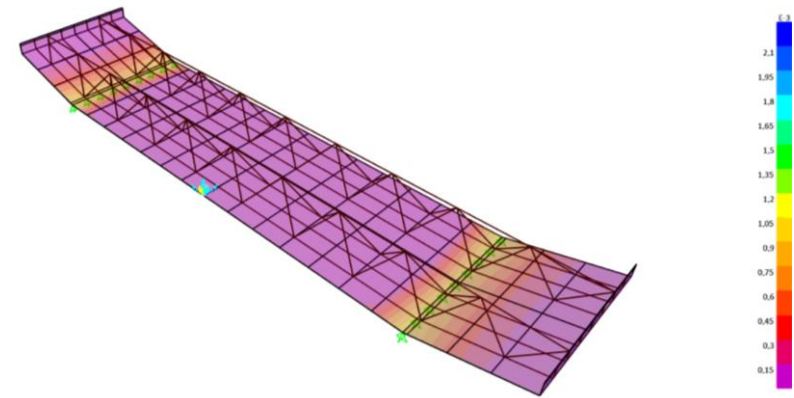


Figura 62. Cuantía de armado longitudinal inferior (Fuente: SAP2000)

La cuantía máxima de armado longitudinal inferior es de  $2200 \frac{mm^2}{m}$  en la zona de los apoyos.



A continuación, se muestra una table resumen con los resultados obtenidos a partir del programa SAP2000:

		Calculo armadura SAP2000			
Cara superior	Longitudinal	0,0012	m2/m	1200	mm2/m
	Transversal	0,000168	m2/m	168	mm2/m
Cara inferior	Longitudinal	0,0022	m2/m	2200	mm2/m
	Transversal	0,000168	m2/m	168	mm2/m

Tabla 7. Resumen de las cuantías calculadas a través del SAP2000.  
(Fuente: SAP2000).

#### 4.7.1. CÁLCULO DE LA ARMADURA MÍNIMA.

Para el cálculo de la armadura mínima longitudinal se han seguido la notación y metodología según Art. 7.3.2 y 9 de EC2 (EC-2,2013):

Para el control de la fisuración, como indica la EC2 “se requiere una cantidad mínima de armadura adherente para controlar la fisuración en áreas donde se esperen tracciones. Se puede estimar la cantidad a partir del equilibrio entre la fuerza de tracción en el hormigón justo antes de la fisuración y la fuerza de tracción en la armadura en el límite elástico o a una tensión menor si es necesario limitar la abertura de fisura” (EC-2).

Para ello el armado mínimo longitudinal (armadura principal) se establece como el máximo entre el armado mínimo para control de fisuración y el armado mínimo para losas.

$$A_{s,min,pri} = \max \left( A_{s_{fisura}^{min}} ; A_{s_{losa}^{min}} \right),$$

Donde:

- $A_{s,min,pri}$  es la armadura mínima principal.
- $A_{s_{fisura}^{min}}$  es el armado mínimo para control de fisuración.
- $A_{s_{losa}^{min}}$  es el armado mínimo para losas .

Para el calculo del armado mínimo por fisuración se sigue el apartado 7.3.2 de la EC2 el cual establece lo siguiente:

$$A_{s,min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}$$

donde:

- $A_{s,min}$  es el área mínima de armadura pasiva dentro de la zona de tracción;



- $A_{ct}$  es el área de hormigón dentro de la zona de tracción. La zona de tracción es aquella parte de la sección que está calculada para estar en tracción justo antes de la formación de la primera fisura:

- En secciones rectangulares,

$A_{ct} = b \cdot (h - x)$ , siendo  $b$  y  $h$  las dimensiones de la sección y  $x$  la profundidad de la fibra neutra.

Considerando la inercia bruta  $x = N_k/M_k \cdot h^2/12 - h/2$ , siendo  $N_k$  y  $M_k$  solicitaciones de servicio de la sección.

- $\sigma_s$  es el valor absoluto de la tensión máxima permitida en la armadura inmediatamente después de la formación de la fisura. Ésta se puede tomar como el límite elástico de la armadura  $f_{yk}$ . Sin embargo, puede ser necesario un valor menor para satisfacer los límites de la abertura de fisura de acuerdo con el diámetro de la barra o el espacio entre ellas [véase el punto (2) del apartado 7.3.3];
- $f_{ct,eff}$  es el valor medio de la resistencia efectiva a tracción del hormigón en el momento en que se espera que aparezcan las primeras fisuras:

$f_{ct,eff} = f_{ctm}$  o menor, ( $f_{ctmc(t)}$ ), si se espera la fisuración antes de 28 días;

- $k$  es un coeficiente que considera el efecto de tensiones no uniformes autoequilibradas, lo cual conlleva una reducción de fuerzas de coacción:

$k = 1,0$  para almas con  $h \leq 300$  mm o alas con anchuras inferiores a 300 mm.

$k = 0,65$  para almas con  $h \geq 800$  mm o alas con anchos mayores de 800 mm.

Se puede interpolar para obtener los valores intermedios

- $k_c$  es un coeficiente que considera la distribución de las tensiones dentro de la sección inmediatamente antes de la fisuración y del cambio del brazo mecánico:

Para tracción pura  $k_c = 1,0$ .

Para flexión simple o compuesta:

- Para secciones rectangulares y almas de secciones en cajón y secciones en T:



$$k_c = 0,4 \cdot \left[ 1 - \frac{\sigma_c}{k_1(h/h^*)f_{ct,eff}} \right] \leq 1$$

donde

- $\sigma_c$  es la tensión media en el hormigón que actúa en la parte de la sección considerada;

$$\sigma_c = N_{Ed} / (bh)$$

- $N_{Ed}$  es la fuerza axial que actúa en el estado límite de servicio en la parte de la sección transversal considerada (se considera la fuerza de compresión como positiva). Se debe determinar  $N_{Ed}$  considerando los valores característicos de pretensado y las fuerzas axiales bajo la combinación relevante de acciones.
- $h^* = h$  para  $h < 1,0$  m.  
 $h^* = 1,0$  m para  $h \geq 1,0$  m.
- $k_1$  es un coeficiente que considera los efectos de las fuerzas axiales en la distribución de tensiones:

$k_1 = 1,5$  si  $N_{Ed}$  es una fuerza de compresión.

$k_1 = 2h^*/(3h)$  si  $N_{Ed}$  es una fuerza de tracción.

- $F_{cr}$  es el valor absoluto de la fuerza de tracción dentro del ala justo antes de la aparición de la primera fisura, debida al momento de fisuración calculado con  $f_{ct,eff}$ .

A partir de la formulación anterior se procede a calcular el  $A_{s_{\min}}^{fisura}$  a partir de los siguientes datos:

- $h$  (Canto) es de 10 cm
- Clase del hormigón C-30.
- Tipo de acero B500.
- Momento de servicio  $M_k$  es de 20 KN·m/m, se escoge el máximo momento.
- Axil de servicio  $M_k$  es de -20 KN/m se escoge el máximo axil, que en este caso es de tracción.

$$A_{s_{\min}}^{fisura} = 0,441 \cdot 1 \cdot 2,9 \cdot 508,33 / 500 = 1,3 \text{ cm}^2/\text{m}$$

donde

- $\sigma_s = f_{yk} = 500$  MPa
- $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9$  MPa  
 $f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} = 0,30 \times 30^{(2/3)} = 2,9$  MPa
- $k = 1$  ( $h \leq 300$ )
- $A_{ct} = b \cdot h_{ct} = 100 \cdot 5,08 = 508,33 \text{ cm}^2$   
 $h_{ct}$  (espesor zona traccionada) = 5,08 cm



$$h_{ct} = h/2 - (h^2/12) \cdot (N_k/M_k), (\geq 0 \text{ y } \leq h)$$

$$h_{ct,aux} = 10/2 - (10^2/12) \cdot (-20/2000) = 5.08 \text{ cm}$$

- $k_c = 0.4 \cdot [1 - \sigma_c / (k_1 \cdot h / h^* \cdot f_{ct,eff})] \leq 1$

$$k_{c,aux} = 0.4 \cdot [1 - (-0.2) / (0.67 \cdot 10 / 10 \cdot 2.9)] = 0.44$$

donde

- $\sigma_c = N_{Ed} / (b \cdot h) = -20000 / (1000 \cdot 100) = -0.2 \text{ MPa}$

- $h^* = \min (h ; 100) = 10 \text{ cm}$

- $k_1 = 2h^* / (3h) = 2 \cdot 10 / (3 \cdot 10) = 0.67$

$N_{Ed}$  es de tracción

Para el cálculo del armado mínimo por losa se sigue el apartado 9.3 de la EC2 el cual establece lo siguiente:

El valor de  $A_{s,min}$  para losas para uso en España es el siguiente:

$$A_{s,min} = W/z \cdot f_{ctm,fl} / f_{yd}, \text{ donde}$$

- $z$  es el brazo mecánico en la sección en ELU, que puede calcularse de forma aproximada como  $z=0.8h$ ,
- $W$  es el módulo resistente de la sección bruta relativo a la fibra más traccionada,
- $f_{ctm,fl}$  es la resistencia media a flexotracción,

$$f_{ctm,fl} = \text{máx.} \{ (1.6 - h/1000) \cdot f_{ctm} ; f_{ctm} \}$$

donde

- $h$  es el canto total del elemento, en mm;
- $f_{ctm}$  es la resistencia media a tracción directa, conforme a la tabla 3.1.

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)}, \text{ si } f_{ck} \leq 50$$

$$f_{ctm} = 2.12 \cdot \ln(1 + (f_{cm}/10)), \text{ si } f_{ck} > 50$$

$$\text{con } f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ (MPa)}$$

- $f_{yd}$  es la resistencia de cálculo de las armaduras pasivas en tracción.

A partir de la formulación anterior se procede a calcular el  $A_{s,min}$  a partir de los siguientes datos:

- $h$  (Canto) es de 10 cm.
- Tipo de acero B500.

$$A_{smin\_losa} = W/z \cdot f_{ctm,fl} / f_{yd}$$

$$A_{smin\_losa} = 1667/8 \cdot 4.34/434.78 = \mathbf{2.08 \text{ cm}^2/m}$$

donde

- $W = b \cdot h^2 / 6 = 100 \cdot 10^2 / 6 = 1667 \text{ cm}^3$
- $z = 0.8 \cdot h = 0.8 \cdot 10 = 8 \text{ cm}$



- $f_{ctm,fl} = \max \{(1.6 - h / 1000) \cdot f_{ctm}; f_{ctm}\} = 4.34 \text{ MPa}$   
 $f_{ctm,fl} = \max \{(1.6 - 100 / 1000) \cdot 2.9; 2.9\} = \max (4.34; 2.9)$
- $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1.15 = 434.78 \text{ MPa}$

Una vez calculado los dos mínimos escogemos el mayor de ellos, por lo que el área de armadura principal es de:

$$A_{smin, pri} (\text{Área de armadura principal}) = 2.8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Además, el EC2 establece que “Se debe disponer una armadura transversal secundaria inferior no menor que el 20% de la armadura principal en losas de un solo sentido. En zonas cerca de apoyos, no es necesario disponer armadura transversal en la cara superior si no existe momento flector transversal.”

$$A_{smin, sec} (\text{Área de armadura secundaria}) = 0.42 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{smin, sec} = 0.2 \cdot A_{smin, pri} = 0.2 \cdot 2.8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Por último, establecer que la EC2 también establece un armado máximo  $A_{s, max}$  para losas para uso en España es  $0.04 \cdot A_c$ .

$$A_{smax} (\text{Armadura máxima en la sección}) = 40 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{smax} = 0.04 \cdot A_c = 0.04 \cdot 100 \cdot 10 \text{ cm}^2/\text{m}$$

A continuación, se establece una tabla resumen:

		Armadura mínima			
Cara superior	Longitudinal	2,08	cm2/m	208	mm2/m
	Transversal	0,42	cm2/m	42	mm2/m
Cara inferior	Longitudinal	2,08	cm2/m	208	mm2/m
	Transversal	0,42	cm2/m	42	mm2/m
Armadura máxima		40	cm2/m	4000	mm2/m

Tabla 8. Cuantías mínimas necesarias en la prelosa.  
(Fuente: Elaboración Propia).

Como la armadura mínima es menor que la armadura calculada por el SAP2000, se establece la armadura calculada por SAP2000. Por lo que el armado propuesto es el siguiente:

Principal		Secundario	
$AS_1(P)$	$AS_2(P)$	$AS_1(S)$	$AS_2(S)$
Φ16 s 8cm	Φ12 s 8cm	Φ6 s 16cm	Φ6 s 16cm

Tabla 9. Disposición del armado propuesto. (Fuente: Elaboración Propia).





donde:

- $A_{s1}(P)$  es la armadura longitudinal inferior.
- $A_{s2}(P)$  es la armadura longitudinal superior.
- $A_{s1}(S)$  es la armadura transversal inferior.
- $A_{s2}(S)$  es la armadura transversal superior.

#### 4.7.2. COMPROBACIÓN ARMADURA SUPERIOR

Finalmente, en cuanto a las armaduras de la prelosa lo único que requiere una comprobación adicional es la tracción en la armadura superior, ya que es de unos 37 kN en servicio en la zona central. Esta carga está soportada por una barra de diámetro D12. Por otro lado, tanto los momentos como los cortantes son prácticamente 0 por lo que no es necesario su comprobación.

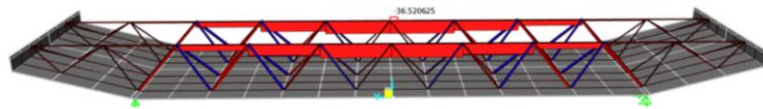


Figura 63. Axil en la barra superior. (Fuente: SAP2000)

A continuación, se comprueba si resiste. Como se indica en el EC-3 en el apartado 6.2.3. el valor de cálculo del esfuerzo axial de tracción  $N_{Ed}$  en cada sección debe cumplir que:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

Donde la resistencia de cálculo a tracción debería  $N_{t,Rd}$  tomarse como:

La resistencia plástica de cálculo de la sección transversal bruta:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}}; \text{ donde}$$

- $N_{pl,Rd}$  es la resistencia plástica de cálculo de la sección transversal bruta.
- $A$  es el área bruta de la sección.
- $f_y$  es el límite elástico del acero.
- $\gamma_{M0}$  es un coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales, independiente de las clases.

Estableciendo los siguientes datos, se comprueba la resistencia de la barra a tracción:



- $A$  es de  $0,000113097 \text{ m}^2$ .
- $f_y$  es de  $500 \text{ MPa}$ .
- $\gamma_{M0}$  tiene un valor de  $1,05$ .

Con estos datos se obtiene el siguiente resultado:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,000113097 \text{ m}^2 \times 500000 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}}{1,05} = 53,86 \text{ KN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{37 \text{ KN}}{53,86 \text{ KN}} = 0,7 \leq 1$$

Como la carga que resiste es mayor que el esfuerzo aplicado en servicio, la barra cumple a tracción.

## 5. CONCLUSIÓN

En el presente anejo se ha llevado a cabo, en base al Eurocódigo 3 (EC-3,2013) las comprobaciones de las secciones de cada uno de los elementos de la pasarela frente a los esfuerzos de axil, momento, cortante, la combinación de axil, momento y cortante y las comprobaciones de pandeo de compresión y pandeo de compresión más flexión de aquellos elementos en los que resulta necesario llevarlas a cabo. Y en base al Eurocódigo 2 (EC-2,2012), se lleva a cabo el cálculo de la armadura tanto de la losa como de la prelosa.



## 6. REFERENCIAS

<https://es.climate-data.org/europe/espana/comunidad-valenciana/muro-de-alcoy-663810/>

Ministerio de Fomento (2012). Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11). [https://www.mitma.gob.es/recursos\\_mfom/0820303.pdf](https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/0820303.pdf). Accedido el 25 de abril de 2022.

Anejo Nacional AN/UNE-EN 1993-1-1 Eurocódigo 3 (2013). Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios. Accedido el 21 de mayo de 2022.

Anejo Nacional AN/UNE-EN 1993-1-1 Eurocódigo 3 (2013). Proyecto de estructuras de acero. Parte 2: Puentes. Accedido el 22 de mayo de 2022.

Anejo Nacional AN/UNE-EN 1992-1-1 Eurocódigo 2 (2013). Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios. Accedido el 16 de junio de 2022.

Anejo Nacional AN/UNE-EN 1992-2 Eurocódigo 2 (2013). Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 2: Puentes de hormigón. Cálculo y disposiciones constructivas. Accedido el 16 de junio de 2022.

*Clima Muro de Alcoy: Temperatura, Climograma y Tabla climática para Muro de Alcoy - Climate-Data.org. <https://es.climate-data.org/europe/espana/comunidad-valenciana/muro-de-alcoy-663810/>. Accedido 17 de junio de 2022.*

---

## *ANEJO N.º 4: PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA PASARELA*

---

PRESENTADO POR: ALBERTO GARCÍA CÁRCEL

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TUTOR: JULIÁN ALCALÁ GONZÁLEZ

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA





## ÍNDICE

1. OBJETO DEL PRESENTE ANEJO. ....	4	4.3.2. ESTADOS DE CARGA .....	13
2. EL PROCESO CONSTRUCTIVO. ....	4	4.3.3. RESULTADOS DEL SAP2000 .....	13
2.1. TRABAJOS PREVIOS. ....	4	4.3.3.1. VANOS EXTREMOS .....	13
2.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	5	4.3.3.2. VANO CENTRAL. ....	15
2.3. CELOSÍA. ....	5	4.3.4. COMPROBACIONES RESISTENTES .....	16
2.3.1. FABRICACIÓN EN TALLER.....	5	4.4. DURANTE APOYO PROVISIONAL. ....	17
2.3.2. MONTAJE EN OBRA. ....	6	4.4.1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO .....	18
2.3.3. COLOCACIÓN EN LA DISPOSICIÓN FINAL. ....	6	4.4.2. ESTADOS DE CARGA .....	18
2.4. TABLERO. ....	7	4.4.3. RESULTADOS DEL SAP2000 .....	18
2.5. ACABADOS.....	7	4.4.4. COMPROBACIONES RESISTENTES .....	20
3. SELECCIÓN DE LA GRÚA MÓVIL AUTOPROPULSADA. ....	8	5. CONCLUSIÓN.....	21
3.1. CARGA MÁXIMA NECESARÍA .....	8	6. REFERENCIAS.....	21
3.2. ALCANCE MÁXIMO .....	8		
3.3. SELECCIÓN DE LA GRÚA AUTOPROPULSADO.....	9		
4. CALCULOS RESISTENTAS DE LA PASARELA. ....	11		
4.1. NORMATIVA EMPLEADA .....	11		
4.2. MATERIALES EMPLEADOS .....	11		
4.3. DURANTE IZADO DE LOS VANOS. ....	11		
4.3.1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO .....	11		
4.3.1.1. VANOS EXTREMOS .....	11		
4.3.1.2. VANO CENTRAL.....	12		



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de zona de montaje. (Fuente: GoogleMaps).....	6
Figura 2. Esquema de colocación del vano central. (Fuente: Elaboración propia).....	6
Figura 3. Esquema de colocación de un vano extremo. (Fuente: Elaboración propia).....	7
Figura 4. Esquema de colocación del último vano. (Fuente: Elaboración propia).....	7
Figura 5. Dimensiones grúa LMT LTM 1250-5.1. (Fuente: LIEBHERR).....	8
Figura 6. Dimensiones grúa LMT LTM 1250-5.1. (Fuente: LIEBHERR).....	8
Figura 7. Tabla de cargas grúa LMT LTM 1250-5.1. (Fuente: LIEBHERR).....	9
Figura 8. Altura de elevación grúa LMT LTM 1250-5.1. (Fuente: LIEBHERR).....	10
Figura 9. Cálculo de la grúa LMT LTM 1250-5.1. (Fuente: LIEBHERR).....	10
Figura 10. Último marco del vano extremo. (Fuente: SAP2000).....	12
Figura 11. Modelo de izado de vanos extremos. (Fuente: SAP2000).....	12
Figura 12. Modelo de izado de vano central. (Fuente: SAP2000).....	13
Figura 13. Deformada de vanos extremos izados. (Fuente: SAP2000). ....	13
Figura 14. Axiles del vano extremo en el plano x-z. (Fuente: SAP2000). ...	14
Figura 15. Axiles del marco de agarre en el plano y-z. (Fuente: SAP2000).14	
Figura 16. Momento del vano extremo en el plano x-z. (Fuente: SAP2000).....	14
Figura 17. Deformada de vanos central izado. (Fuente: SAP2000).....	15
Figura 18. Axiles del vano central en el plano x-z. (Fuente: SAP2000). ....	15
Figura 19. Axiles del marco de agarre en el plano y-z. (Fuente: SAP2000).16	
Figura 20. Axiles del vano central en el plano x-z. (Fuente: SAP2000). ....	16
Figura 21. Coeficiente de aprovechamiento del vano extremo. (Fuente: SAP2000).....	17

Figura 22. Coeficiente de aprovechamiento del vano central. (Fuente: SAP2000).....	17
Figura 23. Modelo en elementos finitos del vano central para apoyo provisional. (Fuente: SAP2000).....	18
Figura 24. Deformada de vano central en apoyo provisional. (Fuente: SAP2000).....	19
Figura 25. Axiles del vano en el plano x-z. (Fuente: SAP2000). ....	19
Figura 26. Axiles de los marcos. (Fuente: SAP2000). ....	19
Figura 27. Axiles del vano central en el plano x-z. (Fuente: SAP2000). ....	20
Figura 28. Coeficiente de aprovechamiento del vano. (Fuente: SAP2000).....	20

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Peso del vano central. (Fuente: Elaboración propia) .....	8
Tabla 2. Coeficientes de aprovechamiento vano central. (Fuente: Elaboración propia).....	16
Tabla 3. Coeficientes de aprovechamiento vano central. (Fuente: Elaboración propia) .....	17
Tabla 4. Coeficientes de aprovechamiento vano apoyado. (Fuente: Elaboración propia) .....	20



## 1. OBJETO DEL PRESENTE ANEJO.

El objeto del presente documento es la descripción del proceso constructivo de la pasarela sobre el río Agres a su paso por la localidad de Muro de Alcoy. Cabe resaltar la importancia del siguiente anejo, por la dificultad en las zonas de acceso y zonas cercanas a la estructura.

Además, en este Anejo también se realiza la justificación resistente de la pasarela, durante las distintas fases de construcción, llevando a cabo para ello la realización de diversos modelos para la comprobación estructural. Dichas comprobaciones resistentes se efectúan con el objetivo de justificar el correcto comportamiento resistente y deformacional de la estructura, para establecer la validez de la pasarela durante el proceso constructivo.

## 2. EL PROCESO CONSTRUCTIVO.

El proceso constructivo que se propone se divide en varias fases:

- Trabajos previos.
- Movimiento de tierras.
- Superestructura.
  - Fabricación en taller.
  - Montaje en obra.
  - Colocación en la disposición final.
- Acabados.

### 2.1. TRABAJOS PREVIOS.

En referencia a los trabajos previos únicamente nombrar las actuaciones necesarias explicadas en el ANEJO Nº1 ANTECEDENTES Y DATOS PREVIOS.

En cuanto al cauce y los cimientos:

- Regeneración de la coronación de la fábrica de cimentación de P1, P2 y E1. Reconstrucción de volumen faltante e inyección de lechada en oquedades.
- Colocación de protección frente a la erosión y el lavado en pila P2.
- Dada la geometría del cauce puede ser conveniente una reordenación de los depósitos del lecho para modificar el trazado del cauce menor (que actualmente impacta directamente con la pila P2).

En cuanto a las pilas y estribos dañados:

- Reposición de sillares y elementos faltantes o desplazados en E2, E1 y P2.
- Reconstrucción de sillares rotos mediante cajeadado y colocación de pieza labrada, con cosido y pegado en E2 y P2.
- Coronación de pila P2. Cosido transversal de la fábrica con barras roscadas galvanizadas.
- Inyección de fisuras con lechada fluida de cal en E1 y E2.

En relación con los paramentos de las fábricas de sillería:



- Limpieza de paramentos con agua a presión controlada.
- Eliminación de vegetación enraizada en tímpanos y muros. Aplicación de herbicida en raíces.
- Regeneración de las juntas de las fábricas con mortero de cal.
- Protección de coronación de estribos frente a la entrada de agua desde plataforma con losa de hormigón o manta de bentonita bajo zahorra.

## 2.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS.

Al poder utilizar la subestructura ya existen como ya se ha comentado, no son necesarias excavaciones ni rellenos. Lo único en relación con los movimientos de tierra que sí que son necesarias son las siguientes actividades previas dispuestas en ANEJO Nº1 ANTECEDENTES Y DATOS PREVIOS.

- Estudiar la estabilidad general del talud del estribo E2, debido a la fuerte erosión y a la ausencia de resguardo. Posible actuación de protección de taludes junto a estribo E2. Inspección Especial E2 (geotécnica).
- Eliminar/reconducir vertido de agua junto a E2 (lado izquierdo)
- Eliminación de rellenos antrópicos junto a E1, que superan la cota apoyo del tablero. Inspección posterior de estos elementos, así como de la estabilidad general del talud del estribo.

- Reparación de colector procedente de la población (erosión y daños en el margen junto al E1)

## 2.3. CELOSÍA.

En referencia a la superestructura, es decir a la celosía metálica y el tablero, el proceso constructivo es dependiente. Primero se coloca la celosía en distintos vanos y una vez los vanos están unidos formado una viga continua, se colocan las prelosas y por último se dispone la armadura de la losa y se hormigona la losa.

El proceso constructivo de la celosía que se plantea se divide en 3 fases sucesivas:

- Fabricación en taller
- Montaje o almacén en obra
- Colocación en posición definitiva

### 2.3.1. FABRICACIÓN EN TALLER.

La estructura se divide en 3 partes, que corresponden a la parte central de 50m de luz y las 2 partes extremas de 41.5 m de luz cada una. Estos vanos se dividen en piezas con el objeto de que sus longitudes sean tales que se pueda realizar su transporte por carretera hasta el emplazamiento de la obra.





Se intentará que la mayoría de las uniones posible se hagan en taller, para así disponer de las ventajas que ello conlleva como pueden ser un mayor control en la calidad tanto de las secciones como de las uniones entre ellas. Posteriormente se transportarán a la obra para su montaje y colocación.

### 2.3.2. MONTAJE EN OBRA.

Una vez ya construidas y transportadas las distintas secciones de la pasarela. Estas se depositarán en la posible zona de montaje, que se prevé que este ubicada en la margen izquierda del río Agres puesto que en esa zona se dispone de mucho espacio y no se impide el paso de ningún vehículo como se ve en la figura 1



Figura 1. Ubicación de zona de montaje. (Fuente: GoogleMaps).

Una vez en la zona de montaje se procederá al montaje de los 3 vanos por separado mediante unión con soldadura de las distintas partes que se han transportado.

### 2.3.3. COLOCACIÓN EN LA DISPOSICIÓN FINAL.

Una vez montadas y unidas los 3 vanos de la pasarela se procede al izado vano a vano para su colocación en la disposición final. Las etapas de este proceso son las siguientes:

1- Transporte a obra de 1 grúa autopropulsada y colocación en una posición adecuada.

2- Primero se colocará el vano central, para poder tener un margen de espacio con los otros vanos, en caso de posibles errores en la colocación del vano.

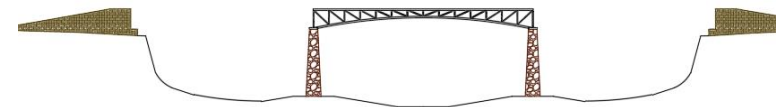


Figura 2. Esquema de colocación del vano central.  
(Fuente: Elaboración propia).

3-Colocación de un vano extremo, corte de las piezas de refuerzo (ver apartado 4.3.1.1) y unión con el vano central.

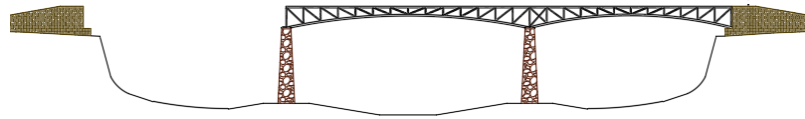


Figura 3. Esquema de colocación de un vano extremo.  
(Fuente: Elaboración propia).

4- Por último, colocación del otro vano, corte de las piezas de refuerzo (ver apartado 4.3.1.1) y unión con el vano central.

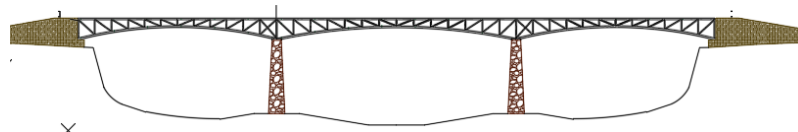


Figura 4. Esquema de colocación del último vano.  
(Fuente: Elaboración propia).

## 2.4. TABLERO.

El tablero se divide en 2 partes la prelosa y la losa.

En relación con la prelosa prefabricada autoportante, su función como ya se ha comentado anteriormente es la de hacer de encofrado perdido para poder hormigonar la losa. Su fase de construcción es la siguiente:

- 1- Fabricación en taller de las prelosas.
- 2- Transporte a obra.
- 3- Colocación de las prelosas mediante una grúa autopropulsada.
- 4- Armado de la losa.
- 5- Hormigonado de la losa.

## 2.5. ACABADOS.

Por último, se procedería a realizar los acabados. Dentro de este apartado entran las siguientes tareas.

- 1- Colocación de la barandilla.
- 2- Pintado antioxidante de toda la estructura metálica.
- 3- Colocación de una paca de slurry que haga de pavimento.
- 4- Pintado de la superficie del tablero para diferenciar la zona peatonal (color verde) de la zona ciclista (color rojo).

### 3. SELECCIÓN DE LA GRÚA MÓVIL AUTOPROPULSADA.

#### 3.1. CARGA MÁXIMA NECESARÍA

La colocación de la pasarela en su posición definitiva se va a realizar con una única grúa. Y se va a utilizar la misma grúa para los 3 vanos por lo que la carga máxima estará en el momento de colocación del vano central que es 50m

El peso de las diferentes secciones de la estructura metálica se calcula a continuación:

Sección transversal	Densidad (t/m3)	Area (m2)	Longitud (m)	Peso (t)	Peso total (t)
Arco	7,85	0,021	100,71	16,9	46,8
Vigas transversales inferiores	7,85	0,003	52,5	1,1	
Vigas Warren	7,85	0,003	173,59	3,64	
Vigas longitudinales	7,85	0,004	100	3,2	
Cruces interiores nodos	7,85	0,019	21,26	3,18	
Vigas verticales nodos	7,85	0,003	16	0,32	
Cruces interiores	7,85	0,002	107,97	1,61	
Cruces interiores inferiores	7,85	0,012	140,52	12,99	
Vigas transversales superiores	7,85	0,009	52,5	3,88	

Tabla 1. Peso del vano central. (Fuente: Elaboración propia)

El peso del vano central es de un total de 46,8 toneladas.

#### 3.2. ALCANCE MÁXIMO

Las dimensiones de la grúa móvil autopropulsada Liebherr LTM 1250-5.1 se muestran en las siguientes figuras:

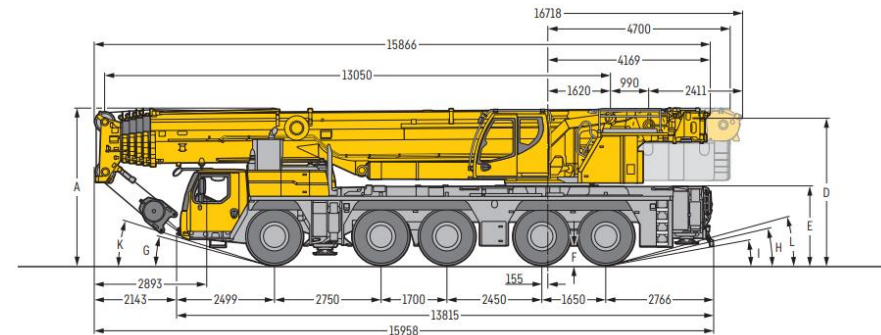
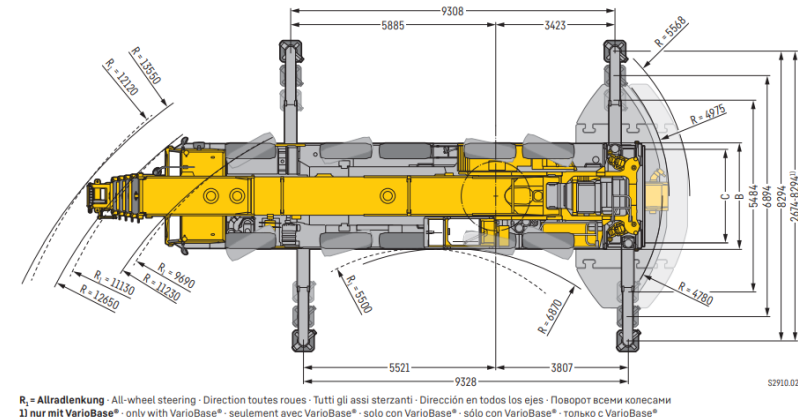


Figura 5. Dimensiones grúa LMT LTM 1250-5.1. (Fuente: LIEBHERR).



R<sub>1</sub> = Allradlenkung · All-wheel steering · Direction toutes roues · Tutti gli assi sterzanti · Dirección en todos los ejes · Поворот всеми колесами  
 1) nur mit VarioBase® · only with VarioBase® · seulement avec VarioBase® · solo con VarioBase® · sólo con VarioBase® · только с VarioBase®

Figura 6. Dimensiones grúa LMT LTM 1250-5.1. (Fuente: LIEBHERR).

Con los estabilizadores en posición de trabajo la zona de ocupación de la grúa es de:



- Longitud zona de ocupación = 15,86 m
- Anchura zona de ocupación = 8.4 m

La celosía tiene una anchura de 4,3m y extremo más próximo de la grúa y la distancia entre el centro de la corona de orientación es de prácticamente 4,5m

Considerando que la estructura se coje por el punto medio de la sección de la celosía y dejando un margen de resguardo de 2m entre la pasarela y el extremo de la grúa, se obtiene que la distancia longitudinal es de:

Distancia longitudinal de la carga a la grúa =  $4.3/2 + 5 + 2 \approx 9.15$  m

Se espera poder colocar la grúa lo más próxima posible a la disposición final de cada vano.

La altura de elevación es de aproximadamente 20m que es la altura de la pila más alta y de la propia altura de la celosía.

Por lo tanto, aplicando Pitágoras, el alcance máximo es de:

Alcance máximo necesario =  $(8.15^2 + 25^2)^{0.5} = 26.3$ m

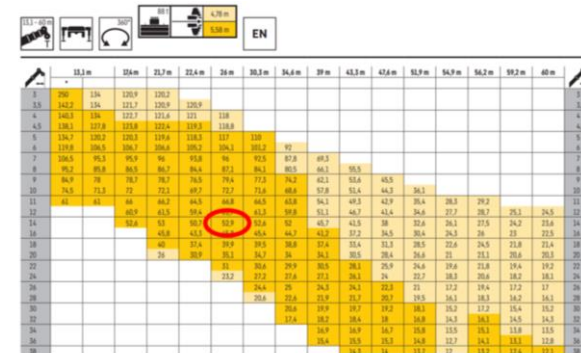
### 3.3. SELECCIÓN DE LA GRÚA AUTOPROPULSADO

Las condiciones más desfavorables de operación se producirán cuando se produzcan simultáneamente la carga y el alcance máximos, cuyos valores son:

- Carga máxima necesaria = 47 t

- Alcance máximo necesario = 27 m

Según la ficha técnica de la grúa con un contrapeso de 88 t para la grúa móvil autopropulsada Liebherr LTM 1250-5.1 es la siguiente:



The table shows the maximum load capacity (in tons) for the Liebherr LTM 1250-5.1 crane at various horizontal reach distances (from 11.3m to 48m) and vertical heights (from 1.5m to 35m). The maximum load capacity is 52.9 tons at a reach of 14m and a height of 14m.

Altura (m)	11.3m	12m	12.7m	13.4m	14m	14.7m	15.4m	16m	16.7m	17.4m	18m	18.7m	19.4m	20m	20.7m	21.4m	22m	22.7m	23.4m	24m	24.7m	25.4m	26m	26.7m	27.4m	28m	28.7m	29.4m	30m	30.7m	31.4m	32m	32.7m	33.4m	34m	34.7m	35m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1.5	100	114	120	126	132	138	144	150	156	162	168	174	180	186	192	198	204	210	216	222	228	234	240	246	252	258	264	270	276	282	288	294	300	306	312	318	324	330	336	342	348	354	360	366	372	378	384	390	396	402	408	414	420	426	432	438	444	450	456	462	468	474	480	486	492	498	504	510	516	522	528	534	540	546	552	558	564	570	576	582	588	594	600	606	612	618	624	630	636	642	648	654	660	666	672	678	684	690	696	702	708	714	720	726	732	738	744	750	756	762	768	774	780	786	792	798	804	810	816	822	828	834	840	846	852	858	864	870	876	882	888	894	900	906	912	918	924	930	936	942	948	954	960	966	972	978	984	990	996	1002	1008	1014	1020	1026	1032	1038	1044	1050	1056	1062	1068	1074	1080	1086	1092	1098	1104	1110	1116	1122	1128	1134	1140	1146	1152	1158	1164	1170	1176	1182	1188	1194	1200	1206	1212	1218	1224	1230	1236	1242	1248	1254	1260	1266	1272	1278	1284	1290	1296	1302	1308	1314	1320	1326	1332	1338	1344	1350	1356	1362	1368	1374	1380	1386	1392	1398	1404	1410	1416	1422	1428	1434	1440	1446	1452	1458	1464	1470	1476	1482	1488	1494	1500	1506	1512	1518	1524	1530	1536	1542	1548	1554	1560	1566	1572	1578	1584	1590	1596	1602	1608	1614	1620	1626	1632	1638	1644	1650	1656	1662	1668	1674	1680	1686	1692	1698	1704	1710	1716	1722	1728	1734	1740	1746	1752	1758	1764	1770	1776	1782	1788	1794	1800	1806	1812	1818	1824	1830	1836	1842	1848	1854	1860	1866	1872	1878	1884	1890	1896	1902	1908	1914	1920	1926	1932	1938	1944	1950	1956	1962	1968	1974	1980	1986	1992	1998	2004	2010	2016	2022	2028	2034	2040	2046	2052	2058	2064	2070	2076	2082	2088	2094	2100	2106	2112	2118	2124	2130	2136	2142	2148	2154	2160	2166	2172	2178	2184	2190	2196	2202	2208	2214	2220	2226	2232	2238	2244	2250	2256	2262	2268	2274	2280	2286	2292	2298	2304	2310	2316	2322	2328	2334	2340	2346	2352	2358	2364	2370	2376	2382	2388	2394	2400	2406	2412	2418	2424	2430	2436	2442	2448	2454	2460	2466	2472	2478	2484	2490	2496	2502	2508	2514	2520	2526	2532	2538	2544	2550	2556	2562	2568	2574	2580	2586	2592	2598	2604	2610	2616	2622	2628	2634	2640	2646	2652	2658	2664	2670	2676	2682	2688	2694	2700	2706	2712	2718	2724	2730	2736	2742	2748	2754	2760	2766	2772	2778	2784	2790	2796	2802	2808	2814	2820	2826	2832	2838	2844	2850	2856	2862	2868	2874	2880	2886	2892	2898	2904	2910	2916	2922	2928	2934	2940	2946	2952	2958	2964	2970	2976	2982	2988	2994	3000

Figura 7. Tabla de cargas grúa LMT LTM 1250-5.1. (Fuente: LIEBHERR).

Para estar del lado de la seguridad, considerando un alcance de 26 m, se obtiene una carga máxima que soporta la grúa de 52,9 t, para una distancia longitudinal de 14m. Como la carga máxima necesaria es de 47 t, para una distancia longitudinal de 9,15 se considera que esta grúa es la adecuada para la colocación de los vanos.

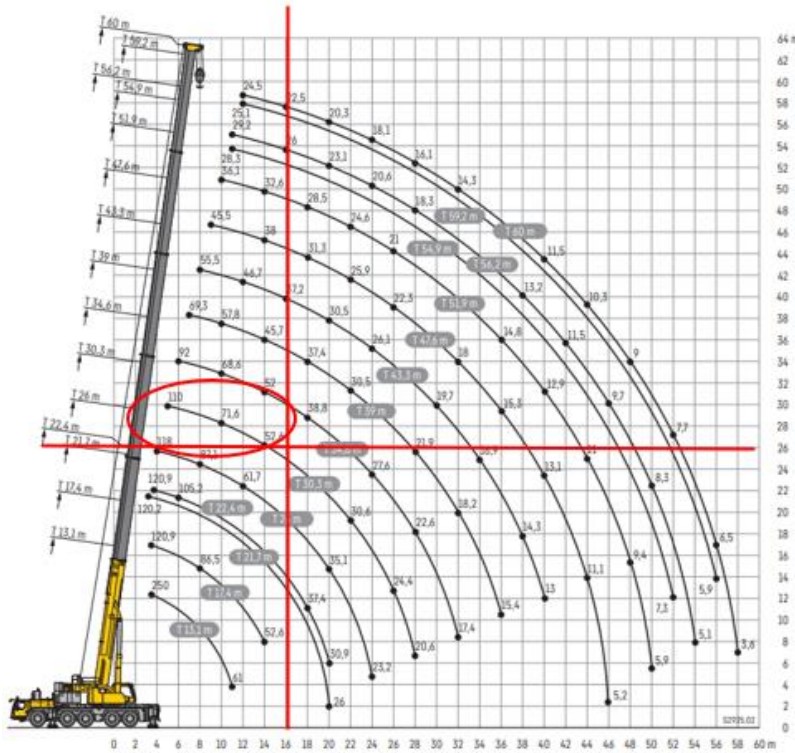


Figura 8. Altura de elevación grúa LMT LTM 1250-5.1. (Fuente: LIEBHERR).

El rango de actuación sería el redondeado en la figura anterior.

Además, para esta grúa LMT LTM 1250-5.1 la propia empresa LIEBHERR asegura a través de unos cálculos propios realizados, que dicha grúa puede mover una carga de 97,5 toneladas con un alcance de 36.3 m una distancia horizontal de 23 m y una distancia vertical de 23 m. Por lo que siguiendo los datos proporcionados por LIEBHERR la grúa seleccionada sería válida para el izado de los vanos.

A continuación, se muestra el calculo enviado por LIEBHERR:

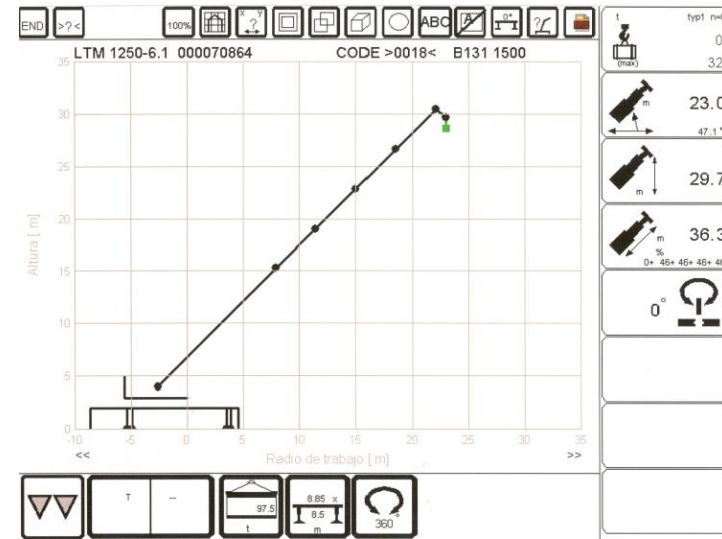


Figura 9. Cálculo de la grúa LMT LTM 1250-5.1. (Fuente: LIEBHERR).



## 4. CALCULOS RESISTENTES DE LA PASARELA.

En este apartado se define como se ha realizado el modelo de la celosía para las fases de construcción de apoyo provisional e izado de los vanos y se procederá a su comprobación resistente en ambas fases.

Para obtener esfuerzos y deformaciones en la celosía se ha trabajado sobre un modelo de elementos finitos tipo barra en el programa SAP-2000 v21.2.

### 4.1. NORMATIVA EMPLEADA

En el desarrollo de este apartado se han empleado las siguientes normativas e instrucciones:

- Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios. (2013).
- Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 2: Puentes. (2013).

### 4.2. MATERIALES EMPLEADOS

Los materiales que se emplean en esta pasarela es el acero para todos los elementos que la conforman y el hormigón para la definición del tablero.

En este caso al estudiar las fases de apoyo provisional e izado de los vanos solo está presente el acero, el cual tiene las siguientes características:

- Acero estructural (S355):

- Peso específico ( $\gamma$ ): 78,5 kN/m<sup>3</sup>
- Módulo de elasticidad (E): 210 GPa.
- Módulo de elasticidad transversal (G): 81 GPa.
- Coeficiente de Poisson ( $\nu$ ): 0,3
- Coeficiente de dilatación térmica lineal ( $\alpha$ ): 12E-06 K<sup>-1</sup>
- Límite elástico ( $f_y$ ): 355 MPa.
- Resistencia a tracción ( $f_u$ ): 490 MPa.

### 4.3. DURANTE IZADO DE LOS VANOS.

A lo largo de este apartado se establece y define los modelos utilizados para la comprobación de los vanos en el proceso de izado y colocación. Por lo cual se define el estado de carga aplicado al modelo, para gracias al programa de elementos finitos SAP2000 poder obtener los esfuerzos resistidos y así poder realizar la comprobación resistente.

#### 4.3.1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO

##### 4.3.1.1. VANOS EXTREMOS

Se diseña un modelo para los vanos extremos de 41,5 m, el cual al no disponer del último marco que comparte con el vano central, debe de reforzarse, ya que como se observa en la figura 10 la estructura fallaría por falta de rigidez al haber eliminado el último marco.

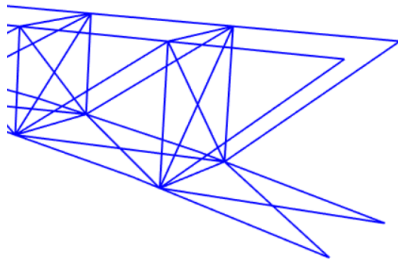


Figura 10. Último marco del vano extremo. (Fuente: SAP2000)

Como armadura de refuerzo se ha dispuesto de 2 montantes de refuerzo en el último marco, que comparte con el vano central; 2 diagonales también de refuerzo, que se cruzan con las dos últimas diagonales de la triangulación; y 2 vigas transversales una superior y otra inferior. Todas estas vigas serán eliminadas para conectar los vanos entre sí, simplemente son vigas de refuerzo para las fases de apoyo provisional e izado y colocación.

Las diagonales de refuerzo tienen la misma sección que las diagonales de la solución final; los montantes de refuerzo la misma que los montantes de la solución final y las vigas transversales de refuerzo la misma que las vigas de la solución final.

En la siguiente imagen se puede observar el modelo de los vanos extremos, en la cual las barras seleccionadas son las barras de refuerzo.

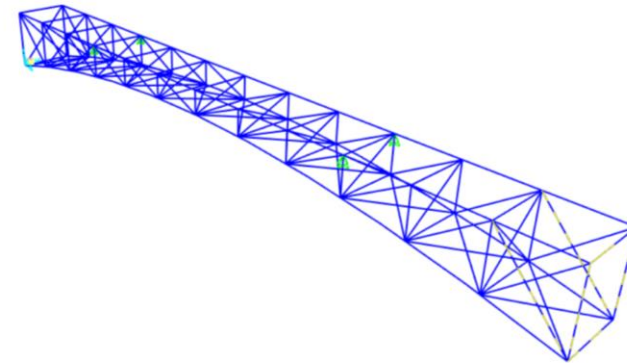


Figura 11. Modelo de izado de vanos extremos. (Fuente: SAP2000).

En los nodos por donde la grúa izará el vano se han colocado apoyos verticales, simulando el enganche de la grúa.

#### 4.3.1.2. VANO CENTRAL

Se diseña otro modelo para el vano central de 50 m, este sí que tiene todos los marcos conforme a la solución final, con lo que no hace falta reforzarlo.

En la siguiente imagen se puede observar el modelo del vano central.

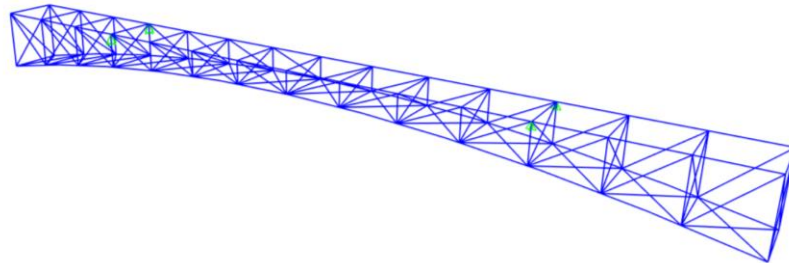


Figura 12. Modelo de izado de vano central. (Fuente: SAP2000).

En los puntos por donde la grúa izará el vano se han colocado apoyos verticales, simulando el enganche de la grúa. Igual que en el anterior caso.

#### 4.3.2. ESTADOS DE CARGA

Se ha considerado únicamente el peso propio de la celosía, ya que no hay cargas muertas, la losa no está todavía construida en esta fase y si hay viento la estructura no se izará.

Se han hecho actuar las cargas siguientes:

- Únicamente el peso propio, evaluado por el propio programa a partir de las dimensiones de forma automática por el programa.

#### 4.3.3. RESULTADOS DEL SAP2000

Seguidamente se va a mostrar y comentar ciertos resultados obtenidos a través de los modelos de la celosía realizado en SAP2000. En todas las imágenes las unidades de referencia son KN para las fuerzas, m para las unidades de longitud.

##### 4.3.3.1. VANOS EXTREMOS

A acerca de la deformada del vano extremo que podemos ver a continuación, observamos que la máxima flecha se encuentra en la zona de los extremos de los vanos y es de 3,38mm. Por otro lado, la parte central no se deforma prácticamente.

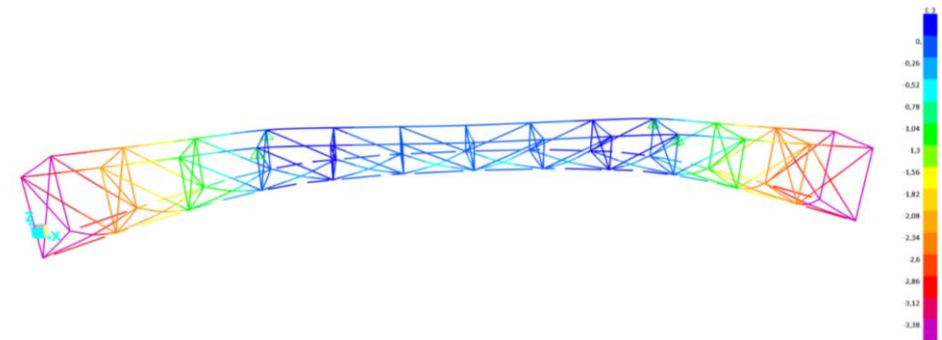


Figura 13. Deformada de vanos extremos izados. (Fuente: SAP2000).





En relación con el axil, en la figura 14 y 15 se puede observar los axiles en las distintas secciones del vano, de las cuales obtenemos lo siguiente:

- El arco soporta en la zona más próximas al agarre una compresión de 150 kN.
- Las vigas transversales superiores soportan un axil de 4KN.
- Las vigas longitudinales soportan en la parte más próxima al agarre unas tracciones de 155KN.
- Las vigas transversales inferiores soportan un axil de 8KN.
- Los montantes establecidos en las secciones de los soportes soportan un axil de 7KN.
- La triangulación soporta un axil de 150KN en las diagonales.
- Las cruces interiores inferiores soportan un axil de 8KN
- Las cruces interiores transversales soportan un axil de 8KN en el marco de agarre.

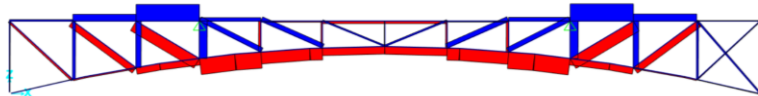


Figura 14. Axiles del vano extremo en el plano x-z. (Fuente: SAP2000).

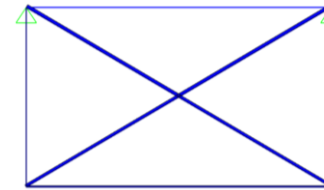


Figura 15. Axiles del marco de agarre en el plano y-z. (Fuente: SAP2000).

En relación con el momento en eje "y" y los cortantes, es tan pequeño que es indiferente. Por otro lado, el momento en eje z toman valores mayores.

En relación con el momento de eje z, en la figura 16 y 17 se puede observar los momentos en las distintas secciones del vano, de las cuales las secciones más cargadas son la siguiente:

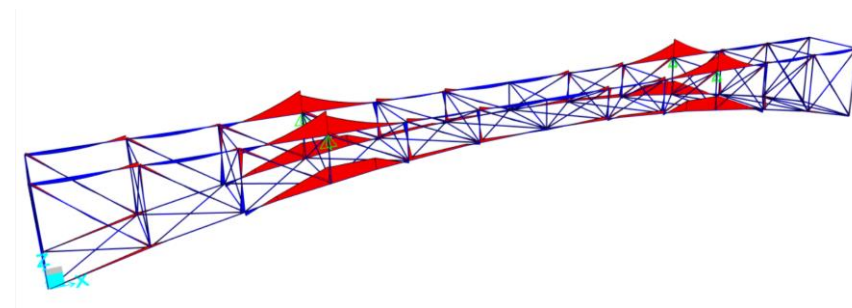


Figura 16. Momento del vano extremo en el plano x-z. (Fuente: SAP2000).



- El arco soporta en la zona más próximas al agarre un momento de 10 KN\*m.
- Las vigas longitudinales soportan en la parte más próxima al agarre un momento de 15 KN\*m.
- En las demás secciones soportan momentos entre +5 KN\*m y -5 KN\*m.

#### 4.3.3.2. VANO CENTRAL.

A acerca de la deformada del vano central que se puede ver a continuación, observamos que la máxima flecha se encuentra en la zona central del vano y es de 3,1mm. Por otro lado, las partes extremas se deforma 1.5mm. Se encuentra una gran diferencia en comparación con los vanos laterales.

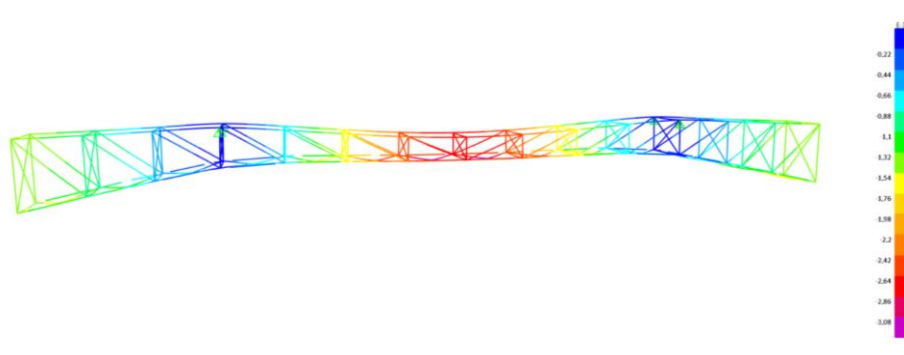


Figura 17. Deformada de vanos central izado. (Fuente: SAP2000).

- El arco soporta en la zona más próximas al agarre una compresión de 140 kN.
- Las vigas transversales superiores soportan un axil de 4KN.
- Las vigas longitudinales soportan en la parte más próxima al agarre unas tracciones de 145KN.
- Las vigas transversales inferiores soportan un axil de 8KN.
- Los montantes establecidos en las secciones de los soportes soportan un axil de 7KN.
- La triangulación soporta un axil de 100KN en las diagonales.
- Las cruces interiores inferiores soportan un axil de 8KN
- Las cruces interiores transversales soportan un axil de 8KN en el marco de agarre.



Figura 18. Axiles del vano central en el plano x-z. (Fuente: SAP2000).

En relación con el axil, en la figura 18 y 19 se puede observar los axiles en las distintas secciones del vano, de las cuales obtenemos lo siguiente:

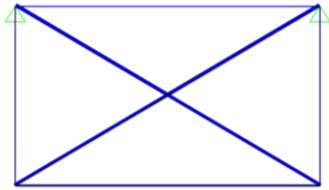


Figura 19. Axiles del marco de agarre en el plano y-z. (Fuente: SAP2000).

En relación con el momento en eje "y" y los cortantes, es tan pequeño que es indiferente. Por otro lado, el momento en eje z toman valores mayores.

En relación con el momento de eje z, en la figura 20 se puede observar los momentos en las distintas secciones del vano, de las cuales las secciones más cargadas son la siguiente:

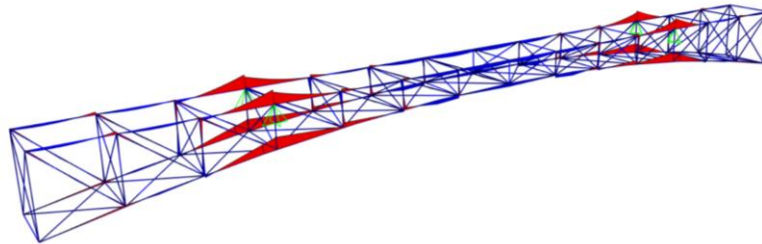


Figura 20. Axiles del vano central en el plano x-z. (Fuente: SAP2000).

- El arco soporta en la zona más próximas al agarre un momento de -12 KN\*m.

- Las vigas longitudinales soportan en la parte más próxima al agarre un momento de 15 KN\*m.
- En las demás secciones soportan momentos entre +5 KN\*m y -5 KN\*m.

#### 4.3.4. COMPROBACIONES RESISTENTES

La comprobación resistente al ser cargas mucho menores que las que habrá en servicio, simplemente se obtiene el coeficiente de aprovechamiento obtenido a través del programa SAP2000.

En la siguiente tabla se observa el valor medio de los coeficientes de aprovechamiento para cada tipología de sección transversal del vano central:

Vano extremo			
Número	Tipo de viga	Media	Media total
44	Cruces interiores	0,008	0,015
48	cruces interiores inferiores	0,032	
4	cruces interiores nodos	0,005	
24	vigas longitudinales	0,014	
13	Vigas transversales interiores	0,007	
26	Vigas transversales superiores	0,015	
4	Vigas Warren	0,024	
28	Arco	0,014	

Tabla 2. Coeficientes de aprovechamiento vano central.  
(Fuente: Elaboración propia).

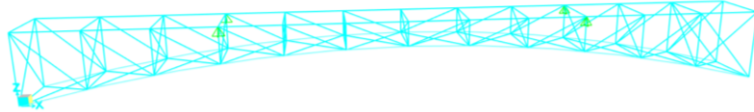


Figura 21. Coeficiente de aprovechamiento del vano extremo.  
(Fuente: SAP2000).

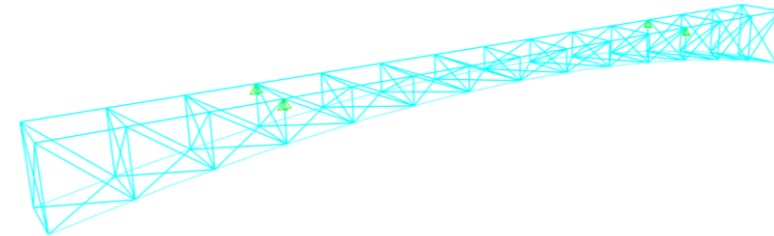


Figura 22. Coeficiente de aprovechamiento del vano central.  
(Fuente: SAP2000).

En la siguiente tabla se observa el valor medio de los coeficientes de aprovechamiento para cada tipología de sección transversal de los vanos laterales:

Vano central			
Número	Tipo de viga	Media	Media total
52	Cruces interiores	0,009	0,015
56	cruces interiores inferiores	0,029	
8	cruces interiores nodos	0,005	
28	vigas longitudinales	0,016	
15	Vigas transversales interiores	0,008	
30	Vigas transversales superiores	0,013	
4	Vigas Warren	0,029	
84	Arco	0,014	

Tabla 3. Coeficientes de aprovechamiento vano central.  
(Fuente: Elaboración propia)

Como conclusión se puede decir que la estructura aguanta de forma muy eficaz el izado, ya que como cómputo global el coeficiente de eficacia es de 0,015.

#### 4.4. DURANTE APOYO PROVISIONAL.

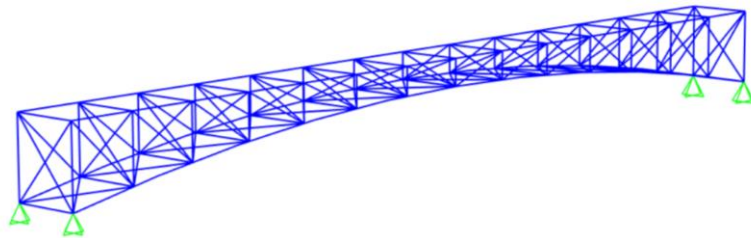
A lo largo de este apartado se establece y define el modelo utilizado para la comprobación de los vanos en el proceso de apoyo provisional. Por lo cual se define el estado de carga aplicado al modelo, para gracias al programa de elementos finitos SAP2000 poder obtener los esfuerzos resistidos y así poder hacer la comprobación resistente.



#### 4.4.1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO

Se diseña un único modelo, ya que como el vano de 50 m tiene una mayor luz es el vano más desfavorable en la fase de apoyo.

En la siguiente imagen se puede observar el modelo:



*Figura 23. Modelo en elementos finitos del vano central para apoyo provisional. (Fuente: SAP2000).*

Se ha considerado que el vano está biapoyado por ello se han establecido apoyos verticales, como se ve en la anterior imagen.

#### 4.4.2. ESTADOS DE CARGA

Se ha considerado únicamente el peso propio de la celosía, ya que no hay cargas muertas, la losa no está todavía construida en esta fase y si hay viento la estructura no se colocará.

Se han hecho actuar las cargas siguientes:

- Peso propio, evaluado por el propio programa a partir de las dimensiones de forma automática por el programa.

#### 4.4.3. RESULTADOS DEL SAP2000

Seguidamente se va a mostrar y comentar ciertos resultados obtenidos a través del modelo realizado en SAP2000. En todas las imágenes las unidades de referencia son KN para las fuerzas, m para las unidades de longitud y  $\text{KN}/\text{m}^2$  para las unidades de presión.

Acerca de la deformada del vano que se puede ver a continuación, observamos que la máxima flecha se encuentra en la zona central del vano como es de esperar en una pieza biapoyada y es de 12mm.

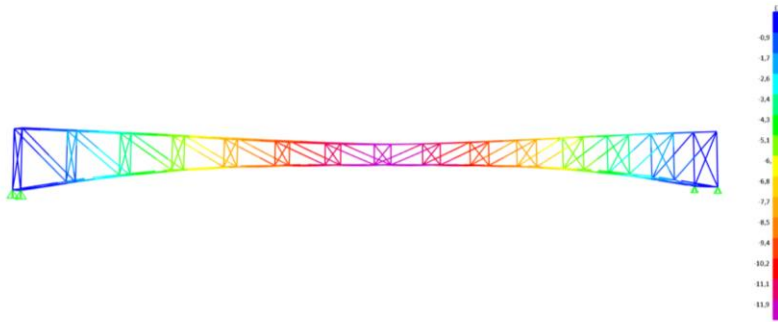


Figura 24. Deformada de vano central en apoyo provisional.  
(Fuente: SAP2000).

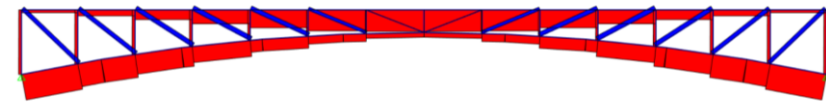


Figura 25. Axiles del vano en el plano x-z. (Fuente: SAP2000).

En relación con el axil, en la figura 25 y 26 se puede observar los axiles en las distintas secciones del vano, de las cuales obtenemos lo siguiente:

- El arco soporta en la zona más próximas al apoyo una compresión de 405 kN.
- Las vigas transversales superiores soportan un axil de 5KN.
- Las vigas longitudinales soportan en la parte central unas compresiones de 340KN.
- Las vigas transversales inferiores soportan un axil de 25KN.
- Los montantes establecidos en las secciones de los soportes soportan un axil de 50KN.
- La triangulación soporta un axil de 70KN en las diagonales.
- Las cruces interiores inferiores soportan un axil de 8KN
- Las cruces interiores transversales soportan un axil de 8KN en el marco de apoyo.

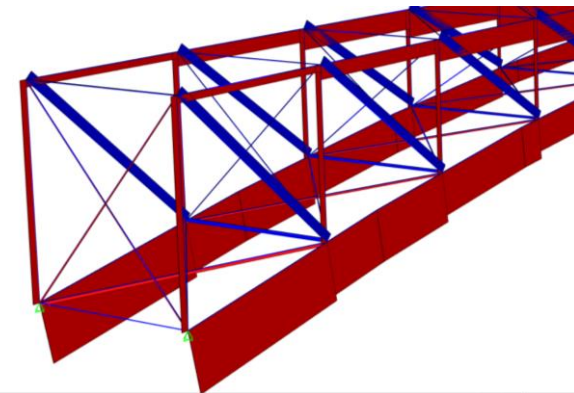


Figura 26. Axiles de los marcos. (Fuente: SAP2000).



En relación con el momento en eje “y” y los cortantes, es tan pequeño que es indiferente. Por otro lado, el momento en eje z toman valores mayores.

En relación con el momento de eje z, en la figura 27 se puede observar los momentos en las distintas secciones del vano, de las cuales las secciones más cargadas son la siguiente:

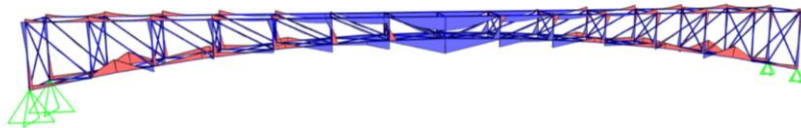


Figura 27. Axiles del vano central en el plano x-z. (Fuente: SAP2000).

- El arco soporta en la zona más próximas al agarre un momento de 15 KN\*m.
- Las vigas longitudinales soportan en la parte más próxima al agarre un momento de 15 KN\*m.
- En las demás secciones soportan momentos entre +5 KN\*m y -5 KN\*m.

#### 4.4.4. COMPROBACIONES RESISTENTES

La comprobación resistente al ser la carga mucho menor que las que habrá en servicio, simplemente se obtiene el coeficiente de aprovechamiento obtenido a través del programa SAP2000.

En la siguiente tabla se observa el valor medio de los coeficientes de aprovechamiento para cada tipología de sección transversal:

Vano apoyado			
Número	Tipo de viga	Media	Media total
52	Cruces interiores	0,026	0,025
56	cruces interiores inferiores	0,039	
8	cruces interiores nodos	0,007	
28	vigas longitudinales	0,009	
15	Vigas transversales interiores	0,008	
30	Vigas transversales superiores	0,067	
54	Vigas Warren	0,032	
28	Arco	0,012	

Tabla 4. Coeficientes de aprovechamiento vano apoyado.  
(Fuente: Elaboración propia).

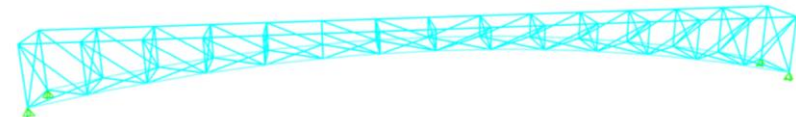


Figura 28. Coeficiente de aprovechamiento del vano.  
(Fuente: SAP2000).

Como se ha podido observar la celosía aguanta de forma muy holgada tanto el estar simplemente apoyada como el izado de esta.



## 5. CONCLUSIÓN

En el presente anejo se ha llevado a cabo, la descripción del proceso constructivo y la comprobación de la celosía en las fases de izado y apoyo provisional en base al Eurocódigo 3 (EC-3, 2013). Los resultados obtenidos han sido que la celosía resiste de forma holgada todas las fases del proceso constructivo.

## 6. REFERENCIAS

*Grua móvil LTM 1250-5.1.*  
<https://www.liebherr.com/es/esp/productos/gr%C3%BAas-automotrices-y-sobre-orugas/gr%C3%BAas-automotrices/liebherr-gruas-automotrices/ltm-1250-5.1.html>. Accedido 30 de junio de 2022.

Anejo Nacional AN/UNE-EN 1993-1-1 Eurocódigo 3 (2013). Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios. Accedido el 21 de mayo de 2022.

Anejo Nacional AN/UNE-EN 1993-1-1 Eurocódigo 3 (2013). Proyecto de estructuras de acero. Parte 2: Puentes. Accedido el 22 de mayo de 2022.



---

## *ANEJO N.º 5: EQUIPAMIENTOS*

---

PRESENTADO POR: ALBERTO GARCÍA CÁRCEL

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TUTOR: JULIÁN ALCALÁ GONZÁLEZ

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA





## ÍNDICE

1. OBJETO DEL PRESENTE ANEJO .....	4
2. SISTEMA DE DRENAJE.....	4
2.1. CAUDAL DE REFERENCIA .....	4
2.2. SISTEMA DE DRENAJE.....	6
3. ILUMINACIÓN .....	6
4. JUNTAS DE DILATACIÓN .....	7
5. BARANDILLAS .....	8
6. PAVIMENTO.....	8
7. CONCLUSIÓN .....	9
8. REFERENCIAS.....	10



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Índice de torrencialidad. (Fuente: Figura 2.4 de la Instrucción 5.2-IC., 2016).....	5
Figura 2. Iluminación rasante de la pasarela. (Fuente: catálogo comercial). .....	6
Figura 3. Junta de dilatación a disponer. (Fuente: catálogo comercial).....	7
Figura 4. Barandilla a disponer. (Fuente: elaboración propia en AutoCAD). .....	8



## 1. OBJETO DEL PRESENTE ANEJO

Una vez realizada la justificación resistente de la pasarela, se procede en el siguiente Anejo a describir aquellos elementos que se disponen en la pasarela y que ayudan a mejorar el uso de esta por parte de los usuarios.

En este documento se incluyen el sistema de drenaje, las luminarias, las juntas de dilatación y las barandillas.

## 2. SISTEMA DE DRENAJE

### 2.1. CAUDAL DE REFERENCIA

En primer lugar, para la definición del sistema de drenaje de la pasarela, se debe llevar a cabo el cálculo del caudal de referencia, y para ello se sigue la Instrucción 5.2-IC. Drenaje superficial y el documento Máximas lluvias diarias en la España Peninsular, empleando la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C * A * I}{K} = \frac{0,84 * 182,88 * 325}{3000} = 16,65 \text{ l/s}$$

donde:

$K$ : coeficiente que depende de las unidades en las que se expresen  $Q$  y  $A$ . Para  $Q$  en  $l/s$  y  $A$  en  $m^2$ ,  $K = 3000$ .

$C$ : coeficiente medio de escorrentía de la superficie drenada, obtenido en base a la siguiente expresión:

$$C = \frac{\left(\frac{P_d}{P_0} - 1\right) * \left(\frac{P_d}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d}{P_0} + 11\right)^2} = \frac{\left(\frac{186,12}{10} - 1\right) * \left(\frac{186,12}{10} + 23\right)}{\left(\frac{186,12}{10} + 11\right)^2} = 0,84$$

siendo:

$P_0$ : umbral de escorrentía que, según el apartado 5.2. de la Instrucción y de forma conservadora, puede tomarse igual a 10 mm.

$P_d$ : precipitación total diaria, calculada como el producto entre el cuantil regional "Y" y la máxima precipitación anual diaria "P". El cuantil "Y" se obtiene de la Tabla 7.1 del documento de Máximas lluvias diarias en la España Peninsular y su valor es de 2,068 ; para un valor del coeficiente de variación  $C_v = 0,51$  según la Figura 3.2 del documento anteriormente mencionado. Por lo que respecta a la máxima precipitación anual diaria "P", es extraída de la Hoja 4.4 del anejo de este documento y su valor es de 90 mm/día. El cálculo de la precipitación total diaria es el siguiente:

$$P_d = 2,068 * 90 = 186,12 \text{ mm/día}$$

$A$ : área de la superficie drenada. Se considera la mitad del tablero:

$$A = 66,5 * 2,75 = 182,88 \text{ m}^2$$

$I$ : intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno  $T$  considerado ( $T=25$  años).

$$I = I_d * \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3,5287 - 2,5287 * t^{0,1}} = 7,78 * 11^{3,5287 - 2,5287 * 0,0833^{0,1}} = 325 \frac{\text{mm}}{\text{h}}$$



donde:

$I_d$ : intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno T.

$$I_d = \frac{P_d}{24} = \frac{186,12}{24} = 7,78 \text{ mm/h}$$

$\frac{I_1}{I_d} = 11$ : índice de torrencialidad. Su valor se determina en función de la zona geográfica a partir del mapa de la Figura 2.4. de la Instrucción y mostrada a continuación:

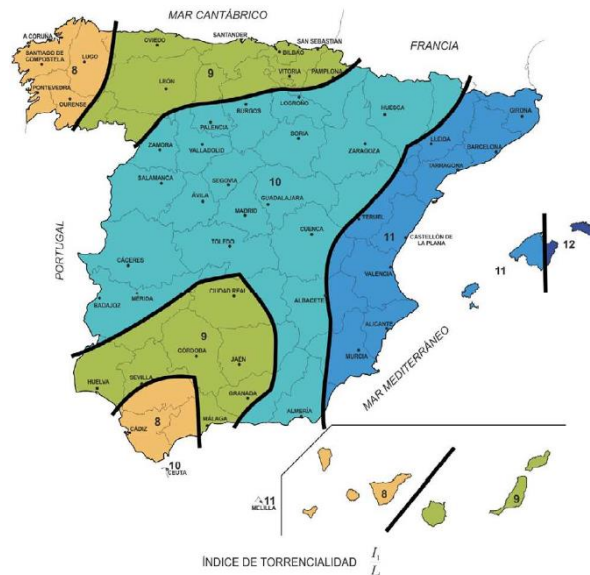


Figura 1. Índice de torrencialidad. (Fuente: Figura 2.4 de la Instrucción 5.2-IC., 2016).

$t$ : tiempo de concentración.

$$t = 0,3 * \left( \frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0,76}$$

donde  $L$  la longitud del cauce en km y  $J$  la pendiente media, siendo esta del 2% tanto en transversal como en longitudinal.

Se calcula el tiempo de concentración para los casos de recorrido transversal y longitudinal del flujo, teniendo en cuenta que según la Instrucción este valor debe ser de al menos 0,0833 h.

$$t(\text{transversal}) = 0,3 * \left( \frac{0,00275}{0,02^{\frac{1}{4}}} \right)^{0,76} = 0,00714 \text{ h}$$

$$t(\text{longitudinal}) = 0,3 * \left( \frac{0,0665}{0,02^{\frac{1}{4}}} \right)^{0,76} = 0,0804 \text{ h}$$

Se considera la mitad del tablero para el cálculo del tiempo de concentración longitudinal.

En ninguno de los casos anteriores se llega al valor mínimo establecido, por lo que el tiempo de concentración  $t = 0,0833 \text{ h}$ .



## 2.2. SISTEMA DE DRENAJE

La pasarela que se proyecta se encuentra ubicada sobre el cauce fluvial del río Agres, siendo esta una zona no transitable, por lo que el caudal de agua calculado en el apartado anterior es llevado hacia el exterior de la pasarela a través de la pendiente transversal dispuesta en el tablero, sin necesidad de introducir ningún tipo de elemento que dirija el agua hacia los extremos de la pasarela con el objetivo de no provocar molestias sobre los usuarios.

## 3. ILUMINACIÓN

La pasarela se encuentra ubicada en un tramo de la Vía Verde del Serpis, zona por la que no se espera el tránsito de usuarios durante las horas de menos luz, por lo que se decide disponer una iluminación mínima que dote a la pasarela de seguridad y confort para aquellas personas que la transiten de noche.

Con esta finalidad, se disponen elementos de iluminación rasantes tipo LED al tresbolillo cada 5 m y en toda la longitud de la pasarela, consiguiendo así resaltar los dos carriles de circulación de esta.

Para poder reducir el consumo de energía, estas barandillas LED se controlan por una célula fotovoltaica preprogramada que funciona desde el atardecer hasta la hora en la que salga el sol, según la época del año, consiguiendo que la ruta por la pasarela tanto a pie como en bicicleta sea agradable para los usuarios ya sea de día o de noche.

Los elementos de iluminación que se disponen, escogidos de catálogo comercial, son los mostrados a continuación:

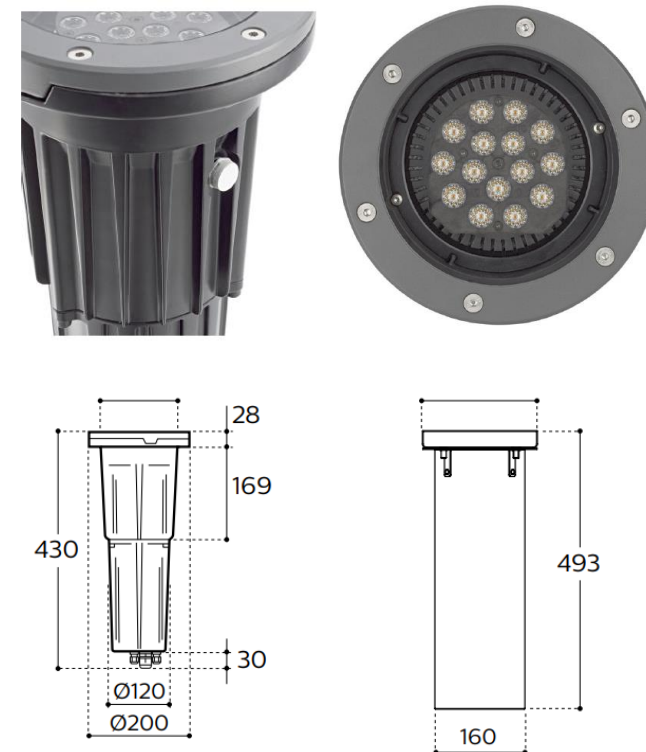


Figura 2. Iluminación rasante de la pasarela. (Fuente: catálogo comercial).

Se trata de luminarias LED solares, que son soluciones de iluminación exterior que aprovechan la energía del sol para proporcionar una iluminación de alta calidad.



Estas soluciones de iluminación solar llevan luz a lugares de difícil acceso a la energía eléctrica, dotándolos de una iluminación fiable, de alta calidad y con un diseño que encaja en cualquier entorno.

De la misma forma, la iluminación solar es limpia y sostenible, autoabasteciéndose de la energía que recoge y transforma sin tener que depender de la red eléctrica, por lo que la obra civil se reduce considerablemente al no necesitar zanjas, canalizaciones, arquetas y cables soterrados.

#### 4. JUNTAS DE DILATACIÓN

Las juntas de dilatación son dispositivos deformables capaces de asegurar el tránsito de peatones y ciclistas a través de las discontinuidades que se dan entre los distintos tramos estructurales de la pasarela, permitiendo de esta forma los movimientos relativos del tablero.

Con el objetivo de diseñar y seleccionar la junta de dilatación a disponer en la pasarela, se establece en primer lugar la variación térmica máxima que se da en el tablero.

Considerando las temperaturas máximas y mínimas que puede alcanzar el tablero, la variación térmica máxima es de  $\Delta T = 35 \text{ }^\circ\text{C}$ , por lo que el incremento de longitud que se da en el tablero según la siguiente expresión:

$$\Delta L = \alpha * L * \Delta T = 1,2 * 10^{-5} * 133 * 35 \approx 0,056 \text{ m} = 56 \text{ mm}$$

donde:

$\alpha$ : coeficiente de dilatación térmica lineal.

$L$ : longitud del tablero.

Se disponen dos juntas de dilatación, una en cada extremo del tablero, por lo que cada una de ellas absorbe la mitad del incremento de longitud anteriormente calculado, es decir, 23 mm.

Se emplea una junta de dilatación extraída de catálogo comercial y que se muestra a continuación:

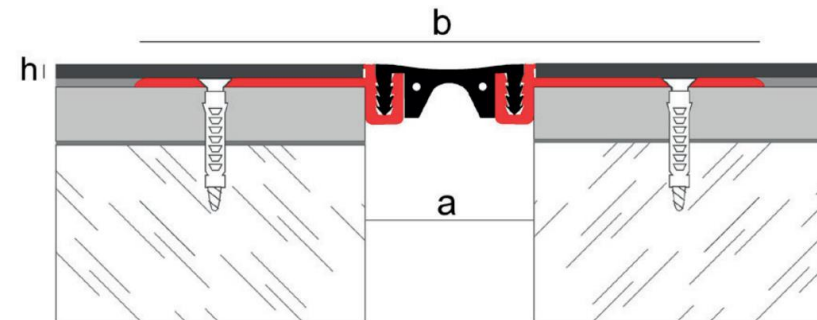


Figura 3. Junta de dilatación a disponer. (Fuente: catálogo comercial).

Se trata de una junta con 3 mm de altura formada por dos perfiles de aluminio ligero con inserto de goma de altas prestaciones con gran capacidad de admisión de movimientos multidireccionales. Garantiza una fijación segura y sencilla gracias a los perfiles perforados y pernos de fijación rápida. Además, esta junta de dilatación cuenta con excelentes propiedades mecánicas, gran elasticidad, es resistente a la intemperie y rayos UV, humedad, desgaste por abrasión y temperaturas extremas.



Se debe emplear una junta de dilatación que absorba un movimiento de 23 mm como mínimo, por lo que, en base al catálogo comercial empleado, se escoge la junta NJPB4003, con un ancho de junta “a” de 40mm y un ancho total “b” de 144 mm.

## 5. BARANDILLAS

Las barandillas son elementos que se disponen en los extremos del tablero y que, en este proyecto, se realizan para que respondan frente a dos criterios fundamentales como son la seguridad de los usuarios y la estética.

Por lo que respecta a la seguridad, se disponen barandillas de 1,30 m de altura con el objetivo de que exista suficiente altura para evitar la caída al cauce fluvial ya sea de peatones o de ciclistas. Están formadas por montantes verticales y tres pasamanos longitudinales, uno en la parte superior del elemento y los otros dos a diferente altura de la barandilla.

Sin embargo, no solo se quiere conseguir un elemento que sea seguro para los usuarios, sino que además debe ser un elemento integrado y acorde con el tipo de pasarela que se dispone y estéticamente atractivo para todos aquellos que vayan a discurrir por ella.

Con estos dos fines se diseña y dispone la barandilla que a continuación se muestra:

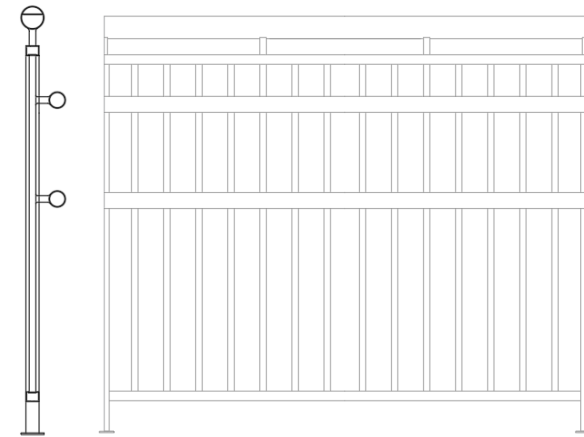


Figura 4. Barandilla a disponer. (Fuente: elaboración propia en AutoCAD).

## 6. PAVIMENTO

La sección transversal de la pasarela que se proyecta, con 5,50 m de anchura, posee 5 m de anchura útil, de los que 3 m son los destinados al carril bici y 2 m al peatonal.

Por otro lado, se establece que la capa de pavimento, tanto para el carril bici como para el peatonal, esté formada por una capa de slurry de 5 cm de espesor donde la única diferencia sea el color de un carril y el otro. En el caso del carril bici se dispone un color rojo y para la zona peatonal un color verde.

Para llevar a cabo la realización de los carriles destinados al paso de ciclistas y peatones, cabe destacar la necesidad de encontrar un pavimento que





cumpla las funciones de ser antideslizante y resistente a la abrasión, y, para cumplir con estas dos premisas, se selecciona, como se menciona previamente, un pavimento formado por una capa de slurry de 5 cm que, además de proporcionar a los carriles las características mencionadas previamente, le otorga un acabado estético apropiado y le confiere impermeabilidad al tablero para que el agua procedente de la lluvia no afecte a la estructura y pueda provocar un acortamiento de su vida útil.

La disposición de este pavimento consta de las siguientes fases:

- Limpieza de la superficie de hormigón del tablero para eliminar suciedades y regularizar la superficie de apoyo de la capa de slurry.
- Aplicación de mortero bicomponente epoxi con el objetivo de mejorar la adherencia hormigón-slurry y evitar así el desconchamiento de este.
- Aplicación de la capa de slurry. El slurry se recibe en envases ya preparados, por lo que lo único que se debe hacer es homogeneizar la mezcla introduciendo agua si así lo indica el fabricante y agitando el envase. El extendido se realiza con una banda de goma a razón de 1.5 kg/m<sup>2</sup> por capa, por lo que se debe de realizar en capas finas.

El slurry empleado posee pigmentos rojizos y verdosos, por lo que se deben aplicar varias capas hasta conseguir una superficie homogénea y obtener así un buen acabado. En la colocación de cada una de las capas nuevas se debe esperar entre 4 y 5 horas desde que se haya secado la anterior capa. Además, para que las capas de slurry puedan aplicarse, la temperatura ambiente debe estar comprendida entre 10°C y 30°C y no debe aplicarse en condiciones de lluvia.

El slurry se almacenará cerrado en los envases de origen, y no se podrán utilizar si ha pasado más de un año desde que se ha abierto. Los envases se almacenarán en lugares protegidos de la luz del sol y de heladas.

Las especificaciones técnicas del slurry son las siguientes:

- Viscosidad a 20º (Brookfield RVT, husillo nº6, 100 rpm) > 30 poises
- Abrasión Taber en seco (1000 ciclos, 1000 g, CS 16) < 0.25 g
- Abrasión Taber en húmedo (100 ciclos, 50 g, CS 17) < 8.0 g
- Abrasión NLTg320 < 225 g/m<sup>2</sup>.

## 7. CONCLUSIÓN

En este anejo se ha descrito el sistema de drenaje, las luminarias, las juntas de dilatación y las barandillas que se disponen en la pasarela, siendo estos una serie de elementos adicionales necesarios para conferir una mayor seguridad, confort y funcionalidad a la pasarela.



## 8. REFERENCIAS

Ministerio de Fomento (2016). Orden FOM/298/2016, por la que se aprueba la norma 5.2-IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras. [https://www.mitma.gob.es/recursos\\_mfom/ordenfom\\_298\\_2016.pdf](https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/ordenfom_298_2016.pdf). Accedido el 27 de junio de 2022.

«Juntas de dilatación en puentes». *Emesa M-30*, 15 de enero de 2021, <https://www.emesa-m30.es/juntas-dilatacion-puentes/>. Accedido 27 de junio de 2022.

Catálogo comercial. EMAC. Juntas de dilatación. Accedido el 28 de junio de 2022.

MONLEÓN CREMADES, S. (2019). Diseño estructural de puentes. Accedido 27 el de junio de 2022.

«Slurry 【 Pavimentos Asfálticos o Sintéticos 】 ». *Fixer*, 12 de junio de 2022, <https://fixer.es/slurry/>.

Catálogo comercial. Philipps. Iluminación urbana. Accedido el 28 de junio de 2022.

---

## *DOCUMENTO N.º 2: RELACIÓN VALORADA*

---

PRESENTADO POR: ALBERTO GARCÍA CÁRCEL

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TUTOR: JULIÁN ALCALÁ GONZÁLEZ

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA





## ÍNDICE

1. OBJETIVO .....	3
2. MEDICIONES .....	3
3. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.....	9
3.1. CAPÍTULO 1: ACTUACIONES PREVIAS.....	10
3.2. CAPÍTULO 2: MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	16
4. RELACIÓN VALORADA .....	34
5. RESUMEN RELACIÓN VALORADA .....	39
6. CONCLUSIÓN .....	41
7. REFERENCIAS.....	41



## 1. OBJETIVO

El objetivo principal de este documento es calcular de forma estimada los costes de construcción de la pasarela que desea proyectar, además de los costes relativos al mantenimiento de la estructura durante su vida útil. Para poder llevarlo a cabo, se realiza en los apartados siguientes una relación valorada a través de los precios de las unidades de obra extraídos del banco de datos ITEC denominado BEDEC y del generador de precios de construcción de CYPE.

El desarrollo de esta relación valorada se compone, en primer lugar, de la realización de mediciones de las unidades de obra consideradas para la ejecución y mantenimiento de la estructura para a continuación elaborar la justificación de precios con todos los precios unitarios y calcular finalmente el coste total de cada capítulo y el de toda la obra.

## 2. MEDICIONES

En este apartado se introducen las mediciones de todas las unidades de obra divididas en diversos capítulos.



DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.



CAPITULO 01. ACTUACIONES PREVIAS										
Código	Unidad	Unidad de obra	Descripción	Repeticiones	Horas	Longitud	Area (m <sup>2</sup> )	Kg	Litros	TOTAL
01.01	m <sup>2</sup>	Limpieza y desbroce del terreno	Desbroce de terreno con desbrozadora autopropulsada trinchadora de 4,4 kW (6 CV) de potencia y con una anchura de trabajo de 0,6 a 1 m, para una altura de maleza hasta 40 cm y una pendiente inferior al 12 %, con un mínimo de dos pasadas de máquina, sin recoger la maleza	1			1064			1064
01.02	m <sup>2</sup>	Limpieza de superficie de piedra labrada	Limpieza superficial de estribos y pilas formadas por piedra labrada con formas geométricas, con medios mecánicos de fricción, grau de dificultat medio, con la intervención del conservador-restaurador	2			14,85			29,7
01.03	unidad	Reparación de juntas y agujeros	Relleno de agujero de hasta 30x30x30 cm3, en paramento, con rasilla cerámica y mortero mixto 1:2:10 y acabada enfoscado fratasado con mortero de cal 1:4 y teñido reintegrador con pintura mineral al silicato y protección de agujero con Cinta adhesiva tipo pintor de 50 mm de ancho							12
01.04	m	Reparación del colector	Reparación de tubo de hormigón armado de 1500 mm de diámetro nominal clase 3, según ASTM C 76 con unión de campana con anilla elástica, colocado en el fondo de la excavación	1		10				10
01.05	m <sup>2</sup>	Reparación de coronación de estribos y pilas	Reparación superficial con restitución de volumen de elemento de piedra con mortero para reconstrucción de piedra de dos componentes armados con red de alambres de acero inoxidable fijada con clavos de acero inoxidable	2			110			220
01.06	m <sup>2</sup>	Revestimiento pila P2	Revestimiento con gavión para revestimientos de muros, de 50x50x10 cm, con malla de hilo de acero de 4,5 mm de diámetro y 100x50 mm de paso de malla, llena de piedra granítica, colgado de carril de acero fijado al muro	1			5			5



DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.



CAPITULO 02. MOVIMIENTO DE TIERRAS										
Código	Unidad	Unidad de obra	Descripción	Repeticiones	Horas	Longitud	Area (m <sup>2</sup> )	Kg	Litros	TOTAL
02.01	m <sup>2</sup>	Saneamiento de taludes	Saneamiento y limpieza manual de taludes haciendo caer bloques sueltos, salientes y voladizos, empleando palanca y gato, carga con medios mecánicos sobre camión y transporte de residuos a instalación autorizada de gestión de residuos, trabajando con medios de elevación desde el pie del talud o con medios de descuelgue desde la coronación, empleando personal especializado en trabajos en altura	2			400			800
02.02	m <sup>2</sup>	Protección de taludes	Membrana de alta resistencia (tipo malla de alambre, malla mixta de alambre y cable, red de cable o red de anillos), con una resistencia a tracción longitudinal de 125 a 185 kN/m, para la retención de bloques rocosos, con anclajes en coronación y pie de talud con barras de acero corrugado en forma de J, de 20 mm de diámetro y 1 m de longitud, colocadas en perforaciones, cada 3 m en coronación y cada 4 m en pie de talud, y unidas con cable de acero galvanizado de 12 mm de diámetro. El cable de pie de talud estará tensado ligeramente. Cosido entre paños con grapas metálicas o cable. No incluye los refuerzos con cable ni los bulones, que son objeto de unidades de obra independientes	2			200			400
02.03	kg	Eliminación de rellenos antrópicos	Disposición controlada en centro de selección y transferencia de residuos mezclados peligrosos, procedentes de construcción o demolición, con código 17 09 03* según la Lista Europea de Residuos					177		177



CAPITULO 03. EJECUCIÓN SUPERESTRUCTURAS										
Código	Unidad	Unidad de obra	Descripción	Repeticiones	Horas	Longitud	Area (m <sup>2</sup> )	Kg	Litros	TOTAL
03.01	kg	Acero estructural	Acero S355JR según UNE-EN 10025-2, formado por pieza simple, en perfiles laminados en caliente serie L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular y plancha, trabajado en el taller para colocar con soldadura y con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura					134600		134600,0
03.02	m <sup>2</sup>	Hormigón totalmente colocado	Losa de hormigón armado, horizontal, de 40 cm de espesor, con montaje y desmontaje de encofrado de losas, a una altura <= 5 m, con tablero de madera de pino, con una cuantía de 1 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> , hormigón HA-30/B/10/IIb, vertido con bomba y armadura AP500 S de acero en barras corrugadas con una cuantía de 35 kg/m <sup>2</sup>	1			731,5			732
03.03	m <sup>2</sup>	Prelosa prebañada	Prelosa de celosía, maciza, de semiplaca de hormigón de 6 cm de espesor, 120 a 250 cm de anchura y 900 cm de longitud, con momento flector último de 220 a 330 kN-m/m, y canto total 35 (10+25) cm, con altura libre de planta de entre 4 y 5 m; hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, acero B 500 S, con una cuantía aproximada de 4 kg/m <sup>2</sup> . Incluso alambre de atar y separadores. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye los pilares ni las vigas.	111			7,41			822,5
03.04	m	Colocación de vano de celosía	Colocación de un vano de celosía mediante dos grúas autopropulsadas de 40 t y 20 m de longitud	1	133					133





El acero estructural se desglosa en todos los elementos que conforman la pasarela, obteniendo el peso final total de toda la estructura. En la siguiente tabla se muestran los elementos debidos al vano central y a uno de los vanos laterales:

**Vano central**

Sección transversal	Densidad (t/m3)	Area (m2)	Longitud (m)	Peso (t)	Peso total (t)
Arco	7,85	0,021	100,71	16,9	46,8
Vigas transversales inferiores	7,85	0,003	52,5	1,1	
Vigas Warren	7,85	0,003	173,59	3,64	
Vigas longitudinales	7,85	0,004	100	3,2	
Cruces interiores nodos	7,85	0,019	21,26	3,18	
Vigas verticales nodos	7,85	0,003	16	0,32	
Cruces interiores	7,85	0,002	107,97	1,61	
Cruces interiores inferiores	7,85	0,012	140,52	12,99	
Vigas transversales superiores	7,85	0,009	52,5	3,88	

**Vano lateral**

Sección transversal	Densidad (t/m3)	Area (m2)	Longitud (m)	Peso (t)	Peso total (t)
Arco	7,85	0,021	86,70	14,5	43,9
Vigas transversales inferiores	7,85	0,003	41,4	0,9	
Vigas Warren	7,85	0,003	150,50	3,16	
Vigas longitudinales	7,85	0,004	166	5,3	
Cruces interiores nodos	7,85	0,019	21,26	3,18	
Vigas verticales nodos	7,85	0,003	16	0,32	
Cruces interiores	7,85	0,002	90,70	1,35	
Cruces interiores inferiores	7,85	0,012	132,45	12,24	
Vigas transversales superiores	7,85	0,009	40,0	2,96	



CAPITULO 04. EQUIPAMIENTOS										
Código	Unidad	Unidad de obra	Descripción	Repeticiones	Horas	Longitud	Area (m <sup>2</sup> )	Kg	Litros	TOTAL
04.01	m2	Pintura acero	Pintado de viga compuesta de perfiles de acero con pintura epoxi, con dos capas de imprimación epoxi Indeterminado y dos de acabado				18,12			18,12
04.02	m2	Pintura hormigón	Pintado sobre pavimento de hormigón, con pintura de poliuretano, aplicada en dos capas, con limpieza previa y preparación de la superficie				731,5			731,5
04.03	m	Barandilla	Barandilla de acero para pintar, con pasamanos, travesaño inferior, montantes cada 100 cm y barrotes cada 12 cm, de 120 a 140 cm de altura como máximo, anclada con 2 capas de imprimación antioxidante y 2 capas de acabado con pintura metálica anticorrosiva	2		133				266
04.04	m2	Pavimento slurry	Tratamiento de protección superficial antiderrapante, de pavimento de hormigón, con imprimación y revestimiento con brea-epoxi y 3 kg de granulado de corindón				731,5			731,5
04.05	unidad	Junta de dilatación	Pasador deslizante de acero inoxidable de 30 mm de diámetro, de 47 cm de longitud y 780 N/mm <sup>2</sup> de límite elástico, con vaina circular de PVC y fijaciones del conjunto con estribos de acero corrugado, para junta de dilatación o trabajo, colocado							22
04.07	unidad	Apoyo elastomérico rectangular	Apoyo elastomérico armado, rectangular, sobre base de nivelación, compuesto por láminas de neopreno con al menos dos placas de acero intercaladas, de 350x450 mm de sección y 54 mm de espesor, tipo B, según UNE-EN 1337-3, para apoyos estructurales elásticos. El precio no incluye la base de nivelación							8



CAPITULO 07. MANTENIMIENTO										
Código	Unidad	Unidad de obra	Descripción	Repeticiones	Horas	Longitud	Area (m <sup>2</sup> )	Kg	Litros	TOTAL
07.01	m2	Pintura acero	Pintado de acero con pintura epoxi bicomponente para sistemas de protección del acero				18,12			18,1
07.02	m2	Pintura hormigón	Pintado de hormigón con pintura al silicato para protección superficial del hormigón				731,5			731,5
07.03	kg	Mortero reparación	Mortero reparación para tablero y rampas					8438,4		8438,4
07.04	kg	Reparación de fisuras	Soldadura de reparación mediante grupo electrogeno de 20 a 30 KVA con equipos y elementos auxiliares para soldadura eléctrica					500		500

### 3. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

El siguiente apartado va destinado a la justificación de precios unitarios de todas las unidades de obra a lo largo de la vida útil de la pasarela. Esta justificación queda dividida en diferentes capítulos, de entre lo que se puede destacar que no se han tenido en cuenta los capítulos de seguridad y salud y control de calidad porque se trata de una valoración, no de un presupuesto contractual de un proyecto.

La justificación de precios queda dividida en, por un lado, la introducción de la formación de equipos de cada unidad de obra y posteriormente la tabla de justificación de precios.

Todos los datos se obtienen a partir del banco de datos del ITEC denominado BEDEC y del generador de precios de CYPE.



### 3.1. CAPÍTULO 1: ACTUACIONES PREVIAS

m <sup>2</sup>	Limpieza y desbroce del terreno	<b>01.01</b>
Desbroce de terreno con desbrozadora autopropulsada trinchadora de 4,4 kW (6 CV) de potencia y con una anchura de trabajo de 0,6 a 1 m, para una altura de maleza hasta 40 cm y una pendiente inferior al 12 %, con un mínimo de dos pasadas de máquina, sin recoger la maleza		
<b>Equipo</b>		
Maquinaria		
Cantidad	Definición	Rendimiento (m2/h)
1	Retroexcavadora sobre neumáticos de 8 a 10 toneladas	25,6
Mano de obra		
Cantidad	Definición	Rendimiento (m2/h)
1	Ayudate de jardinero	333,3

Precio unitario		Limpieza y desbroce del terreno			<b>01.01</b>	
Desbroce de terreno con desbrozadora autopropulsada trinchadora de 4,4 kW (6 CV) de potencia y con una anchura de trabajo de 0,6 a 1 m, para una altura de maleza hasta 40 cm y una pendiente inferior al 12 %, con un mínimo de dos pasadas de máquina, sin recoger la maleza						
<b>MATERIALES</b>					<b>IMPORTE (€)</b>	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
						0
<b>MAQUINARIA</b>					<b>IMPORTE (€)</b>	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MQ001	0,039	horas	Retroexcavadora sobre neumáticos de 8 a 10 toneladas	52,25	2,04	
						2,04
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>IMPORTE (€)</b>	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MO001	0,003	horas	Ayudate de jardinero	26,62	0,1	
						0,08
			HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES		1,5%	0,0012
			SUMA DE COSTES DIRECTOS			2,12
			SUMA DE COSTES INDIRECTOS		6%	0,13
			TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL			2,25

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.**



Precio unitario		Limpieza de superficie de piedra labrada			01.02	
Limpieza superficial de estribos y pilas formadas por piedra labrada con formas geométricas, con medios mecánicos de fricción, grau de dificultat medio, con la intervención del conservador-restaurador						
MATERIALES					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
						0
MAQUINARIA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL
MQ002	1	horas	Máquina con discos de púas metálicas	2,95	2,95	
						2,95
MANO DE OBRA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MO002	0,05	horas	Conservador-restaurador responsable de la intervención	26,33	1,3	
MO003	1,5	horas	Conservador-restaurador	23,58	35,4	
						36,69
HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES					3,5%	1,3
SUMA DE COSTES DIRECTOS						40,9
SUMA DE COSTES INDIRECTOS					6%	2,5
TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL						43,38

m <sup>2</sup>	Limpieza de superficie de piedra labrada	01.02
Limpieza superficial de estribos y pilas formadas por piedra labrada con formas geométricas, con medios mecánicos de fricción, grau de dificultat medio, con la intervención del conservador-restaurador		
<b>Equipo</b>		
Maquinaria		
Cantidad	Definición	Rendimiento (m2/h)
2	Máquina con discos de púas metálicas	1
Mano de obra		
Cantidad	Definición	Rendimiento (m2/h)
1	Conservador-restaurador responsable de la intervención	20
1	Conservador-restaurador	0,7



**DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.**



Precio unitario		Reparación de juntas y agujeros			01.03	
Relleno de agujero de hasta 30x30x30 cm3, en paramento, con rasilla cerámica y mortero mixto 1:2:10 y acabada enfoscado fratasado con mortero de cal 1:4 y teñido reintegrador con pintura mineral al silicato y protección de agujero con Cinta adhesiva tipo pintor de 50 mm de ancho						
MATERIALES					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MT001	0,036	litro	Diluyente de pintura mineral al silicato para veladura de piedra natural	13,83	0,50	
MT002	28	unidad	Rasilla cerámica común de forma rectangular y elaboración mecánica de color rojo	0,14	3,92	
MT003	0,009	litro	Pintura al silicato de un componente, para veladura de oiedra natural, hidrófuga	9,59	0,09	
MT004	3,05	m	Cinta adhesiva tipo pintor de 50 mm de ancho	0,05	0,15	
MT005	0,001	m3	Mortero de cal y arena con 380 kg/m3 de cal aérea hidratada con una proporción de volumen 1:4 y 10 N/mm2 de resistencia a compresión elaborada en obra	147,26	0,15	
MT006	0,014	m3	Mortero mixto de cemento portland con caliza, cal y arena con 200 kg/m3 dde cemento con una proporción en volumen 1:2:10 y 2,5 N/mm2 de resistencia a compresión elaborado en obra	177,52	2,49	
MAQUINARIA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL
						0
MANO DE OBRA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MO004	1,25	horas	Oficial	21,37	26,7	
MO005	0,63	horas	Peón	18,89	11,9	
						38,61
HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES					1,5%	0,6
SUMA DE COSTES DIRECTOS						46,5
SUMA DE COSTES INDIRECTOS					6%	2,8
TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL						49,27

unidad	Reparación de juntas y agujeros	01.03
Relleno de agujero de hasta 30x30x30 cm3, en paramento, con rasilla cerámica y mortero mixto 1:2:10 y acabada enfoscado fratasado con mortero de cal 1:4 y teñido reintegrador con pintura mineral al silicato y protección de agujero con Cinta adhesiva tipo pintor de 50 mm de ancho		
Equipo		
Maquinaria		
Cantidad	Definición	Rendimiento (uni./h)
Mano de obra		
Cantidad	Definición	Rendimiento (uni./h)
1	Oficial	0,8
1	Peón	1,59

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.**



Precio unitario		Reparación del colector			01.04	
Reparación de tubo de hormigón armado de 1500 mm de diámetro nominal clase 3, según ASTM C 76 con unión de campana con anilla elastomérica, colocado en el fondo de la excavación						
MATERIALES					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MT007	1	m	Tubo de hormigón armado de 1500 mm de diámetro clase 3, según ASTM C 76 con unión de campana con anilla elastomérica	172,15	172,15	
MT008	1	unidad	Parte proporcional de elementos de montaje para tubo de hormigón armado prefabricado	16,52	16,52	
						188,67
MAQUINARIA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL
MQ003	0,444	horas	Grúa autopropulsada 20 toneladas	59,55	26,44	
MANO DE OBRA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MO006	0,444	horas	Oficial 1A montador	22,09	9,8	
MO007	0,444	horas	Ayudante de montador	19,92	8,8	
MO005	0,888	horas	Peón	18,89	16,8	
						35,43
HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES					1,5%	0,5
SUMA DE COSTES DIRECTOS						251,1
SUMA DE COSTES INDIRECTOS					6%	15,1
TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL						266,13

m		Reparación del colector		01.04	
Reparación de tubo de hormigón armado de 1500 mm de diámetro nominal clase 3, según ASTM C 76 con unión de campana con anilla elastomérica, colocado en el fondo de la excavación					
Equipo					
Maquinaria					
Cantidad	Definición	Rendimiento (m/h)			
1	Grúa autopropulsada 20 toneladas	2,25			
Mano de obra					
Cantidad	Definición	Rendimiento (m/h)			
1	Oficial 1A montador	2,25			
1	Ayudante de montador	2,25			
1	Peón	1,13			



Precio unitario		Repación de coronación de pilas y estribos				01.05	
Reparación superficial con restitución de volumen de elemento de piedra con mortero para reconstrucción de piedra de dos componentes armados con red de alambres de acero inoxidable fijada con clavos de acero inoxidable							
MATERIALES						IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL	
MT009	48	kg	Mortero para reconstrcción superficial de piedra natural, de dos componentes	1,51	72,48		
MT0010	1	m2	Malla ondulada de alambres de acero inoxidable de 100 mm de paso de malla y de D=2 mm	20,96	20,96		
						93,44	
MAQUINARIA						IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL	
						0	
MANO DE OBRA						IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL	
MO004	1,35	horas	Oficial 1A	21,37	28,8		
MO005	1,1	horas	Peón	18,89	20,8		
						49,63	
			HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES		3%	1,5	
			SUMA DE COSTES DIRECTOS			144,6	
			SUMA DE COSTES INDIRECTOS		6%	8,7	
			TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL			153,23	

m <sup>2</sup>	Repación de coronación de pilas y estribos	01.05
Reparación superficial con restitución de volumen de elemento de piedra con mortero para reconstrucción de piedra de dos componentes armados con red de alambres de acero inoxidable fijada con clavos de acero inoxidable		
Equipo		
Maquinaria		
Cantidad	Definición	Rendimiento (m2/h)
Mano de obra		
Cantidad	Definición	Rendimiento (m2/h)
1	Oficial 1A	0,74
1	Peón	0,91





DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.



Precio unitario		Revestimiento pila P2			01.06	
Revestimiento con gavión para revestimientos de muros, de 50x50x10 cm, con malla de hilo de acero de 4,5 mm de diámetro y 100x50 mm de paso de malla, llena de piedra granítica, colgado de carril de acero fijado al muro						
MATERIALES					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MT0011	0,2	t	Grava de cantera de piedra granítica de 60 a 100 mm	19,07	3,81	
MT0012	8	unidades	Taco de acero de d=12 mm con tornillo, arandela y tuerca de acero inoxidable y 120 mm de longitud	3,43	27,44	
MT0013	2	unidades	Gavión para revestimiento de muros de 50x50x10 cm con malla de hilo de acero de 4,5 mm de diámetro y 100x50 mm de paso de malla	19	38	
MT0014	2	m	Perfil de acero galvanizado para soporte de gaviones	2,21	4,42	
					73,67	
MAQUINARIA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL
MQ003	0,444	horas	Grúa autopropulsada 20 toneladas	59,55	26,44	
					26,4	
MANO DE OBRA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MO004	0,4	horas	Oficial 1A	21,37	8,55	
MO005	0,8	horas	Peón	18,89	15,11	
					23,7	
HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES					2%	0,47
SUMA DE COSTES DIRECTOS						124,2
SUMA DE COSTES INDIRECTOS					6%	7,45
TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL						131,70

m²		Revestimiento pila P2		01.06	
Revestimiento con gavión para revestimientos de muros, de 50x50x10 cm, con malla de hilo de acero de 4,5 mm de diámetro y 100x50 mm de paso de malla, llena de piedra granítica, colgado de carril de acero fijado al muro					
Equipo					
Maquinaria					
Cantidad	Definición	Rendimiento (m2/h)			
1	Grúa autopropulsada 20 toneladas	2			
Mano de obra					
Cantidad	Definición	Rendimiento (m2/h)			
1	Oficial 1A	2,5			
1	Peón	1,25			



### 3.2. CAPÍTULO 2: MOVIMIENTO DE TIERRAS

Precio unitario		Saneamiento de taludes			02.01	
Saneamiento y limpieza manual de taludes haciendo caer bloques sueltos, salientes y voladizos, empleando palanca y gato, carga con medios mecánicos sobre camión y transporte de residuos a instalación autorizada de gestión de residuos, trabajando con medios de elevación desde el pie del talud o con medios de descuelgue desde la coronación, empleando personal especializado en trabajos en altura						
MATERIALES					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
						0
MAQUINARIA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL
MQ004	0,00625	horas	Minicargadora sobre neumáticos de 2 a 5,9 t	45,22	0,28	2,73
MQ005	0,05	horas	Camión grúa	48,94	2,4	
MANO DE OBRA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MO006	0,0125	horas	Oficial 1a especialista en trabajos verticales	40,04	0,50	1,98
MO007	0,025	horas	Oficial 2a especialista en trabajos verticales	44,26	1	
MO008	0,0125	horas	Peón especialista en trabajos verticales	29,59	0,37	
HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES					1,5%	0,03
SUMA DE COSTES DIRECTOS						4,7
SUMA DE COSTES INDIRECTOS					6%	0,28
TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL						5,02

m <sup>2</sup>	Saneamiento de taludes	02.01
Saneamiento y limpieza manual de taludes haciendo caer bloques sueltos, salientes y voladizos, empleando palanca y gato, carga con medios mecánicos sobre camión y transporte de residuos a instalación autorizada de gestión de residuos, trabajando con medios de elevación desde el pie del talud o con medios de descuelgue desde la coronación, empleando personal especializado en trabajos en altura		
Equipo		
Maquinaria		
Cantidad	Definición	Rendimiento (m <sup>2</sup> /h)
1	Minicargadora sobre neumáticos de 2 a 5,9 t	160
1	Camión grúa	20
Mano de obra		
Cantidad	Definición	Rendimiento (m <sup>2</sup> /h)
1	Oficial 1a especialista en trabajos verticales	80
1	Oficial 2a especialista en trabajos verticales	40
1	Peón especialista en trabajos verticales	80

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.**



Precio unitario		Protección de taludes			02.02	
Membrana de alta resistencia (tipo malla de alambre, malla mixta de alambre y cable, red de cable o red de anillos), con una resistencia a tracción longitudinal de 125 a 185 kN/m, para la retención de bloques rocosos, con anclajes en coronación y pie de talud con barras de acero corrugado en forma de J, de 20 mm de diámetro y 1 m de longitud, colocadas en perforaciones, cada 3 m en coronación y cada 4 m en pie de talud, y unidas con cable de acero galvanizado de 12 mm de diámetro. El cable de pie de talud estará tensado ligeramente. Cosido entre paños con grapas metálicas o cable. No incluye los refuerzos con cable ni los bulones, que son objeto de unidades de obra independientes						
MATERIALES					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MT015	0,15	kg	Acero en barras corrugadas B500SD de límite elástico >= 500 N/mm2	1,28	0,19	
						0,19
MAQUINARIA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL
MQ005	0,03355	horas	Camión grúa	48,94	1,64	
MQ006	0,13419	horas	Equipo para la inyección de lechada	15,29	2,05	
MQ007	0,13419		Compresor portátil entre 7 y 10 m3/min de caudal y 8 bar de presión	15,63	2,10	
						5,79
MANO DE OBRA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MO006	0,8	horas	Oficial 1a especialista en trabajos verticales	40,04	32,03	
MO005	0,8	horas	Peón	18,89	15,11	
						47,14
			HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES		1,5%	0,71
			SUMA DE COSTES DIRECTOS			54
			SUMA DE COSTES INDIRECTOS		6%	3,2
			TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL			57,06

m²	Protección de taludes		02.02
	Membrana de alta resistencia (tipo malla de alambre, malla mixta de alambre y cable, red de cable o red de anillos), con una resistencia a tracción longitudinal de 125 a 185 kN/m, para la retención de bloques rocosos, con anclajes en coronación y pie de talud con barras de acero corrugado en forma de J, de 20 mm de diámetro y 1 m de longitud, colocadas en perforaciones, cada 3 m en coronación y cada 4 m en pie de talud, y unidas con cable de acero galvanizado de 12 mm de diámetro. El cable de pie de talud estará tensado ligeramente. Cosido entre paños con grapas metálicas o cable. No incluye los refuerzos con cable ni los bulones, que son objeto de unidades de obra independientes		
	<b>Equipo</b>		
	Maquinaria		
Cantidad	Definición	Rendimiento (m2/h)	
1	Camión grúa	29,81	
1	Equipo para la inyección de lechada	7,45	
	Mano de obra		
Cantidad	Definición	Rendimiento (m2/h)	
1	Oficial 1a especialista en trabajos verticales	1,3	
1	Peón	1,25	

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.**



Precio unitario		Eliminación de rellenos antrópicos			02.03	
Disposición controlada en centro de selección y transferencia de residuos mezclados peligrosos, procedentes de construcción o demolición, con código 17 09 03* según la Lista Europea de Residuos						
MATERIALES					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MT016	1	kg	Disposición controlada en centro de selección y transferencia de residuos mezclados peligrosos, procedentes de construcción o demolición, con código 17 09 03* según la Lista Europea de Residuos	0,25	0,25	
						0,25
MAQUINARIA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL
MQ008	0,2	horas	Camión para transporte de 5 t	32,93	6,59	
						6,59
MANO DE OBRA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
						0
			HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES		1,5%	0
			SUMA DE COSTES DIRECTOS			6,8
			SUMA DE COSTES INDIRECTOS		6%	0,41
			TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL			7,25

kg	Eliminación de rellenos antrópicos	02.03
Disposición controlada en centro de selección y transferencia de residuos mezclados peligrosos, procedentes de construcción o demolición, con código 17 09 03* según la Lista Europea de Residuos		
<b>Equipo</b>		
Maquinaria		
Cantidad	Definición	Rendimiento (kg/h)
1	Camión para transporte de 5 t	5
Mano de obra		
Cantidad	Definición	Rendimiento (kg/h)



### 3.3. CAPÍTULO 3: EJECUCIÓN DE SUPERESTRUCTURAS

Precio unitario		Acero estructural			03.01	
Acero S355JR según UNE-EN 10025-2, formado por pieza simple, en perfiles laminados en caliente serie L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular y plancha, trabajado en el taller para colocar con soldadura y con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura						
MATERIALES					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MT017	1	kg	Acero S355JR según UNE-E 10025-2 formado por pieza compuesta, en perfiles laminados en caliente trabajado en el taller para colocar con soldadura y con una capa de imprimación antioxidante	1,76	1,76	
						1,76
MAQUINARIA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL
MQ009	0,018	horas	Elemento y equipos auxiliares para soldadura eléctrica	3,11	0,056	
MQ010	0,018	horas	Grupo electrógeno de 20 a 30 kVA	8,58	0,15	
						0,21
MANO DE OBRA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MO009	0,018	horas	Oficial 1a soldador	21,73	0,39	
MO010	0,01	horas	Ayudante soldador	19,99	0,2	
						0,59
			HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES		2,5%	0,015
			SUMA DE COSTES DIRECTOS			2,6
			SUMA DE COSTES INDIRECTOS		6%	0,15
			TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL			2,73

kg	Acero estructural	03.01
Acero S355JR según UNE-EN 10025-2, formado por pieza simple, en perfiles laminados en caliente serie L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular y plancha, trabajado en el taller para colocar con soldadura y con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura		
Equipo		
Maquinaria		
Cantidad	Definición	Rendimiento (kg/h)
1	Elemento y equipos auxiliares para soldadura eléctrica	55,56
1	Grupo electrógeno de 20 a 30 kVA	55,56
Mano de obra		
Cantidad	Definición	Rendimiento (kg/h)
1	Oficial 1a soldador	55,56
1	Ayudante soldador	100

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.**



Precio unitario		Hormigón totalmente colocado			03.02	
Losa de hormigón armado, horizontal, de 40 cm de espesor, con montaje y desmontaje de encofrado de losas, a una altura <= 5 m, con tablero de madera de pino, con una cuantía de 1 m2/m2, hormigón HA-30/B/10/IIb, vertido con bomba y armadura AP500 S de acero en barras corrugadas con una cuantía de 35 kg/m2						
MATERIALES					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MT018	1,02	m3	Hormigón HA30/B/10/IIb de consistencia blanda tamaño máximo del árido 10 mm con >= 300 kg/m3 de cemento apto para clases de exposición IIb	92,74	94,59	
MT019	0,012	kg	Alambre recocido de diámetro 1,3 mm	1,34	0,02	
MT015	1	kg	Acero en barras corrugadas elaborado en obra y manipulado en taller B500S, de límite elástico >=500 N/mm2	1,55568	1,56	
					96,17	
MAQUINARIA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL
MQ011	0,09	horas	Camión con bomba para hormigonar	156,6	14,09	
					14,09	
MANO DE OBRA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MO011	0,054	horas	Oficial 1a albañil	21,37	1,15	
MO005	0,216	horas	Peón	18,89	4,08	
MO013	0,012	horas	Oficial 1a ferrallista	21,37	0,3	
MO014	0,01	horas	Ayudante ferrallista	19,92	0,1992	
HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES					1,5%	0,085
SUMA DE COSTES DIRECTOS						116,0
SUMA DE COSTES INDIRECTOS					6%	7,0
TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL						123

m <sup>2</sup>		Hormigón totalmente colocado		03.02	
Losa de hormigón armado, horizontal, de 40 cm de espesor, con montaje y desmontaje de encofrado de losas, a una altura <= 5 m, con tablero de madera de pino, con una cuantía de 1 m2/m2, hormigón HA-30/B/10/IIb, vertido con bomba y armadura AP500 S de acero en barras corrugadas con una cuantía de 35 kg/m2					
Equipo					
Maquinaria					
Cantidad	Definición	Rendimiento (kg/h)			
1	Camión con bomba para hormigonar	11,11			
Mano de obra					
Cantidad	Definición	Rendimiento (kg/h)			
1	Oficial 1a albañil	18,52			
1	Peón	4,63			
1	Oficial 1a ferrallista	83,33			
1	Ayudante ferrallista	100			

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.**



Precio unitario		Prelosa prefabricada			03.03	
Prelosa de celosía, maciza, de semiplaca de hormigón de 6 cm de espesor, 120 a 250 cm de anchura y 900 cm de longitud, con momento flector último de 220 a 330 kN·m/m, y canto total 35 (10+25) cm, con altura libre de planta de entre 4 y 5 m; hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, acero B 500 S, con una cuantía aproximada de 4 kg/m <sup>2</sup> . Incluso alambre de atar y separadores. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye los pilares ni las vigas.						
MATERIALES					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MT020	1	m2	Semiplaca de hormigón pretensado de 6 cm de espesor, 120 a 250 cm de anchura y 900 cm de longitud, con 505 a 990 kN de armadura activa.	58,5	58,5	
MT021	4	kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	1,6	6,40	
MT022	0,048	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1,5	0,07	
MT023	0,29	m3	Hormigón HA-25/F/20/XC2, fabricado en central.	80,88	23,46	
						88,43
MAQUINARIA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL
MQ012	0,19	horas	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	75,04	14,2576	
						14,26
MANO DE OBRA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MO015	0,114	horas	Oficial 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	20,74	2,36	
MO016	0,114	horas	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	19,68	2,24	
MO013	0,048	horas	Oficial 1ª ferrallista.	20,74	1	
MO014	0,04	horas	Ayudante ferrallista.	19,68	0,79	
MO017	0,064	horas	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	20,74	1,33	
MO018	0,261	horas	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	19,68	5,14	
HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES					2,0%	0,026
SUMA DE COSTES DIRECTOS						115,6
SUMA DE COSTES INDIRECTOS					6%	6,93
TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL						122,5



m <sup>2</sup>	Prelosa prebafabricada	<b>03.03</b>
<p>Prelosa de celosía, maciza, de semiplaca de hormigón de 6 cm de espesor, 120 a 250 cm de anchura y 900 cm de longitud, con momento flector último de 220 a 330 kN·m/m, y canto total 35 (10+25) cm, con altura libre de planta de entre 4 y 5 m; hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, acero B 500 S, con una cuantía aproximada de 4 kg/m<sup>2</sup>. Incluso alambre de atar y separadores. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye los pilares ni las vigas.</p>		
<b>Equipo</b>		
Maquinaria		
Cantidad	Definición	Rendimiento (m2/h)
1	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	5,26
Mano de obra		
Cantidad	Definición	Rendimiento (m2/h)
1	Oficial 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	8,77
1	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	8,77
1	Oficial 1ª ferrallista.	20,83
1	Ayudante ferrallista.	25,00
1	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	15,63
1	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	3,83





**DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.**



Precio unitario		Colocación de vano de celosía			03.04	
Colocación de un vano de celosía mediante dos grúas autopropulsadas de 40 t y 20 m de longitud						
MATERIALES					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MT017	1	kg	Acero S355JR	1,35	1,35	
						1,35
MAQUINARIA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL
MQ013	0,1	horas	Grupo electrógeno auxiliar para soldadura eléctrica	74,7	7,47	
MQ010	0,1	horas	Grupo electrógeno de 20 a 30 KVA	49,95	5,0	
MQ014	0,05	horas	Grúa autopropulsada de 40 t y 20 m de longitud	101,33	5,1	
						17,5
MANO DE OBRA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MO009	0,1	horas	Oficial 1a soldador	19,95	2,00	
MO010	0,1	horas	Ayudante soldador	18,35	1,84	
MO019	0,05	horas	Gruista	21,37	1,1	
MO008	0,05	horas	Peón especialista en trabajos verticales	29,59	1,48	6,38
			HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES		1,5%	0,096
			SUMA DE COSTES DIRECTOS			25,4
			SUMA DE COSTES INDIRECTOS		6%	1,52
			TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL			26,88

m		Colocación de vano de celosía		03.04	
Colocación de un vano de celosía mediante dos grúas autopropulsadas de 40 t y 20 m de longitud					
Equipo					
Maquinaria					
Cantidad	Definición	Rendimiento (m/h)			
1	Grupo electrógeno auxiliar para soldadura eléctrica	10,00			
1	Grupo electrógeno de 20 a 30 KVA	10,00			
1	Grúa autopropulsada de 40 t y 20 m de longitud	20,00			
Mano de obra					
Cantidad	Definición	Rendimiento (m/h)			
1	Oficial 1a soldador	10,00			
1	Ayudante soldador	10			
1	Gruista	20			
1	Peón especialista en trabajos verticales	20			



### 3.4. CAPÍTULO 4: EQUIPAMIENTOS

Precio unitario		Pintura acero			04.01	
Pintado de viga compuesta de perfiles de acero con pintura epoxi, con dos capas de imprimación epoxi Indeterminado y dos de acabado						
MATERIALES					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MT024	0,255	kg	Pintura epoxi	16,2	4,13	
MT025	0,204	kg	Imprimación epoxi	20,18	4,12	
						8,25
MAQUINARIA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL
						0
MANO DE OBRA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MO020	0,77	horas	Oficial 1a pintor	21,37	16,45	
MO021	0,075	horas	Ayudante pintor	19,92	1,49	
						17,9
HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES					1,5%	0,27
SUMA DE COSTES DIRECTOS						26,5
SUMA DE COSTES INDIRECTOS					6%	1,59
TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL						28,05

m2		Pintura acero		04.01	
Pintado de viga compuesta de perfiles de acero con pintura epoxi, con dos capas de imprimación epoxi Indeterminado y dos de acabado					
Equipo					
Maquinaria					
Cantidad	Definición	Rendimiento (m2/h)			
Mano de obra					
Cantidad	Definición	Rendimiento (m2/h)			
1	Oficial 1a pintor	1,3			
1	Ayudante pintor	13,3			



Precio unitario		Pintura hormigón			04.02	
Pintado sobre pavimento de hormigón, con pintura de poliuretano, aplicada en dos capas, con limpieza previa y preparación de la superficie						
MATERIALES					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MT026	0,55	kg	Pintura antideslizante	10,57	5,81	5,81
MAQUINARIA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL
						0
MANO DE OBRA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MO020	0,3	horas	Oficial 1a pintor	21,37	6,41	9,4
MO021	0,15	horas	Ayudante pintor	19,92	2,99	
						9,4
			HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES		1,5%	0,14
			SUMA DE COSTES DIRECTOS			15,4
			SUMA DE COSTES INDIRECTOS		6%	0,92
			TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL			16,27

m2		Pintura hormigón		04.02	
Pintado sobre pavimento de hormigón, con pintura de poliuretano, aplicada en dos capas, con limpieza previa y preparación de la superficie					
Equipo					
Maquinaria					
Cantidad	Definición	Rendimiento (m2/h)			
Mano de obra					
Cantidad	Definición	Rendimiento (m2/h)			
1	Oficial 1a pintor	3,3			
1	Ayudante pintor	6,7			



DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.



Precio unitario		Barandilla			04.03	
Barandilla de acero para pintar, con pasamanos, travesaño inferior, montantes cada 100 cm y barrotes cada 12 cm, de 120 a 140 cm de altura como máximo, anclada con 2 capas de imprimación antioxidante y 2 capas de acabado con pintura metálica anticorrosiva						
MATERIALES					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MT027	2	unidad	Taco de acero de d=10 mm, con tornillo, arandela y tuerca	1,06	2,12	
MT028	1	m	Barandilla de acero para pintar, con pasamanos, travesaño inferior, montantes y barrotes, de 120 a 140 cm de altura	84,15	84	
MT029	0,3978	kg	Pintura partículas metálicas	13,06	5,2	
MT030	0,204	kg	Imprimación antioxidante	15,59	3,18	
						94,65
MAQUINARIA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MO022	0,4	horas	Oficial 1a cerrajero	21,71	8,68	
MO023	0,2	horas	Ayudante cerrajero	19,99	4	
MO020	0,52	horas	Oficial 1a pintor	21,37	11	
MO021	0,05	horas	Ayudante pintor	19,92	1,00	
						24,79
HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES					2,5%	0,62
SUMA DE COSTES DIRECTOS						120,1
SUMA DE COSTES INDIRECTOS					6%	7,20
TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL						127,26

m	Barandilla	04.03
Barandilla de acero para pintar, con pasamanos, travesaño inferior, montantes cada 100 cm y barrotes cada 12 cm, de 120 a 140 cm de altura como máximo, anclada con 2 capas de imprimación antioxidante y 2 capas de acabado con pintura metálica anticorrosiva		
Equipo		
Maquinaria		
Cantidad	Definición	Rendimiento (m/h)
Mano de obra		
Cantidad	Definición	Rendimiento (m/h)
1	Oficial 1a cerrajero	2,5
1	Ayudante cerrajero	5,0



Precio unitario		Pavimento slurry				04.04	
Tratamiento de protección superficial antiderrapante, de pavimento de hormigón, con imprimación y revestimiento con breca-epoxi y 3 kg de granulado de corindón							
MATERIALES						IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL	
MT030	0,3	l	Disolvente universal	5,54	1,66		
MT031	2	kg	Granulado de corindón	0,75	1,5		
MT032	2	kg	Brea epoxi	12,52	25,04		
							28,20
MAQUINARIA						IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL	
							0
MANO DE OBRA						IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL	
MO011	0,3	horas	Oficial 1a albañil	21,37	6,41		
MO005	0,3	horas	Peón	18,89	5,67		
							12,08
HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES						1,5%	0,18
SUMA DE COSTES DIRECTOS							40,5
SUMA DE COSTES INDIRECTOS						6%	2,43
TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL							42,89

m2		Pavimento slurry		04.04	
Tratamiento de protección superficial antiderrapante, de pavimento de hormigón, con imprimación y revestimiento con breca-epoxi y 3 kg de granulado de corindón					
Equipo					
Maquinaria					
Mano de obra					
Cantidad	Definición	Rendimiento (m2/h)			
1	Oficial 1a albañil	3,33			
1	Peón	3,33			



DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.



Precio unitario		Junta de dilatación			04.05	
Pasador deslizante de acero inoxidable de 30 mm de diámetro, de 47 cm de longitud y 780 N/mm2 de límite elástico, con vaina circular de PVC y fijaciones del conjunto con estribos de acero corrugado, para junta de dilatación o trabajo, colocado						
MATERIALES					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MT033	1	unidad	Junta de dilatación	82,19	82,2	
						82,2
MAQUINARIA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL
						0
MANO DE OBRA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MO024	0,1	horas	Oficial 1a encofrador	19,51	1,95	
MO025	0,05	horas	Ayudante encofrador	18,18	1	
						2,86
			HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES		2,5%	0,072
			SUMA DE COSTES DIRECTOS			85,1
			SUMA DE COSTES INDIRECTOS		6%	5,11
			TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL			90,23

unidad	Junta de dilatación	04.05
Pasador deslizante de acero inoxidable de 30 mm de diámetro, de 47 cm de longitud y 780 N/mm2 de límite elástico, con vaina circular de PVC y fijaciones del conjunto con estribos de acero corrugado, para junta de dilatación o trabajo, colocado		
Equipo		
Maquinaria		
Cantidad	Definición	Rendimiento (unidades/h)
Mano de obra		
Cantidad	Definición	Rendimiento (unidades/h)
2	Oficial 1a encofrador	10
1	Ayudante encofrador	20



**DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.**



Precio unitario		Apoyo elastomérico rectangular			04.06	
Apoyo elastomérico armado, rectangular, sobre base de nivelación, compuesto por láminas de neopreno con al menos dos placas de acero intercaladas, de 350x450 mm de sección y 54 mm de espesor, tipo B, según UNE-EN 1337-3, para apoyos estructurales elásticos. El precio no incluye la base de nivelación						
MATERIALES					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MT035	10	unidad	Apoyo elastomérico armado, compuesto por láminas de neopreno con al menos dos placas de acero intercaladas, tipo B según UNE-EN 1337-3	15,035	150,35	
						150,35
MAQUINARIA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL
						0
MANO DE OBRA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MO006	0,3	horas	Oficial 1a montador de estructura metálica	2,07	0,62	
MO007	0,6	horas	Ayudante montador	1,97	1,18	
						1,80
HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES					1,5%	0,027
SUMA DE COSTES DIRECTOS						152,2
SUMA DE COSTES INDIRECTOS					6%	9,13
TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL						161,31

unidad	Apoyo elastomérico rectangular	04.06
Apoyo elastomérico armado, rectangular, sobre base de nivelación, compuesto por láminas de neopreno con al menos dos placas de acero intercaladas, de 350x450 mm de sección y 54 mm de espesor, tipo B, según UNE-EN 1337-3, para apoyos estructurales elásticos. El precio no incluye la base de nivelación		
Equipo		
Maquinaria		
Cantidad	Definición	Rendimiento (unidades/h)
Mano de obra		
Cantidad	Definición	Rendimiento (unidades/h)
1	Oficial 1a montador de estructura metálica	3,3
1	Ayudante montador	1,7



### 3.5. CAPÍTULO 7: MANTENIMIENTO

Precio unitario		Pintura acero				07.01	
Pintado de acero con pintura epoxi bicomponente para sistemas de protección del acero							
MATERIALES						IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL	
MT036	0,51	kg	Pintura epoxi bicomponente	8,08	4,12		
						4,12	
MAQUINARIA						IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL	
						0	
MANO DE OBRA						IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL	
MO020	0,7	horas	Oficial 1a pintor	19,51	13,66		
MO021	0,07	horas	Ayudante pintor	18,18	1,27		
						14,93	
			HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES		1,5%	0,22	
			SUMA DE COSTES DIRECTOS			19,3	
			SUMA DE COSTES INDIRECTOS		6%	1,16	
			TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL			20,43	

m2		Pintura acero		07.01	
Pintado de acero con pintura epoxi bicomponente para sistemas de protección del acero					
Equipo					
Maquinaria					
Cantidad	Definición	Rendimiento (m2/h)			
Mano de obra					
Cantidad	Definición	Rendimiento (m2/h)			
1	Oficial 1a pintor	1,43			
1	Ayudante pintor	14,3			





Precio unitario		Pintura hormigón			07.02	
Pintado de hormigón con pintura al silicato para protección superficial del hormigón						
MATERIALES					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MT037	0,51	kg	Pintura al silicato	6,85	3,49	
						3,49
MAQUINARIA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL
						0
MANO DE OBRA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MO020	0,45	horas	Oficial 1a pintor	19,51	8,78	
MO021	0,045	horas	Ayudante pintor	18,18	0,82	
						9,60
	HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES				1,5%	0,14
	SUMA DE COSTES DIRECTOS					13,2
	SUMA DE COSTES INDIRECTOS				6%	0,79
	TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL					14,03

m2		Pintura hormigón		07.02	
Pintado de hormigón con pintura al silicato para protección superficial del hormigón					
Equipo					
Maquinaria					
Cantidad	Definición			Rendimiento (m2/h)	
Mano de obra					
Cantidad	Definición			Rendimiento (m2/h)	
1	Oficial 1a pintor			2,22	
1	Ayudante pintor			22,2	



DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.



Precio unitario		Mortero reparación			07.03	
kg Soldadura de reparación mediante grupo electrogeno de 20 a 30 KvA con equipos y elementos auxiliares para soldadura eléctrica						
MATERIALES					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MT038	1	kg	Mortero	2,01	2,01	
						2,01
MAQUINARIA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL
MQ015	0,008	horas	Camión mantenimiento	33,52	0,27	
						0,27
MANO DE OBRA					IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL
MQ005	0,008	horas	Peón	17,24	0,14	
						0,14
			HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES		1,5%	0,002
			SUMA DE COSTES DIRECTOS			2,4
			SUMA DE COSTES INDIRECTOS		6%	0,15
			TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL			2,56

kg	Mortero reparación	07.03
kg Soldadura de reparación mediante grupo electrogeno de 20 a 30 KvA con equipos y elementos auxiliares para soldadura eléctrica		
Equipo		
Maquinaria		
Cantidad	Definición	Rendimiento (kg/h)
1	Camión mantenimiento	125
Mano de obra		
Cantidad	Definición	Rendimiento (kg/h)
1	Peón	125



Precio unitario		Reparación de fisuras				07.04	
Soldadura de reparación mediante grupo electrogeno de 20 a 30 KvA con equipos y elementos auxiliares para soldadura eléctrica							
MATERIALES						IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL	
MT017	0,25	kg	Acero S355JR	1,35	0,34		
						0,34	
MAQUINARIA						IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/horas)	PARCIAL	TOTAL	
MQ013	0,014	horas	Grupo electrógeno auxiliar para soldadura eléctrica	74,7	1,05		
MQ010	0,007	horas	Grupo electrogeno de 20 a 30 KVA	49,95	0,35		
MQ015	0,014	horas	Camión mantenimiento	33,52		1,4	
MANO DE OBRA						IMPORTE (€)	
CÓDIGO	Cantidad	UD	DEFINICIÓN	COSTES (€/UD)	PARCIAL	TOTAL	
MO009	0,014	horas	Oficial 1a soldador	19,95	0,28		
MO010	0,008	horas	Ayudante soldador	18,35	0,15		
						0,43	
HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES					1,5%	0,006	
SUMA DE COSTES DIRECTOS						2,2	
SUMA DE COSTES INDIRECTOS					6%	0,13	
TOTAL PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL						2,30	

kg	Reparación de fisuras	07.04
Soldadura de reparación mediante grupo electrogeno de 20 a 30 KvA con equipos y elementos auxiliares para soldadura eléctrica		
Equipo		
Maquinaria		
Cantidad	Definición	Rendimiento (kg/h)
1	Grupo electrógeno auxiliar para soldadura eléctrica	71,43
1	Grupo electrogeno de 20 a 30 KVA	142,86
1	Camión mantenimiento	71,4
Mano de obra		
Cantidad	Definición	Rendimiento (kg/h)
1	Oficial 1a soldador	71,43
1	Ayudante soldador	125



#### 4. RELACIÓN VALORADA

En este apartado se obtiene el coste total de todos los capítulos teniendo en cuenta el apartado de justificación de precios y el de mediciones.

CAPITULO 01. ACTUACIONES PREVIAS						
Código	Unidad	Unidad de obra	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
01.01	m <sup>2</sup>	Limpieza y desbroce del terreno	Desbroce de terreno con desbrozadora autopropulsada trinchadora de 4,4 kW (6 CV) de potencia y con una anchura de trabajo de 0,6 a 1 m, para una altura de maleza hasta 40 cm y una pendiente inferior al 12 %, con un mínimo de dos pasadas de máquina, sin recoger la maleza	1064	2,25 €	2.389,68 €
01.02	m <sup>2</sup>	Limpieza de superficie de piedra labrada	Limpieza superficial de estribos y pilas formadas por piedra labrada con formas geométricas, con medios mecánicos de fricción, grau de dificultat medio, con la intervención del conservador-restaurador	29,7	43,38 €	1.288,26 €
01.03	unidad	Reparación de juntas y agujeros	Limpieza superficial de estribos y pilas formadas por piedra labrada con formas geométricas, con medios mecánicos de fricción, grau de dificultat medio, con la intervención del conservador-restaurador	12	49,27 €	591,25 €
01.04	m <sup>2</sup>	Reparación del colector	Reparación de tubo de hormigón armado de 1500 mm de diámetro nominal clase 3, según ASTM C 76 con unión de campana con anilla elástica, colocado en el fondo de la excavación	10	266,13 €	2.661,32 €
01.05	m <sup>2</sup>	Reparación de coronación de estribos y pilas	Reparación superficial con restitución de volumen de elemento de piedra con mortero para reconstrucción de piedra de dos componentes armados con red de alambres de acero inoxidable fijada con clavos de acero	220	153,23 €	33.710,78 €
01.06	m <sup>2</sup>	Revestimiento pila P2	Revestimiento con gavión para revestimientos de muros, de 50x50x10 cm, con malla de hilo de acero de 4,5 mm de diámetro y 100x50 mm de paso de malla, llena de piedra granítica, colgado de carril de acero fijado al muro	5	131,70 €	658,51 €



CAPITULO 02. MOVIMIENTO DE TIERRAS						
Código	Unidad	Unidad de obra	Descripción	Cantidad	Precio	Importe (€)
02.01	m <sup>2</sup>	Saneamiento de taludes	Saneamiento y limpieza manual de taludes haciendo caer bloques sueltos, salientes y voladizos, empleando palanca y gato, carga con medios mecánicos sobre camión y transporte de residuos a instalación autorizada de gestión de residuos, trabajando con medios de elevación desde el pie del talud o con medios de descuelgue desde la coronación, empleando personal especializado en trabajos en altura	800	5,02 €	4.016,26 €
02.02	m <sup>2</sup>	Protección de taludes	Membrana de alta resistencia (tipo malla de alambre, malla mixta de alambre y cable, red de cable o red de anillos), con una resistencia a tracción longitudinal de 125 a 185 kN/m, para la retención de bloques rocosos, con anclajes en coronación y pie de talud con barras de acero corrugado en forma de J, de 20 mm de diámetro y 1 m de longitud, colocadas en perforaciones, cada 3 m en coronación y cada 4 m en pie de talud, y unidas con cable de acero galvanizado de 12 mm de diámetro. El cable de pie de talud estará tensado ligeramente. Cosido entre paños con grapas metálicas o cable. No incluye los refuerzos con cable ni los bulones, que son objeto de unidades de obra independientes	400	57,06 €	22.825,72 €
02.03	kg	Eliminación de rellenos antrópicos	Disposición controlada en centro de selección y transferencia de residuos mezclados peligrosos, procedentes de construcción o demolición, con código 17 09 03* según la Lista Europea de Residuos	177	7,25 €	1.282,57 €



CAPITULO 03. EJECUCIÓN SUPERESTRUCTURAS						
Código	Unidad	Unidad de obra	Descripción	Cantidad	Precio	Importe (€)
03.01	kg	Acero estructural	Acero S355JR según UNE-EN 10025-2, paravigas formadas por piezas simples, en perfiles laminados en caliente, trabajado en taller y con una capa de imprimación	134600,0	2,73 €	367.567,05 €
03.02	m <sup>2</sup>	Hormigón totalmente colocado	Losa de hormigón armado, horizontal, de 40 cm de espesor, con montaje y desmontaje de encofrado de losas, a una altura <= 5 m, con tablero de madera de pino, con una cuantía de 1 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> , hormigón HA-30/B/10/IIb, vertido con bomba y armadura AP500 S de acero en barras corrugadas con una cuantía de 35 kg/m <sup>2</sup>	731,5	123,00 €	89.972,97 €
03.03	m <sup>2</sup>	Prelosa prebañada	Prelosa de celosía, maciza, de semiplaca de hormigón de 6 cm de espesor, 120 a 250 cm de anchura y 900 cm de longitud, con momento flector último de 220 a 330 kN·m/m, y canto total 35 (10+25) cm, con altura libre de planta de entre 4 y 5 m; hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, acero B 500 S, con una cuantía aproximada de 4 kg/m <sup>2</sup> . Incluso alambre de atar y separadores. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye los pilares ni las vigas.	822,5	122,50 €	100.756,53 €
03.04	m	Colocación de vano de celosía	Colocación de un vano de celosía mediante dos grúas autopropulsadas de 40 t y 20 m de longitud	133	26,88 €	3.574,57 €



CAPITULO 04. EQUIPAMIENTOS						
Código	Unidad	Unidad de obra	Descripción	Cantidad	Precio	Importe (€)
04.01	m2	Pintura acero	Pintado de viga compuesta de perfiles de acero con pintura epoxi, con dos capas de imprimación epoxi Indeterminado y dos de acabado	18,12	28,05	508,33 €
04.02	m2	Pintura hormigón	Pintado sobre pavimento de hormigón, con pintura de poliuretano, aplicada en dos capas, con limpieza previa y preparación de la superficie	731,5	16,27	11.904,94 €
04.03	m	Barandilla	Barandilla de acero para pintar, con pasamanos, travesaño inferior, montantes cada 100 cm y barrotes cada 12 cm, de 120 a 140 cm de altura como máximo, anclada con 2 capas de imprimación antioxidante y 2 capas de acabado con pintura metálica anticorrosiva	266	127,26	33.850,93 €
04.04	m2	Pavimento slurry	Tratamiento de protección superficial antiderrapante, de pavimento de hormigón, con imprimación y revestimiento con breá-epoxi y 3 kg de granulado de corindón	731,5	42,89	31.373,19 €
04.05	m	Junta de dilatación	Pasador deslizante de acero inoxidable de 30 mm de diámetro, de 47 cm de longitud y 780 N/mm2 de límite elástico, con vaina circular de PVC y fijaciones del conjunto con estribos de acero corrugado, para junta de dilatación o trabajo, colocado	22	90,23	1.985,03 €
04.07	unidad	Apoyo elastomérico rectangular	Apoyo elastomérico armado, rectangular, sobre base de nivelación, compuesto por láminas de neopreno con al menos dos placas de acero intercaladas, de 350x450 mm de sección y 54 mm de espesor, tipo B, según UNE-EN 1337-3, para apoyos estructurales elásticos. El precio no incluye la base de nivelación	8	161,31	1.290,49 €



CAPITULO 07. MANTENIMIENTO						
Código	Unidad	Unidad de obra	Descripción	Cantidad	Precio	Importe (€)
07.01	m2	Materiales para el mantenimiento	Pintura epoxi bicomponente para sistemas de protección del acero	18,1	20,43	370,21 €
07.02	m2	Pintura hormigón	Pintura al silicato para protección superficial del hormigón	731,5	14,03	10.262,34 €
07.03	kg	Mortero reparación	Mortero reparación para tablero y rampas	8438,4	2,56	21.629,63 €
07.04	kg	Soldadura reparación	Soldadura de reparación mediante grupo electrogeno de 20 a 30 KvA con equipos y elementos auxiliares para soldadura eléctrica	500,0	2,30	1.147,68 €





## 5. RESUMEN RELACIÓN VALORADA

Se muestra a continuación un resumen de la relación valorada, con los porcentajes de la representación de cada capítulo sobre el coste total.

<b>Presupuesto de Producción y Construcción</b>			
Código	Capítulo	Importe	%
01.	ACTUACIONES PREVIAS	41.299,79 €	5,69
02.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	28.124,55 €	3,87
03.	EJECUCIÓN SUPERESTRUCTURAS	561.871,12 €	77,34
04.	EQUIPAMIENTOS	80.912,91 €	11,14
05.	SEGURIDAD Y SALUD	14.244,17 €	1,96
06.	CONTROL Y CALIDAD	14.244,17 €	1,96
<b>Presupuesto TOTAL de Producción y Construcción</b>		<b>726.452,54 €</b>	

<b>Presupuesto de mantenimiento</b>			
Código	Capítulo	Importe	%
07.	MANTENIMIENTO	33.409,85 €	100
<b>Presupuesto TOTAL de Mantenimiento y Construcción</b>		<b>33.409,85 €</b>	

En la tabla siguiente se muestra el cálculo del Presupuesto Base de Licitación, teniendo en cuenta la vida útil de la estructura y suponiendo como datos orientativos unos Gastos Generales del 15% y un Beneficio Industrial del 6%:

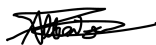


<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>	
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)</b>	<b>759.862,39 €</b>
GASTOS GENERALES (15% del PEM)	113.979,36 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (6% del PEM)	45.591,74 €
<b>VALOR ESTIMADO</b>	<b>919.433,50 €</b>
IVA(21% del TOTAL)	193.081,03 €
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>	<b>1.112.514,53 €</b>

El Presupuesto Base de Licitación de la pasarela planteada asciende a la cantidad de 1.112.514,53 €, es decir, UN MILLÓN CIENTO DOCE MIL QUINIENTOS CATORCE EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS.

Firma: Alberto García Cárcel

Fecha: julio 2022





## 6. CONCLUSIÓN

En este documento se desarrollan todos los pasos necesarios llevados a cabo para poder obtener el Presupuesto Base de Licitación (PBL), teniendo en cuenta también el coste del mantenimiento de la pasarela durante su vida útil.

## 7. REFERENCIAS

Instituto Tecnológico de la Construcción (ITeC). (2020). Banco de precios BEDEC <https://metabase.itec.cat/vid/es/bedec>. Accedido el 29 de junio de 2022.

Generador de precios de la construcción. España. CYPE Ingenieros, S.A. <http://www.generadordeprecios.info/gsc.tab=0>. Accedido el 29 de junio de 2022.



---

## *DOCUMENTO N.º 3: PLANOS*

---

PRESENTADO POR: ALBERTO GARCÍA CÁRCEL

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TUTOR: JULIÁN ALCALÁ GONZÁLEZ

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA





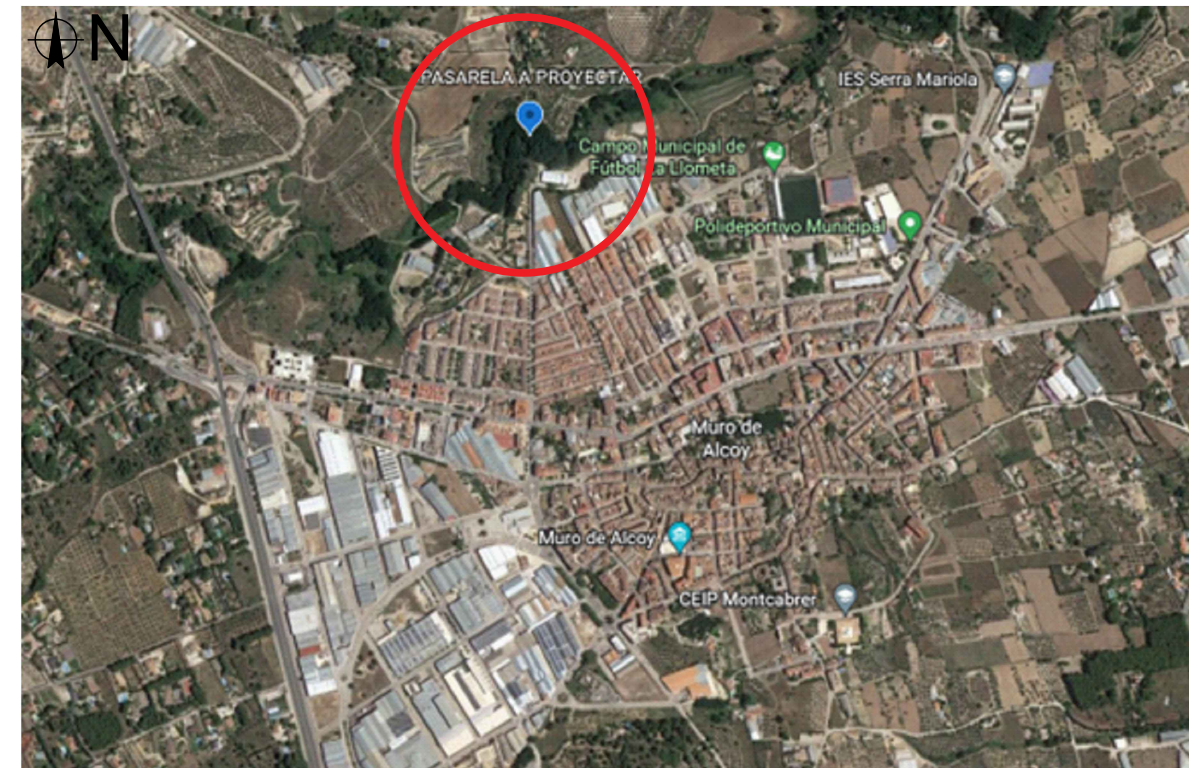
## ÍNDICE

Plano Nº 1: Situación y emplazamiento.	Plano Nº 15: Planta y secciones transversales.
Plano Nº 2: Alzado solución 1.1.	Plano Nº 16: Secciones.
Plano Nº 3: Alzado solución 1.2.	Plano Nº 17: Prelosa.
Plano Nº 4: Alzado solución 1.3.	Plano Nº 18: Losa.
Plano Nº 5: Alzado solución 2.1.	Plano Nº 19: Secciones transversales estructurales.
Plano Nº 6: Alzado solución 2.2.	Plano Nº 20: Detalles sección transversal.
Plano Nº 7: Alzado solución 2.3.	Plano Nº 21: Alzado estructural.
Plano Nº 8: Alzado solución 3.1.	Plano Nº 22: Detalles alzados.
Plano Nº 9: Alzado solución 3.2.	Plano Nº 23: Detalles uniones 1.
Plano Nº 10: Alzado solución 3.3.	Plano Nº 24: Detalles uniones 2.
Plano Nº 11: Secciones transversales.	Plano Nº 25: Detalles uniones 3.
Plano Nº 12: Geometría pilas existentes.	Plano Nº 26: Detalles uniones 4.
Plano Nº 13: Alzado y planta general.	Plano Nº 27: Detalles uniones 5.
Plano Nº 14: Alzado de vanos.	Plano Nº 28: Detalles uniones 6.
	Plano Nº 29: Detalles uniones 7.
	Plano Nº 30: Barandilla.

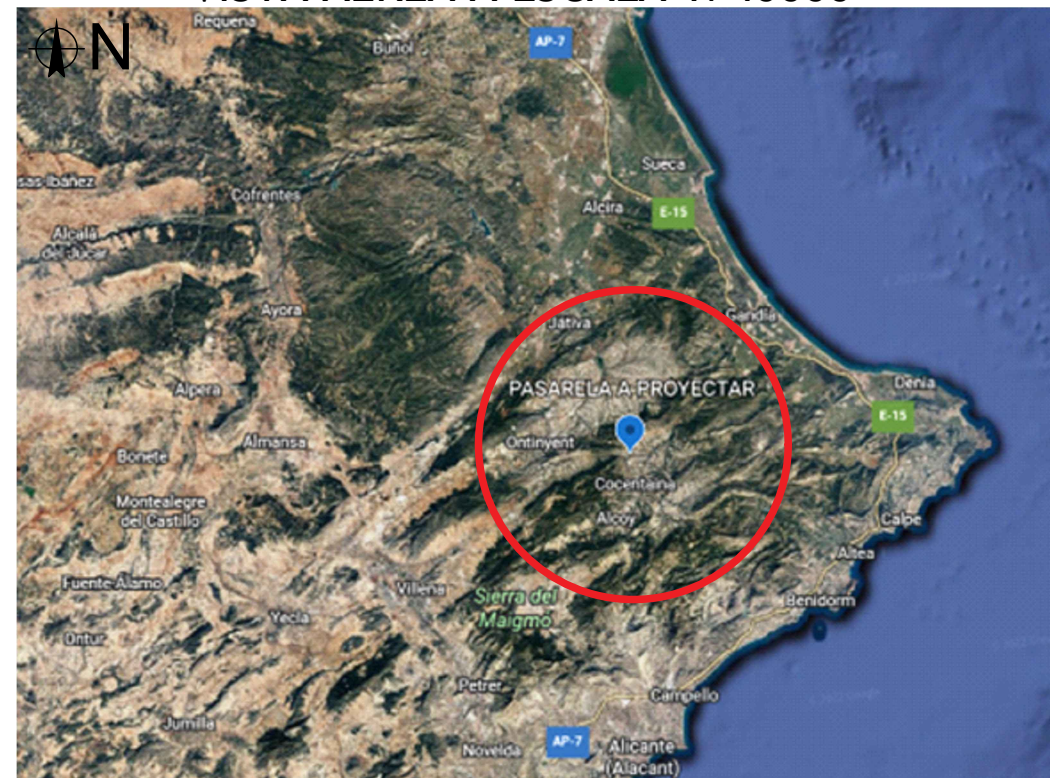
VISTA AEREA A ESCALA 1/200000



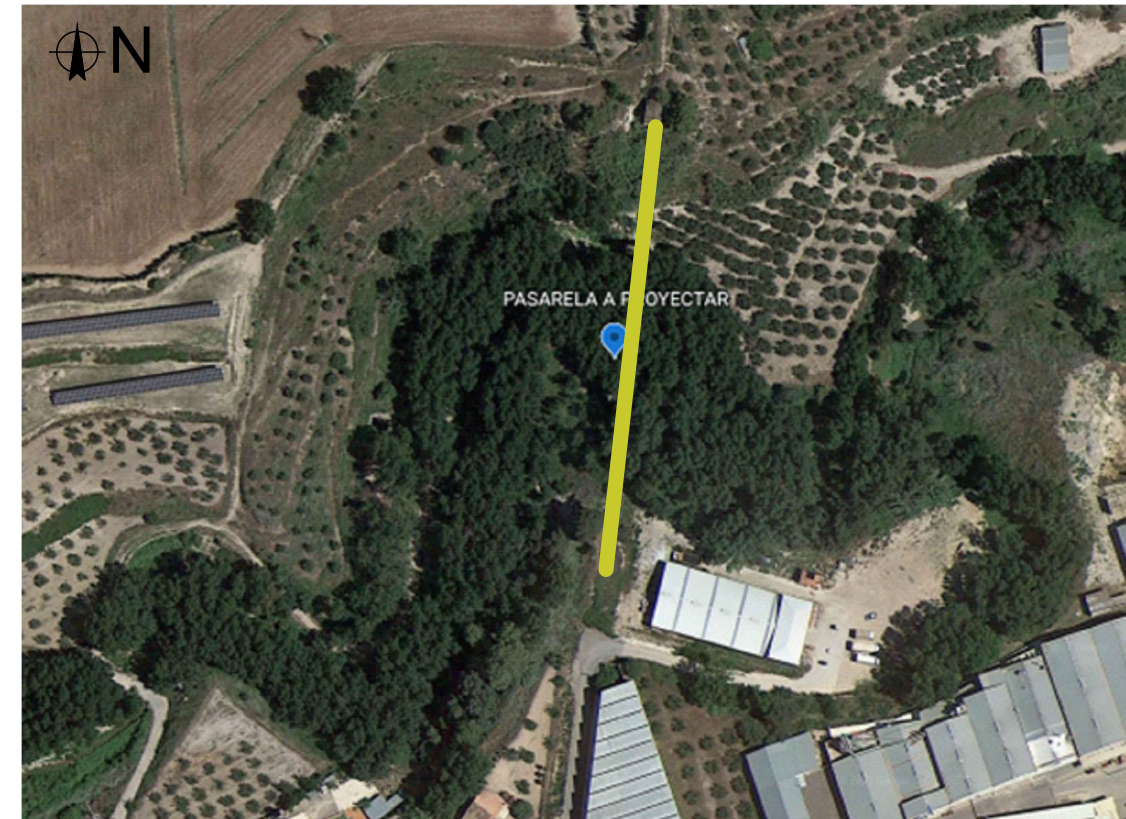
VISTA AEREA A ESCALA 1/400



VISTA AEREA A ESCALA 1/40000



EMPLAZAMIENTO A ESCALA 1/70



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



**TÍTULO:**  
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

**AUTOR:**  
ALBERTO GARCÍA CÁRCEL

**FIRMA:**

**ESCALA:**  
VARIAS

**FECHA:**  
JULIO 2022

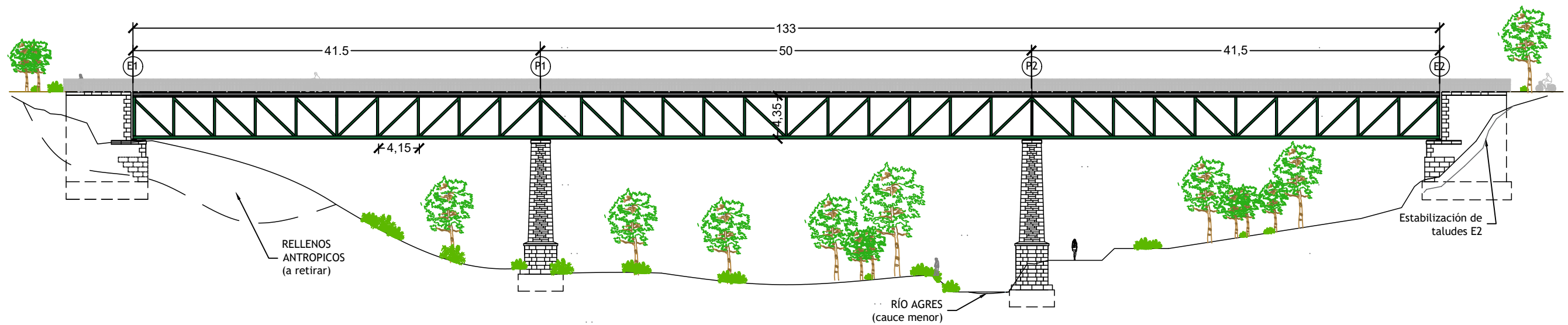
**DESIGNACIÓN DEL PLANO:**  
SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

**Nº PLANO:**  
1

- NOTAS:  
 - COTAS EN m  
 - PLANO NO ESTRUCTURAL

# ALZADO SOLUCIÓN 1.1

Escala: 1/450



Cuadro de materiales					
Elementos	Localización	Especificaciones	Coef. seguridad	Nivel de control	Recubrimiento (mm)
Acero	Celosa	S355 JR	1,050	Normal	-
Hormigón	Pretosa	HA-35	1,500	Estadístico	30
Acero pasivo	Losa y pretosa	B500S	1,150	Normal	-
Hormigón	Losa	HA-25	-	Normal	-
Ejecución	Según IAP-11 (2012)			Normal	-



**TÍTULO:**  
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA  
 CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
 TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
 (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

**AUTOR:**  
 ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

**FIRMA:**

**ESCALA**  
 1/450

**FECHA**  
 JULIO 2022

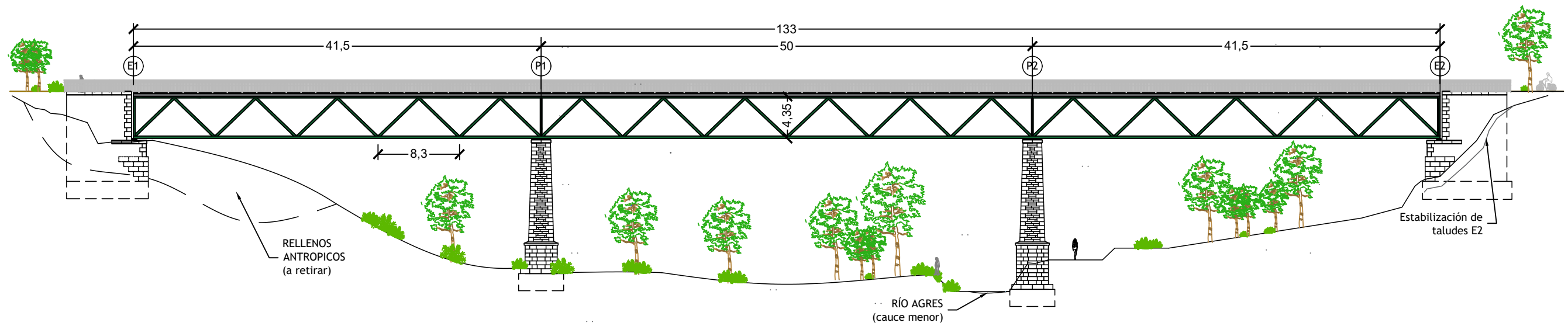
**DESIGNACIÓN DEL PLANO:**  
 ALZADO SOLUCIÓN 1.1

**Nº PLANO**  
 2

- NOTAS:
- COTAS EN m.
  - PLANO NO ESTRUCTURAL.

# ALZADO SOLUCIÓN 1.2

Escala: 1/450



Cuadro de materiales					
Elementos	Localización	Especificaciones	Coef. seguridad	Nivel de control	Recubrimiento (mm)
Acero	Cebolla	S355 JR	1,050	Normal	-
Hormigón	Prelosa	HA-35	1,500	Estadístico	30
Acero pasivo	Losa y prelosa	B500S	1,150	Normal	-
Hormigón	Losa	HA-25	-	Normal	-
Ejecución	Según IAP-11 (2012)			Normal	-



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



**TÍTULO:**  
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

**AUTOR:**  
ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

**FIRMA:**

**ESCALA:**  
1/450

**FECHA:**  
JULIO 2022

**DESIGNACIÓN DEL PLANO:**  
ALZADO SOLUCIÓN 1.2

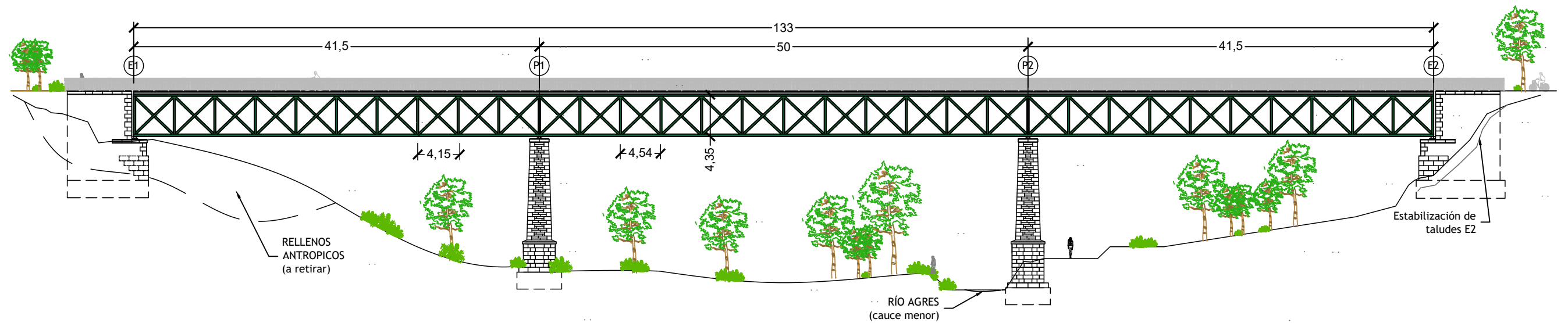
**Nº PLANO:**  
3



NOTAS:  
 - COTAS EN m.  
 - PLANO NO ESTRUCTURAL.

# ALZADO SOLUCIÓN 1.3

Escala: 1/450



Cuadro de materiales					
Elementos	Localización	Especificaciones	Coef. seguridad	Nivel de control	Recubrimiento (mm)
Acero	Celosía	S355 JR	1,050	Normal	-
Hormigón	Pretosa	HA-35	1,500	Estadístico	30
Acero pasivo	Losas y pretosa	B500S	1,150	Normal	-
Hormigón	Losas	HA-25	-	Normal	-
Ejecución	Según IAP-11 (2012)			Normal	-



**TÍTULO:**  
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA  
 CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
 TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
 (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

**AUTOR:**  
 ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

**FIRMA:**

**ESCALA**  
 1/450

**FECHA**  
 JULIO 2022

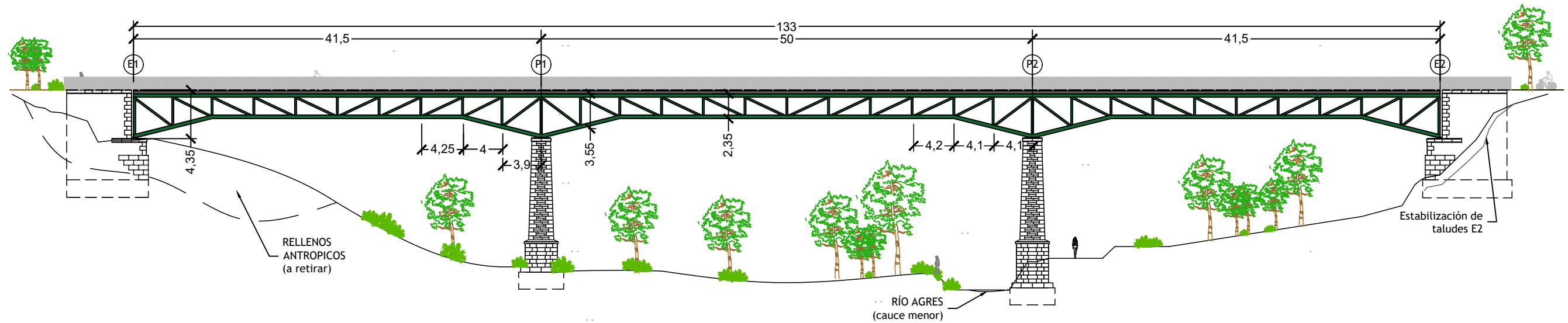
**DESIGNACIÓN DEL PLANO:**  
 ALZADO SOLUCIÓN 1.3

**Nº PLANO**  
 4

- NOTAS:
- COTAS EN m.
  - PLANO NO ESTRUCTURAL.

# ALZADO SOLUCIÓN 2.1

Escala: 1/450



Cuadro de materiales					
Elementos	Localización	Especificaciones	Coef. seguridad	Nivel de control	Recubrimiento (mm)
Acero	Cebosa	S355 JR	1,050	Normal	-
Hormigón	Prelosa	HA-35	1,500	Estadístico	30
Acero pasivo	Losa y prelosa	B500S	1,150	Normal	-
Hormigón	Losa	HA-25	-	Normal	-
Ejecución	Según IAP-11 (2012)			Normal	-



**TÍTULO:**  
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

**AUTOR:**  
ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

**FIRMA:**

**ESCALA:**  
1/450

**FECHA:**  
JULIO 2022

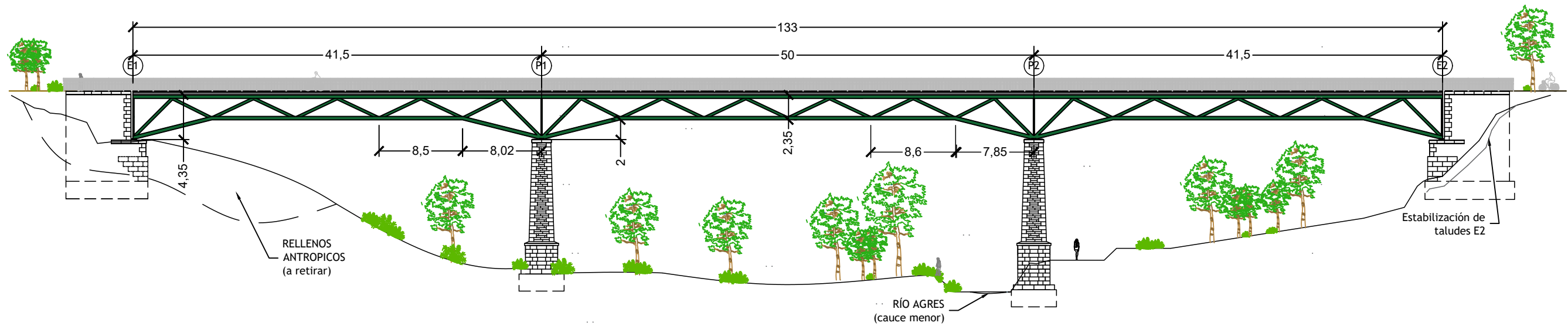
**DESIGNACIÓN DEL PLANO:**  
ALZADO SOLUCIÓN 2.1

**Nº PLANO:**  
5

- NOTAS:
- COTAS EN m.
  - PLANO NO ESTRUCTURAL.

# ALZADO SOLUCIÓN 2.2

Escala: 1/450



Cuadro de materiales					
Elementos	Localización	Especificaciones	Coef. seguridad	Nivel de control	Recubrimiento (mm)
Acero	Cebosa	S355 JR	1,050	Normal	-
Hormigón	Preiosa	HA-35	1,500	Estadístico	30
Acero pasivo	Losa y preiosa	B500S	1,150	Normal	-
Hormigón	Losa	HA-25	-	Normal	-
Ejecución	Según IAP-11 (2012)			Normal	-



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**TÍTULO:**

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

**AUTOR:**

ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

**FIRMA:**

**ESCALA**

1/450

**FECHA**

JULIO 2022

**DESIGNACIÓN DEL PLANO:**

ALZADO SOLUCIÓN 2.2

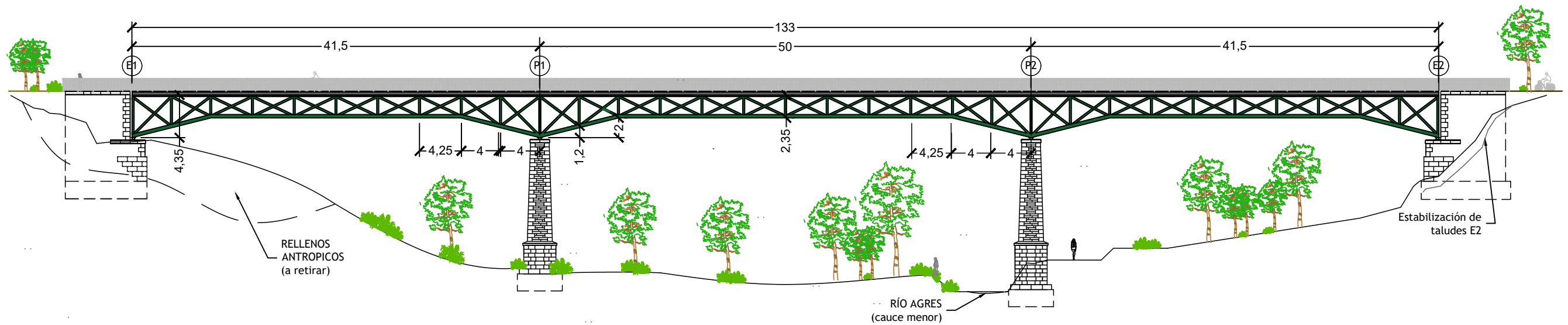
**Nº PLANO**

6

- NOTAS:  
 - COTAS EN m.  
 - PLANO NO ESTRUCTURAL.

# ALZADO SOLUCIÓN 2.3

Escala: 1/450



Cuadro de materiales					
Elementos	Localización	Especificaciones	Coef. seguridad	Nivel de control	Recubrimiento (mm)
Acero	Celosisa	S355 JR	1,050	Normal	-
Hormigón	Prelosa	HA-35	1,500	Estadístico	30
Acero pasivo	Losa y prelosa	B500S	1,150	Normal	-
Hormigón	Losa	HA-25	-	Normal	-
Ejecución	Según IAP-11 (2012)			Normal	-



**TÍTULO:**  
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA  
 CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
 TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
 (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

**AUTOR:**  
 ALBERTO GARCÍA CÁRCEL

**FIRMA:**

**ESCALA**  
 1/450

**FECHA**  
 JULIO 2022

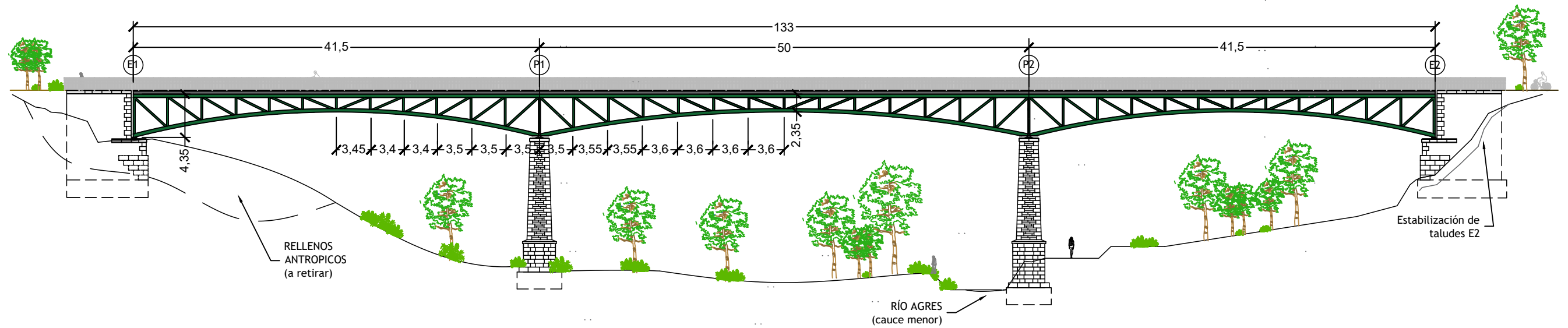
**DESIGNACIÓN DEL PLANO:**  
 ALZADO SOLUCIÓN 2.3

**Nº PLANO**  
 7

- NOTAS:  
 - COTAS EN m.  
 - PLANO NO ESTRUCTURAL.

# ALZADO SOLUCIÓN 3.1

Escala: 1/450



Cuadro de materiales					
Elementos	Localización	Especificaciones	Coef. seguridad	Nivel de control	Recubrimiento (mm)
Acero	Celosis	S355 JR	1,050	Normal	-
Hormigón	Prelosa	HA-35	1,500	Estadístico	30
Acero pasivo	Losa y prelosa	B500S	1,150	Normal	-
Hormigón	Losa	HA-25	-	Normal	-
Ejecución	Según IAP-11 (2012)			Normal	-



**TÍTULO:**  
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

**AUTOR:**  
 ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

**FIRMA:**  
*[Firma manuscrita]*

**ESCALA:**  
 1/450

**FECHA:**  
 JULIO 2022

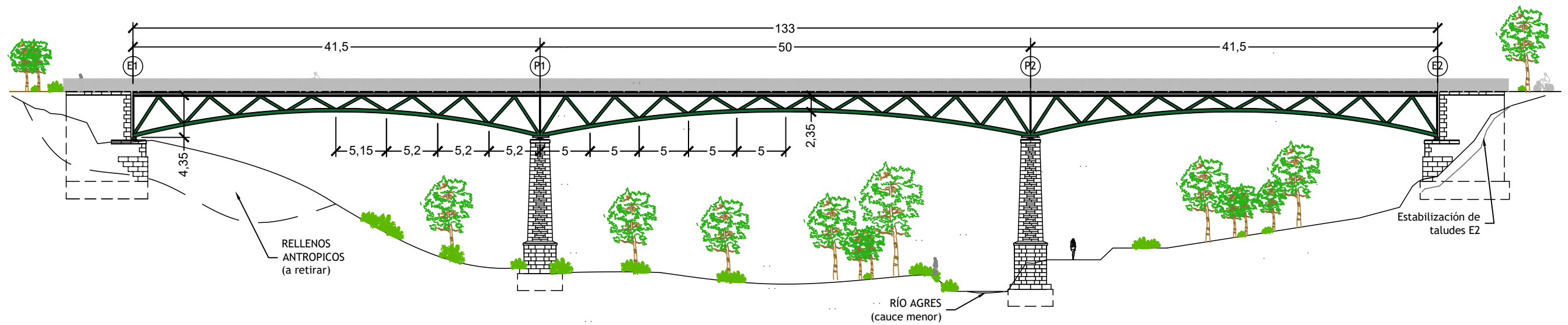
**DESIGNACIÓN DEL PLANO:**  
 ALZADO SOLUCIÓN 3.1

**Nº PLANO:**  
 8

- NOTAS:  
 - COTAS EN m.  
 - PLANO NO ESTRUCTURAL.

# ALZADO SOLUCIÓN 3.2

Escala: 1/450



Cuadro de materiales					
Elementos	Localización	Especificaciones	Coef. seguridad	Nivel de control	Recubrimiento (mm)
Acero	Cebosa	S355 JR	1,050	Normal	-
Hormigón	Preesa	HA-35	1,500	Estadístico	30
Acero pasivo	Losa y prelosa	B500S	1,150	Normal	-
Hormigón	Losa	HA-25	-	Normal	-
Ejecución	Según IAP-11 (2012)			Normal	-



TÍTULO:  
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA  
 CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
 TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
 (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

AUTOR:  
 ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

FIRMA:

ESCALA  
 1/450

FECHA  
 JULIO 2022

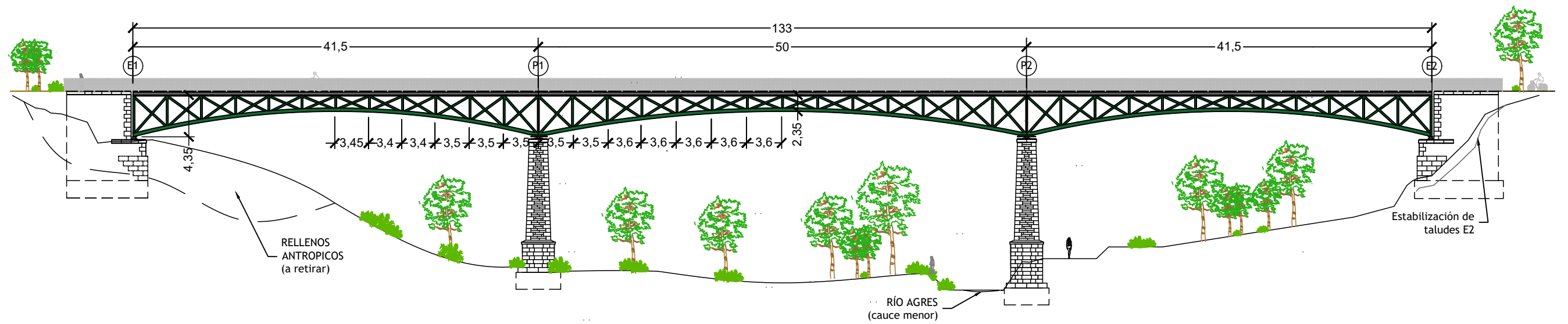
DESIGNACIÓN DEL PLANO:  
 ALZADO SOLUCIÓN 3.2

Nº PLANO  
 9

- NOTAS:
- COTAS EN m.
  - PLANO NO ESTRUCTURAL.

# ALZADO SOLUCIÓN 3.3

Escala: 1/450



Cuadro de materiales					
Elementos	Localización	-Especificaciones	- Coef. seguridad	- Nivel de control	Recubrimiento (mm)
Acero	Cebosa	S355 JR	1,050	Normal	-
Hormigón	Pretosa	HA-35	1,500	Estadístico	30
Acero pasivo	Losa y pretosa	B500S	1,150	Normal	-
Hormigón	Losa	HA-25	-	Normal	-
Ejecución	Según IAP-11 (2012)			Normal	-



**TÍTULO:**  
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

**AUTOR:**  
ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

**FIRMA:**

**ESCALA:**  
1/450

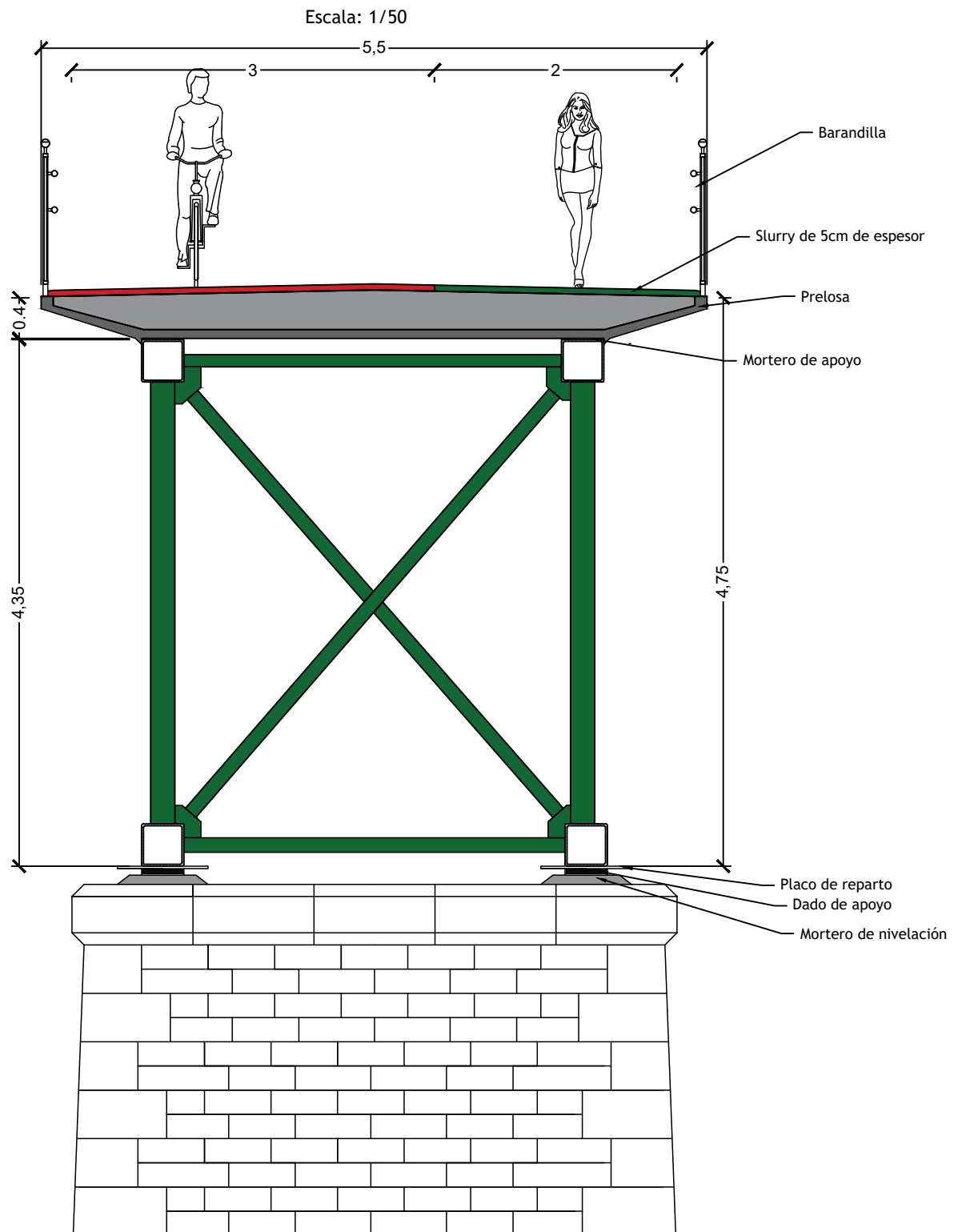
**FECHA:**  
JULIO 2022

**DESIGNACIÓN DEL PLANO:**  
ALZADO SOLUCIÓN 3.2

**Nº PLANO:**  
10

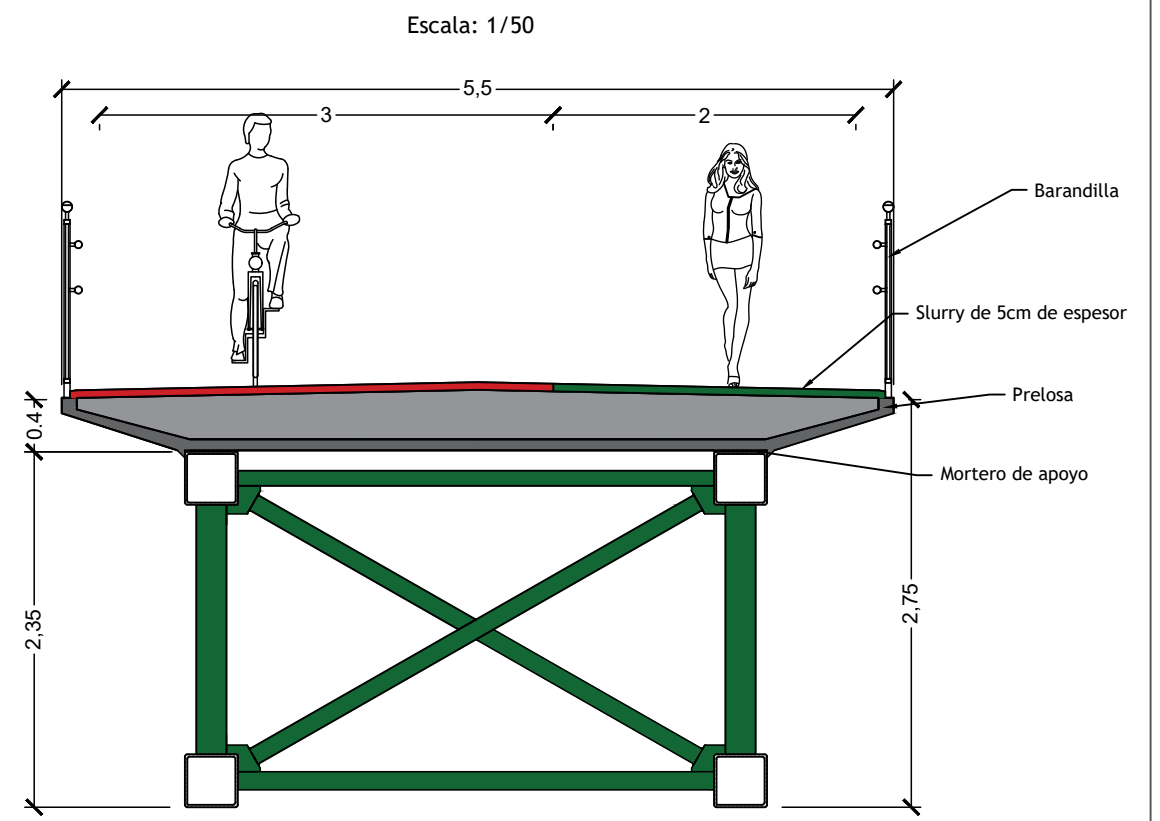
- NOTAS:
- COTAS EN m.
  - SECCIÓN TRANSVERSAL EN APOYOS TIENE LAS MISMAS DIMENSIONES GENERALES EN TODAS LAS SOLUCIONES.
  - PLANO NO ESTRUCTURAL

### SECCIÓN TRANSVERSAL EN APOYOS



- NOTAS:
- COTAS EN m.
  - SECCIÓN TRANSVERSAL EN CENTRO DE VANO TIENE LAS MISMAS DIMENSIONES GENERALES EN LAS SOLUCIONES CON CANTO VARIABLE. PLANO NO ESTRUCTURAL.

### SECCIÓN TRANS. EN CENTRO DE VANO



Cuadro de materiales					
Elementos	Localización	Especificaciones	Coef. seguridad	Nivel de control	Recubrimiento (mm)
Acero	Celosía	S355 JR	1,050	Normal	-
Hormigón	Prelosa	HA-35	1,500	Estadístico	30
Acero pasivo	Losa y prelosa	B500S	1,150	Normal	-
Hormigón	Losa	HA-25	-	Normal	-
Ejecución	Según IAP-11 (2012)			Normal	-

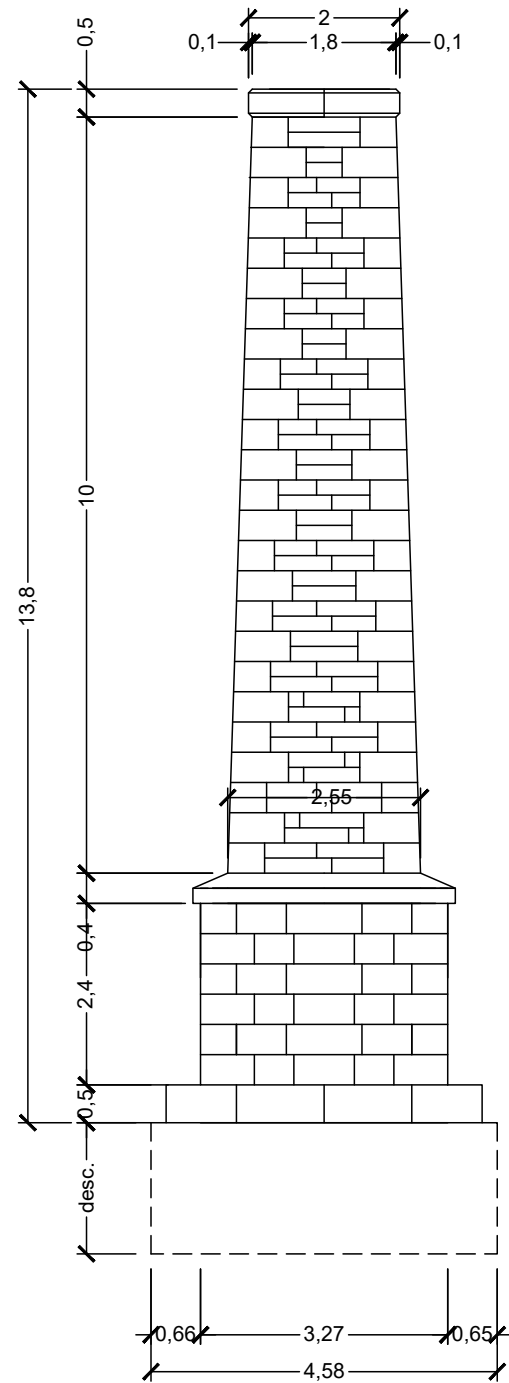
	<b>TÍTULO:</b> DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.	<b>AUTOR:</b> ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL	<b>FIRMA:</b> 	<b>ESCALA:</b> 1/50	<b>FECHA:</b> JULIO 2022	<b>DESIGNACIÓN DEL PLANO:</b> SECCIONES TRANSVERSALES	<b>Nº PLANO:</b> 11
--	---	---	-------------------	------------------------	-----------------------------	--	------------------------



NOTAS:  
- COTAS EN m.

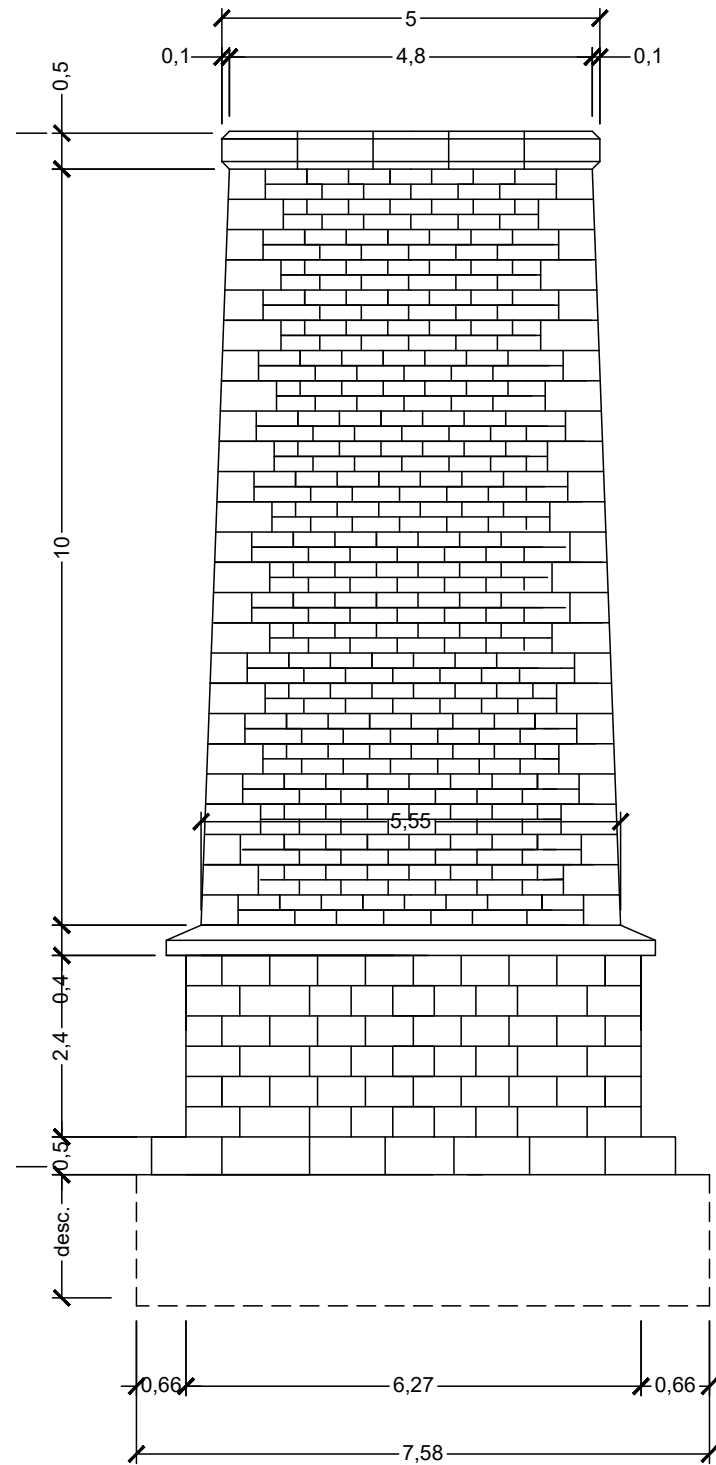
### PILA 2. ALZADO LATERAL.

Escala: 1/100.



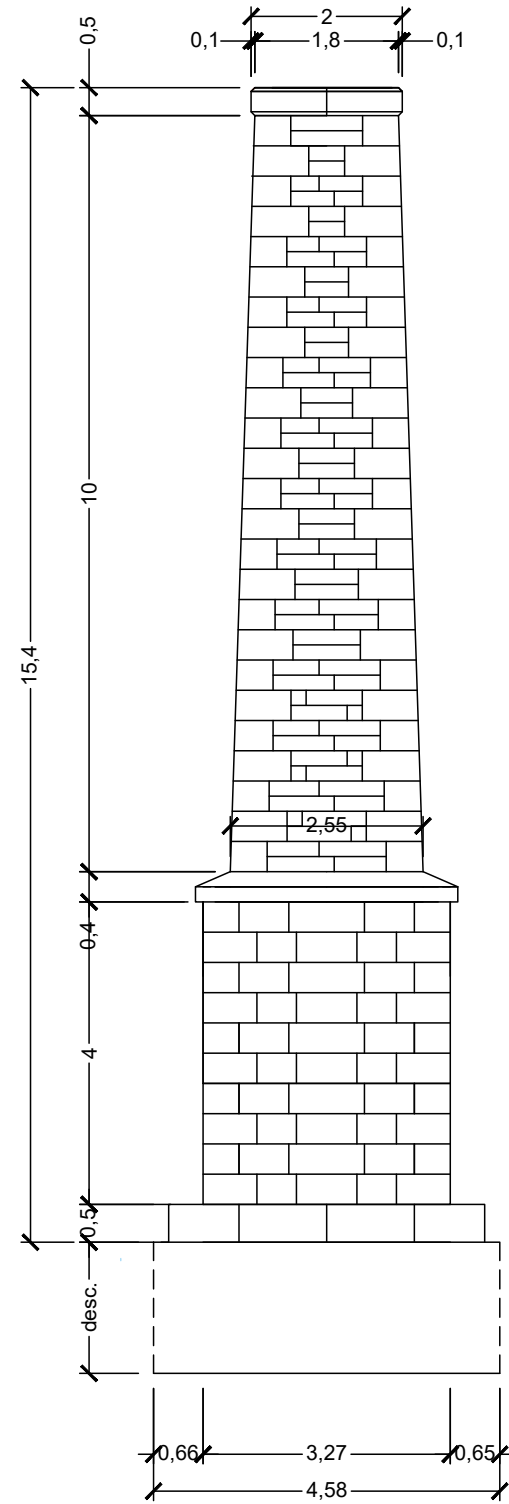
### PILA 2. ALZADO FRONTAL.

Escala: 1/100.



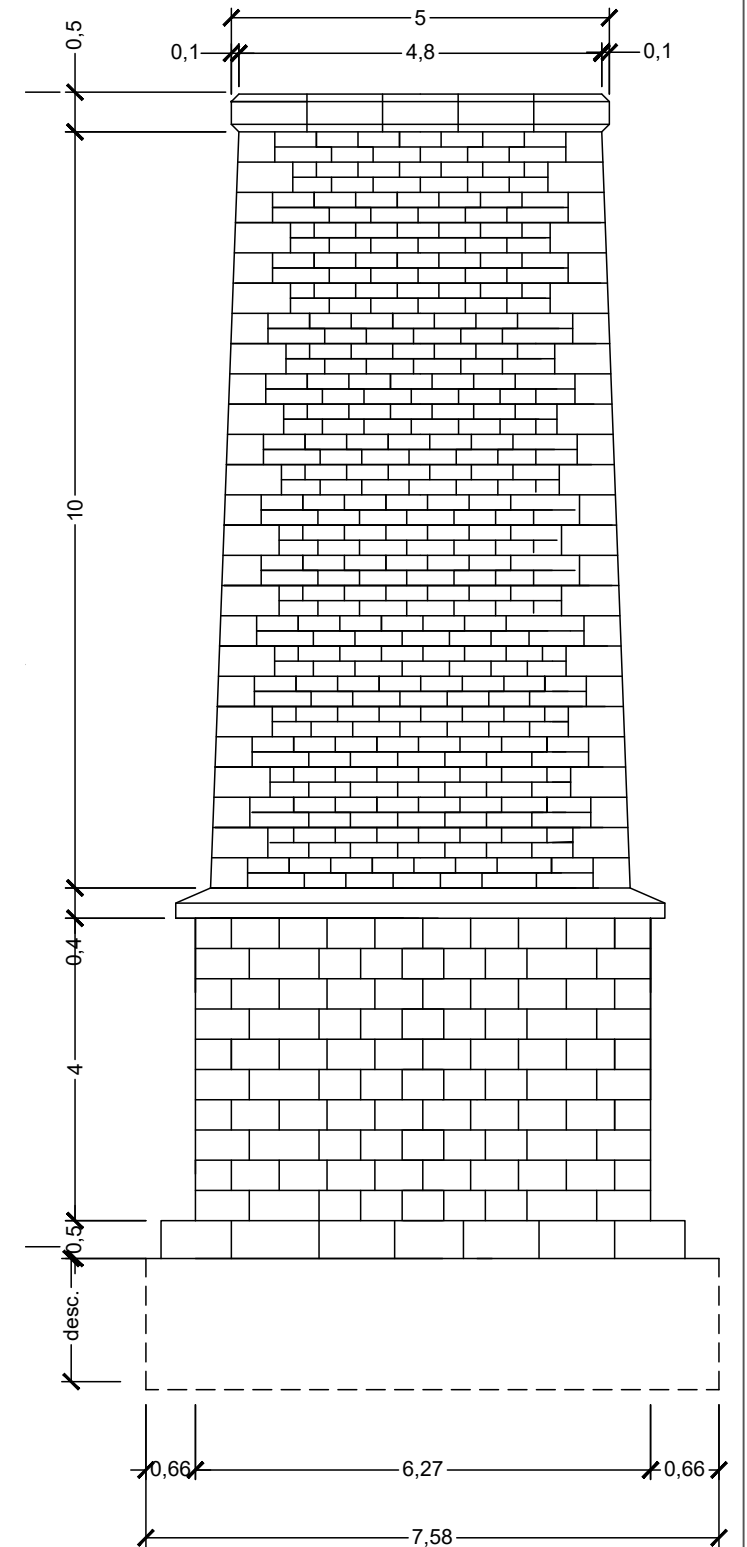
### PILA 1. ALZADO LATERAL.

Escala: 1/100.



### PILA 2. ALZADO FRONTAL.

Escala: 1/100.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**TÍTULO:**

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA  
CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
(ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

**AUTOR:**

ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

**FIRMA:**

**ESCALA**

1/100

**FECHA**

JULIO 2022

**DESIGNACIÓN DEL PLANO:**

GEOMETRÍA PILAS EXISTENTES

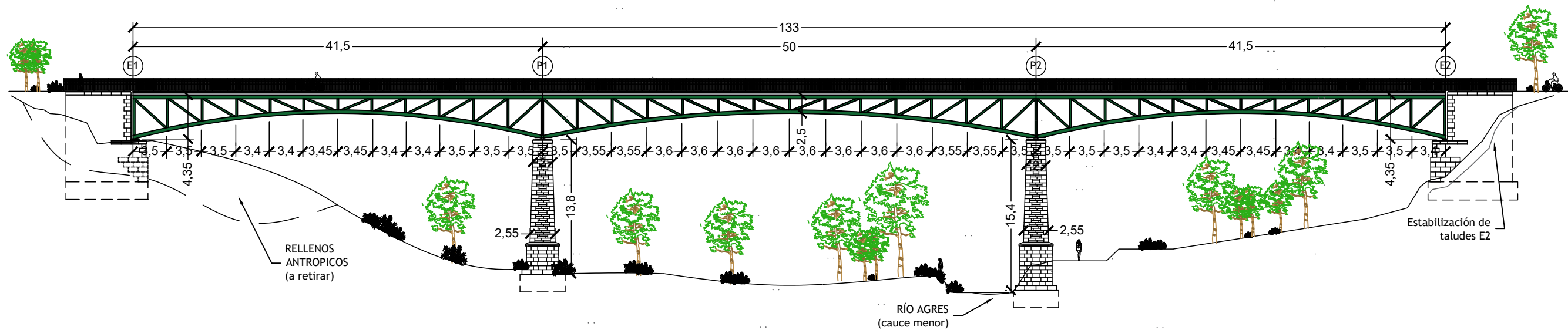
**Nº PLANO**

12

NOTAS:  
 - COTAS EN m.  
 - PLANO NO ESTRUCTURAL.

# ALZADO SOLUCIÓN ADOPTADA

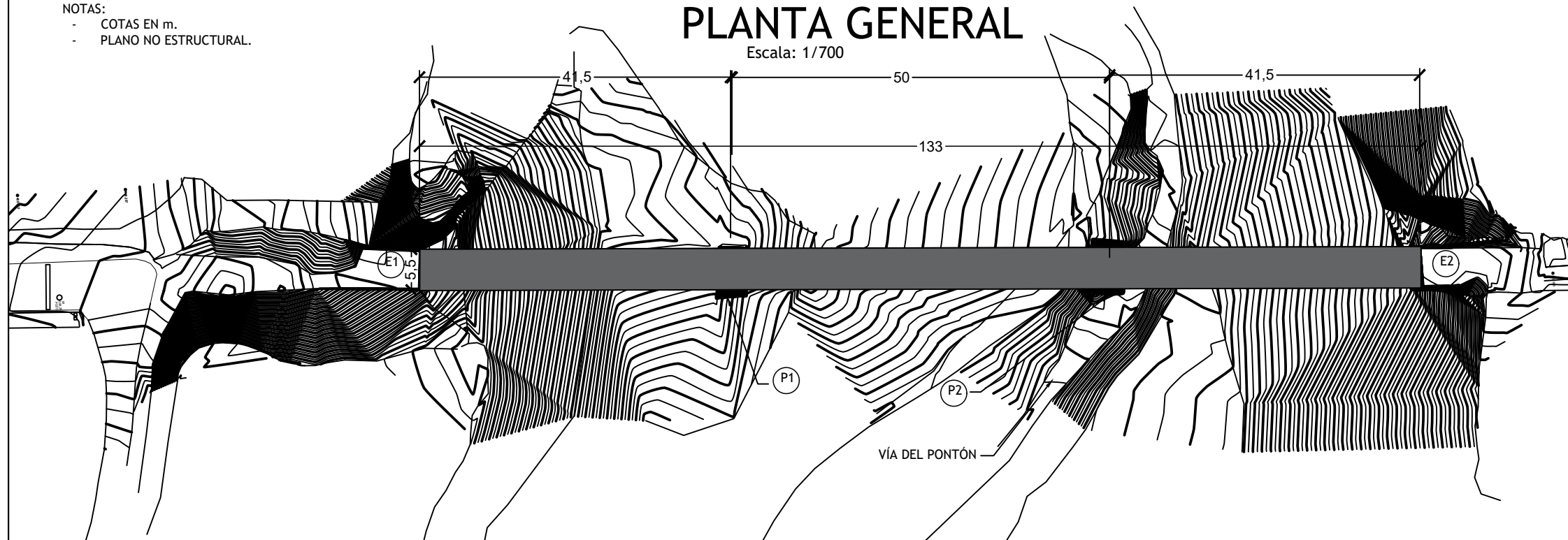
Escala: 1/450



NOTAS:  
 - COTAS EN m.  
 - PLANO NO ESTRUCTURAL.

# PLANTA GENERAL

Escala: 1/700



Cuadro de materiales					
Elementos	Localización	Especificaciones	Coef. seguridad	Nivel de control	Recubrimiento (mm)
Acero	Cebosa	S355 JR	1,050	Normal	-
Hormigón	Preesa	HA-35	1,500	Estadístico	30
Acero pasivo	Losa y prebisa	B500S	1,150	Normal	-
Hormigón	Losa	HA-25	-	Normal	-
Ejecución	Según IAP-11 (2012)			Normal	-



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**TÍTULO:**  
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA  
 CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
 TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
 (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

**AUTOR:**  
 ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

**FIRMA:**

**ESCALA:**  
 VARIAS

**FECHA:**  
 JULIO 2022

**DESIGNACIÓN DEL PLANO:**  
 ALZADO Y PLANTA GENERAL

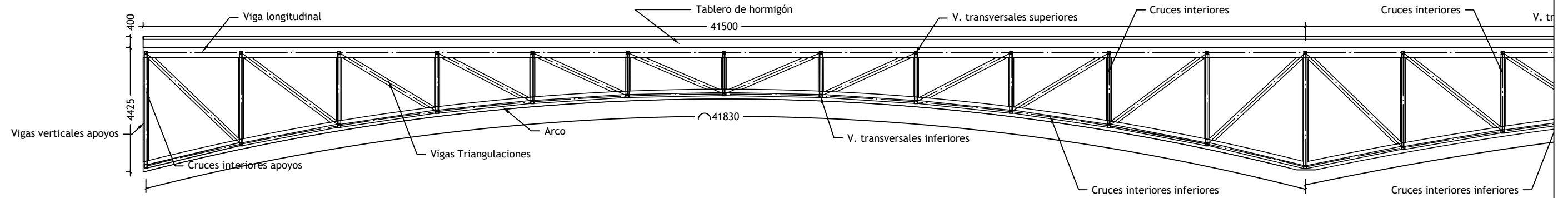
**Nº PLANO:**  
 13

NOTAS:

- COTAS EN mm.
- SE TRATA DE UN PLANO ESTRUCTURAL NO MEDIR EN EL PLANO.
- ACERO ESTRUCTURAL UTILIZADO S355.
- SECCIONES EN EL PLANO 16.

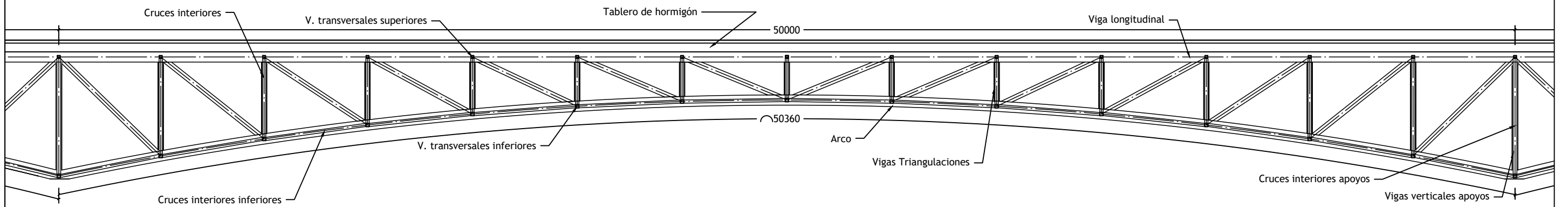
### VANO LATERAL IZQUIERDO

Escala: 1/150



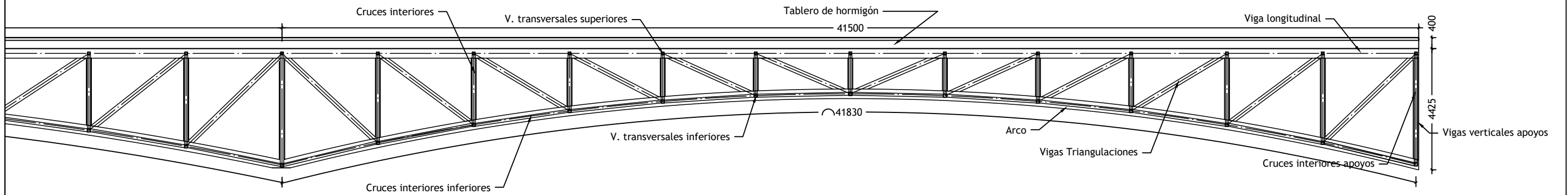
### VANO CENTRAL

Escala: 1/140



### VANO LATERAL DERECHO

Escala: 1/150



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**TÍTULO:**

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA  
CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
(ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

**AUTOR:**

ALBERTO GARCÍA CÁRCEL

**FIRMA:**

**ESCALA**

VARIAS

**FECHA**

JULIO 2022

**DESIGNACIÓN DEL PLANO:**

ALZADO DE VANOS

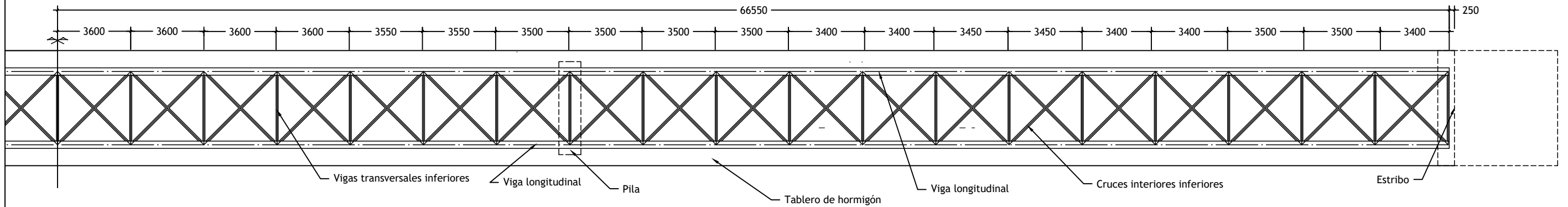
**Nº PLANO**

14

- NOTAS:  
 - COTAS EN mm.  
 - SECCIONES EN EL PLANO 16.  
 - SE TRATA DE UN PLANO NO ESTRUCTURAL, NO MEDIR EN EL PLANO.

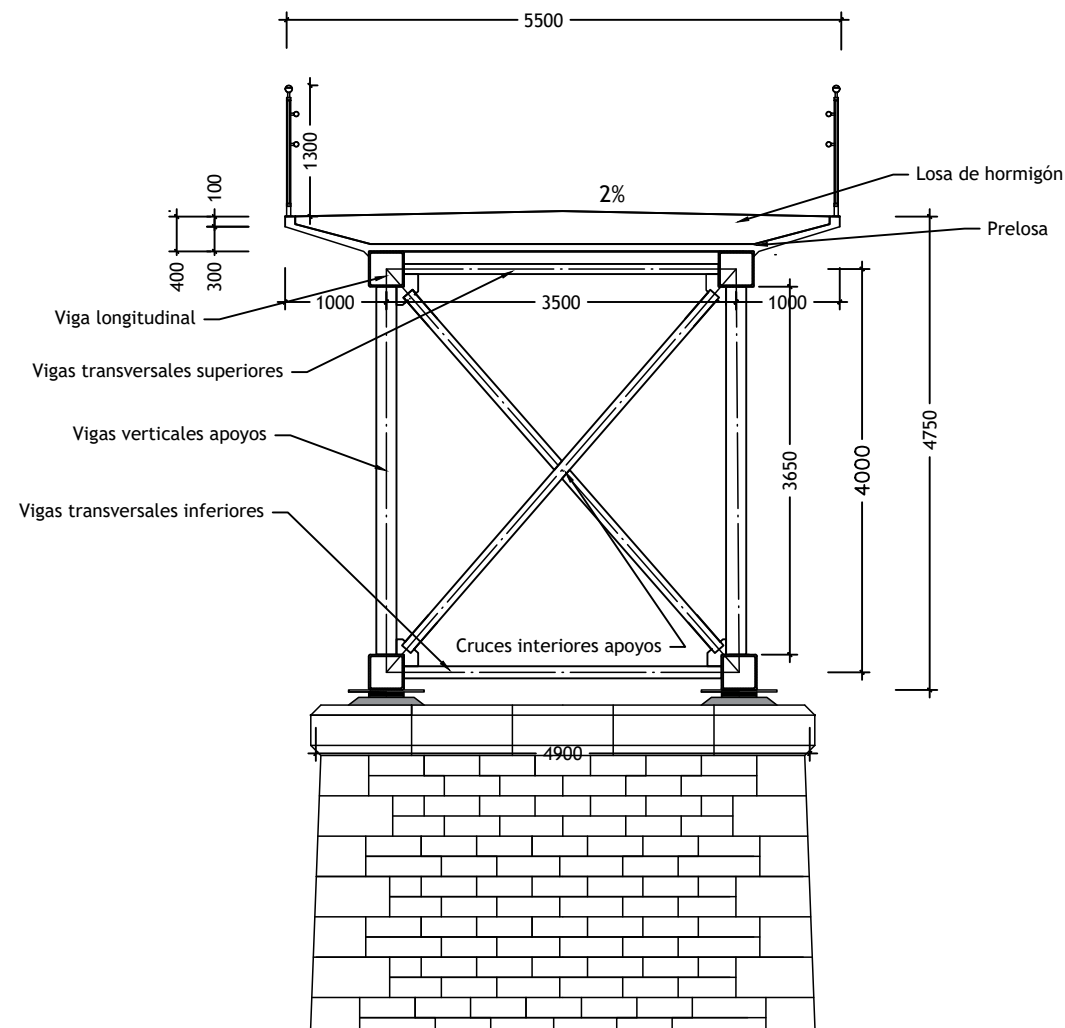
# PLANTA GENERAL

Escla: 1/200



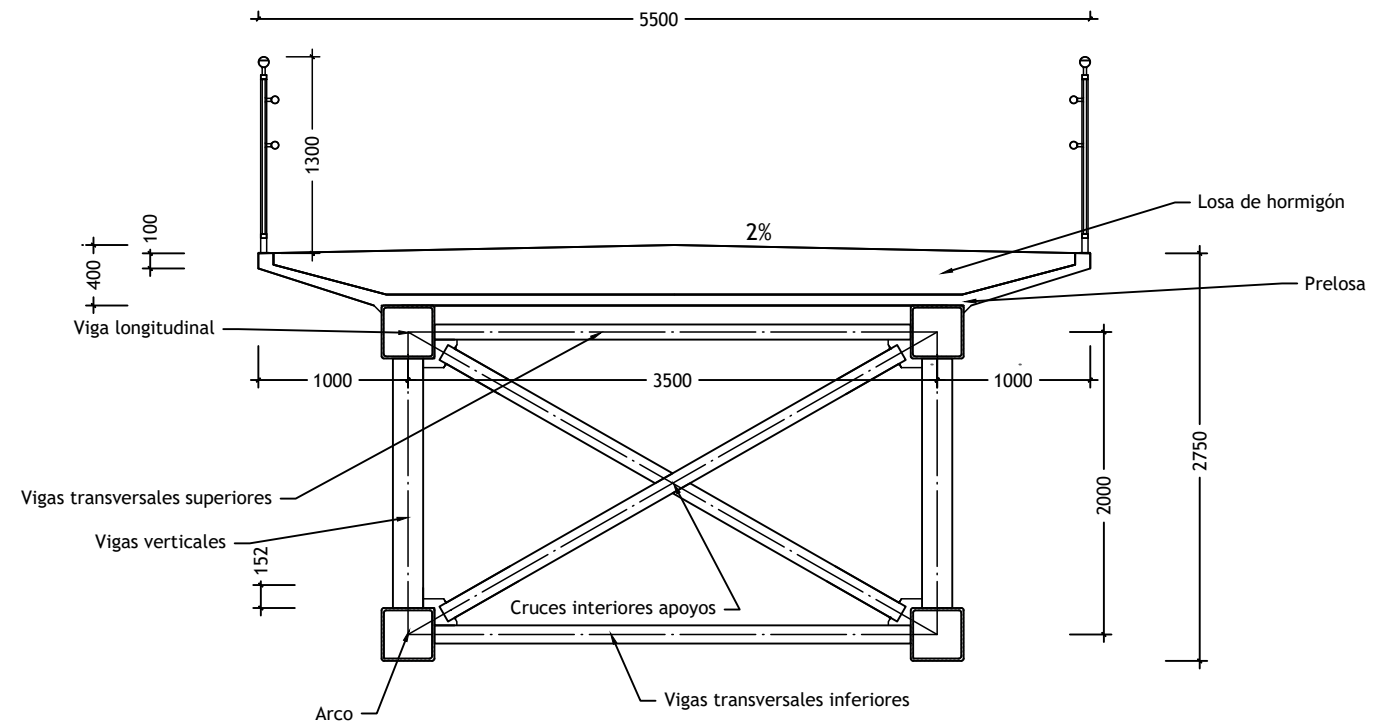
## SECCIÓN EN ESTRIBOS Y PILAS

Escala: 1/75



## SECCIÓN EN CENTRO DE VANO

Escala: 1/50



Cuadro de materiales

Elementos	Localización	Especificaciones	Coef. seguridad	Nivel de control	Recubrimiento (mm)
Acero	Celosía	S355 JR	1,050	Normal	-
Hormigón	Prelosa	HA-35	1,500	Estadístico	30
Acero pasivo	Losa y prelosa	B500S	1,150	Normal	-
Hormigón	Losa	HA-25	-	Normal	-
Ejecución	Según IAP-11 (2012)			Normal	-



**TÍTULO:**  
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

**AUTOR:**  
 ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

**FIRMA:**  
*[Signature]*

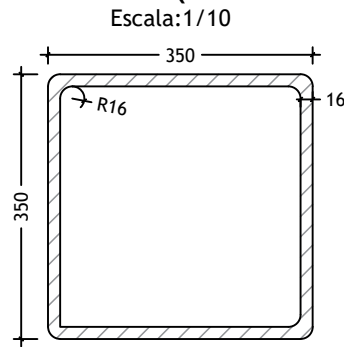
**ESCALA:**  
 VARIAS

**FECHA:**  
 JULIO 2022

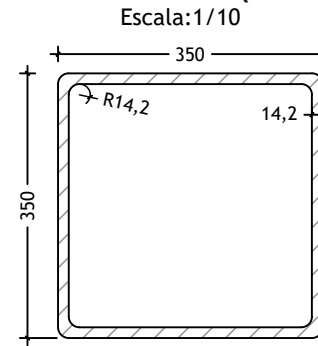
**DESIGNACIÓN DEL PLANO:**  
 PLANTA Y SECCIONES TRANSVERSALES

**Nº PLANO:**  
 15

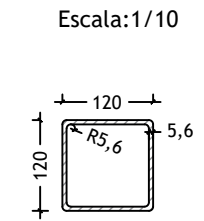
### ARCO (350x350x16)



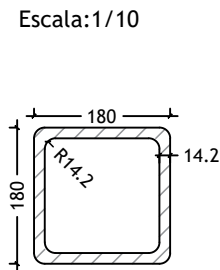
### V.LONGITUDINAL (350x350x14.2)



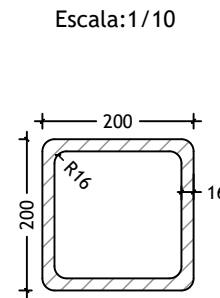
### V. TRANS. INFERIORES (120x120x5.6)



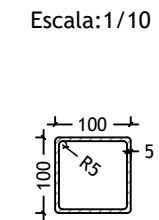
### V. TRIANGULACIONES (180x180x14.2)



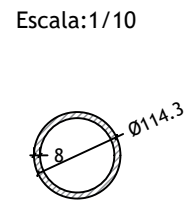
### V. VERTICALES NODOS (200x200x16)



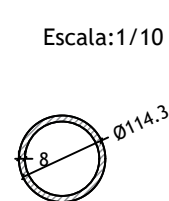
### V. TRANS. SUPERIORES (100x100x5)



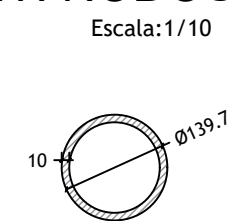
### CRUCES INTERIORES (Ø114.3x8)



### CRUCES INT. INFERIORES (Ø114.3x8)



### CRUCES INT. NODOS (Ø139.7x10)



NOTA:  
 - COTAS EN mm  
 - ACERO ESTRUCTURAL UTILIZADO S355.  
 - PLANO ESTRUCTURAL, NO MEDIR EN EL.



**TÍTULO:**  
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA  
 CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
 TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
 (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

**AUTOR:**  
 ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

**FIRMA:**

**ESCALA**  
 1/10

**FECHA**  
 JULIO 2022

**DESIGNACIÓN DEL PLANO:**  
 SECCIONES

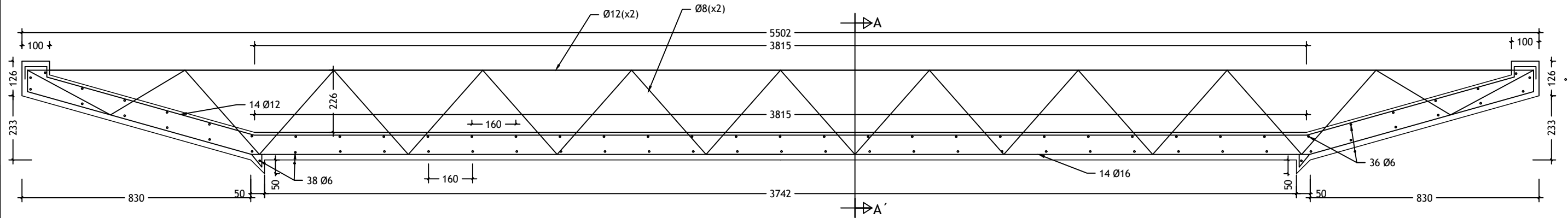
**Nº PLANO**  
 16

NOTAS:

- COTAS EN mm
- PLANO ESTRUCTURAL, NO MEDIR EN EL PLANO.
- LOSA DEFINIDA EN EL PLANO 18.

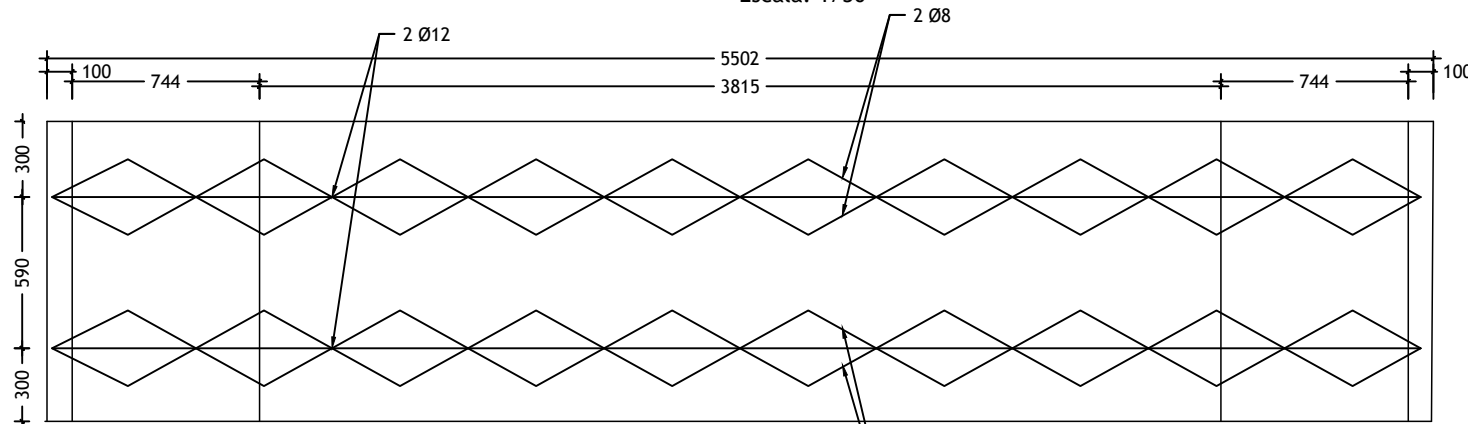
## SECCIÓN TRANSVERSAL PRELOSA

Escala: 1/15



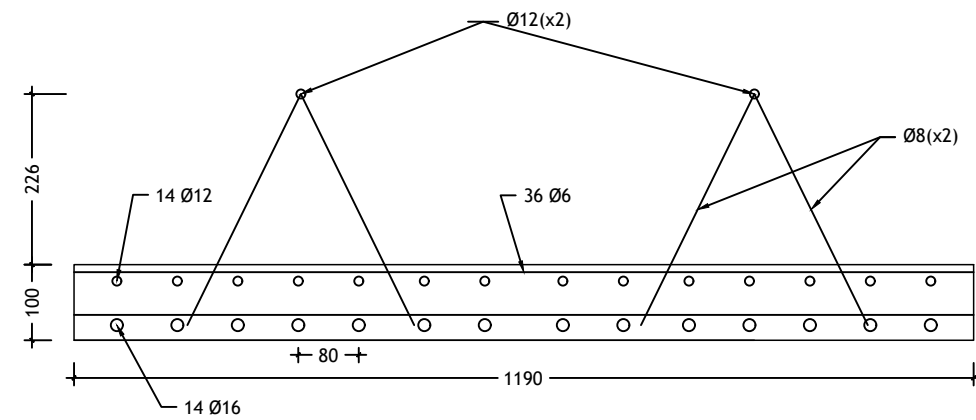
## PLANTA PRELOSA

Escala: 1/30



## SECCIÓN A - A'

Escala: 1/10



Cuadro de materiales

Elementos	Localización	Especificaciones	Coef. seguridad	Nivel de control	Recubrimiento (mm)
Acero	Celosis	S355 JR	1,050	Normal	-
Hormigón	Prelosa	HA-35	1,500	Estadístico	30
Acero pasivo	Losa y prelosa	B500S	1,150	Normal	-
Hormigón	Losa	HA-25	-	Normal	-
Ejecución	Según IAP-11 (2012)		-	Normal	-



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



### TÍTULO:

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA  
CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
(ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

### AUTOR:

ALBERTO GARCÍA CÁRCEL

### FIRMA:

### ESCALA

VARIAS

### FECHA

JULIO 2022

### DESIGNACIÓN DEL PLANO:

PRELOSA

### Nº PLANO

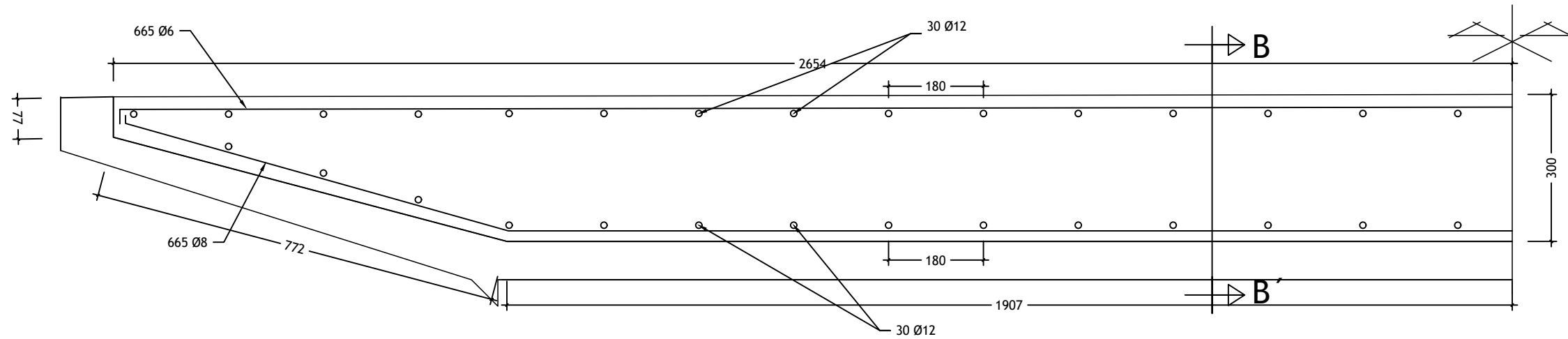
17

NOTAS:

- COTAS EN mm.
- PLANO ESTRUCTURAL, NO MEDIR EN EL PLANO.
- PRELOSA DEFINIDA EN EL PLANO 17.

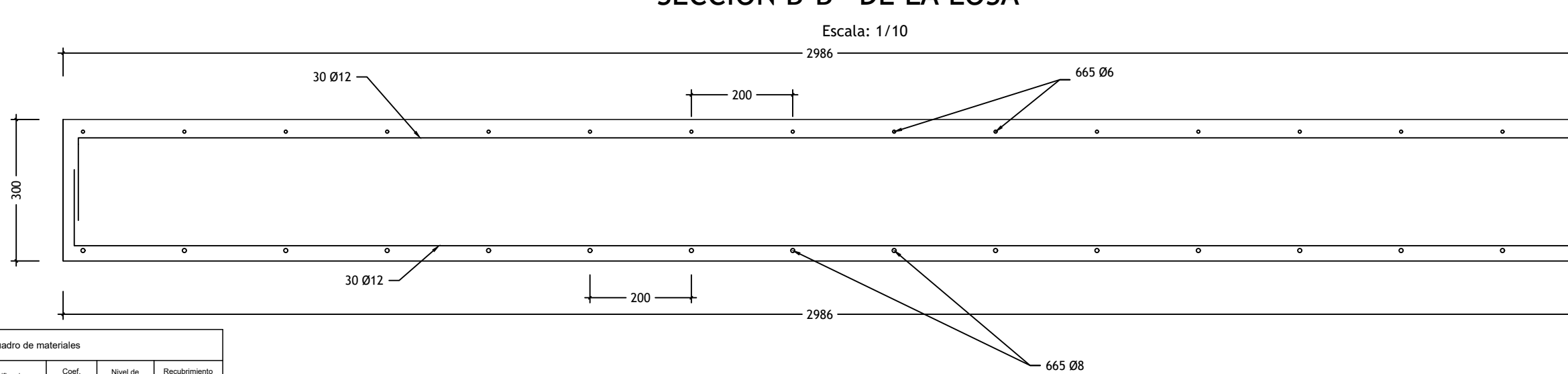
### SECCIÓN DE LA LOSA

Escala: 1/10



### SECCIÓN B-B' DE LA LOSA

Escala: 1/10



Cuadro de materiales					
Elementos	Localización	Especificaciones	Coef. seguridad	Nivel de control	Recubrimiento (mm)
Acero	Cebosa	S355 JR	1,050	Normal	-
Hormigón	Preloso	HA-35	1,500	Estadístico	30
Acero pasivo	Losa y preloso	B500S	1,150	Normal	-
Hormigón	Losa	HA-25	-	Normal	-
Ejecución	Según IAP-11 (2012)			Normal	-



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



**TÍTULO:**

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

**AUTOR:**

ALBERTO GARCÍA CÁRCEL

**FIRMA:**

**ESCALA**

VARIAS

**FECHA**

JULIO 2022

**DESIGNACIÓN DEL PLANO:**

LOSA

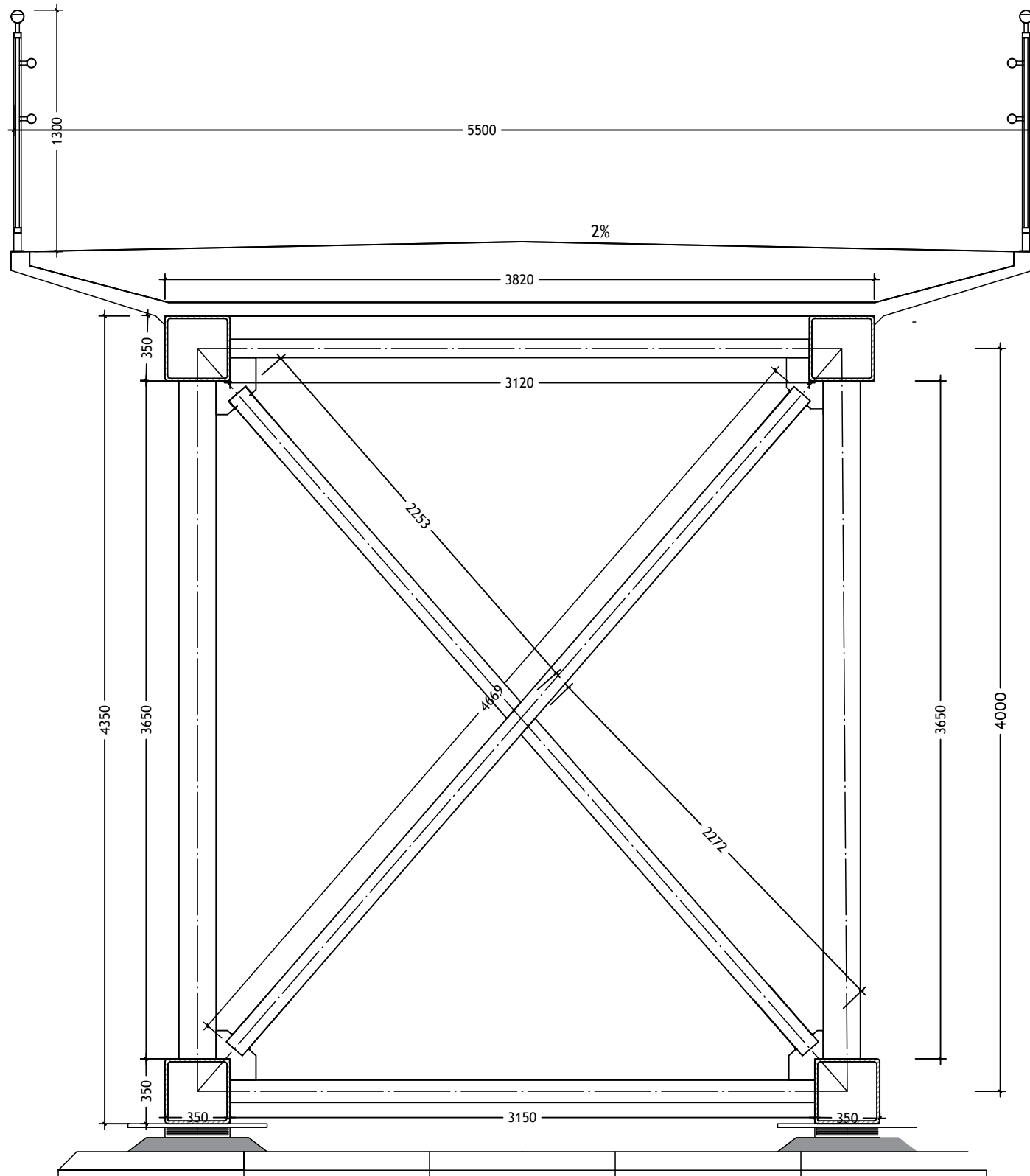
**Nº PLANO**

18

- NOTAS:  
 - COTAS EN mm  
 - PLANO ESTRUCTURAL, NO MEDIR EN EL.  
 - DETALLES DEFINIDO EN PLANO 20.

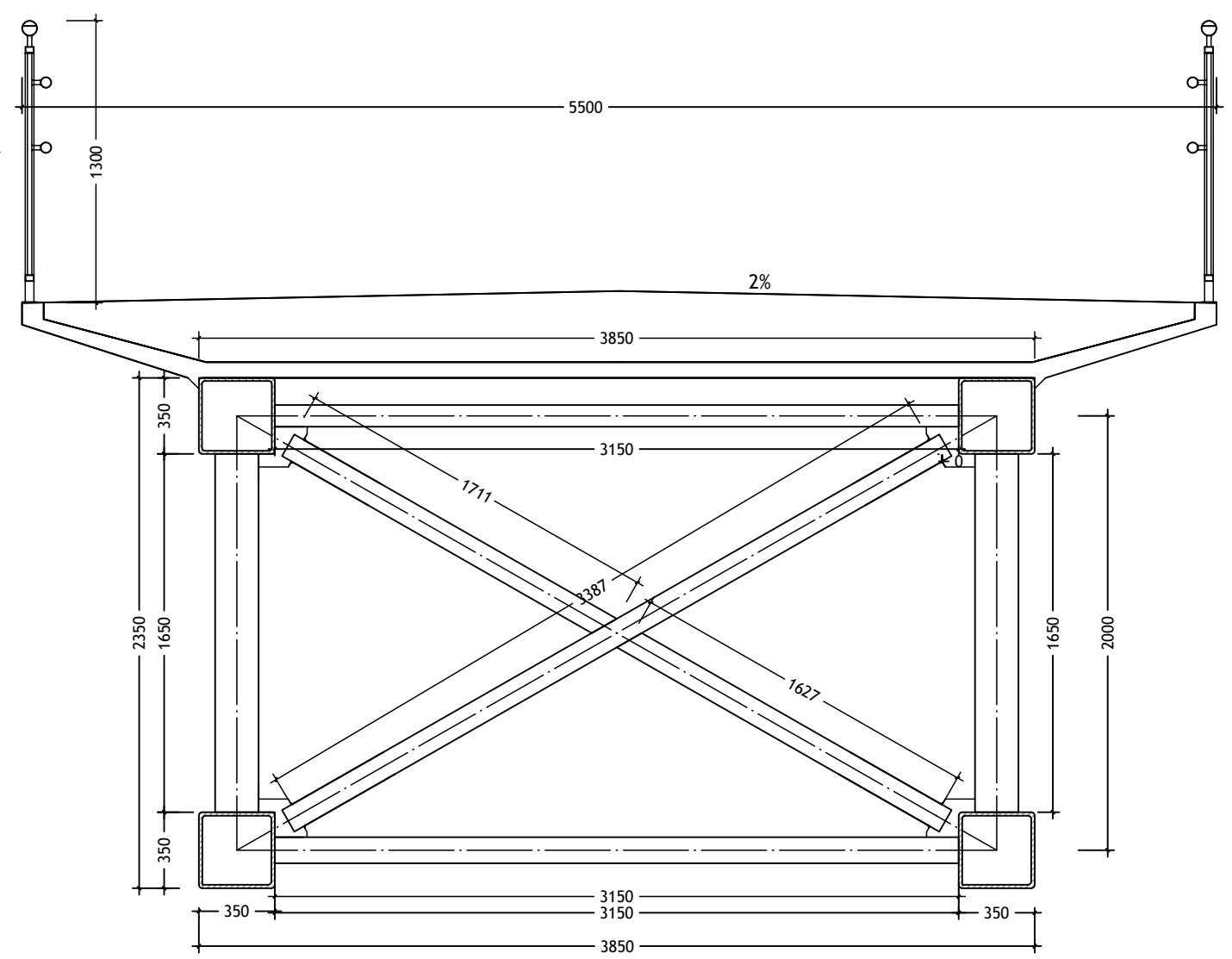
## SECCIÓN EN ESTRIBOS Y PILAS

Escala: 1/30



## SECCIÓN EN CENTRO DE VANO

Escala: 1/30



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



### TÍTULO:

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA  
CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
(ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

### AUTOR:

ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

### FIRMA:

### ESCALA

1/30

### FECHA

JULIO 2022

### DESIGNACIÓN DEL PLANO:

SECCIONES TRANSVERSALES  
ESTRUCTURALES

### Nº PLANO

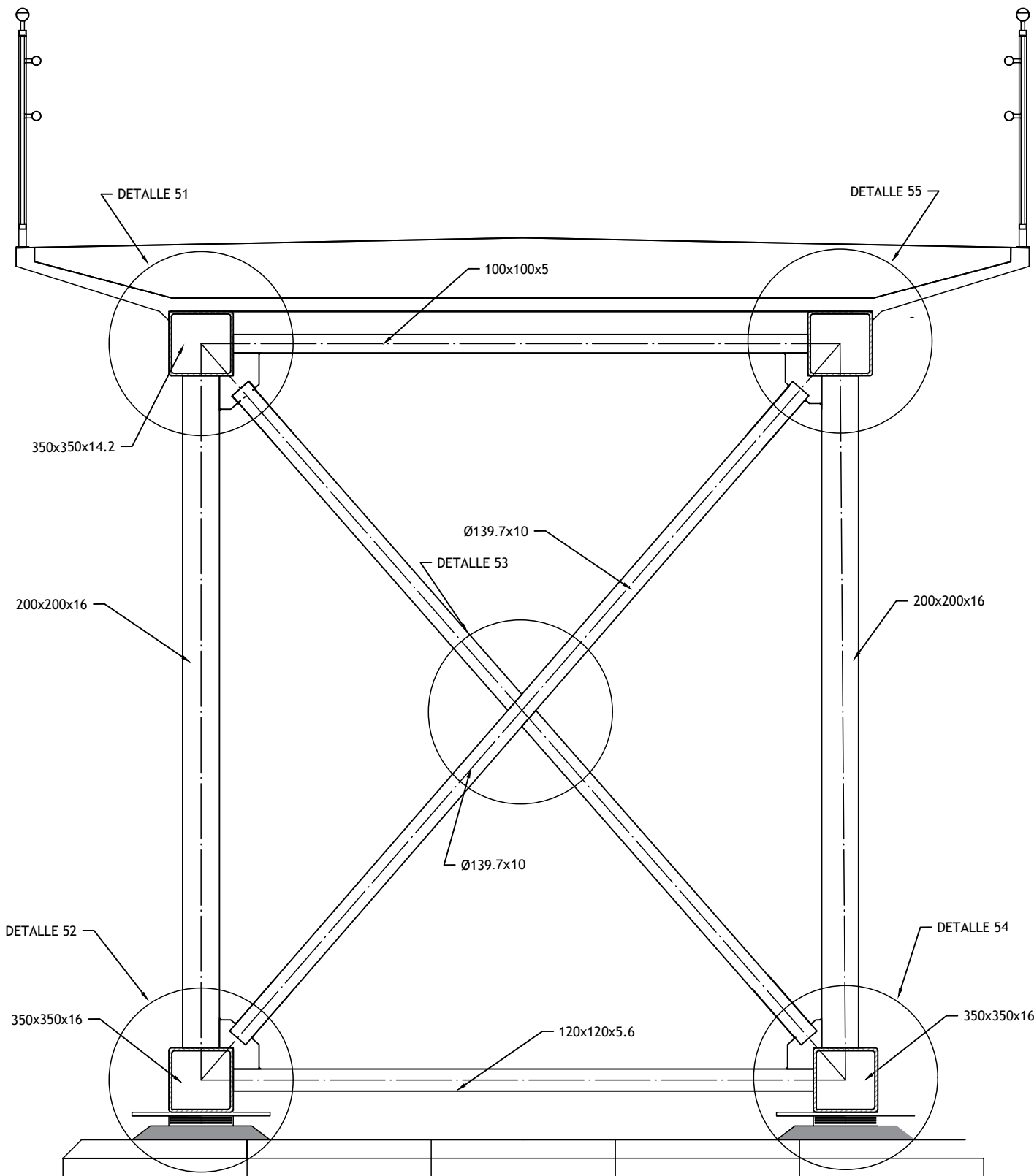
19



- NOTAS:  
 - COTAS EN mm  
 - PLANO ESTRUCTURAL, NO MEDIR EN EL.  
 - DETALLES DEFINIDO EN PLANO 29.

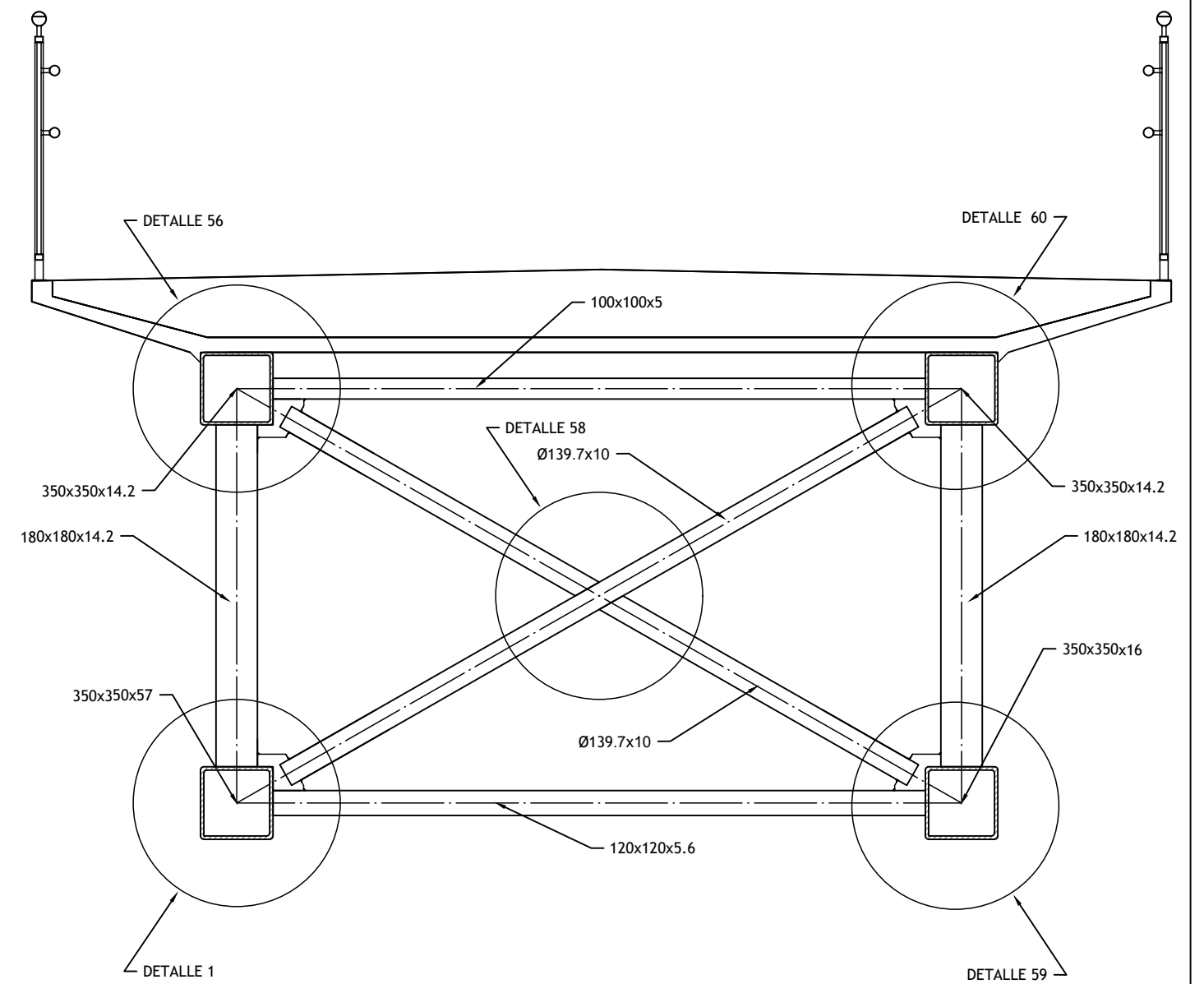
## SECCIÓN EN PILA Y ESTRIBOS

Escala: 1/30



## SECCIÓN EN CENTRO DE VANO

Escala: 1/30

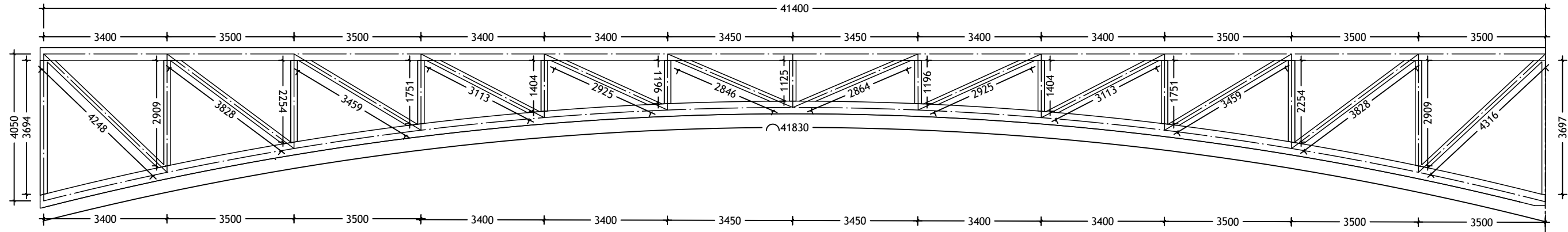


	<p><b>TÍTULO:</b>          DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA          CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL          TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY          (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.</p>	<p><b>AUTOR:</b>          ALBERTO GARCÍA CÁRCEL</p>	<p><b>FIRMA:</b>  </p>	<p><b>ESCALA</b>          1/30</p>	<p><b>FECHA</b>          JULIO 2022</p>	<p><b>DESIGNACIÓN DEL PLANO:</b>          DETALLES SECCIÓN TRANSVERSAL</p>	<p><b>Nº PLANO</b>          20</p>
--	---	---	----------------------------	--	---	--	--

NOTA:  
 - COTAS EN mm.  
 - PLANO ESTRUCTURAL, NO MEDIR EN EL.  
 - DETALLE EN LOS PLANOS DEL 22 AL 28

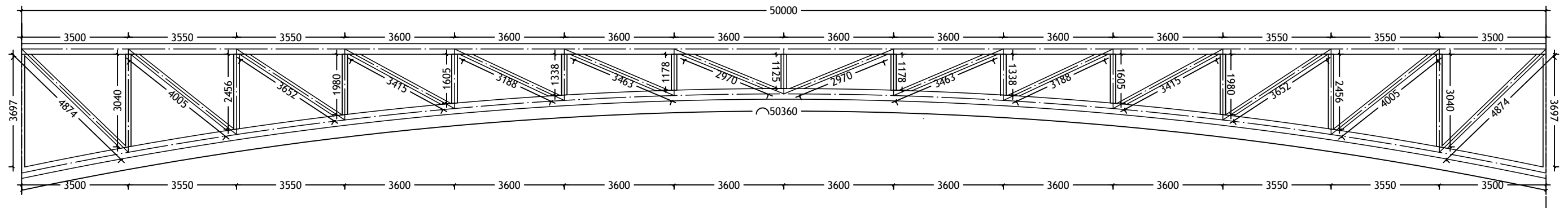
### VANO LATERAL

Escala: 1/120



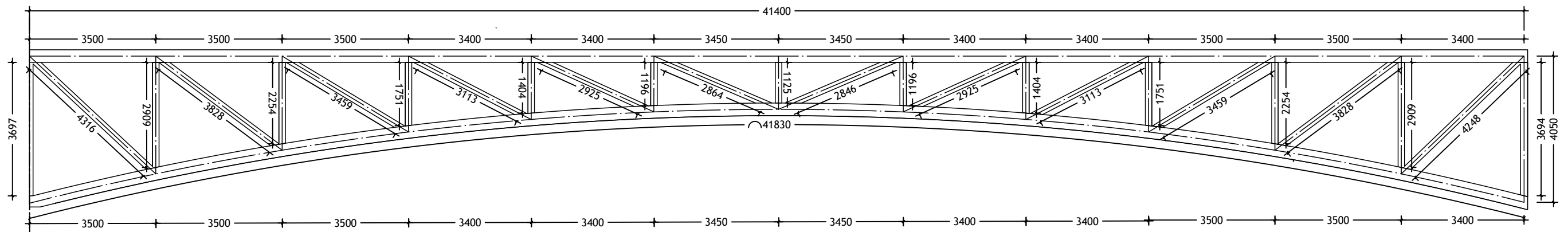
### VANO CENTRAL

Escala: 1/140



### VANO LATERAL

Escala: 1/120



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**TÍTULO:**

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA  
CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
(ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

**AUTOR:**

ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

**FIRMA:**

**ESCALA**

VARIAS

**FECHA**

JULIO 2022

**DESIGNACIÓN DEL PLANO:**

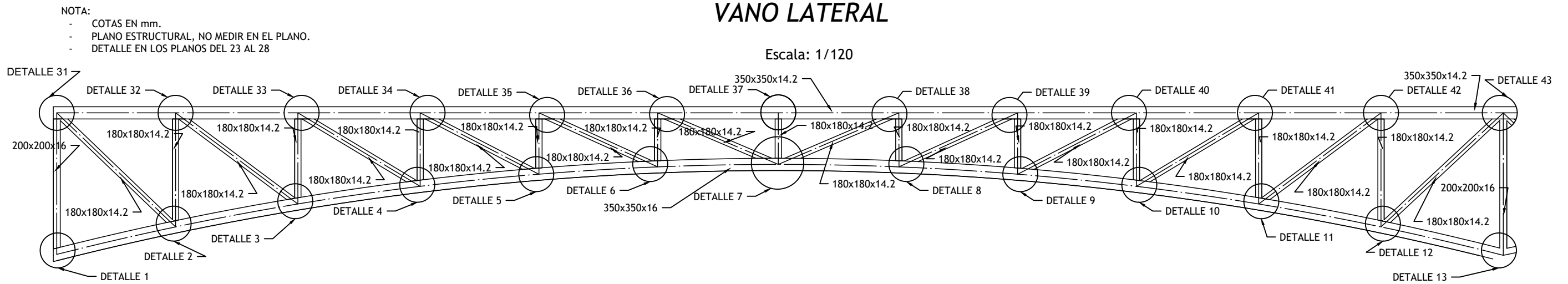
ALZADO ESTRUCTURAL

**Nº PLANO**

21

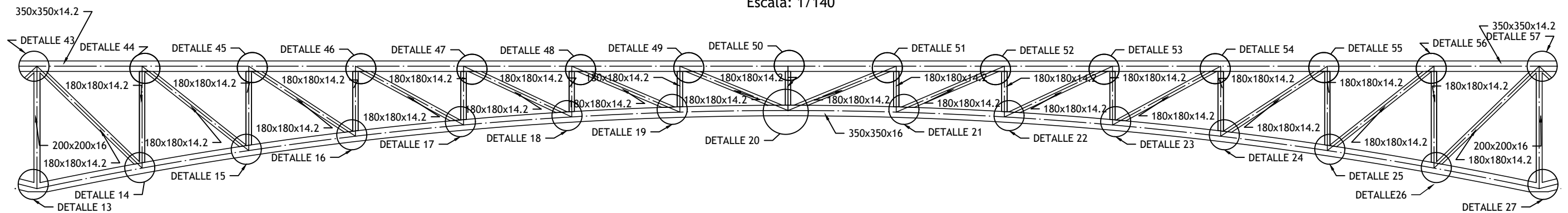
## VANO LATERAL

Escala: 1/120



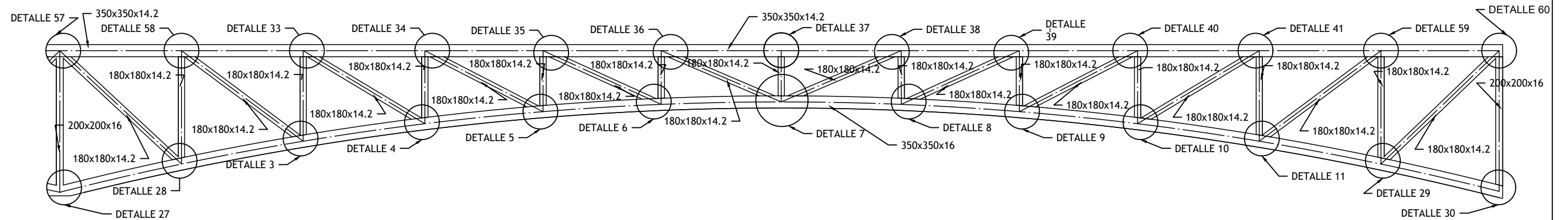
## VANO CENTRAL

Escala: 1/140



## VANO LATERAL

Escala: 1/120



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



### TÍTULO:

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA  
CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
(ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

### AUTOR:

ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

### FIRMA:

### ESCALA

VARIAS

### FECHA

JULIO 2022

### DESIGNACIÓN DEL PLANO:

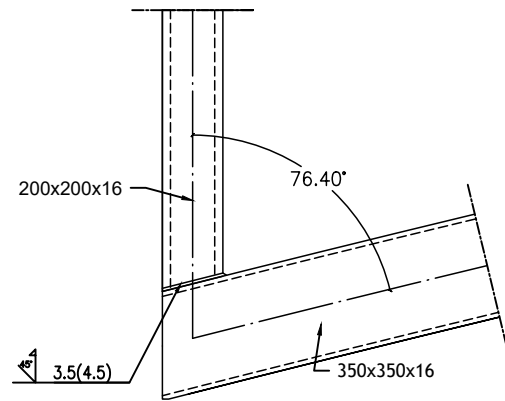
DETALLE ALZADOS

### Nº PLANO

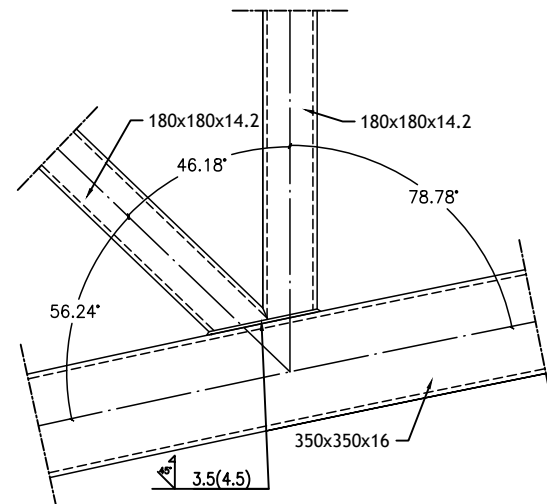
22

NOTAS:  
 - Cotas en mm  
 - ACero estructural S3555.

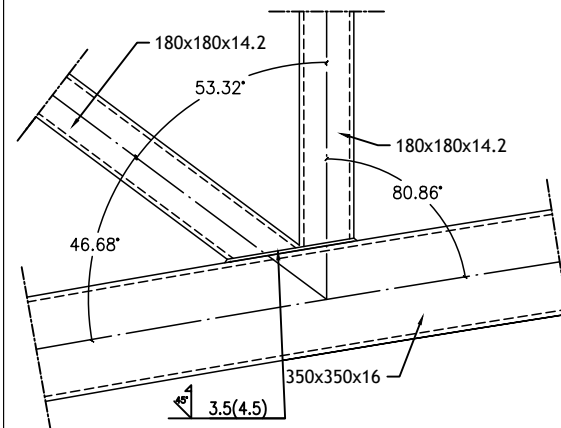
DETALLE 1



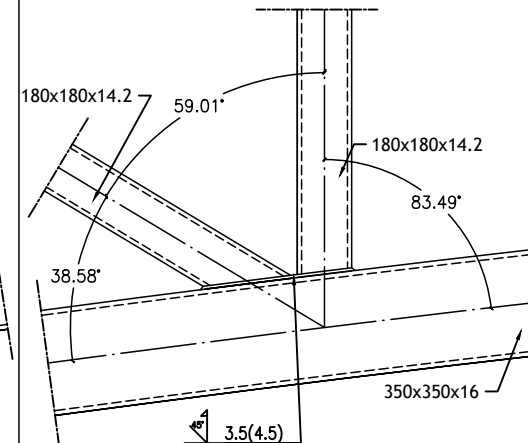
DETALLE 2



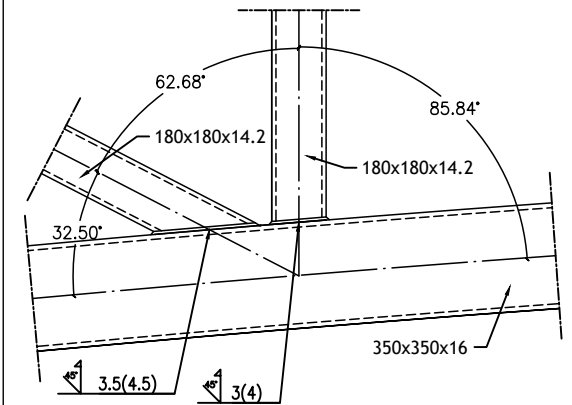
DETALLE 3



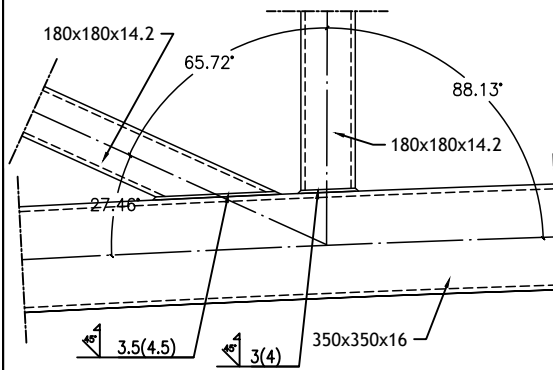
DETALLE 4



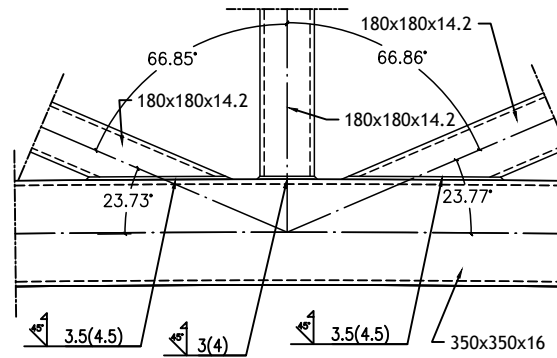
DETALLE 5



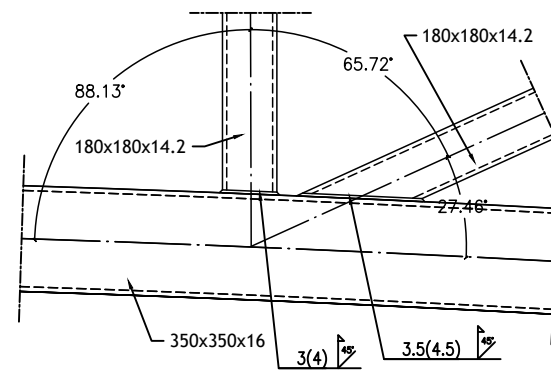
DETALLE 6



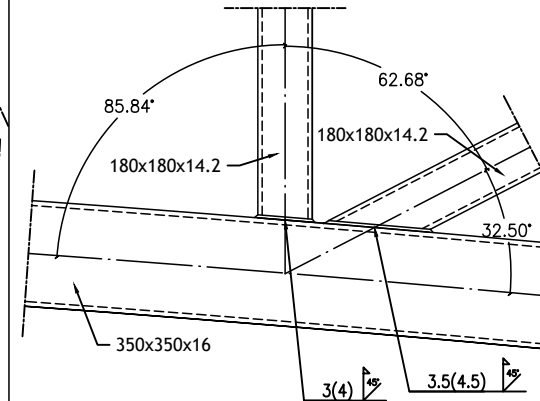
DETALLE 7



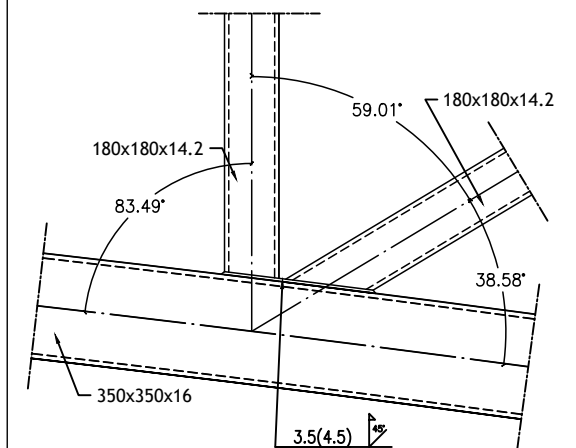
DETALLE 8



DETALLE 9



DETALLE 10



TÍTULO:  
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA  
 CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
 TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
 (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

AUTOR:  
 ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

FIRMA:

ESCALA  
 1/25

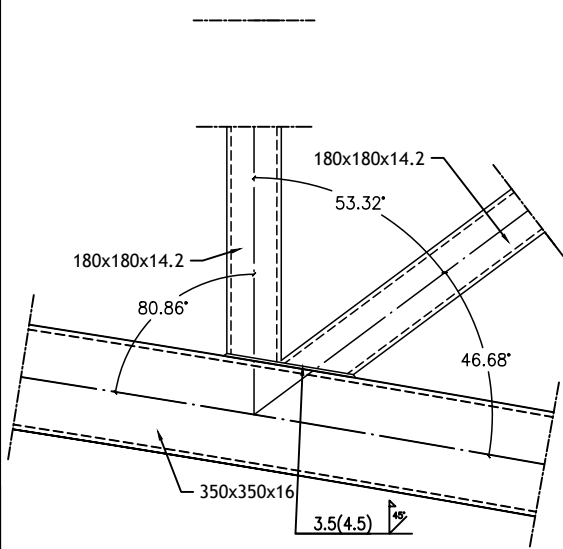
FECHA  
 JULIO 2022

DESIGNACIÓN DEL PLANO:  
 DETALLES UNIONES 1

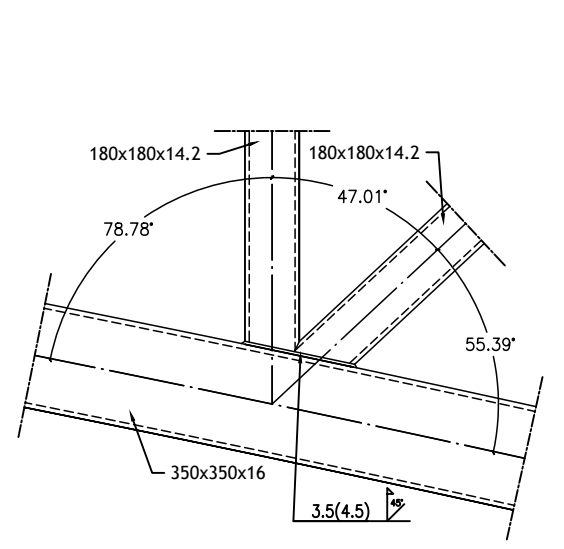
Nº PLANO  
 23

NOTAS:  
 - Cotas en mm  
 - ACero estructural S355S.

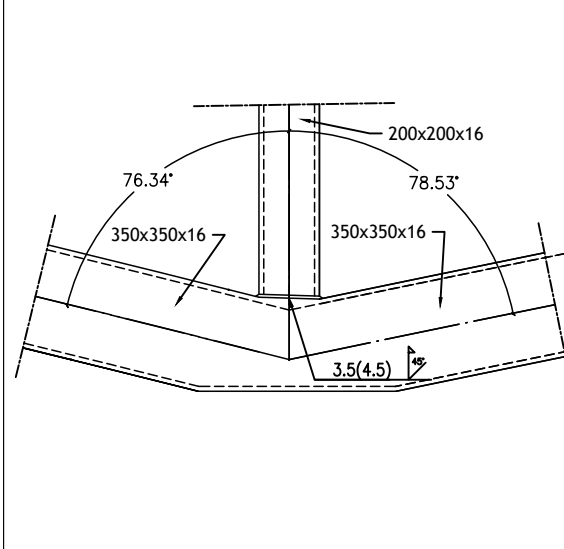
DETALLE 11



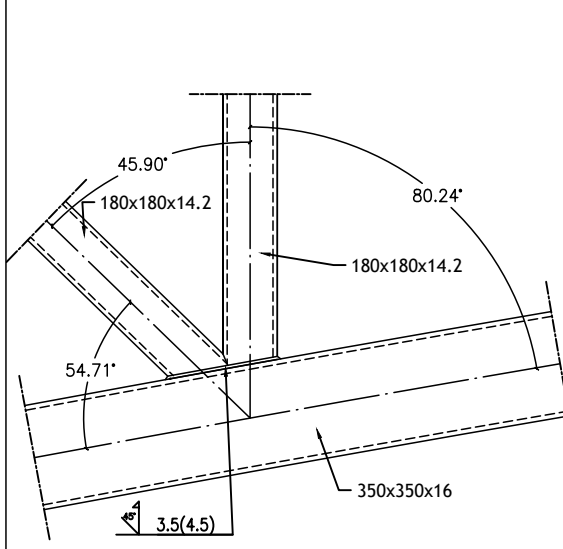
DETALLE 12



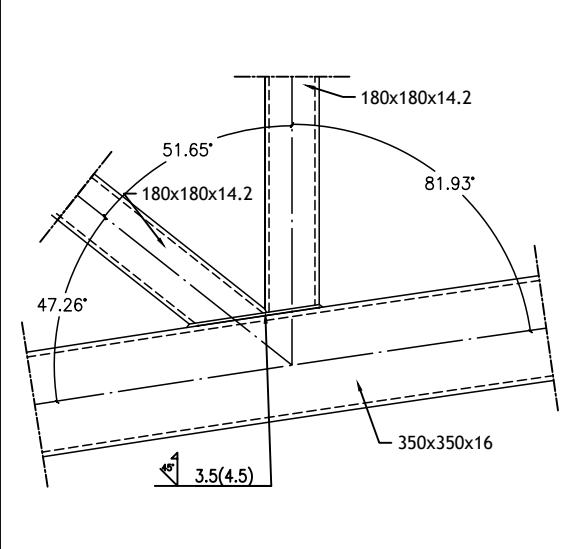
DETALLE 13



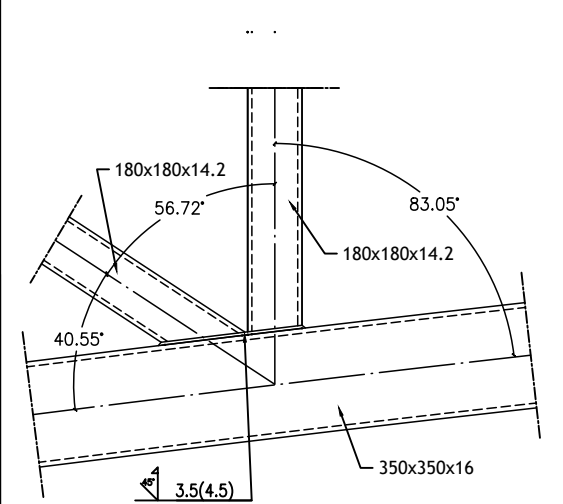
DETALLE 14



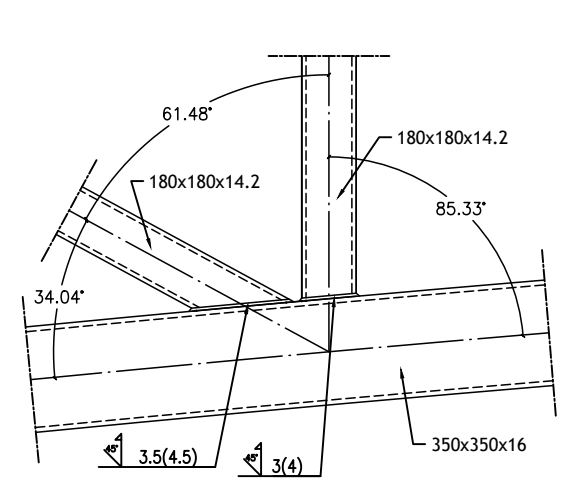
DETALLE 15



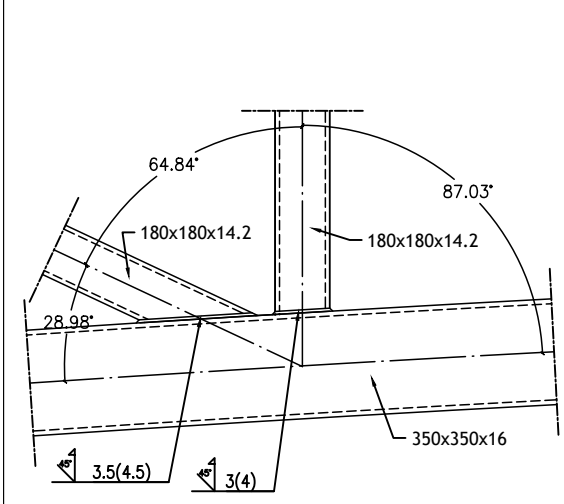
DETALLE 16



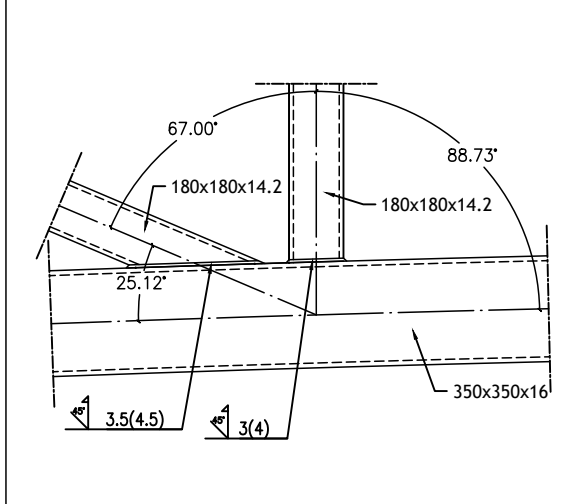
DETALLE 17



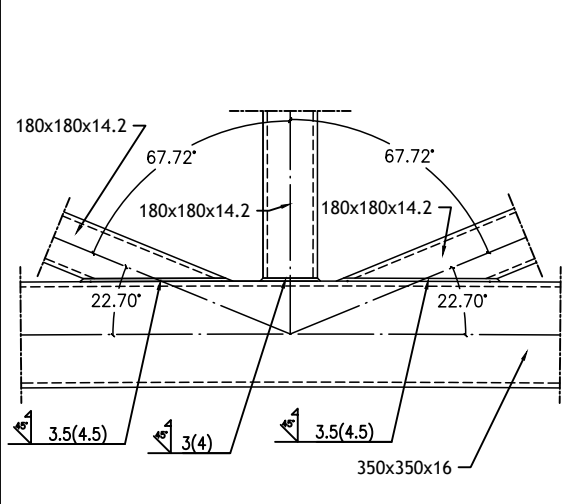
DETALLE 18



DETALLE 19



DETALLE 20



**TÍTULO:**  
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA  
 CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
 TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
 (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

**AUTOR:**  
 ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

**FIRMA:**

**ESCALA**  
 1/25

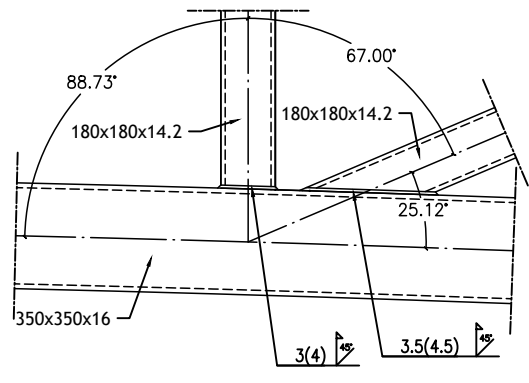
**FECHA**  
 JULIO 2022

**DESIGNACIÓN DEL PLANO:**  
 DETALLES UNIONES 2

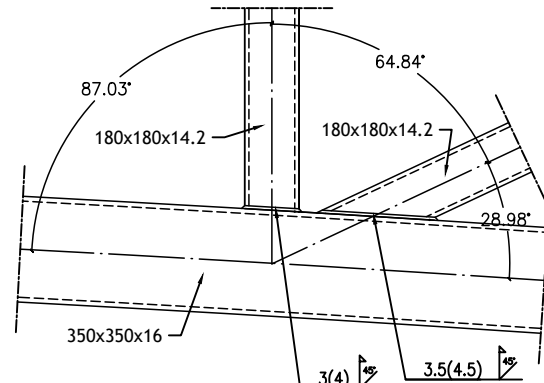
**Nº PLANO**  
 24

NOTAS:  
 - Cotas en mm  
 - ACero estructural S355S.

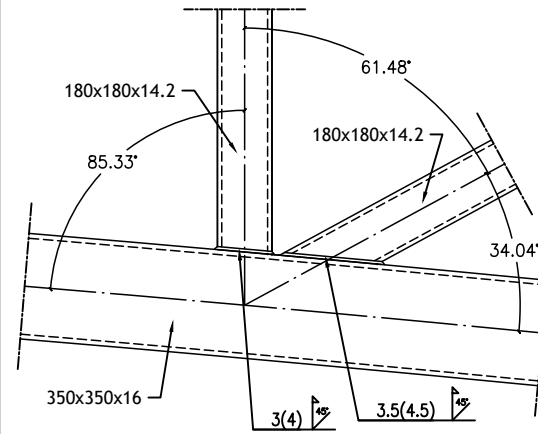
DETALLE 21



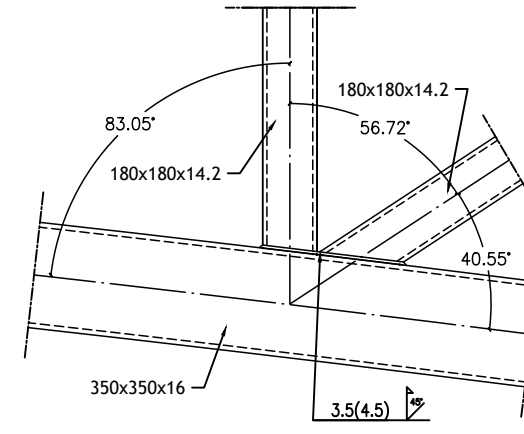
DETALLE 22



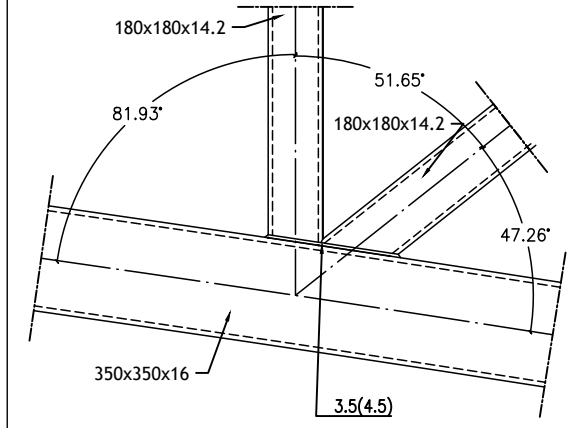
DETALLE 23



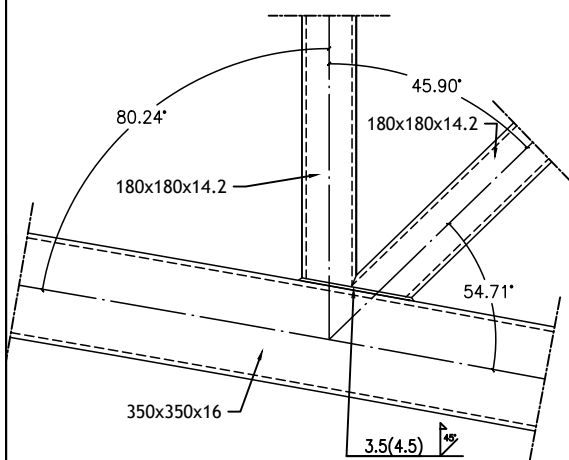
DETALLE 24



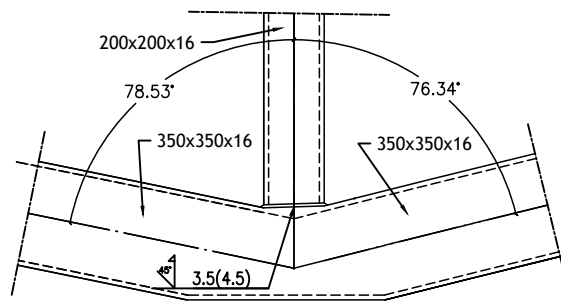
DETALLE 25



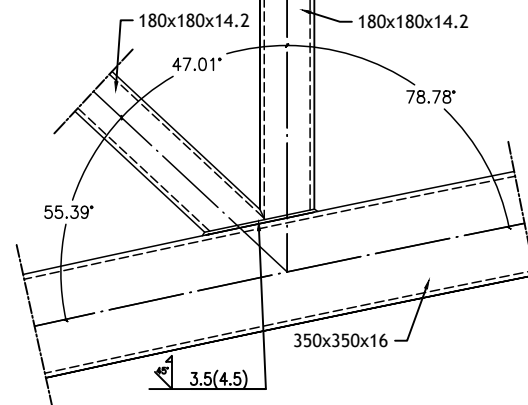
DETALLE 26



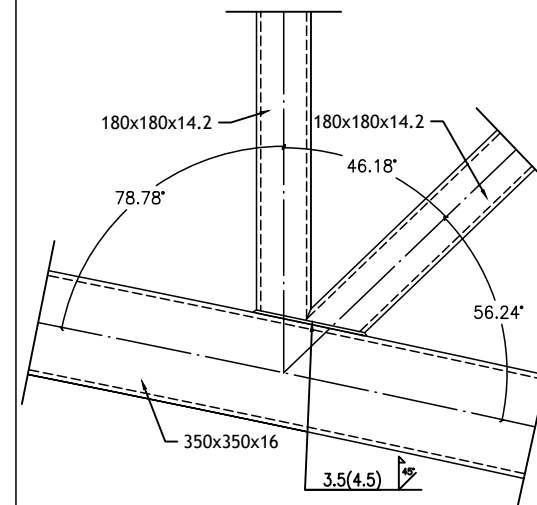
DETALLE 27



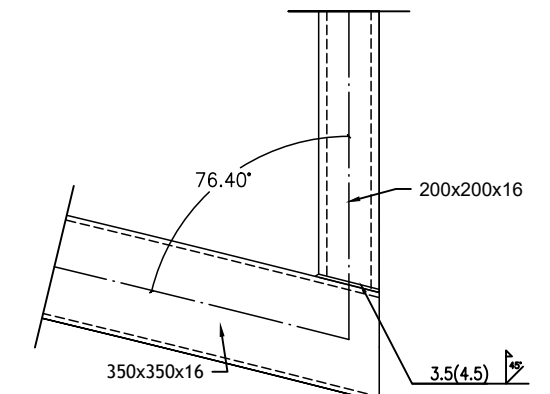
DETALLE 28



DETALLE 29



DETALLE 30



TÍTULO:  
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA  
 CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
 TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
 (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

AUTOR:  
 ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

FIRMA:

ESCALA  
 1/25

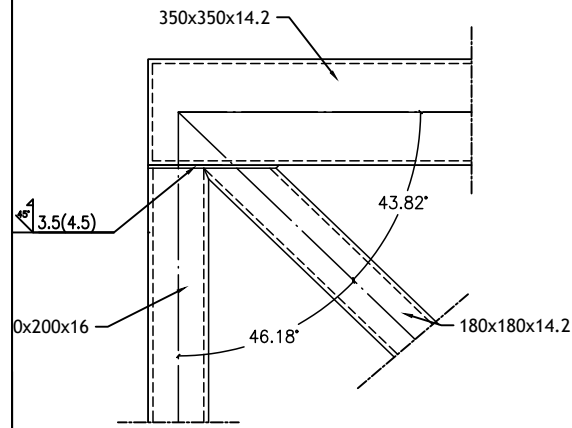
FECHA  
 JULIO 2022

DESIGNACIÓN DEL PLANO:  
 DETALLES UNIONES 3

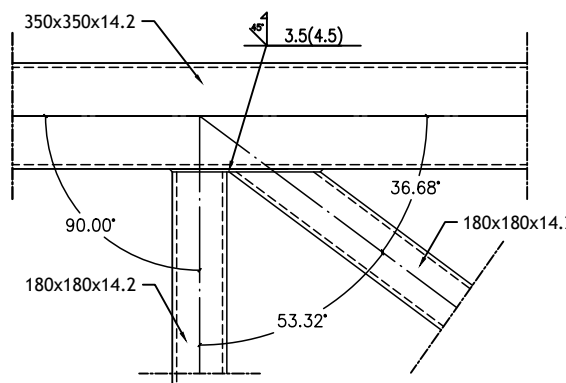
Nº PLANO  
 25

NOTAS:  
 - Cotas en mm  
 - ACero estructural S3555.

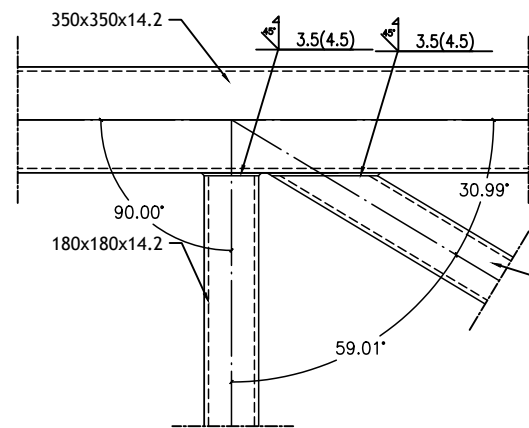
DETALLE 31



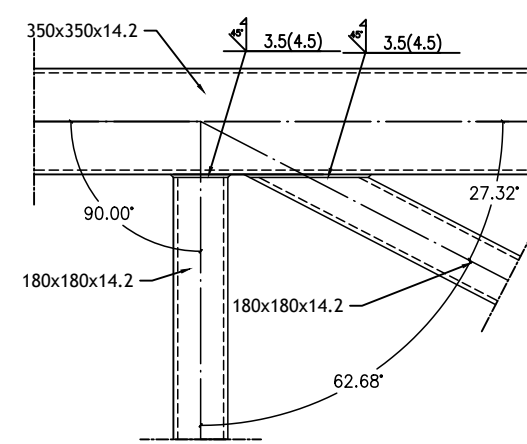
DETALLE 32



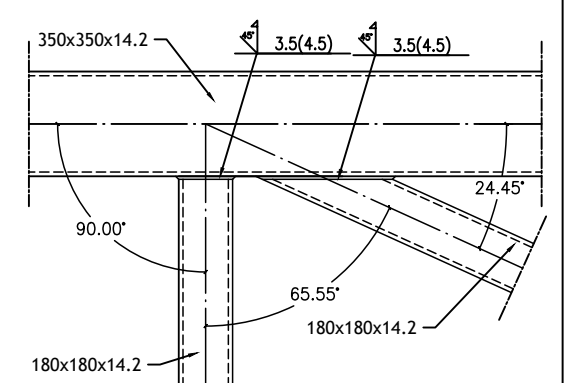
DETALLE 33



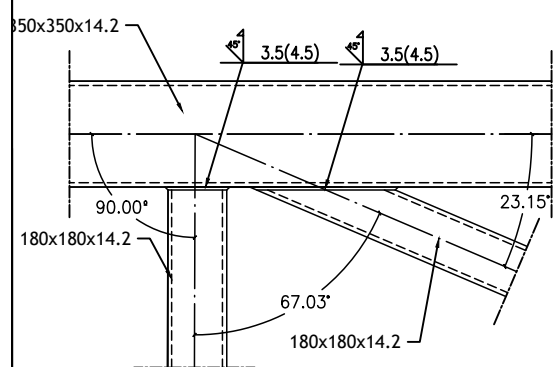
DETALLE 34



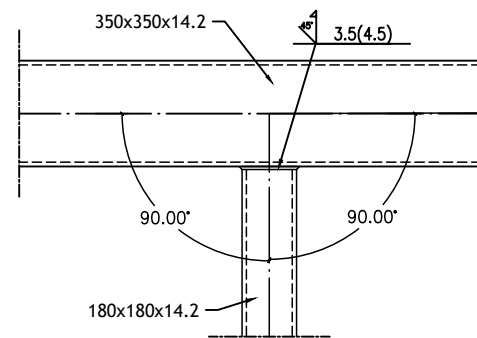
DETALLE 35



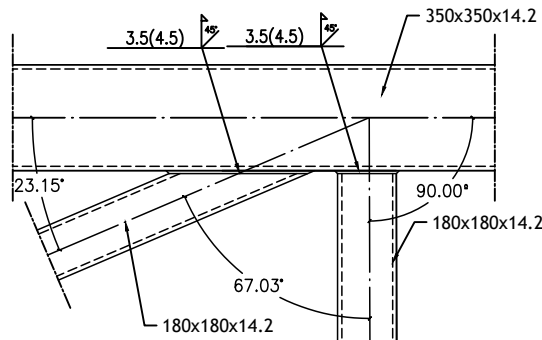
DETALLE 36



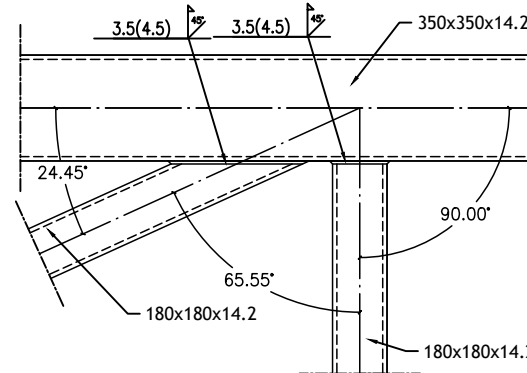
DETALLE 37



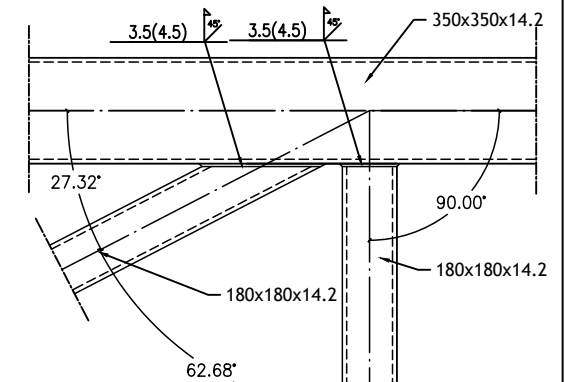
DETALLE 38



DETALLE 39



DETALLE 40



TÍTULO:  
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA  
 CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
 TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
 (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

AUTOR:  
 ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

FIRMA:

ESCALA  
 1/25

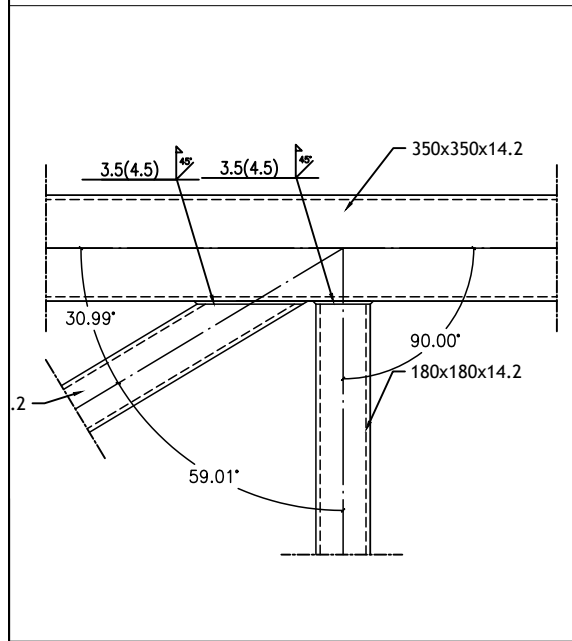
FECHA  
 JULIO 2022

DESIGNACIÓN DEL PLANO:  
 DETALLES UNIONES 4

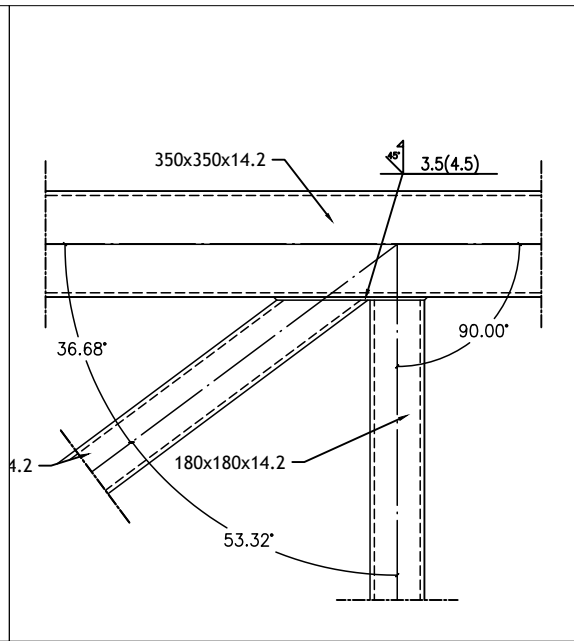
Nº PLANO  
 26

NOTAS:  
 - Cotas en mm  
 - ACero estructural S355S.

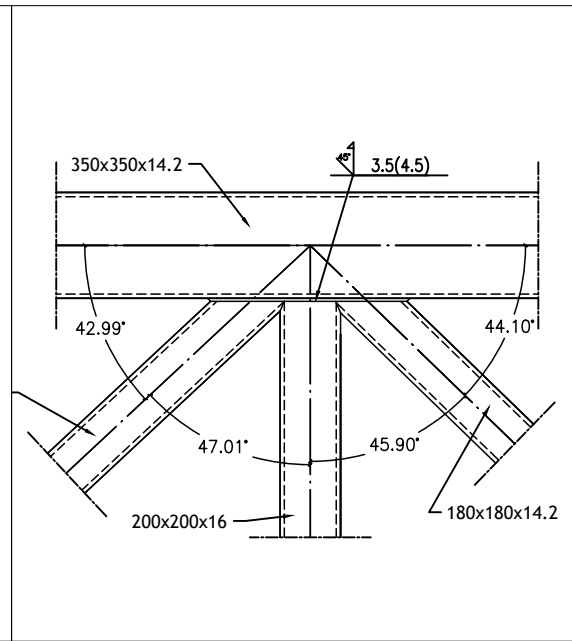
DETALLE 41



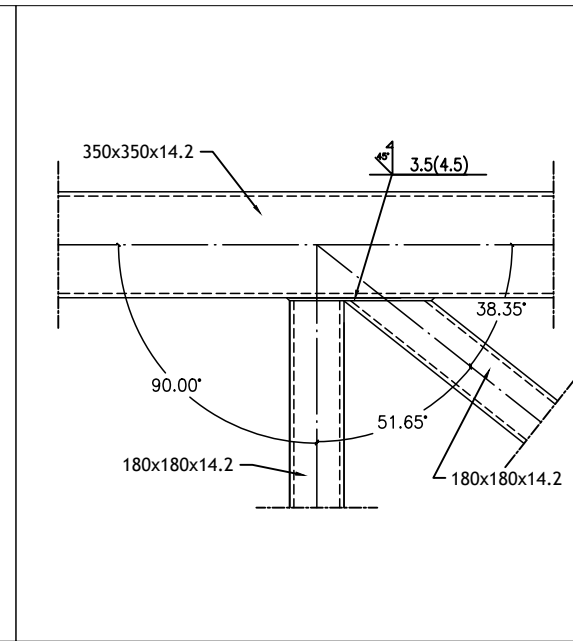
DETALLE 42



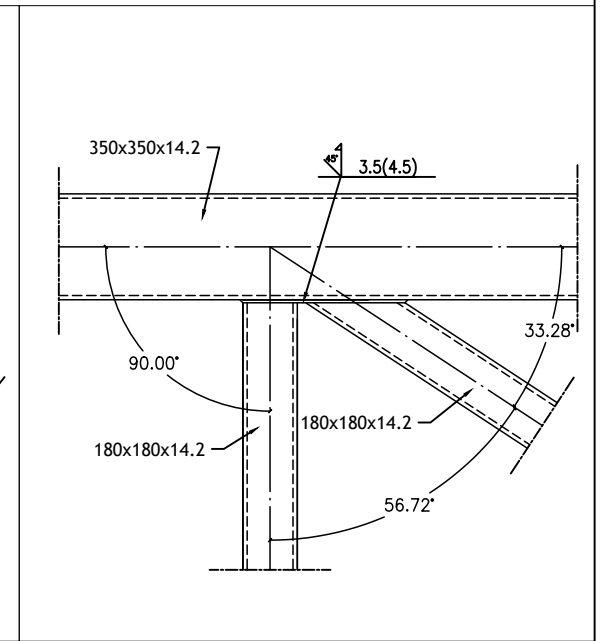
DETALLE 43



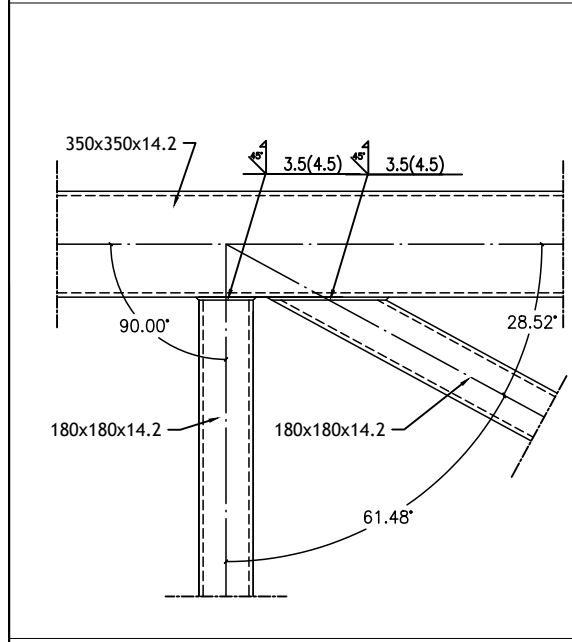
DETALLE 44



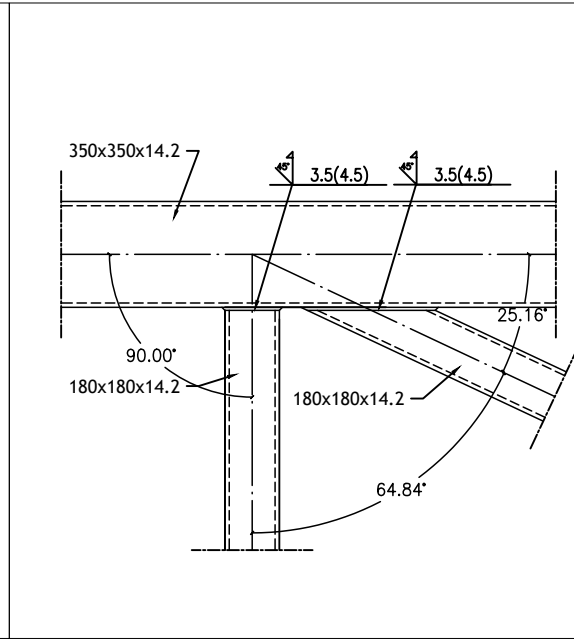
DETALLE 45



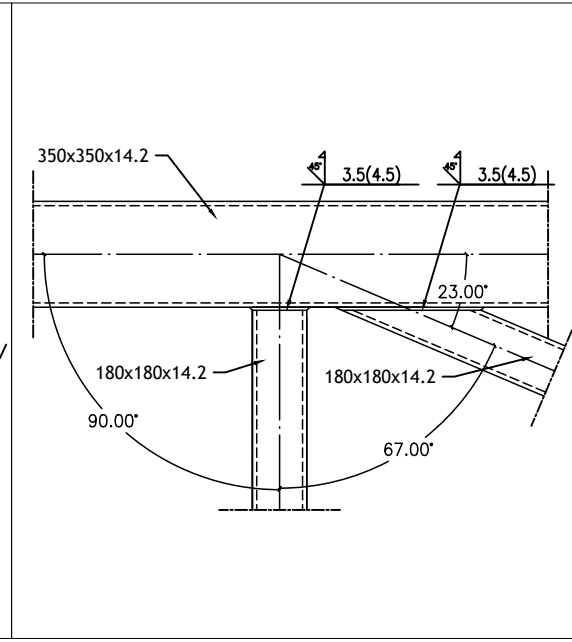
DETALLE 46



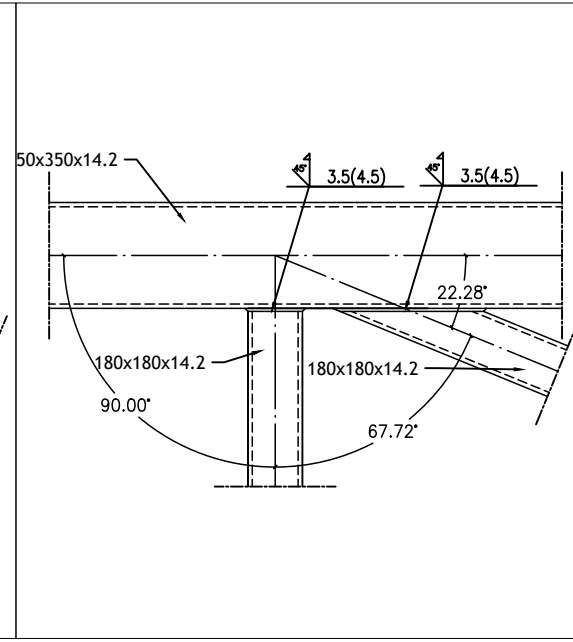
DETALLE 47



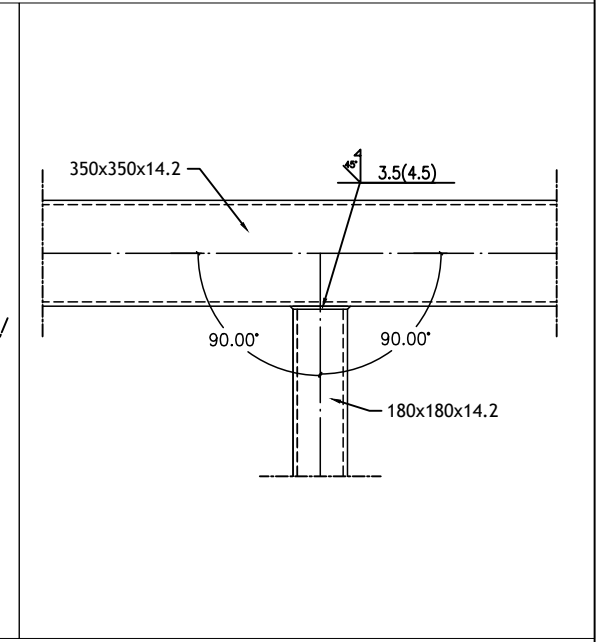
DETALLE 48



DETALLE 49



DETALLE 50



**TÍTULO:**  
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA  
 CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
 TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
 (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

**AUTOR:**  
 ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

**FIRMA:**

**ESCALA:**  
 1/25

**FECHA:**  
 JULIO 2022

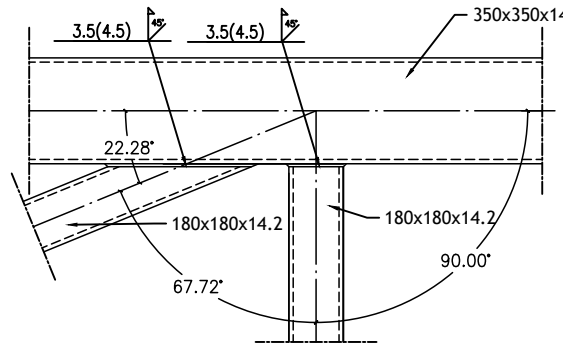
**DESIGNACIÓN DEL PLANO:**  
 DETALLES UNIONES 5

**Nº PLANO:**  
 27

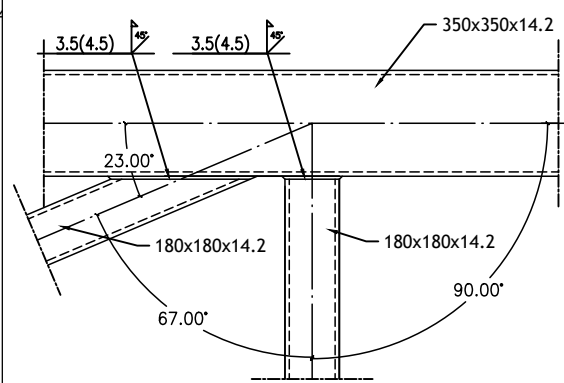


NOTAS:  
 - Cotas en mm  
 - ACero estructural S3555.

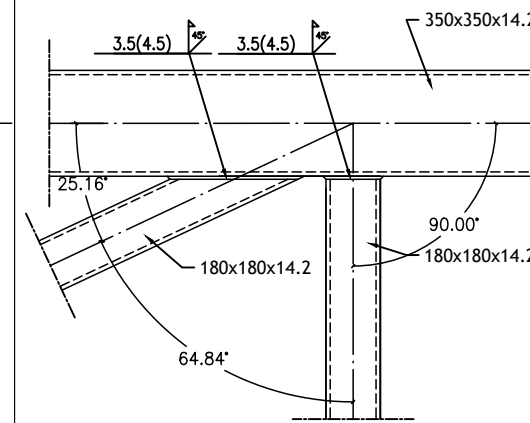
DETALLE 51



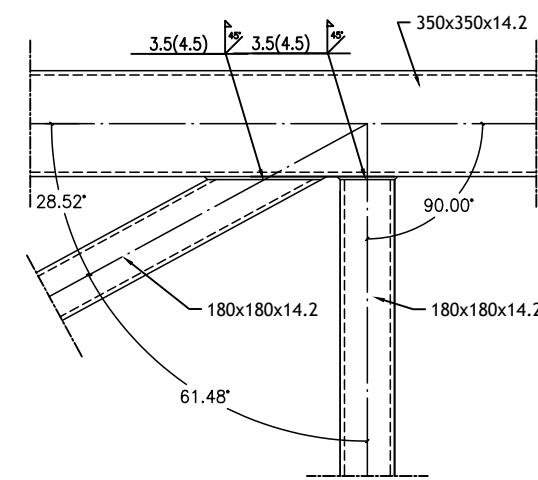
DETALLE 52



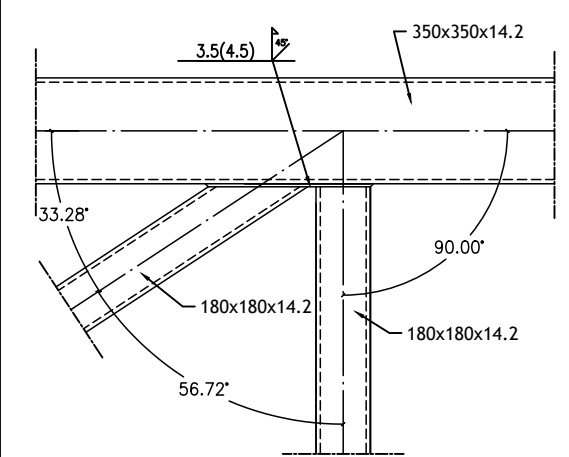
DETALLE 53



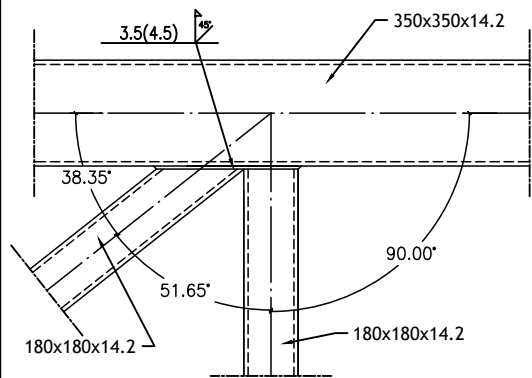
DETALLE 54



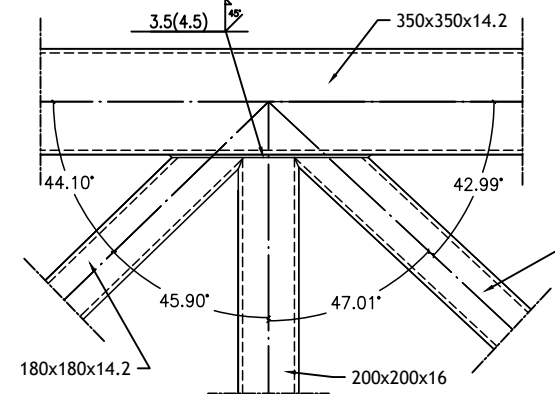
DETALLE 55



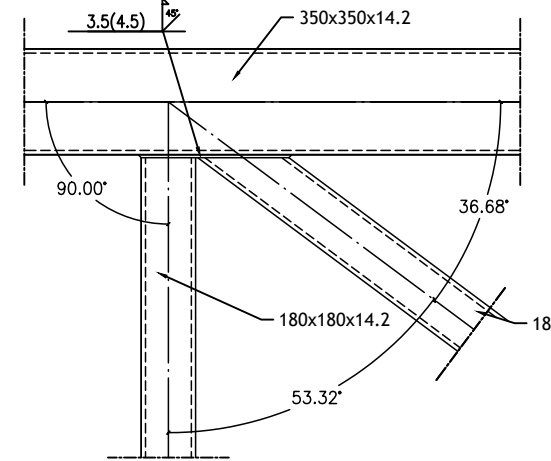
DETALLE 56



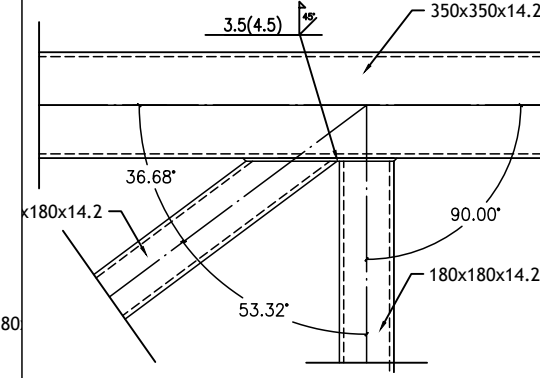
DETALLE 57



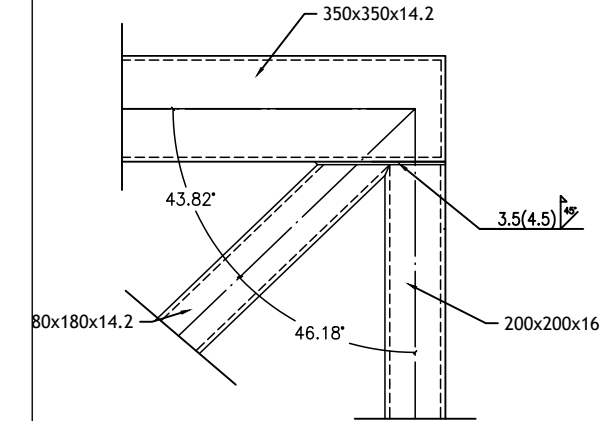
DETALLE 58



DETALLE 59



DETALLE 60



TÍTULO:  
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA  
 CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
 TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
 (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

AUTOR:  
 ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

FIRMA:

ESCALA  
 1/25

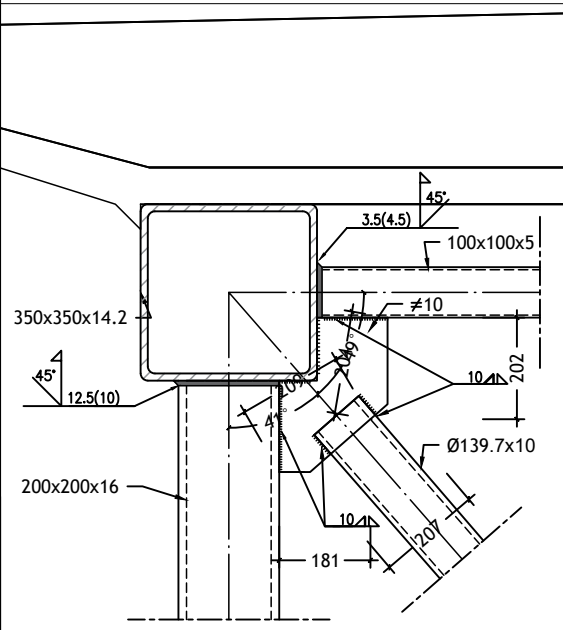
FECHA  
 JULIO 2022

DESIGNACIÓN DEL PLANO:  
 DETALLES UNIONES 6

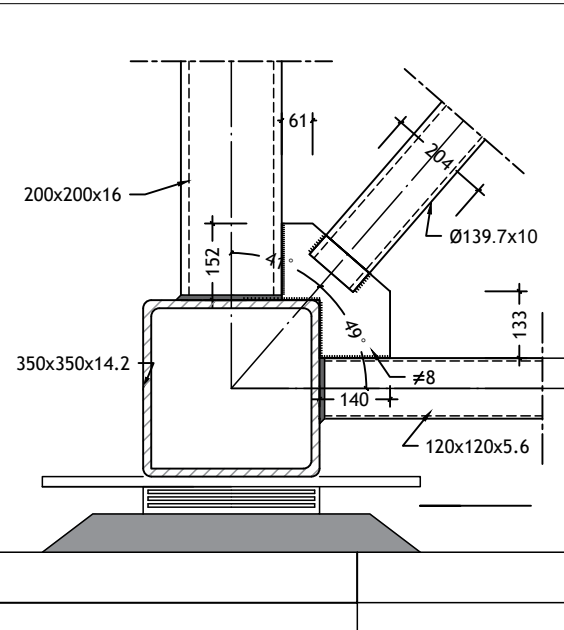
Nº PLANO  
 28

NOTAS:  
 - Cotas en mm  
 - ACero estructural S355S.

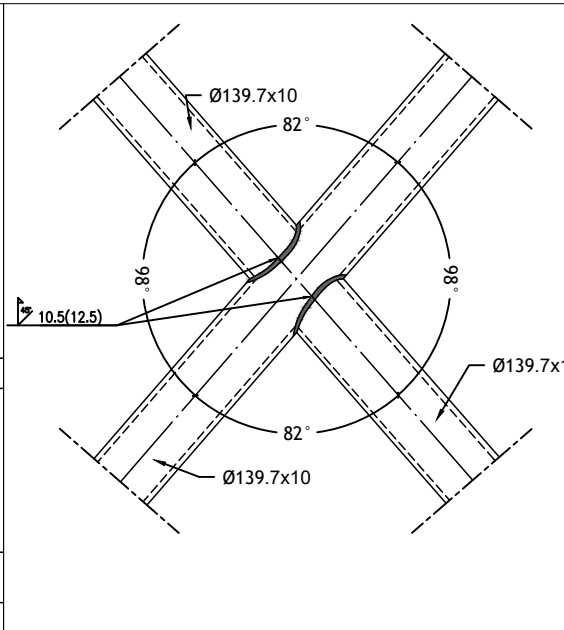
DETALLE 51



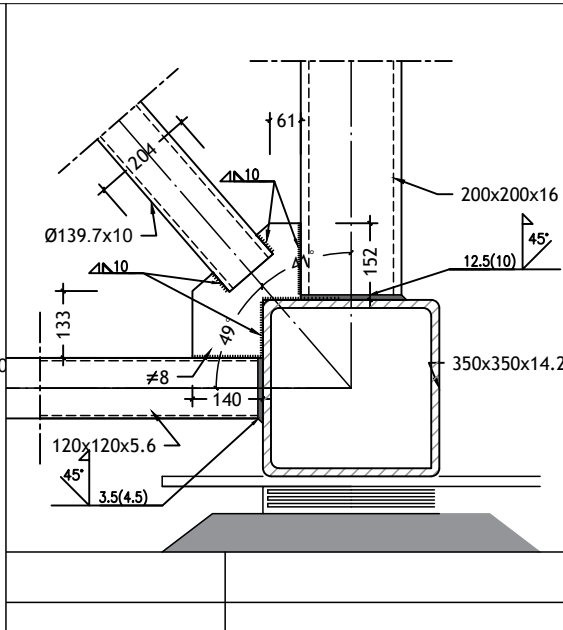
DETALLE 52



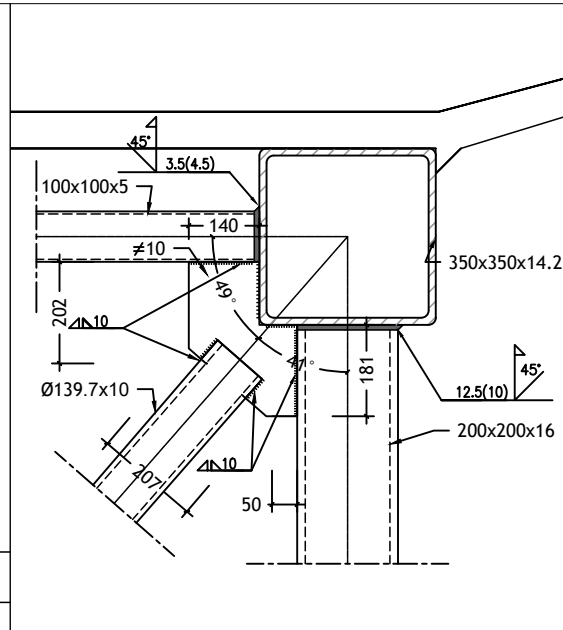
DETALLE 53



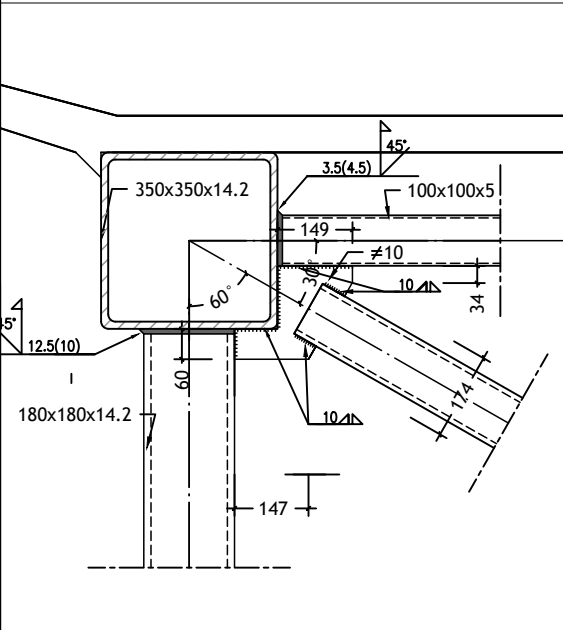
DETALLE 54



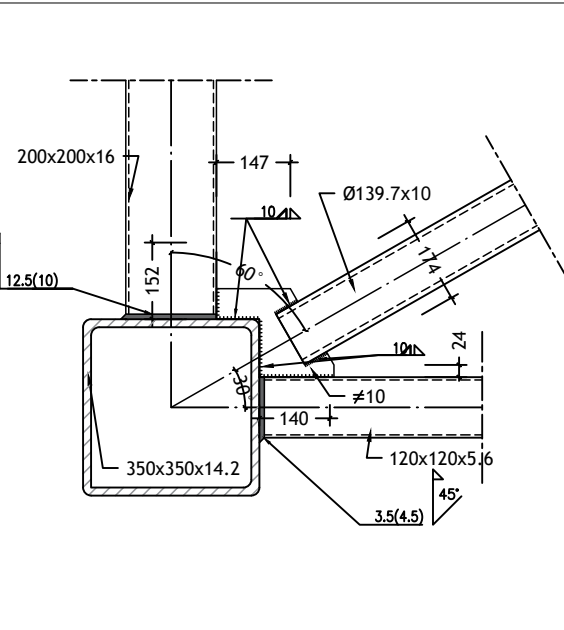
DETALLE 55



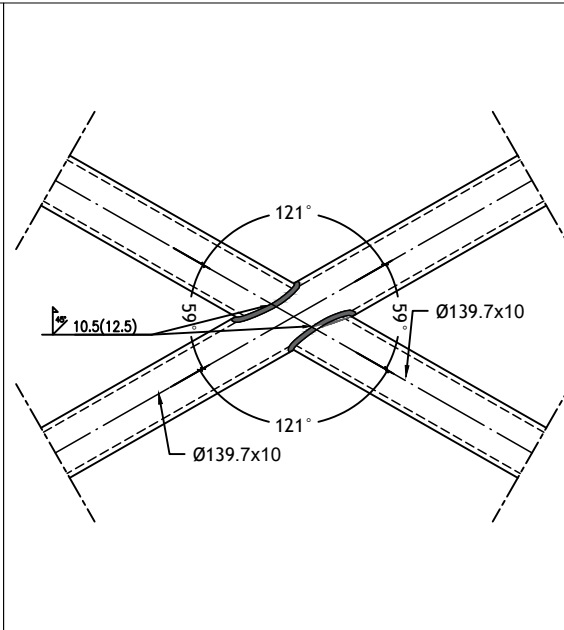
DETALLE 56



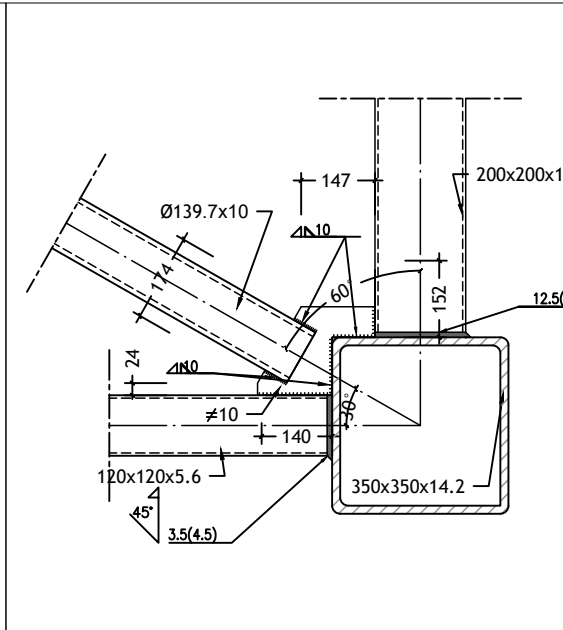
DETALLE 57



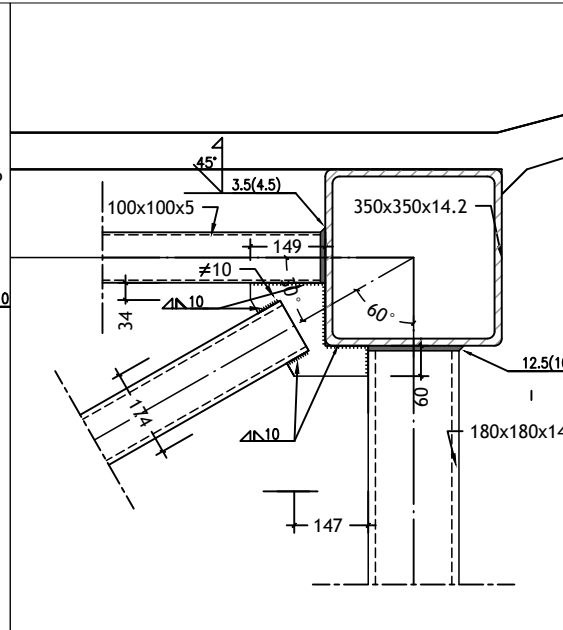
DETALLE 58



DETALLE 59



DETALLE 60



TÍTULO:  
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA  
 CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
 TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
 (ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

AUTOR:  
 ALBERTO GARCÍA CÁRCCEL

FIRMA:

ESCALA  
 1/15

FECHA  
 JULIO 2022

DESIGNACIÓN DEL PLANO:  
 DETALLES UNIONES 7

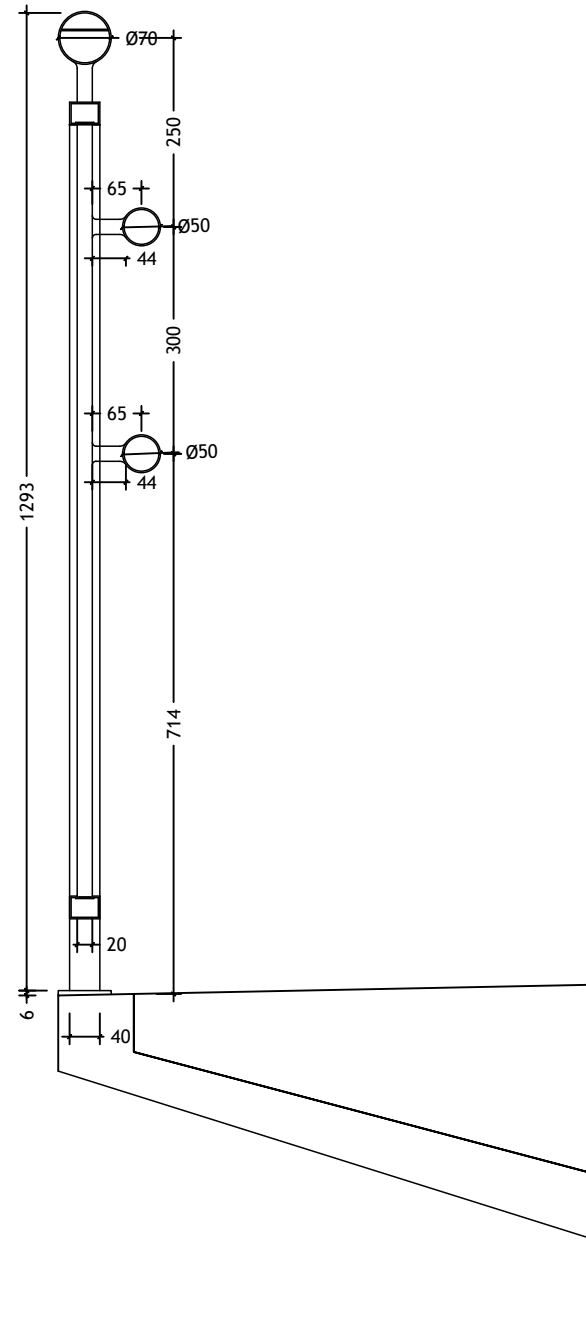
Nº PLANO  
 29

NOTAS:

- COTAS EN mm.
- PLANO ESTRUCTURAL, NO MEDIR EN EL PLANO.

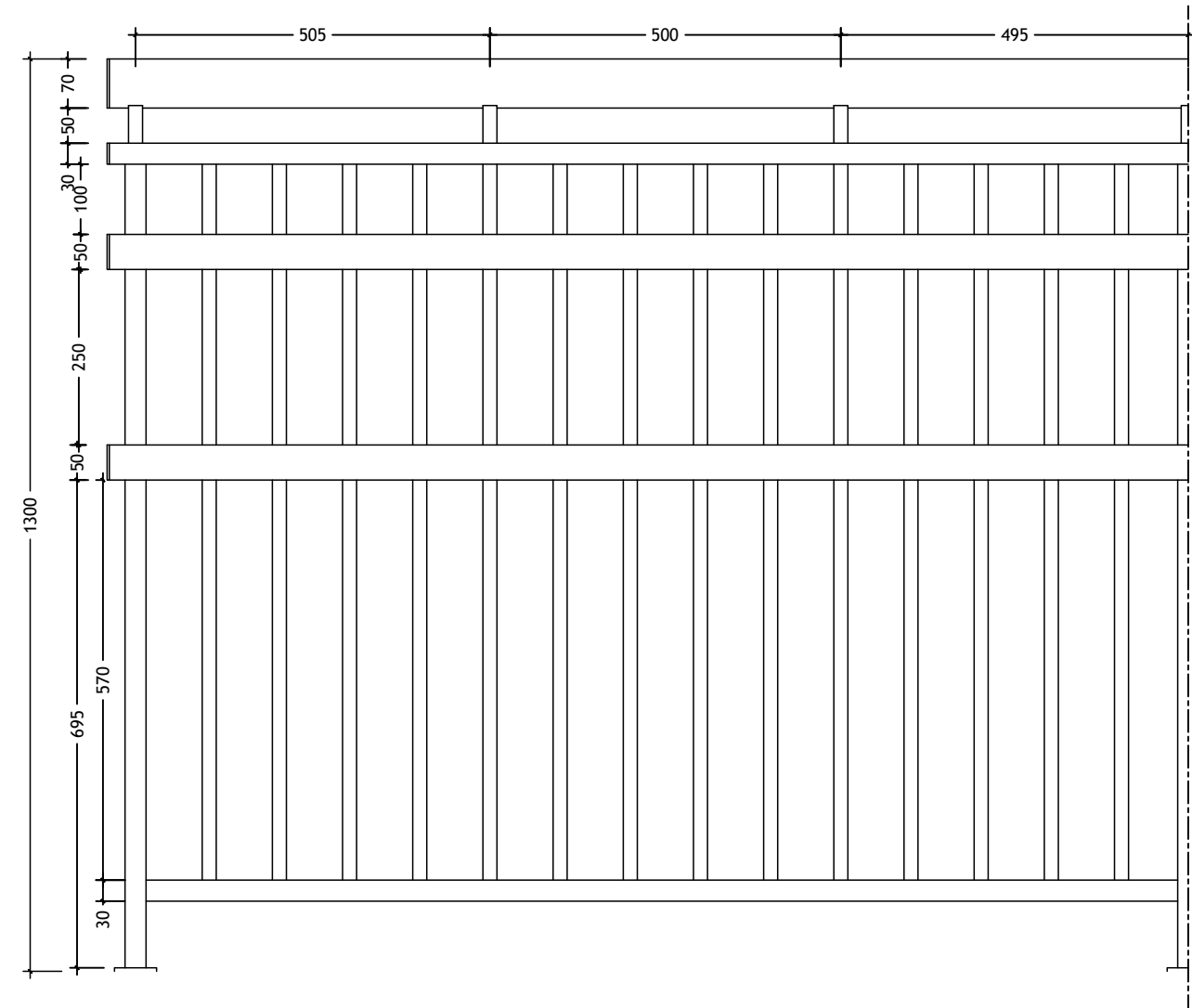
### SECCIÓN BARANDILLA

Escala: 1/10



### ALZADO BARANDILLA

Escala: 1/10



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



#### TÍTULO:

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PASARELA  
CICLOPEATONAL SOBRE EL RÍO AGRES, EN EL  
TERMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY  
(ALICANTE). DISEÑO ESTRUCTURAL.

#### AUTOR:

ALBERTO GARCÍA CÁRCEL

#### FIRMA:

#### ESCALA

1/10

#### FECHA

JULIO 2022

#### DESIGNACIÓN DEL PLANO:

BARANDILLA

#### Nº PLANO

30