

ANEJO N°7

Estructuras

Índice

1	Introducción	1
2	Voladizos	2
2.1	Sección tipo 1	2
2.2	Sección tipo 2	3
2.3	Sección tipo 3	3
2.4	Sección tipo 4	4
3	Reacondicionamiento Puente Asua	6
4	Ampliación Paso Inferior BI-735 carretera Lutxana-Asua	7
5	Muros	8

Proyecto de Trazado del Eje peatonal y ciclable de la Ría. Tramo Lutxana - Altzaga

Anejo nº7: Estructuras.

i

1 Introducción

El objeto de este Anejo es la descripción, a nivel de proyecto de trazado, de todas las estructuras y obras de fábrica existentes en el presente **“Proyecto de Trazado del Eje Peatonal y Ciclable de la Ría. Tramo Lutzana-Altzaga”**.

Así, a continuación se expondrán las características más representativas de cada estructura y los distintos condicionantes (funcionales, hidráulicos, medioambientales, geotécnicos, económicos...) que han intervenido en el prediseño de las mismas.

En concreto el proyecto contempla, al objeto de materializar el nuevo eje peatonal y ciclable, la construcción de varias estructuras en voladizo sobre la ría, el reacondicionamiento del puente de Asua para ampliar su sección, así como la ampliación de un paso inferior y 5 muros de contención.

Su descripción gráfica detallada se recoge en el apartado 6 del Documento nº2 de planos del proyecto en base al siguiente índice:

- 6.1. Estructuras. Planta de situación
- 6.2.1. Estructuras. Voladizo 1+200
- 6.2.2. Estructuras. Voladizo 1+400
- 6.2.3. Estructuras. Voladizo 1+550
- 6.2.4. Estructuras. Voladizo 2+000
- 6.2.5. Estructuras. Voladizo 2+200
- 6.2.6. Estructuras. Voladizo 2+400
- 6.2.7. Estructuras. Voladizo 2+600
- 6.3. Estructuras. Reacondicionamiento Puente Asua
- 6.4. Estructuras. Ampliación paso inferior BI-735 Carretera Lutzana-Asua
- 6.5. Estructuras. Muros.

En los siguientes apartados de este anejo se describen con más detalle las características más significativas de cada una de estas estructuras.

Proyecto de Trazado del Eje peatonal y ciclable de la Ría. Tramo Lutzana - Altzaga

Anejo nº7: Estructuras.

1

2 Voladizos

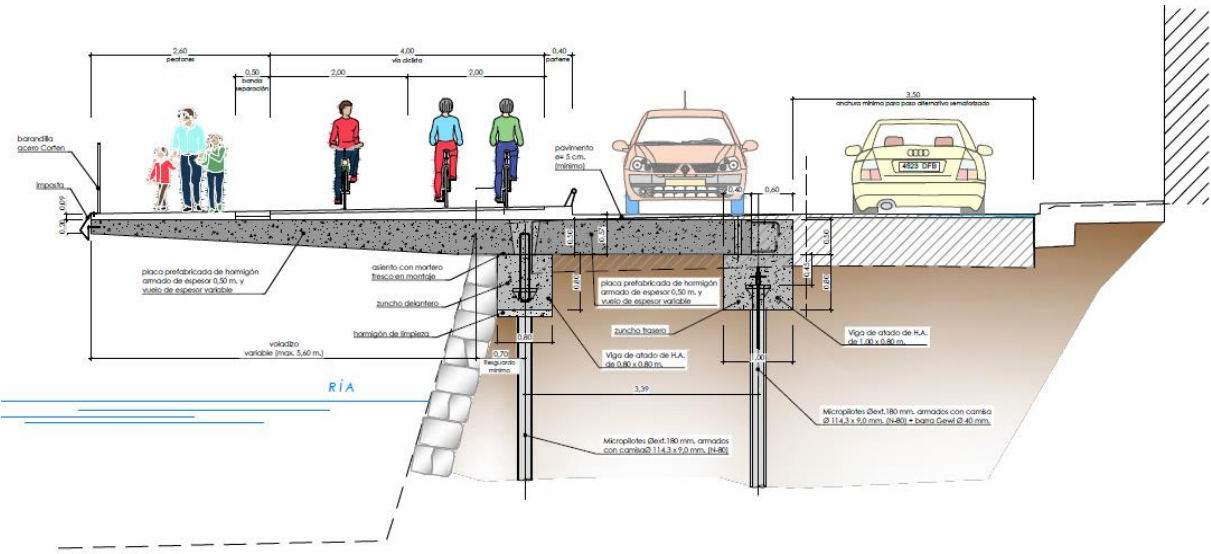
En determinadas zonas del trazado proyectado se hace necesario diseñar una estructura en voladizo sobre la ría que posibilite la implantación del nuevo eje peatonal y ciclable objeto del presente proyecto. Dicha estructura tendrá una tipología estructural diferente en función de la luz que sea necesario volar en cada caso, así como del espacio disponible en tierra para poder apoyarse.

De esta forma se han diseñado 4 secciones tipo a lo largo del trazado, cuyas principales características se describen a continuación.

En todos los casos será necesario realizar un tratamiento adecuado de la junta de transición entre estas estructuras voladas y las planchadas/cantil existentes al objeto de evitar movimientos diferenciales entre ambas zonas que terminen provocando fisuras o grietas en el pavimento.

2.1 Sección tipo 1

Esta primera sección tipo se aplica en aquellas zonas del nuevo trazado proyectado en las que la magnitud del vuelo necesario resulta considerable, y el espacio disponible para materializar el apoyo en tierra de la estructura es suficiente para mantener el paso alternativo del tráfico dejando un carril de la carretera de la ría, con paso alternativo regulado por semáforos,c con una anchura mínima de 3,50 m. Esto es posible ya que donde se aplica esta solución no se cuenta con la presencia cercana al cantil actual del interceptor de saneamiento Udondo-Erandio del CABB, que aparece a mitad del trazado del eje ciclista y peatonal incluido en este tramo de proyecto, condicionando la solución a adoptar en cada caso.



Sección tipo 1

La longitud total de aplicación de esta primera sección tipo es de casi 474 m, la cual se encuentra tramificada a lo largo del nuevo trazado proyectado según se muestra en la tabla adjunta. La luz de la zona volada en cada zona es también variable, siendo el máximo de unos 5,60 m medidos desde el borde exterior del cantil.

Voladizo	Longitud (m)	PK inicio	PK final
1+200	325,75	1+000,00	1+327,92
1+400	147,45	1+329,46	1+477,0

Así, debido a la longitud del voladizo, no resulta factible proyectar una geometría razonable con un contrapeso que transmita en su base una tensión inferior a 2 Kp/cm² y que además cumpla con los coeficientes de seguridad mínimos frente a vuelco y deslizamiento fijados por la normativa vigente. En estas condiciones, tal y como se observa en la imagen anterior representativa de esta tipología resistente, el voladizo se resuelve mediante una placa transversal prefabricada de hormigón armado, de 0,50 m de espesor en la zona que ejerce de contrapeso y canto variable en el voladizo, que se dispondrá encajando las ventanas con las que cuentan en las esperas dejadas en la coronación de dos zunchos de hormigón armado micropilotados en los que se apoya, mediante una solución porticada en la que los dos apoyos se ubican en el trasdós del cantil existente. Para garantizar su estabilidad durante la construcción, se prevé la disposición de anclajes provisionales.

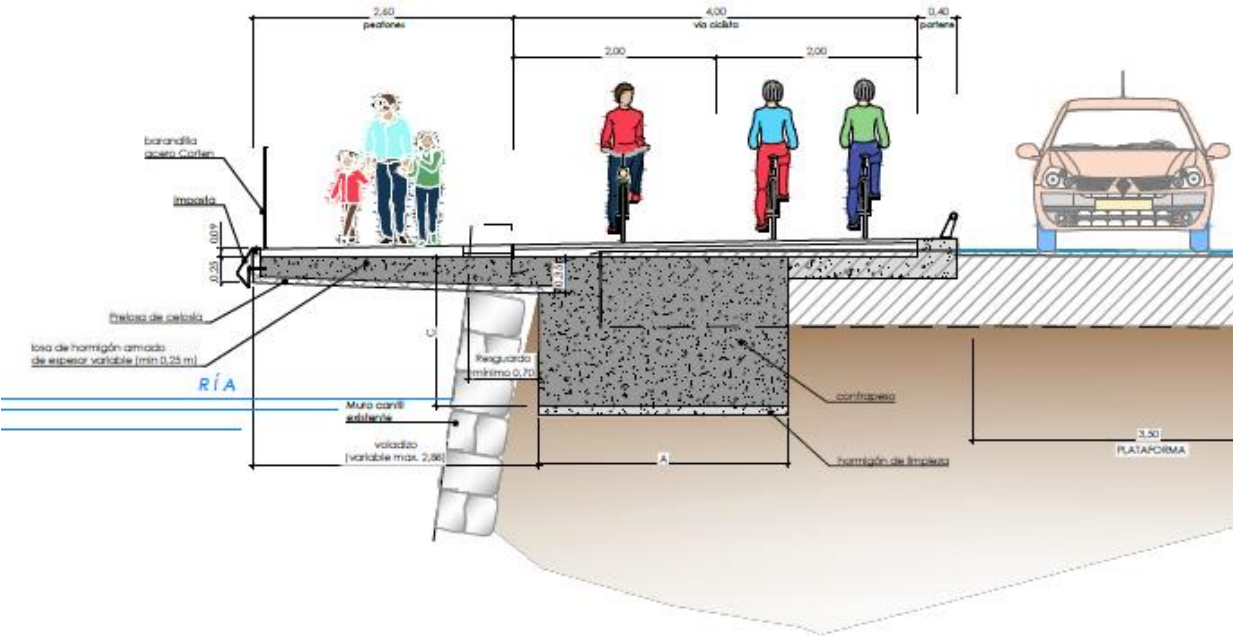
En esta solución, el micropilote delantero (que estará sometido fundamentalmente a esfuerzos verticales de compresión) se dispone con un resguardo mínimo de 0,70 m respecto al borde exterior del muro de fábrica del cantil para no afectar a su estabilidad, mientras que el trasero se dispondrá a una distancia variable de éste (en torno a 3,4 m) al objeto de limitar el valor máximo de las tracciones que lo solicitan.

En ambos casos, la coronación de las alineaciones de micropilotes delanteros y traseros se atan longitudinalmente mediante la disposición de una viga/zuncho de hormigón armado ejecutada in situ de dimensiones 0,80x0,80 m y 1,00x0,80 m respectivamente. Estos zunchos, a su vez, servirán de elementos de unión de los micropilotes con la placa prefabricada gracias a la armadura de anclaje dispuesta, consiguiendo solidarizar ambas partes con el hormigonando in situ de las ventanas dejados en la placa prefabricada a tal efecto. Igualmente se deben solidarizar las juntas transversales que se generan entre las placas, colocando la armadura de obra correspondiente y procediendo al posterior hormigonado de las mismas.

En ambos casos los micropilotes serán de ϕ_{ext} 180 mm armados con camisa 114,3x9,0 mm de acero N-80, y en la hilera trasera se añadirá además una barra Gewi al estar sometida fundamentalmente a esfuerzos verticales de tracción. El empotramiento mínimo en roca sana previsto para los micropilotes será de 6 ϕ .

2.2 Sección tipo 2

La segunda sección tipo proyectada resulta de aplicación en aquellos casos en los que el vuelo necesario no resulta excesivamente grande (máximo 2,88 m) y existe en tierra el suficiente espacio como para ejecutar un contrapeso que mantenga un resguardo mínimo de 0,70 m respecto al borde exterior del cantil. Además, de cara a no comprometer la estabilidad de este muro de fábrica existente, la geometría del contrapeso debe estar diseñada para no transmitir una tensión superior a 2 Kp/cm² en su plano de apoyo.



Sección tipo 2

La longitud total de aplicación de esta segunda sección tipo es de casi 72,1 m, la cual se encuentra tramificada a lo largo del nuevo trazado proyectado según se muestra en la tabla adjunta. La luz de la zona volada en cada zona es también variable, siendo el máximo cercano a los 2,88 m que se han fijado como límite superior para poder aplicar esta tipología estructural.

Voladizo	Longitud (m)	PK inicio	PK final
1+550	72,1	1+523,50	1+595,50

El contrapeso será de hormigón armado ejecutado in situ y sus dimensiones serán tales que se garantice en todo momento la estabilidad global del voladizo tanto a vuelco como frente a deslizamiento, cumplimiento para ello con los coeficientes de seguridad mínimos fijados por la normativa. En concreto, se han establecido 4 subsecciones en función de la luz requerida para el voladizo en cada zona.

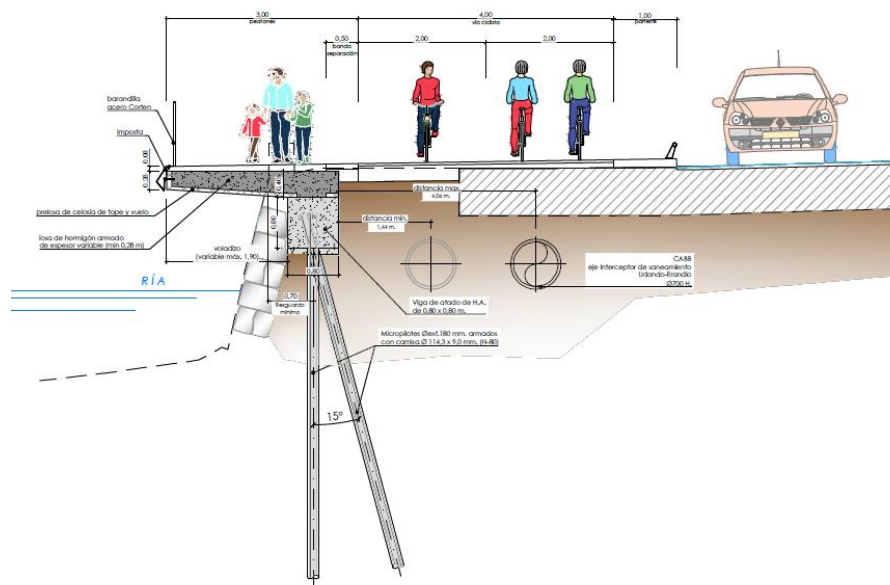
Subsección	Vuelo Vmáx (m)	Ancho A (m)	Canto C (m)
2.1	1,20	1,50	0,80
2.2	1,50	1,70	1,00
2.3	2,00	2,00	1,25
2.4	2,85	2,45	1,50

La losa del voladizo tendrá espesor variable (mínimo 0,25 m en el borde y máximo 0,35 m en la sección de empotramiento) y será igualmente de hormigón armado ejecutada in situ al amparo de una prelosa prefabricada de celosía para evitar cimbrar sobre el lecho de la ría. Para garantizar su estabilidad durante la construcción, primero deberá hormigonarse íntegramente el contrapeso, incluidos los 0,50 m iniciales de la losa del voladizo para, una vez transcurridas como mínimo 24 horas y habiendo alcanzado el hormigón una resistencia mínima de 20 N/mm², proceder ya a hormigonar el resto de la losa.

2.3 Sección tipo 3

Esta sección tipo se aplica en aquellas zonas del nuevo trazado proyectado en las que la magnitud del vuelo necesario no es excesivamente grande (máximo de 1,80 m) de manera que no hay espacio suficiente para disponer bajo el vuelo un apoyo en el lecho de la ría; y por otro lado, en el trasdós del cantil existente el espacio disponible para materializar el apoyo en tierra de la estructura es muy limitado, debido a la presencia cercana al cantil actual del interceptor de saneamiento Udondo-Erandio del CABB.

Así, en estas condiciones no resulta factible proyectar una geometría razonable para el contrapeso que transmita en su base una tensión inferior a 2 Kp/cm² y que además cumpla con los coeficientes de seguridad mínimos frente a vuelco y deslizamiento fijados por la normativa vigente. En consecuencia se opta por utilizar como contrapeso un cargadero lineal de micropilotes, el cual tendrá un canto mínimo de 0,80 m, en el que se disponen de manera alternada micropilotes verticales y otros con una inclinación de 15° con la vertical, para ayudar a absorber las tracciones que se produzcan, tal como se muestra en la imagen adjunta.



Sección tipo 3

La longitud total de aplicación de esta tercera sección tipo es de casi 287 m, la cual se encuentra tramificada a lo largo del nuevo trazado proyectado según se muestra en la siguiente tabla. La luz de la zona volada en cada zona es variable, rondando el máximo los 1,80 m.

Voladizo	Longitud (m)	PK inicio	PK final
2+000	63,37	1+952,60	2+015,80
2+200	223,2	2+025,75	2+248,00

Al igual que ocurría en la sección tipo 1 anteriormente descrita, el micropilote vertical (que estará sometido fundamentalmente a esfuerzos verticales de compresión) se dispone con un resguardo mínimo de 0,70 m respecto al borde exterior del muro de fábrica del cantil para no afectar a su estabilidad, mientras que el inclinado (a unos 15° con la vertical) podría disponerse al tresbolillo con los verticales para poder ganar algo de brazo mecánico.

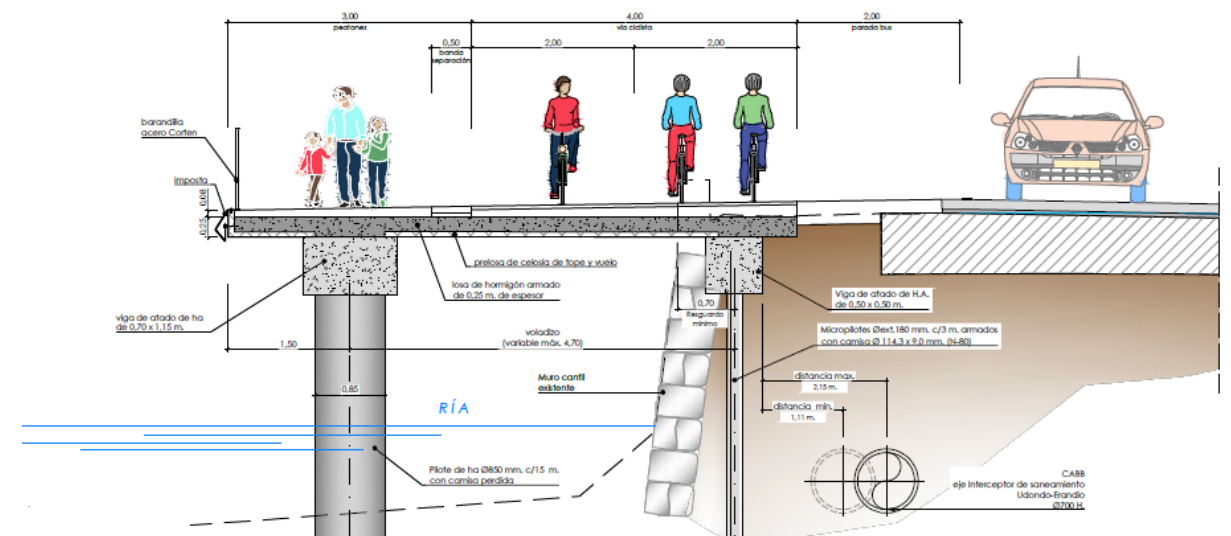
Los micropilotes serán de ϕ_{ext} 180 mm armados con camisa 114,3x9,0 mm de acero N-80, y en los inclinados se añadirá además una barra Gewi al estar sometidos fundamentalmente a esfuerzos de tracción. El empotramiento mínimo en roca sana previsto para los micropilotes será de 6ϕ .

La losa del voladizo tendrá espesor variable (mínimo 0,25 m en el borde y máximo 0,40 m en la sección de empotramiento) y, al igual que ocurría en la sección tipo 2, será igualmente de hormigón armado ejecutada in situ al amparo de una prelosa prefabricada de celosía para evitar cimbrar sobre el lecho de la ría. Para garantizar su estabilidad durante la construcción, las prelosas tendrán que llevar una distribución especial para poder anclar barras antivuelco al zuncho, que habrá sido

previamente hormigonado. Posteriormente se procederá al hormigonado del resto de la losa para que quede empotrada con la riostra.

2.4 Sección tipo 4

Esta sección tipo se aplica en aquellas zonas del nuevo trazado proyectado en las que la magnitud del vuelo necesario resulta considerable y/o el espacio disponible para materializar el apoyo en tierra de la estructura es limitado, principalmente por la presencia cercana al cantil actual del interceptor de saneamiento Udondo-Erandio del CABB.



Sección tipo 4

La longitud total de aplicación de esta sección tipo ronda los 445 m, la cual se encuentra tramificada a lo largo del nuevo trazado según se muestra en la siguiente tabla. La luz de la zona volada es variable, siendo el máximo de unos 5,53 m medidos desde el borde exterior del cantil.

Voladizo	Longitud (m)	PK inicio	PK final
2+400	332,30	2+248,00	2+578,43
2+600	112,60	2+548,30	2+696,15

En estas condiciones, tal y como se observa en la imagen anterior representativa de esta tipología resistente, el voladizo se resuelve como una estructura porticada en la que uno de los apoyos se ubica en el lecho de la ría y el otro en el trasdós del cantil existente.

En concreto, en el lecho de la ría se dispone una alineación de pilotes de diámetro ϕ 850 mm cuya ejecución se debe realizar al amparo de una camisa metálica perdida. La separación longitudinal prevista entre ejes de pilotes es de 15 m y su construcción se prevé realizarla desde tierra con la ayuda

de un útil de guiado fijado al cantil. Esta alineación de pilotes discurre paralela al borde exterior del voladizo a una distancia de 1,50 m.

El apoyo en tierra por su parte se materializa mediante la construcción de una alineación de micropilotes ϕ_{ext} 180 mm c/3,0 m, armados con camisa 114,3x9,0 mm de acero N-80, dispuestos con un resguardo mínimo de 0,70 m respecto al borde exterior del cantil. El motivo de adoptar este resguardo es evitar afectar a la estabilidad del actual muro de fábrica de la ría, cuyo comportamiento geotécnico estructural no resulta posible conocer. No se considera un resguardo mayor para tratar de alejar los micropilotes lo máximo posible del interceptor de saneamiento Udondo-Erandio del CABB.

Dadas las características de la obra (uso peatonal y ciclable), las cargas transmitidas a la cimentación no son de gran entidad y, en esta primera sección tipo, serán principalmente de componente vertical de compresión. En estas condiciones, el empotramiento mínimo en roca sana previsto para los pilotes será de 2 ϕ y de 6 ϕ para los micropilotes.

En ambos casos, la coronación de las alineaciones de pilotes y micropilotes se atan longitudinalmente mediante la disposición de una viga de hormigón armado ejecutada in situ de dimensiones respectivas 1,15x0,70 m y 0,50x0,50 m.

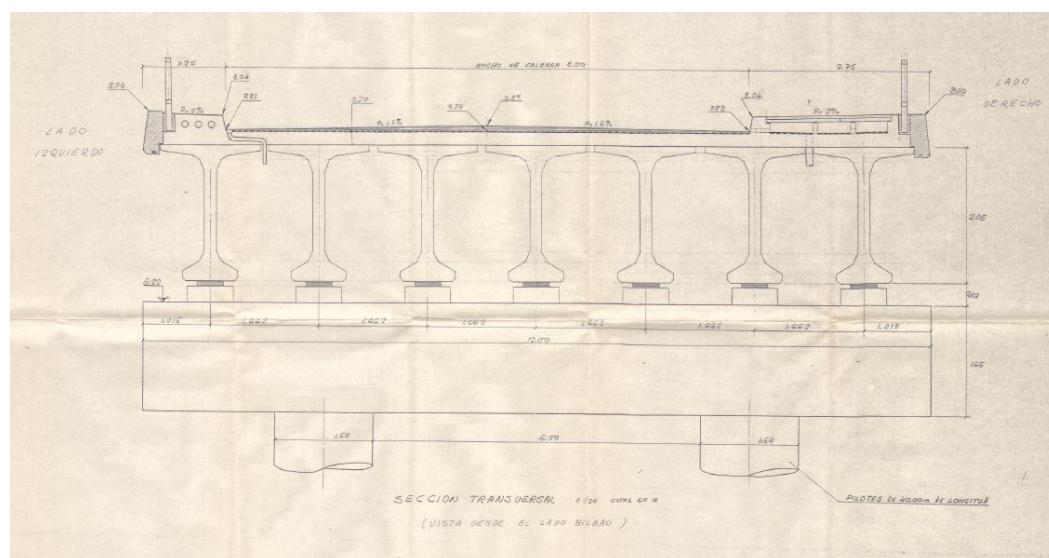
Por último, sobre estas vigas se disponen transversalmente unas prelosas prefabricadas de celosía de tape más vuelo que permiten hormigonar in situ la losa de forjado, de 0,25 m de espesor, evitando así la necesidad de cimbrar sobre el lecho de la ría.

3 Reacondicionamiento Puente Asua

La carretera BI-711 salva la desembocadura del río Asua en la ría de Bilbao mediante un puente que fue ejecutado tras las grandes inundaciones de agosto de 1.983, que arrastraron el puente que unía ambas márgenes del río hasta entonces, de ahí que su perfil longitudinal esté elevado respecto al resto de la carretera, para evitar futuras avenidas.

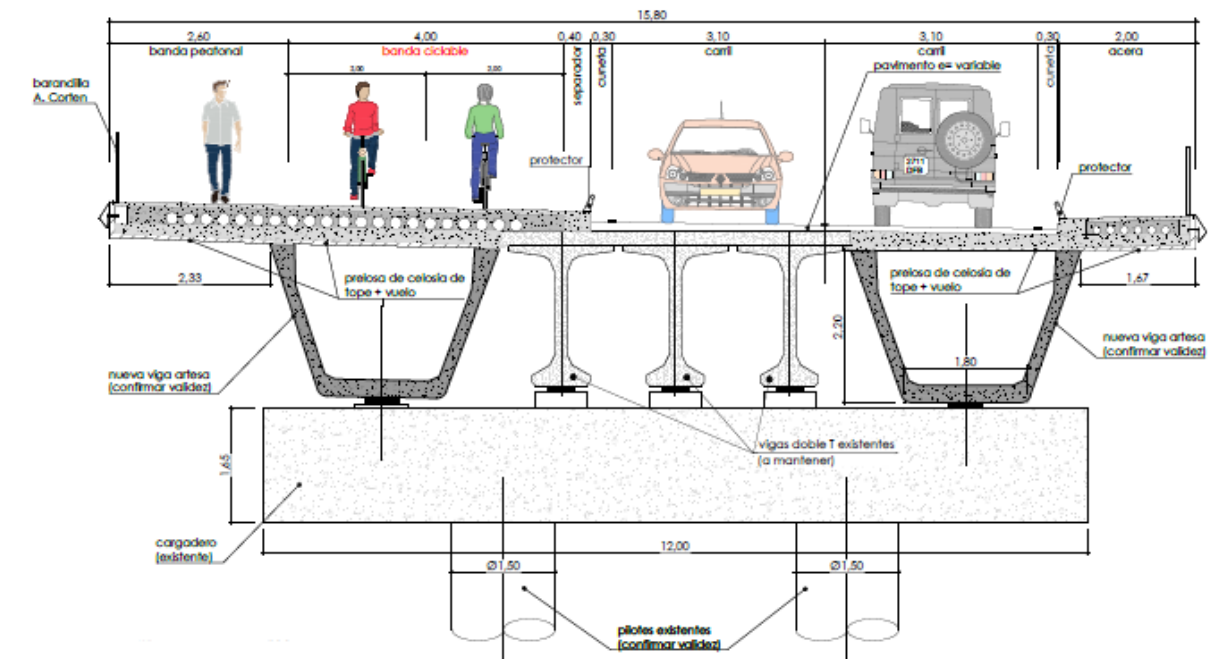


La solución que se dispuso consiste en un tablero de 7 vigas de hormigón pretensado de 46 m de longitud y 2,05 m de altura, sobre las que se dispone una losa de hormigón armado de 0,20 m ejecutada in situ. La sección transversal cuenta con una anchura total de 12,0 m repartida en calzada central de 8,0 m y aceras de 1,25 m aguas abajo y 2,75 m aguas arriba del tablero.



El tablero está soportado por dos cargaderos compuestos por vigas dintel que apoyan sobre dos pilotes de 1,50 m de diámetro y 40 m de longitud. Como elementos adicionales de seguridad de la estructura se construyeron dos losas de rozamiento que refuerzan el conjunto frente a los empujes horizontales.

Para poder incluir el eje peatonal y ciclista en el lado aguas abajo del puente, es necesario ampliar la sección del mismo, que actualmente tiene 12,0 m de anchura, para que alcance los 15,80 m necesarios. La sección tipo actual se reordena para quedar con la distribución que aparece en la siguiente imagen, con el eje ciclista y peatonal en la margen izquierda, la calzada retranqueada respecto de su posición actual y una acera de 2,0 m en la margen derecha del tablero.



La tipología estructural propuesta para la ampliación de la sección del tablero consiste en sustituir las dos vigas doble T laterales en ambas márgenes, por una viga artesana tipo BU-220, que permita materializar los voladizos necesarios en cada lado gracias a la colocación de biplacas de tape más vuelo. Para mantener el paso intermitente del tráfico por parte de la sección del puente, se haría primero la sustitución de una margen del tablero, y una vez completada se procedería a ejecutar la margen opuesta. Con esta solución quedarían vuelos desiguales, de 2,33 m aguas abajo y 1,67 m aguas arriba.

El apoyo de las nuevas vigas artesas en el cargadero quedaría a una distancia inferior a un canto útil de los pilotes de 1,50 m de diámetro que lo sustentan, y sobre el que descansa el puente, por lo que presumiblemente el dintel seguiría siendo válido. No obstante, en fases posteriores de proyecto se comprobarán tanto el cargadero como los pilotes de cimentación para demostrar su validez ante el incremento de carga al que van a ser sometidos con esta ampliación.

Proyecto de Trazado del Eje peatonal y ciclable de la Ría. Tramo Lutzana - Altzaga

Anejo nº7: Estructuras.

6

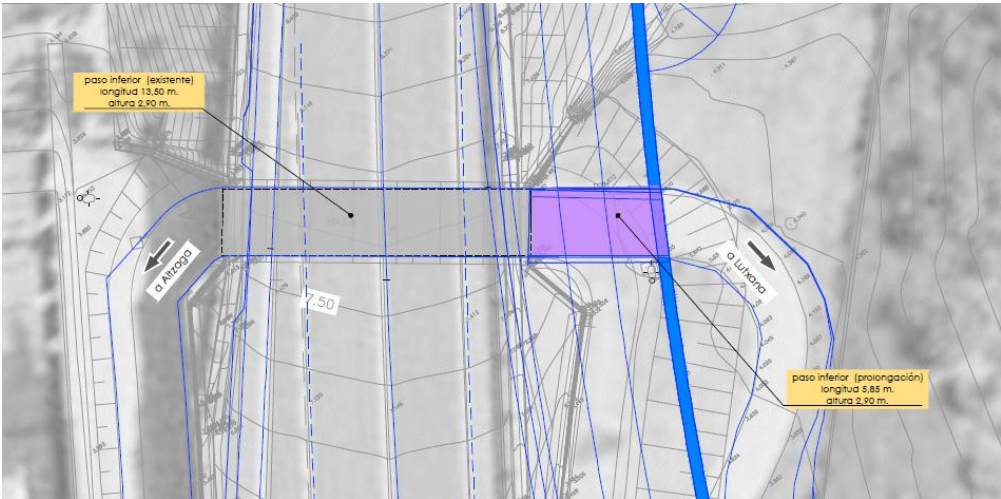
4 Ampliación Paso Inferior BI-735 carretera Lutzana-Asua

Bajo la carretera BI-735, que comunica Lutzana con Asua, cerca de la localización de la nueva rotonda proyectada en su confluencia con la carretera BI-711 de la ría, existe un paso inferior peatonal que deberá ser prolongado para permitir ampliar la plataforma superior, incluyendo los viales de acceso a la rotonda y el eje ciclista y peatonal que se adosa a los mismos.

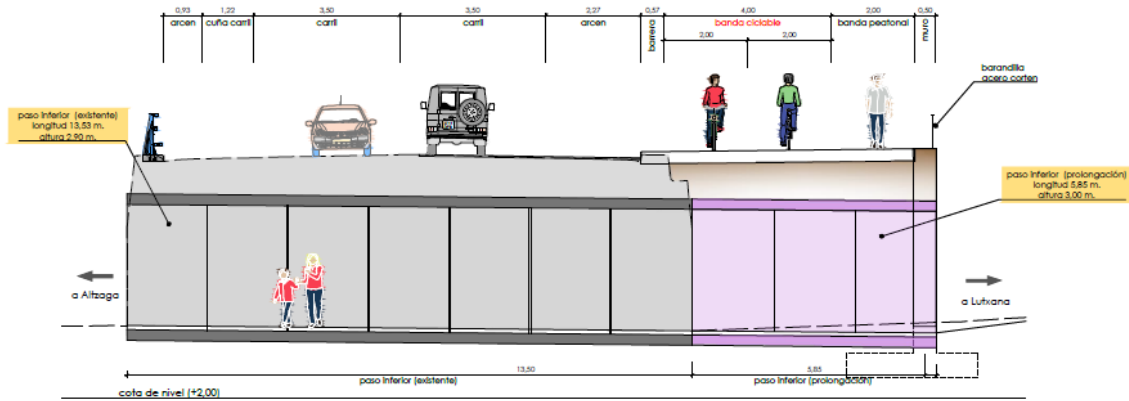
El paso inferior actual está resuelto con una solución de cajón prefabricado de hormigón armado, compuesto por 7 módulos que componen una longitud total de unos 13,50 m. Las dimensiones interiores del cajón cuentan con un ancho de 3,0 m y una altura libre de 2,90 m, tal como se muestran en la siguiente imagen.



Para albergar la nueva plataforma ampliada de la BI-735 es necesario prolongar la estructura en una longitud de 5,85 m en uno de sus extremos, equivalente a incorporar tres nuevos módulos prefabricados, con una solución similar a la existente.



Sobre la prolongación del paso inferior se establece el eje ciclista y peatonal, respetando en todo momento los carriles de la carretera de tráfico rodado.



Según las mediciones realizadas, la solución prefabricada cuenta con solera y dintel de 0,25 m de espesor y hastiales de 0,20 m. Los encuentros entre ellos en las cuatro esquinas están acartelados, como es habitual en este tipo de soluciones. No se precisa la disposición de aletas, ya que quedan englobadas en la definición del Muro 5, que evita que el relleno derrame contra el camino peatonal de acceso al propio paso inferior.

5 Muros

A continuación se recoge en una tabla las características principales de los 5 muros de contención incluidos en este proyecto:

Muro	P.K. INICIO	P.K. FINAL	Eje	Margen	Longitud (m)	Hmax (m)	Tipología	Función
1	1+163,75	1+182,10	eje 8	Derecha	18,0	1,20	Muro en ménsula de hormigón armado	Es necesario retranquear un muro de fábrica existente, que contiene el relleno sobre el que se asienta una explanada elevada destinada a aparcamiento de vehículos. Coincide en planta con el tramo de línea 2 que cruza bajo la ría.
2	1+520,00	1+589,50	eje 8	Derecha	80,0	1,50	Muro en ménsula de hormigón armado	Permite ampliar la acera de la margen derecha de la carretera de la ría una vez el trazado supera el puente de Asua, conteniendo el desnivel entre ésta y un pequeño talud ajardinado. También es necesario retranquear los dos tramos de escalera existentes.
3	0+050 (eje 109)	0+010 (eje 107)	eje 109 /eje 97 /eje 107	lzquierda	28,3	1,50	Muro en ménsula de hormigón armado con pretil en coronación	Contiene el derrame de tierras del relleno necesario para materializar la nueva rotonda de Asua en la confluencia de los carreteras BI-735 y la BI-711, en el frente de la ría, evitando derramar contra el nuevo eje ciclista y peatonal. Es necesario disponer en coronación del muro un pretil similar al adoptado recientemente en el entorno de esta carretera.
4	0+063 (eje 104)	1+790 (eje 9)	eje 104 /eje 108 /eje 9	Derecha	85,0	2,80	Muro en ménsula de hormigón armado con pretil en durmiente	Evita que el derrame de los viales de acceso a la nueva rotonda desde la BI-735 y salida a la BI-711 en dirección Getxo, derramen contra el camino de acceso al paso inferior existente que rodea el concesionario, cuyo cerramiento es necesario retranquear. Sobre el muro se repone la solución de durmiente con pretil metálico, de manera similar a la solución actual.
5	0+020 (eje 68)	0+048 (eje 105)	eje 68 /eje 97 /eje 105	Derecha	61,7	4,90	Muro en ménsula de hormigón armado	Contiene el derrame de tierras del eje ciclista que se adosa a los viales de salida de la rotonda en dirección a Asua, en la BI-735, para evitar derramar contra el acceso al paso inferior que resulta necesario ampliar. A su vez sirve de aletas en la salida de la ampliación del paso inferior.