

4.7. ESTRUCTURAS

4.7. Estructuras

El objeto de la presente memoria es la descripción de las estructuras existentes en cada una de las alternativas planteadas para el tramo en estudio.

A lo largo de la traza de cada alternativa se enumeran según el orden de aparición cada una de las estructuras indicando su longitud aproximada y la tipología tanto del tablero como de las pilas.

Las distintas opciones analizadas se agrupan en dos alternativas, denominadas alternativa 1 y alternativa 2.

4.7.1. Tipología de estructuras

Analizado el trazado y definida la totalidad de las estructuras propuestas para cada una de las alternativas, se describen las tipologías consideradas en cada uno de los casos.

A la hora de decidir las distintas tipologías estructurales se ha optado por una coherencia visual en el conjunto de la obra, de las estructuras y del resto de los elementos que conforman la concepción global de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao; ya que una estructura no es un elemento aislado, sino que forma parte de un proyecto más amplio, que es en definitiva su razón de ser. Dichos aspectos visuales son muy importantes pero deberán de ser compatibles con los otros condicionantes y en particular con los económicos.

Se ha buscado una repetición de materiales, tipologías estructurales y de sistemas constructivos con el objeto de conseguir una mayor rapidez de ejecución, un mejor aprovechamiento de los recursos humanos y materiales, y una mayor calidad de la obra.

Los Puentes de Ferrocarril, tanto por su morfología como por las sollicitaciones que actúan sobre ellos plantean problemas específicos e imponen condiciones de trazado y de limitación de movimientos. La propia velocidad del tren repercute en los efectos dinámicos de las cargas. Las condiciones funcionales y medio-ambientales obligan a condiciones de trazado exigentes, tanto en planta

como en alzado que conducen a numerosos puentes, en general de gran longitud y altura. A las estructuras se les exigen condiciones funcionales específicas en términos de movimientos y aceleraciones que tienen una incidencia muy importante sobre la seguridad y el confort de los pasajeros. Por otro lado la disposición o no de juntas en el carril sobre las estructuras, que tiene incidencia en las condiciones de conservación de la vía y confort en la circulación de los trenes, puede limitar la longitud de los puentes debido a los fenómenos asociados a la interacción de la vía con el tablero producidos por las deformaciones impuestas y las acciones horizontales de frenado y arranque.

Como condiciones específicas más significativas nos encontramos con:

- ✓ **Fuerzas verticales:** dado que el diseño y dimensionamiento de los puentes de ferrocarril está muy condicionado por las sobrecargas que actúan sobre los mismos. Estas sobrecargas tienen o bien una masa o bien una velocidad muy superior a la correspondiente a los puentes de carretera.
- ✓ **Fuerzas de frenado y arranque:** las fuerzas de frenado que se consideran son un 25% de las cargas verticales correspondientes. La fuerza total que es transmitida al tablero, y en consecuencia a los apoyos y pilas, va a depender del carácter continuo o no del carril en ambos extremos del tablero y de la rigidez de la propia estructura.
- ✓ **Fuerza centrífuga:** que dependerá de las masas del ferrocarril, del radio de curvatura y de la velocidad del tren.
- ✓ **Efectos dinámicos:** además de los efectos estáticos de las cargas, la importancia de las masas del ferrocarril, así como la velocidad de paso del mismo, producen efectos dinámicos que pueden ser muy importantes.
- ✓ **Interacción vía-tablero:** dado que la incorporación del carril continuo soldado sobre la estructura convierte el conjunto carril-travesía-balasto en un elemento estructural que debe estudiarse junto con el tablero-

apoyos-pilas-cimientos, debiéndose comprobar la capacidad del carril frente a las fuertes sollicitaciones que pueden provocarse.

- ✓ **Condiciones de deformabilidad y vibraciones:** son muy exigentes ya que movimientos excesivos pueden provocar cambios en la geometría de la vía que inciden sobre la seguridad, confort de los viajeros y el propio mantenimiento de la superestructura.

El puente ferrocarril más adecuado es el puente recto en sección cajón, siempre que las condiciones orográficas, medioambientales y técnicas así lo permitan. Esta tipología presenta un excelente aprovechamiento del material en cuanto a optimización de rigidez, resistencia a flexión y torsión. El puente continuo frente al biapoyado permite reducir la esbeltez de tableros y pilas, permitiendo la construcción de pilas más altas, debido a la transmisión de los esfuerzos de frenado a las pilas más bajas y a los estribos, realizando así un adecuado reparto de fuerzas longitudinales y transversales.

La sección tipo es de tipo trapecial con gran rigidez a flexión y torsión, con una anchura inferior mínima con el fin evitar anchuras de pilas excesivas.

4.7.2. Descripción de las estructuras

En el tramo objeto de estudio se plantean las siguientes estructuras:

Alt.	Denominación	PK inicio	PK final	Longitud (m.)	Ancho
A-1	A1-VS 4.0	3+950	4+060	110	13.3
	A1-VS 7.6	7+543	7+723	180	13.3
	A1-VS 9.4	9+562	9+806	244	13.3
	A1-VS-15.5	15+460	15+718	258	13.3
	A1-AR1-17.1	17+017	17+569	552	13.3
A-2	A2-VS 4.0	3+950	4+060	110	13.3
	A2-VS 7.6	7+543	7+723	180	13.3
	A2-VS 9.4	9+562	9+806	244	13.3
	A2-AR1-2.3	2+204	2+532	328	9

Las dos alternativas discurren con el mismo trazado hasta el P.K. 9+900, por lo que presentan 3 viaductos en común. A continuación se describen las estructuras de ambas alternativas.

Estructuras Comunes

La estructura A1-VS-4.0 de longitud 110 metros, repartidos en 3 vanos de 30+50+30 metros respectivamente, se ubica entre el P.K. 3+950 y el P.K. 4+060, salvando una pequeña vaguada.

La estructura A1-VS-7.6, que resuelve el cruce con el río Galindo, se encuentra entre el P.K. 7+543 y el P.K. 7+723. El viaducto consta de 4 vanos, de luces 36+54+54+36 metros respectivamente.

La estructura A1-VS-9.4 de longitud 244 metros, repartidos en 6 vanos de 28+40+54+54+40+28 metros, se ubica entre el P.K. 9+562 y el P.K. 9+806, salvando el cruce con el río Cadagua.

Estructuras Alternativa 1

Entre el P.K. 15+460 y el P.K. 15+718 surge un nuevo viaducto A1-VS-15.5 para solventar el paso de diversas vías de comunicación y una pequeña vaguada.

La estructura de 258 metros de longitud, consta de 5 vanos de luces 42+58+58+58+42 metros respectivamente.

La estructura A1-AR1-17.1 de longitud 552 metros, repartidos en 10 vanos de 32+60x8+40 metros respectivamente, se ubica entre el P.K. 17+017 y el P.K. 17+569, para salvar una pequeña vaguada.

Estructura Alternativa 2

Entre el P.K. 2+204 y el P.K. 2+532 surge un nuevo viaducto A2-AR1-2.3 para solventar el paso de diversas vías de comunicación y una pequeña vaguada. La estructura de 328 metros de longitud, consta de 9 vanos de luces 24+40*7+24 metros respectivamente.

Sección tipo

Se ha elegido como mejor solución estructural para el tablero, la formada por un dintel continuo de sección cajón bicelular de hormigón pretensado. El canto será variable según una parábola de segundo grado, resultando una relación canto/luz de 1/14 sobre pilas y 1/21 en centro de vano.

Los viaductos que cuentan con doble vía de circulación presentan una anchura de plataforma de 13.30 m. Para aquellos sobre los que discurre vía única, la anchura de plataforma se reduce a tan solo 9.00 m.

Las pilas están formadas por un fuste macizo de hormigón armado de sección octogonal que se mantiene constante con la altura. Los estribos serán cerrados de hormigón armado con aletas en vuelta.