

ANEJO N° 9.
PREDISEÑO DE ESTRUCTURAS

ÍNDICE

1. PLANTEAMIENTO GENERAL.....	1
1.1. VIADUCTO RIO GALINDO (EJE INTERIOR PP.KK. 8+420 – 8+728).....	1
1.2. ITINERARIO PEATONAL PP.KK. 3+610.....	2
1.3. ACONDICIONAMIENTO PUENTE DEL CARMEN (PP.KK. 0+913-0+972)	2
1.4. MUROS Y LOSAS P.K. 3+600 Y 5+500	3
1.5. ESTRUCTURA MARQUESINA ANDENES.....	3
2. BASES DE CÁLCULO.....	5
2.1. NORMATIVA EMPLEADA	5
2.2. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	5
2.3. ACCIONES CONSIDERADAS	5
2.3.1. Acciones permanentes de valor constante.....	5
2.3.2. Acciones permanente de valor no constante.....	6
2.3.3. Acciones variables.....	6
2.3.4. Acciones accidentales.....	7
2.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	8
2.4.1. Niveles de control.....	8

1. **PLANTEAMIENTO GENERAL**

En este apartado del Estudio Informativo se describen las estructuras que son necesarias para poder realizar algunas de las actuaciones propuestas en el Estudio y que se enumeran a continuación:

- Viaducto Rio Galindo
- Itinerario peatonal P.K. 3+610
- Acondicionamiento Puente del Carmen
- Muros de contención y losas soleras entre distintos viarios a distinto nivel, que permitan adaptar el trazado a los gálibos exigidos en los PP.KK. 3+600 y 5+500.
- Estructura para las marquesinas de andenes correspondientes a las Paradas.

1.1. **VIADUCTO RIO GALINDO (EJE INTERIOR PP.KK. 8+420 – 8+728)**

El viaducto se dispone en el cruce del Río Galindo transcurriendo una vez que se cruza paralelo al viaducto viario existente así como al propio río. Se plantea una estructura de hormigón pretensado constituida por una losa aligerada de 1,30 m de canto sin voladizos laterales. Los vanos cuentan con luces inferiores a 40.00 m de luz entre ejes de pilas.

Se tiene por tanto una estructura de ocho vanos de aproximadamente 300. m de longitud total.

Se proyecta una solución de tablero en losa aligerada (5 aligeramientos de 0,80 m de diámetro) de hormigón postesado, con 6 tendones de $31\varnothing 0,6''$. Se plantea una estructura ejecutada “in situ” debido a que las ventajas de una solución prefabricada (menor perturbación del tráfico inferior y mayor rapidez de ejecución) no son determinantes porque el tiempo de construcción del paso no es crítico en el conjunto de la obra. Por ello se propone un proceso constructivo basado en un cimbrado convencional desde el terreno.

La estructura, de 6,50 m de ancho, está constituida por un tablero en losa aligerada de 1,30 m de canto (relación aproximada de L/28), con bombeo del 2% para favorecer el drenaje, ancho en la base de 5.70 m.

Se disponen pilas cuadradas de 1,30 m de lado, empotradas en el tablero, para disminuir el número de aparatos de apoyo y favorecer el mantenimiento. Las pilas se disponen alineadas a las pilas del viaducto existente. La cimentación de las pilas es pilotada mediante encepados de 6,50x6,50 m y 2,00 m. de canto, disponiéndose 4 pilotes de 1,50 m. de diámetro y 30,00 m de longitud.

Cabe destacar que los estribos se proyectan cerrados con muros y aletas en vuelta con el fin de facilitar su adaptación a la sección del cauce. La cimentación de los estribos es pilotada mediante encepados de 10,00x7,00 m y 2,00 m. de canto, disponiéndose 6 pilotes de 1,50 m. de diámetro y 30,00 m de longitud.

1.2. ITINERARIO PEATONAL PP.KK. 3+610

Con el objeto de restituir el actual itinerario peatonal situado en el P.K. 3+610, se proyectan rampas y tramos de escaleras mediante muros de contención y losas solera adaptándose al terreno existente y con la longitud necesarias para cumplir la normativa de accesibilidad.

Se trata de una tipología de solución convencional, que al no tener alturas importantes, no suele presentar problemas resistentes ni de estabilidad, para lo cual se empotrarán en losas soleras que aseguran una mayor impermeabilización y menos asientos en el terreno, requiriendo cuantías mínimas en su armado debido a las secciones conservadoras que se adoptan.

Se procederá a la impermeabilización y drenaje del trasdós mediante la aplicación de pinturas bituminosas y disponiendo una capa drenante y tubos de hormigón poroso.

1.3. ACONDICIONAMIENTO PUENTE DEL CARMEN (PP.KK. 0+913-0+972)

Se trata de un puente de fábrica sobre el río Galindo, constituido por tres vanos de sección arco rebajado. El puente es de sillería con tímpanos de fábrica de ladrillo.

Actualmente el deterioro mayor que sufre la estructura son las humedades existentes, debido a la falta de un sistema de drenaje para evacuar el agua trasdosada. Esto ha provocado eflorescencias y filtraciones, principalmente en los arcos, así como lavados de juntas de los sillares.

También se aprecian grietas de poca importancia, piezas de sillería desplazadas, piezas de ladrillo perdidas, y vegetación y ligeros aterramientos en el cauce.

Las barandillas no se encuentran en buen estado siendo necesario su adecuación.

Las actuaciones de conservación y mantenimiento a realizar en la estructura son las siguientes:

- Despeje y desbroce del terreno en las zonas de los estribos.

- Retirada de aterramientos y limpieza del cauce
- Limpieza y saneo de paramentos mediante picado y chorreado.
- Saneo e inyección de juntas, gritas y fisuras, mediante mortero de relleno, previa restitución de piezas perdidas.
- Impermeabilización trasdós de obra de fábrica mediante microinyección.
- Sellado de juntas del tablero.
- Impermeabilización de losa del tablero
- Instalación de desagües en tablero.
- Impermeabilización de paramentos, mediante imprimación hidrófuga e incolora.
- Ejecución de mechinales.
- Limpieza, reparación y pintado de barandillas e imposta.

1.4. MUROS Y LOSAS P.K. 3+600 Y 5+500

Los muros de contención corresponden a muros de contención de terrenos que separan viales a distinto nivel necesarios para que el tranvía disponga del gálibo necesario en las zonas de cruce con estructuras existentes situadas en los PP.KK. 3+600 y 5+500.

Se trata de una tipología de solución convencional, que al no tener alturas importantes, no suele presentar problemas resistentes ni de estabilidad, para lo cual se empotrarán en losas soleras que aseguran una mayor impermeabilización y menos asientos en plataforma, requiriendo cuantías mínimas en su armado debido a las secciones conservadoras que se adoptan.

Se procederá a la impermeabilización y drenaje del trasdós mediante la aplicación de pinturas bituminosas y disponiendo una napa drenante y tubos de hormigón poroso.

1.5. ESTRUCTURA MARQUESINA ANDENES

Se acomete la ejecución de marquesinas en el ámbito de actuación de las Paradas, de tal manera que no interfieran en la circulación de peatones.

Se trata de una marquesina de pilares laterales, con cerchas en forma de ala de avión, con correas pasantes sobre estas y cubierta de chapa grecada, desaguando a un canalón lateral coincidiendo con la alineación de pilares. Consta de tres pórticos equidistantes 5 m.

Las actuaciones a realizar son las siguientes:

- Ejecución de la excavación de canalización de saneamiento y cimentación para su posterior incorporación.

- Ejecución de los elementos de estructura metálica y protección de los mismos contra el fuego.
- Instalación de la cubierta y elementos de desagüe de pluviales.
- Realización de las instalaciones pertenecientes a las marquesinas.
- Incorporación del revestimiento de falso techo.

Se construirá la siguiente tipología de marquesina:

Marquesina en voladizo formada por perfiles de sección circular hueca de 175 mm de diámetro y 9 mm de espesor; dejando una altura libre de 3,00 m. Los brazos de la marquesina se realizan con perfil metálico laminado tipo IPE-240 de sección variable, con una longitud de 1.70 m desde eje del pilar y una pendiente aproximada de 7°. Se dispondrá longitudinalmente un perfil tubular de sección 175x9 mm uniendo los perfiles IPE-240. Las correas de cubierta se realizan con tubo estructural de sección rectangular hueca de 120x80x5.

Las zapatas de las marquesinas serán de hormigón armado de dimensiones 1,10x1,10x1,80 m.

2. **BASES DE CÁLCULO**

2.1. **NORMATIVA EMPLEADA**

Son de obligado cumplimiento las siguientes Normas:

- INSTRUCCIÓN para el Proyecto y Ejecución de obras de hormigón en masa, armado o pretensado EHE-08.
- INSTRUCCIÓN sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril IAPF-07.
- INSTRUCCION relativa a las acciones a considerar para el Proyecto de Puentes de Carretera, de 12 de febrero de 1.998, en lo relativo a sus acciones y combinaciones (IAP-11).
- “Código Técnico de la Edificación” CTE-06 (Real Decreto 314/2006 de 17 de Marzo).
- NORMA de Construcción Sismorresistente NCSE-02.

2.2. **PARÁMETROS GEOTÉCNICOS**

Las características geotécnicas adoptadas para el viaducto sobre el río Galindo se han obtenido del estudio geotécnico del “Proyecto Constructivo del Cierre Norte de la circunvalación de Barakaldo”. 1998. BILBAO Ría 2000.

Con objeto de establecer las tipologías estructurales de las cimentaciones en el resto de estructuras, se puede considerar con carácter conservador para el cálculo de los distintos muros una tensión admisible de valor $1,00 \text{ kg/cm}^2$. (100 kpa)

2.3. **ACCIONES CONSIDERADAS**

2.3.1. *Acciones permanentes de valor constante*

Se consideran como acciones permanentes el peso propio y las cargas muertas:

- Peso propio:

Es calculado por el programa automáticamente

- Cargas muertas:

Son las debidas a los elementos no estructurales y que gravitan sobre los estructurales, tales como pavimentos de calzada y aceras, barreras y barandillas.

2.3.2. *Acciones permanente de valor no constante*

2.3.2.1. Acciones Reológicas

Deformaciones debidas a fluencia y retracción

2.3.2.2. Acciones debidas al terreno

En este apartado se considerarán las acciones originadas por el terreno, natural o de relleno, sobre los elementos en contacto con él, muros, aletas...

La acción del terreno sobre la estructura tendrá dos componentes: el peso sobre elementos horizontales (zapatas...) y el empuje sobre elementos verticales (muros, aletas.):

- El peso se determina aplicando al volumen de terreno el peso específico
- El empuje del terreno en magnitud y dirección se determina de acuerdo con las características del relleno empleado, pero en ningún caso será inferior al equivalente del empuje hidrostático de un fluido de peso específico igual a 5 kN/m³.

Acciones. Metodología:

- Para el cálculo del empuje activo en terrenos sin cohesión se aplica la teoría de Coulomb.
- En cuanto al coeficiente de empuje al reposo en suelos normalmente consolidados se calcula con la ecuación:

$$K = 1 - \operatorname{sen} \phi$$

Siendo ϕ el ángulo de rozamiento interno.

2.3.3. *Acciones variables*

2.3.3.1. Sobrecargas de uso

Sobrecarga en terraplenes adyacentes

Acorde con la Instrucción de Puentes de Carretera IAP-98 y de Puentes de Ferrocarril IAPF-07 se ha considerado para el cálculo de los distintos muros la acción de:

A efectos del cálculo de empujes del terreno sobre elementos de la estructura en contacto con él, se considera actuando en la parte superior del relleno, una sobrecarga uniforme de 3 t/ m².

Sobrecargas sobre Viaducto Rio Galindo

Las cargas del tranvía se asimilan a las cargas del carro de la IAP.

- Sobrecarga Tráfico s/ IAP 98 (carro 60 T + 400 kg/cm²)
- Sobrecarga bomberos 2000 kg/cm² s/CTE (accidental)
- Carga muerta 1.2 t/m² (vía en placa)
- Peso Propio (2.5 t/m³)

Sobrecargas sobre cubierta marquesina

- Peso Propio Cubrición (0.01 t/m²)
- Sobrecarga Uso (puntual) (0.1 t)
- Sobrecarga Nieve (0.06 t/m²)
- Acción del viento sobre la estructura según lo dispuesto en el artículo 3.3 y el anexo D del CTE-DB-SE-AE
- Las acciones térmicas no son necesario considerar debido a la longitud de las marquesinas.

Sobrecargas debidas al agua

La posibilidad de saturación del terraplén se considera en función del material de relleno, la capacidad de desagüe de la red de drenaje y la posición del nivel freático. Si se encuentra el N.F. a las profundidades cimentadas deberá considerarse esta acción en el cálculo. En nuestro caso se dispone un sistema de drenaje en el trasdós para desaguar cualquier presencia de agua en el mismo.

2.3.4. Acciones accidentales

Acciones Sísmicas:

En este caso no es necesario considerar esta acción en el cálculo según NCSE-02 con un valor de la aceleración sísmica de a_c y $a_b \leq 0,04g$

2.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Las características de los materiales empleados y los coeficientes de seguridad adoptados son los siguientes:

- Hormigón en losas, cimientos y alzados: HA-30/B/20/IIa
- Hormigón de limpieza: HM-15
- Para todas las armaduras pasivas se considera acero B 500 S.
- Para todas las armaduras activas se considera acero Y 1860 S7.
- S275, grado “JR” en perfiles y chapas de marquesinas

2.4.1. Niveles de control

Niveles de control de calidad

Control de ejecución

- Alzados y cimentaciones Nivel de control INTENSO

Control de materiales

- Hormigón Nivel de control ESTADÍSTICO
- Acero en armaduras pasivas y activas Nivel de control NORMAL

Coeficientes de seguridad

Se siguen las prescripciones de la EHE asumiendo los niveles de control señalados en el punto anterior. De acuerdo con ella, se señalan a continuación los coeficientes de seguridad y coeficientes de combinación que se utilizan en los cálculos y comprobaciones estructurales.