

II CONGRESO DE ACHE DE PUENTES Y ESTRUCTURAS

Realizaciones, Puentes



Viaductos de la Línea II de Metro de Bilbao

Javier Manterola Armisen

Miguel Ángel Gil Ginés

Carlos Fernández Casado S.L.

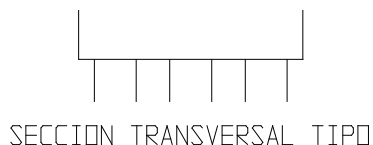
VIADUCTO DE LA LINEA II DE METRO DE BILBAO

INTRODUCCIÓN

La línea II de Metro de Bilbao sale al aire después de atravesar Baracaldo en la margen derecha del río Galindo. Cruza el río y pasa junto a la estación depuradora de Galindo, cruza la línea de ferrocarril de Muskiz, la futura vía rápida y se mete en túnel para atravesar Sestao.

Entre la salida del túnel de Baracaldo y la entrada al de Sestao se desarrollan varias estructuras: el puente sobre el río Galindo, la subestación, un viaducto de acceso a la estación de Urbinaga, la propia estación y otro viaducto de acceso al túnel de Sestao, con una longitud total de más de 750 metros.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL



Todas las estructuras llevan una vía doble de ancho con todos sus servicios y además en la estación se añaden andenes laterales y una cubierta así como los pasillos de comunicación, escaleras, ascensores y accesos. También se aprovecha una estructura en cajón para albergar en su interior una subestación de transformación y diversos equipos.

Para unificar las distintas partes de la obra y dotarla de un elemento que haga patente su condición de ferrocarril metropolitano se colocan arcos metálicos cada tres metros. Estos elementos, que en su conjunto dan sensación de bóveda, sirven como soporte de la catenaria y de la barandilla de protección (figura 1).

CONCEPTO ESTRUCTURAL

Toda la obra se proyecta con tableros y pilas de hormigón tanto por economía de establecimiento como por facilidad de mantenimiento. Solamente los elementos secundarios se construyen de acero.

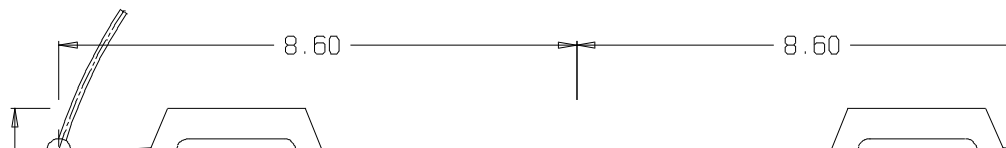
Los tableros son losas aligeradas con el fondo curvo adaptándose a cada necesidad resistente en las distintas estructuras.

El terreno tiene características muy malas ya que se trata de rellenos y fangos lo que obliga a pilotar toda la obra con profundidades entre 25 y 30 metros. Solamente hay una pila en el viaducto 2 que está cimentada sobre roca, justo la anterior al estribo de la roca del túnel de Sestao.

PUENTE DE GALINDO

El metro sale del túnel de Barahaldo en el margen derecha del río Galindo y a una cota muy baja respecto de la lámina de agua. Inicialmente se proyectó un puente simplemente apoyado de 68 metros de luz formado por una losa nervada inferior y una celosía espacial de tubos formando una bóveda. Sin embargo este proyecto se cambió por motivos de plazo y mantenimiento a una solución de hormigón pretensado de la misma luz.

El canto necesario de 3,30 metros se consigue con dos vigas laterales a las que se une la losa inferior que soporta las vías, el paramento curvo inferior con un radio de 16 m genera una anchura de 16 m. La parte superior de las vigas constituye el paseo para mantenimiento (figura 2).

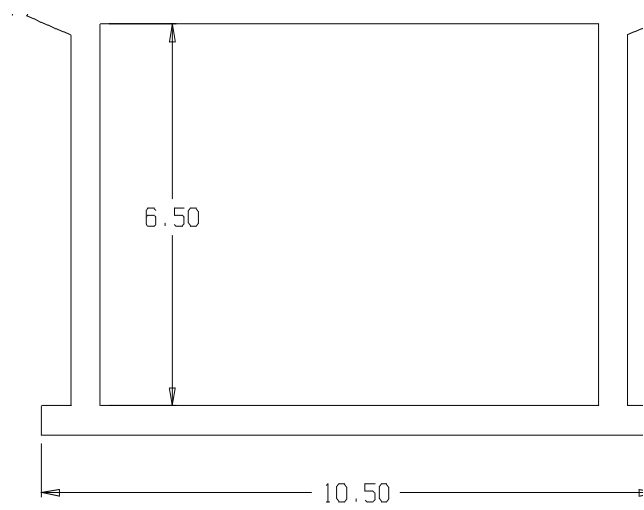


Los estribos de este puente sirven de elemento de continuidad con las estructuras aledañas.

SUBESTACIÓN

Se trata de un gran cajón de hormigón armado de 60 metros de longitud, con nueve vanos de 6,30 metros y anchura variable entre 11 y 16 metros. Sirve como elemento de anclaje horizontal del puente de Galindo y el viaducto 1.

El cajón tiene un canto ligeramente variable, entre 5 y 6 metros y espesor de paredes de 50 cm. (figura 3) La cimentación de pilotes de 1 metro de diámetro unidos por parejas con vigas de hormigón armado.



SECCION TRANSVERSAL DE SUBESTACION

VIADUCTO 1

Sirve de unión entre la subestación y la estación de Urbinaga. Tiene once vanos de 15 m de luz. El tablero es una losa aligerada armada de 11 metros de anchura y 1,50 metros de canto constante (figura 4).

Las pilas de hormigón armado tienen de 5 a 9 metros de altura y son de sección elíptica con un ensanchamiento en cabeza para recoger los dos apoyos de la losa.

ESTACIÓN DE URBINAGA

Es un viaducto de ocho vanos de 15 metros de luz. El tablero es de hormigón armado, está formado por dos vigas laterales aligeradas bajo los andenes y una losa central inferior que lleva las vías (figura 5). La sección tiene 16 metros de ancho y 2,10 de canto constante.

Las pilas de hormigón armado tienen dos fustes inclinados, uno para cada viga del tablero que hace de tirante ya que los aparatos de apoyo también están inclinados.

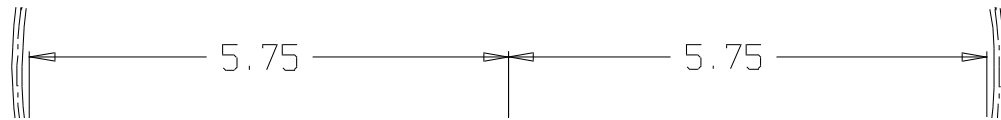
La estación tiene una cubierta formada por arcos metálicos cada tres metros. Los arcos de la embocadura están inclinados.

A la estación se accede por ascensores formados por torres de hormigón y por escaleras metálicas y mecánicas. La comunicación entre ellos se hace por una pasarela metálica bajo el viaducto.

Las pilas extremas de la estación tienen doble forma, la propia de la estación y la correspondiente al viaducto adyacente.

VIADUCTO 2

Corresponde a la estructura más larga, tiene 326 metros de longitud con ocho vanos entre 32 y 50 metros de luz. El tablero es una losa aligerada pretensada de 2,80 metros de canto constante y 11 m de ancho con el paramento inferior curvo con un radio de 7,40 m (figura 6).



Hay tres tipos de pilas con alturas entre 10 y 18 metros. Hay pilas con la misma tipología del viaducto 1. Donde el viaducto cruza el ferrocarril, debido al pequeño ángulo entre ambas vías, se utilizan pórticos de 19 metros de luz con el dintel empotrado en el tablero (figura 7). En el cruce con la futura autovía se coloca la última pila en la mediana y por eso se utiliza un fuste cilíndrico de 1,80 metros de diámetro.



El estribo del viaducto se sitúa en la embocadura del túnel. Este estribo se utiliza como coacción al frenado del metro y por eso se ancla a la roca.

ANÁLISIS Y PROYECTO

El proyecto más interesante es el puente sobre el río Galindo, sobre todo en la solución prevista que era novedosa. Se trataba de un puente celosía de 8 metros de canto



con una losa de hormigón pretensado como cordón inferior y seis líneas de tubos de acero como cordones de compresión. Las diagonales eran también de tubo de acero y formaban en conjunto una celosía especial con un buen comportamiento.

Todos los viaductos se han calculado con modelo espacial de barras obteniéndose la respuesta completa de la estructura, tablero y pilas.

CONSTRUCCIÓN

Aunque el trazado discurre apartado de la zona edificada, habían bastantes servicios que obligaron a cambiar las cimentaciones previstas. Las pilas se encofraron con moldes metálicos para acelerar su ejecución. En las pilas de la estación se colocaron tirantes provisionales entre los fustes hasta que se descimbraba el tablero.

Los tableros se construyeron fase a fase con cimbra convencional y moldes que se adaptaban a los cambios de curvatura y pendiente. Todos los aligeramiento circulares estaban previstos hacerlos con porexpan, pero el contratista prefirió hacer los de gran diámetro con jaula de acero recubierta de nervometal porque permitía ver el hormigonado y poder meterse dentro de la jaula en caso necesario.

PRUEBA DE CARGA

La prueba de carga se realizó con camiones antes de colocar la vía ya que con los trenes vacíos no se alcanzaba la carga necesaria. El acuerdo entre los desplazamientos medidos y los teóricos fue bueno en los puentes pretensados y no tan bueno en los armados en parte debido a que la magnitud a medir era de escasos milímetros.

CONCLUSIONES

En las fotos se puede apreciar la idea de continuidad dado al conjunto de la obra para unir estructuras con luces y cantos diferentes.

FICHA TÉCNICA

Propiedad:	IMEBISA (Agustín Presmanes)
Director de Obra:	Miguel Fernández
Proyecto:	Carlos Fernández Casado S.L. (Javier Manterola)
Construcción:	UTE Ferrovial y ACS (Jesús de los Ríos)
Asistencia Técnica en obra:	CIMSA (Miguel Angel Herrera)

