

NUEVO PUENTE DE VENTAS EN MADRID

Propiedad: AYUNTAMIENTO DE MADRID
Proyecto: CARLOS FERNÁNDEZ CASADO, S.L.
Empresa Constructora: DRAGADOS



1.- ANTECEDENTES

El cruce de la C/ Alcalá sobre la M-30 en Madrid a través del antiguo Puente de Ventas, tenía tres problemas que se agravaban con el tiempo.

1. El tráfico de la M-30 sufría un estrechamiento bajo el puente existente, obligando a canalizar las vías de servicio sobre las rampas de acceso a la C/ Alcalá.
2. Los enlaces de la C/ Alcalá con la M-30 sobre el puente se realizaban de forma muy precaria debido a la falta de dimensiones del mismo.
3. El paso de peatones sobre la M-30 se realizaba por medio de pasarelas independientes para cuyo acceso era necesario atravesar pasadizos cubiertos y angostos.

Para resolver estos problemas el Excmo. Ayuntamiento de Madrid y el Ministerio de Fomento propusieron un nuevo esquema funcional y convocaron un concurso de proyecto

y construcción que fue adjudicado a Dragados, con proyecto de Carlos Fernández Casado, S.L. oficina de proyectos.

2.- PLANTEAMIENTO RESISTENTE Y CONSTRUCTIVO

Las mayores dificultades de la concepción de la obra derivan del carácter urbano de la misma, en la que no debía afectarse al tráfico de la M-30 y provocar las mínimas afecciones al tráfico de superficie por la C/ Alcalá. Al mismo tiempo debían respetarse los servicios existentes en el subsuelo. En esta zona la concentración de servicios es inimaginable. En dirección transversal a la M-30 y bajo la calle Alcalá se encuentra el túnel del metro, galerías del Canal de Isabel II y Telefónica.

En dirección longitudinal a la M-30, y en sus dos bordes, se encuentran galerías de servicio de comunicaciones y electrificación. A todo ello hay que unir colectores y galerías de alcantarillado y drenaje.

La luz del nuevo puente, $L= 59.00$ m, es el resultado de la posibilidad de disponer algún apoyo con la disposición a unos muros de sustentación de gran complejidad.

La rapidez de ejecución y la flexibilidad de apoyo nos aconsejó utilizar una estructura formada por 14 vigas cajón mixtas, que se podían montar rápidamente sin necesidad de cortar la M-30 más que cuatro horas por la noche en días sucesivos.

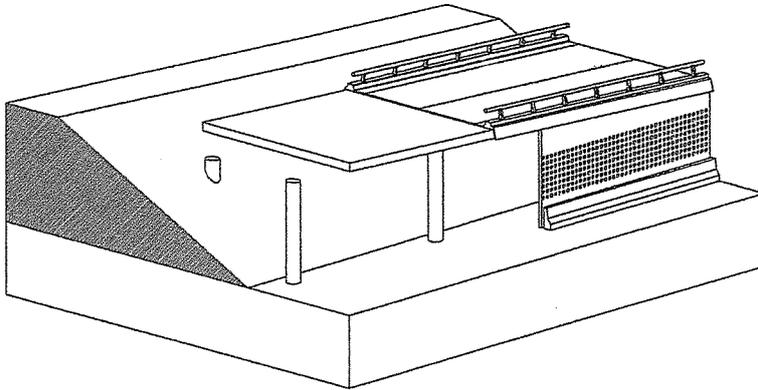
A continuación se describen los elementos más singulares y los procedimientos de demolición y construcción.

2.1.- Demolición de pasarelas de peatones existentes

La primera operación que era necesario realizar para ejecutar la obra fue eliminar las dos pasarelas de peatones existentes, pórticos pretensados de 2 vanos de 21 m de luz. Pero antes de proceder a esta demolición, fue necesario realizar una gran pasarela metálica provisional, formada por elementos metálicos y dotada de medidas de seguridad para los peatones, con barandillas de 1,5 m de altura e iluminación.

Para la demolición de las pasarelas, en primera lugar, se procedió al bloqueo de la articulación inferior de la pila central, empotrándola en el cimiento, lo que se realizó con 12 barras de acero de 40 mm de diámetro, a los cuales se refirió el hormigón de la pila por medio de perfiles soldados a través de 12 perforaciones horizontales. Seguidamente se colocaron apeos metálicos provisionales cimentados por medio de 4 micropilotes. Se

realizó el corte de la unión de la pila con la viga hasta descubrir, sin cortarlos, los cables de pretensado. Se colocaron unas chapas de seguridad, fijadas mediante resina epoxi y tornillos en la cara superior de la viga con el fin de evitar roturas bruscas del dintel en el momento en que se cortaran los cables de pretensado. Se completó el corte de la totalidad de la sección con equipo de hilo de diamante durante la jornada nocturna. La viga así cortada se retiró sobre camión plataforma. La operación se repitió para la otra viga.



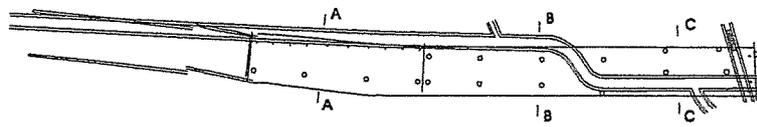
2.2.- Rampas de acceso

Después de realizar una señalización conveniente para desviar el tráfico, se procedió a demoler las rampas existentes. Para ello, en primer lugar se realizó un corte longitudinal y central

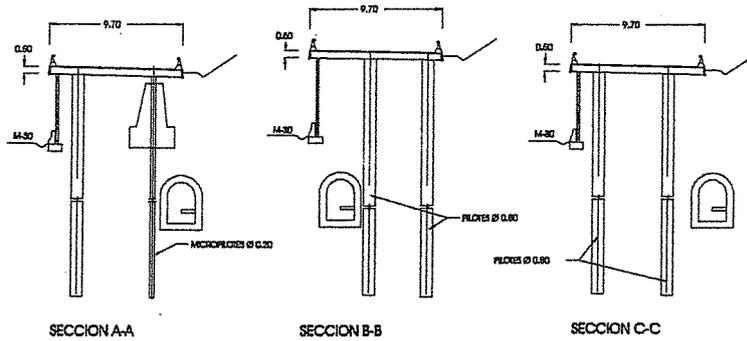
mediante una máquina cortadora. A continuación se dieron unos cortes transversales en la losa (a media madera) sobre cabeceros, de esta manera se obtuvieron porciones de 6x6 m. Se realizaron cuatro taladros en cada una de las losas resultantes, para posteriormente introducir las eslingas de la grúa por los taladros, por donde se izó la losa con grúa y se depositó en la zona de acopios.

La retirada de cabeceros y pilas se realizó después de hacer un corte con la pinza demoledora en la base de la pila y corte con soplete de las armaduras pasantes. El troceado final para montaje en el camión se realizó también con pinza demoledora.

Las nuevas rampas de conexión son estructuras de hormigón armado, losas macizas de 50 cm de espesor, apoyadas sobre pares de pilas-pilote de hormigón armado, de 80 cm de diámetro. La anchura de las rampas es diferente dos a dos. Las que constituyen los carriles de acceso desde la M-30 a la calle Alcalá tienen 3 carriles y una anchura máxima de 12 m. Las de salida de la calle Alcalá hacia la M-30 tienen dos carriles y una anchura total de 9,7 m. Las luces son variables entre 10,0 m y 14,0 m, así como su ubicación. Es tal la cantidad de servicios situados en la parte inferior que la colocación de las pilas debía seguir un proceso absolutamente disperso y variable. La elección de la estructura para el tablero, losa maciza, resultaba idónea por su flexibilidad para resistir acoplándose a cualquier situación de apoyos. Los apoyos se colocaban donde se podía y la losa se armaba en consecuencia.



PLANTA



SECCION A-A

SECCION B-B

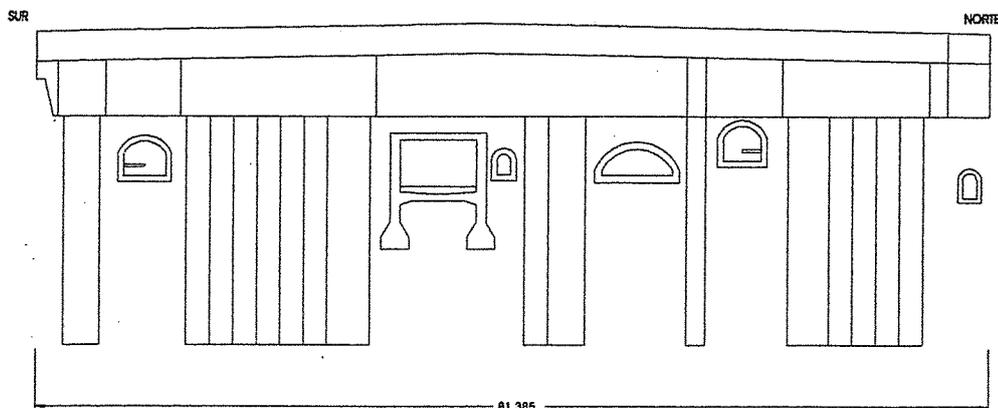
SECCION C-C

2.3.- Estribos nuevos

Como ya se ha indicado la configuración de los estribos ha estado totalmente condicionada por la presencia de galerías y túneles en el subsuelo, muros en la superficie y por las fases de construcción de toda la obra. Todo esto ha motivado la existencia de diferentes esquemas estructurales, y en consecuencia, distintas metodologías de cálculo tanto en el Estribo Oeste como en el Estribo Este que se detallan a continuación.

2.3.1.- Estribo Oeste

El Estribo Oeste está formado por un conjunto de pantallas discontinuas interrumpidas por la galería del MOPU, el túnel del Metro, así como las galerías de Telefónica, del Canal de Isabel II e Iberdrola. Estas pantallas construidas por bataches independientes transversalmente, de 3.10 m y 2.10 m de longitud, espesor de 1 m, y una profundidad de



ALZADO DE ESTRIBO OESTE

20.0 m se unen en su parte superior por un muro continuo de 8.0 m de altura y del mismo espesor. Este muro forma una gran viga cabezal que recibe las cargas de los apoyos de las vigas y las transmite al conjunto discontinuo de pantallas y al mismo tiempo reparte las acciones originadas por el empuje de las tierras. Las luces existentes en el muro cabezal en su apoyo con las pantallas son 7.41 m, 13.30 m, 8.66 m y 6.02 m.

El estudio de este tipo de estructuras es siempre complejo pues además de las acciones del tablero se añaden las debidas a la interacción con el suelo que dependen de la deformabilidad de la propia estructura. A estas dificultades hay que añadir las derivadas de la presencia de los nuevos muros con los ya existentes en los extremos del estribo que le confieren características diferentes.

Para el estudio de este estribo se utilizaron dos modelos que permitieron, por un lado, estudiar la estabilidad de las pantallas y por otro establecer los criterios de armado de las mismas de forma conjunta con el gran muro cabezal.

2.3.2.- Estribo Este

La disposición estructural del Estribo Este difiere completamente de la del Oeste. La coincidencia en la mayor parte de su longitud con un muro de gravedad existente permitió independizar las funciones de transmisión de cargas verticales del tablero de las de contención de tierras en la zona coincidente con el muro. Así las acciones verticales se transmiten por medio de micropilotes de acero que atraviesan el muro con una longitud de 27.50 m y la contención de tierras están confiada a este muro. En la zona central, sin embargo, las cargas tuvieron que ser puenteadas entre las 2 pantallas dispuestas transversalmente y los muros laterales ante la imposibilidad de disponer ninguna pantalla por la presencia del túnel del Metro y las galerías del Canal de Isabel II y de Telefónica.

La necesidad de disponer una galería para el acceso a los cajones del tablero permitió diseñar una viga cabezal en sección cajón muy eficaz. Se dispusieron 3 micropilotes en el sentido longitudinal del tablero de tal forma que se minimizaron las torsiones sobre la viga cabezal ante la no coincidencia del punto de aplicación de las cargas con el centro de esfuerzos cortante de la viga.

Para el estudio de este estribo se realizó un modelo de barras espacial representando la viga cabezal por una barra en su centro de esfuerzos cortantes y los micropilotes y pantallas por elementos barra.

La reacción del terreno en las pantallas se tuvo en cuenta con un modelo de Winkler con un módulo de balasto variable con la profundidad.

En este modelo se obtuvo de forma completa la flexión longitudinal y transversal así como las torsiones de los muros cabezales, la flexión de las pantallas así como las acciones sobre todos y cada uno de los micropilotes.

2.4.- Tablero

2.4.1.- Desmontaje del antiguo Puente de Ventas

El antiguo Puente de Ventas tenía una longitud total de 41,40 m, una anchura de 37,27 m y estaba formado por dos luces iguales de 20,7 m. El apoyo central estaba formado por 12 pilares cilíndricos de 1,2 m de diámetro y se situaba en la mediana de la M-30.



El tablero estaba formado por una losa nervada, con secciones en doble T ó cajón según la zona, y con una junta transversal situada a 6,75 m de la línea del apoyo central y en el lado Este. Esta junta, a media madera, servía para flexibilizar el puente frente a los asientos y determinaba dos tipos de vigas, una larga que iba

desde el estribo Oeste hasta la junta a media madera en el lado Este, después de pasar sobre la pila. Y otra corta, que va desde la junta al estribo Este. En las proximidades de los estribos y en la zona central de las losas existían unas vigas riostras.

Es una estructura típica de hormigón armado de las que se construían con frecuencia en España en los años 40 y 50.

En el proceso de desmontaje del antiguo Puente de Ventas las operaciones que se realizaron para la retirada de las vigas cortas, fue diferente que en el caso de las vigas largas. El desmontaje de las vigas cortas, las cuales tenían una sección transversal en T, consistió en practicar cortes longitudinales para destacar vigas longitudinales individuales de sección en doble T.

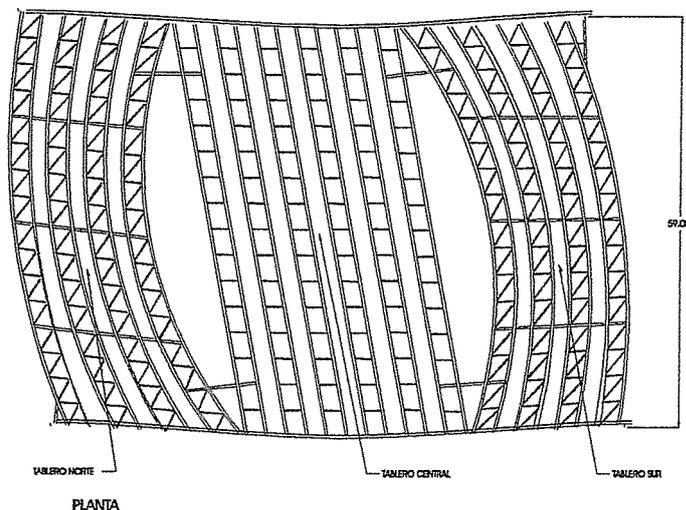
Para la realización de estos trabajos se montó debajo de la estructura a demoler, una cimbra de protección móvil, formada por una estructura porticada, con el fin de proteger a las

personas que estaban efectuando las labores de demolición y al tráfico de la M-30, de las eventuales caídas de pequeños escombros y agua, que se pudieran producir.

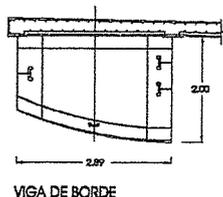
La retirada se realizó en horario nocturno previo desvío del tráfico en la M-30.

2.4.2.- Tablero nuevo

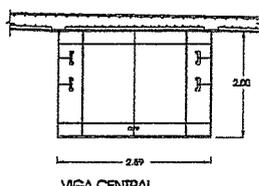
El tablero total se compone de dos tableros laterales, Norte y Sur, y un tablero central formando una glorieta sobre la M-30. Los primeros tienen una anchura que varía en 18,5 m



y 19,5 m y un radio en planta, variable según las vigas, entre 61,6 m y 98,3 m. Están soportados por cuatro vigas cajón, una de borde y tres centrales de 2,00 m de canto y 2,88 m de anchura. Sobre ella se dispone una losa de hormigón de 20 cm de espesor soportada durante la construcción por una chapa grecada.



VIGA DE BORDE

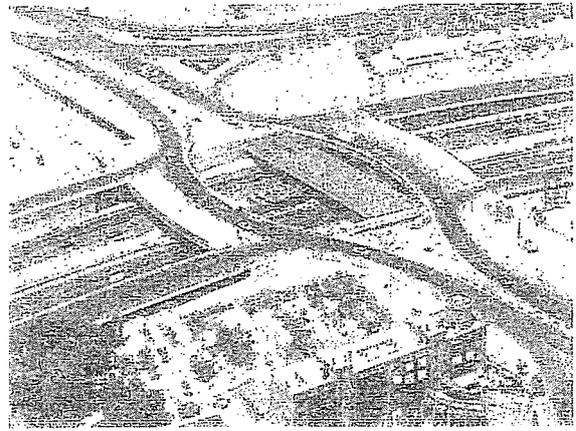
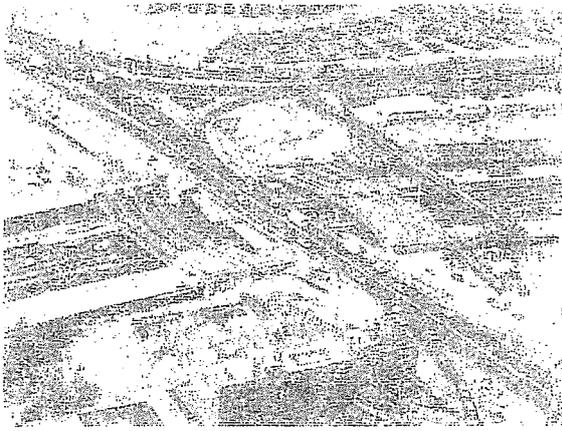


VIGA CENTRAL

El tramo central tiene una anchura de 31,2 m y está soportado por seis vigas oblicuas similares a las de los tramos curvos.

En los tableros curvos se disponen cinco vigas riostras completas que cosen entre sí las cuatro vigas longitudinales, las cuales se disponen, dos en los bordes y tres intermedias. Su finalidad es ayudar al reparto transversal de cargas de un tablero tan curvo como estos, así como para ajustar las reacciones en apoyo. Cada viga cajón tiene un rigidizador transversal cada 3,6 m. En el tramo central no existen vigas riostras. El espesor de las chapas varía, en función de su localización en las vigas, entre 10 mm y 35 mm.

La construcción del tablero siguió las siguientes etapas. Cada viga venía del taller dividida en dos partes y se montaban apoyándolas en los estribos y un apoyo central, que era el del puente demolido para las vigas centrales y apoyos provisionales para los tableros curvos de borde. Después de realizar la soldadura de las secciones en el centro de la luz, se procedía a colocar las chapas plegadas entre las cabezas de las vigas, la armadura de la losa y el hormigón de la misma. Finalmente se eliminaron los apoyos provisionales.



2.5.- Arco de iluminación

El arco de iluminación es una estructura de acero con una luz total de 100,00 m y una flecha de 15,50 m.

Está formado por una sección cajón de dimensiones variables compuesta por un triángulo equilátero cuyos lados varían desde 1,0 m en clave hasta 1,60 m en arranques. Los espesores de las chapas varían desde 12 mm en la zona de arranques, 15 mm en la zona de clave y 10 mm en las zonas intermedias. La rigidización transversal está formada por 19 diafragmas igualmente espaciados de 10 mm de espesor con un orificio circular concéntrico con el centro de gravedad cuyo diámetro varía desde 300 hasta 570 mm y 2 rigidizadores longitudinales por chapa de 100 x 100 mm que la divide en tres partes iguales.

En su parte inferior se disponen unas chapas continuas para la sujeción de la luminaria que crea una línea continua de luz.

La transición entre la estructura y la cimentación se realiza con un plinto piramidal de sección triangular.

La cimentación de lado Oeste es directa sobre un Paso inferior existente relleno de hormigón y la del lado Este la carga se transmite a la estructura existente bajo la calle Alcalá.

Estructuralmente las acciones principales son las debidas al viento, trabajando el arco como una gran viga balcón. Un aspecto importante de su comprobación fue el estudio de su pandeo tanto en su plano como fuera de él, calculando el coeficiente de seguridad ante la mayoración de la sobrecarga de viento y la carga permanente independientemente o bien simultáneamente con un estudio no lineal geométrico.