

Intercambiador de transportes de la Avda. de America en Madrid

Hugo Corres Peiretti
Jorge Torrico Liz
José Romo Martín



1. Introducción

El Intercambiador de Transportes de la Avda. de América en Madrid constituye un elemento singular dentro de la estructura de transporte de la ciudad de Madrid.

Se trata de una amplia operación que aúna, por un lado, la vieja aspiración de construir una estación de autobuses en la zona de confluencia de la Avda. de América y la calle Francisco Silvela y, por el otro, la creación de una oferta de plazas de aparcamiento que resuelve el déficit existente en la zona.

Su ubicación, en el subsuelo de la Avda. de América de Madrid, resulta el mayor condicionante para la solución estructural del conjunto.

Presenta en planta una forma rectangular de 208.0 m de longitud y 49.0 m de anchura, con cuatro niveles bajo rasante, que se reparten en una profundidad máxima de 16.0 m, destinados a los siguientes usos:

- La planta -1, se destina a uso de los autobuses de largo recorrido con 18 dársenas.
- La planta -2, se destina para autobuses de cercanías, con 19 dársenas.
- La planta -3, alberga el nuevo vestíbulo del metro y un aparcamiento de rotación de vehículos.
- La planta -4, está destinada a aparcamiento de residentes.

El acceso de los autobuses al Intercambiador se realiza mediante dos calzadas enterradas: de 380.0 m la de entrada y 480.0 m la de salida, respectivamente, que conectan las vías de servicio de la N-II con la planta -2 del Intercambiador. Las calzadas de entrada y salida de autobuses

Intercambiador de transportes
de la Avda. de America en Madrid

comienzan en dos túneles separados, en las vías de servicio de la N-II, y confluyen en un único túnel, en la zona cercana al Intercambiador. Existe, por lo tanto, un túnel de calzadas superpuestas que tiene una anchura de 6.90 m. Los túneles de calzada única, tienen un ancho menor de 4.10 m. La obra es una concesión a 25 años concedida por la Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Comunidad de Madrid a un grupo de empresas entre las que figuran Continental Auto, Cobra, Trapsa, ACS, etc. La Dirección del Proyecto y de la Obra ha sido realizada por D. Jesús Rodríguez Molina, del Consorcio de Transportes. El proyecto de Intercambiador ha sido realizado por PROINTEC y el proyecto de estructura por FHECOR Ingenieros Consultores. La construcción ha sido realizada por una UTE constituida por FERROVIAL y ACS siendo el Jefe de Obra D. Gregorio Rodríguez.

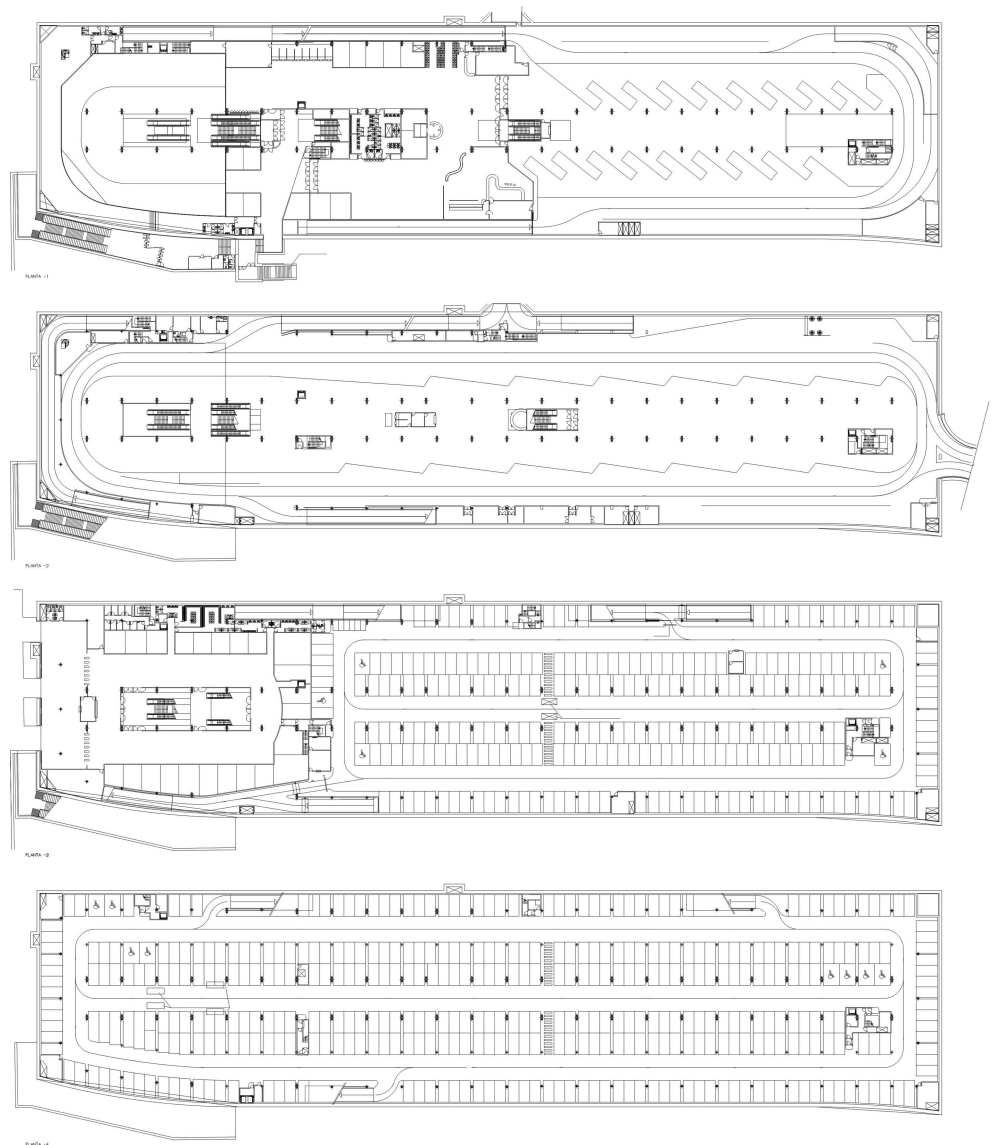


Figura 1. Características Intercambiador. Esquema funcional de las distintas plantas.

2. Proceso constructivo

Intercambiador de transportes
de la Avda. de America en Madrid

La situación de la obra, en una de las zonas de mayor tráfico de Madrid, y sus dimensiones han hecho que el proceso constructivo sea un condicionante absolutamente determinante en la solución estructural adoptada. El procedimiento constructivo debía minimizar la afección al tráfico.

La solución adoptada consistió en un sistema descendente-ascendente. Inicialmente se ejecutaron las pantallas perimetrales y los pilares metálicos intermedios, que soportan la cubierta. La cimentación de los pilares metálicos se realizó con un tramo de pilote de gran diámetro de 1.80 ó 2.00 m. Sobre este sistema de soporte y el terreno nivelado se procedió a ejecutar la estructura de la cubierta. Este sistema ha permitido hacer desvíos provisionales de tráfico, compatibles con la ejecución de la cubierta, con un gran flexibilidad.

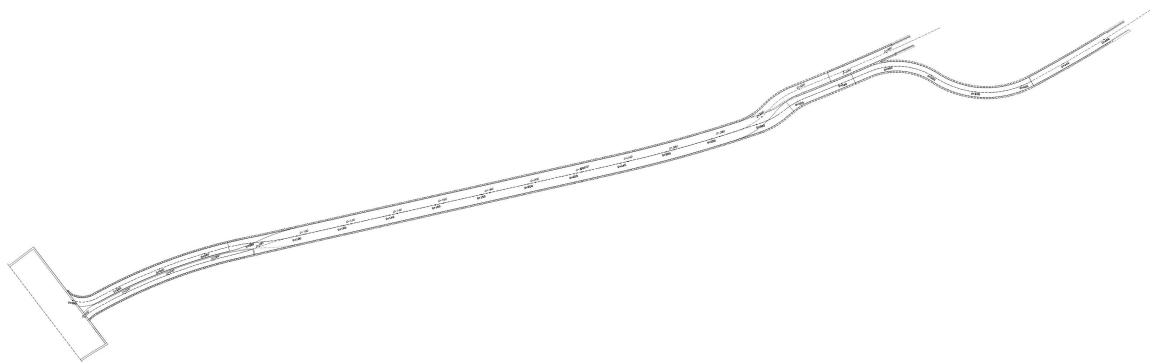


Figura 2, Túneles de acceso.

Seguidamente, se inició la excavación del recinto y la ejecución de las plantas intermedias con la cubierta funcionando sin afecciones importantes.

Este sistema constructivo ha sido utilizado por FHECOR Ingenieros Consultores en distintos proyectos, los aparcamientos subterráneos de la calle Narvaéz, Ortega y Gasset, Goya, Corazón de María, República Dominicana, Reina Victoria, etc. En todos estos casos la sujeción de la cubierta tenía distintas soluciones. En algunos casos la cubierta se apoyaba solo en pantallas perimetrales, para aparcamientos estrechos, y se ejecutaban con losa armada o pretensada.

En otros casos, cuando las dimensiones en planta eran importantes, la cubierta se apoyaba en las pantallas perimetrales y pilares metálicos intermedios. Un ejemplo parecido al de esta estructura lo constituye el paso inferior y aparcamiento de residentes en la Plaza de la República Dominicana. Dadas las dimensiones del Intercambiador y su profundidad, el arriostamiento de las pantallas perimetrales constituía un nuevo condicionante para el desarrollo del proceso constructivo.

Intercambiador de transportes
de la Avda. de America en Madrid

Se plantearon diversas alternativas, tales como el anclaje de las pantallas al terreno o la disposición de cerchas metálicas de arriostamiento. En ambos casos, estas alternativas plantaban problemas funcionales de difícil resolución.

Por un lado, la ubicación del Intercambiador, ocupando la práctica totalidad de la Avenida, hacía que los anclajes debieran situarse bajo los edificios existentes y, por otro, la disposición de grandes cerchas provisionales conducía a grandes costes adicionales.

La alternativa que producía mayores ventajas era la de realizar los forjados intermedios (todos o solo una parte de ellos) sobre el terreno, a medida que se iba excavando, y que los propios forjados sirviesen de elementos de arriostamiento.

El proceso constructivo finalmente adoptado quedó configurado de la siguiente forma:

- Fase 1: Construcción de las pantallas perimetrales, pilas-pilote y de la losa de cubierta. La ejecución de estos elementos se realizó en diversas fases, adaptadas a los distintos desvíos de tráfico realizados.
- Fase 2: Excavación bajo el forjado de cubierta hasta cota del forjado -1 y construcción del mismo contra el terreno.

Esta planta se hormigonó parcialmente, aproximadamente en la mitad de la superficie del Intercambiador, dado que la geometría de la parte situada sobre el vestíbulo de la estación de Metro no permitía su ejecución en esta fase .



Foto 1. Ejecución de la losa de cubierta.

Intercambiador de transportes
de la Avda. de America en Madrid



Fotos 2 y 3. Ejecución de pilas-pilote.

- Fase 3: Excavación bajo el forjado -1 hasta la cota del forjado -2 y construcción del mismo apoyado contra el terreno.
- Fase 4: Excavación bajo el forjado -2 hasta la solera de la planta -4, ya que no era necesario el arriostramiento a nivel del tercer forjado, y ejecución de la solera de la -4.

En esta fase se lleva a cabo la cimentación de los pilares interiores.

- Fase 5: Ejecución del forjado de la planta -3 y los pilares adicionales, a las pilas-pilote, proyectados para su soporte.
- Fase 6: Ejecución de la continuidad de algunos de los pilares de hormigón, cimentados en la -4 para soporte de la sobrecarga de la planta -2 y -1.
- Fase 7: Ejecución de la parte de forjado -1 no realizada en la fase 2. Este forjado se ejecuta sobre cimbra que apoya en la planta -2.

Los túneles se han resuelto de forma similar al Intercambiador. En primer lugar se ejecutaron las pantallas perimetrales y la losa de cubierta, hormigonada sobre el terreno. Posteriormente, una vez restituído el tráfico de superficie, se procedió a la excavación del túnel y cuando resultó necesario, la ejecución de puntales metálicos de arriostramiento. Debido al trazado en alzado de los túneles, algunas pantallas tienen hasta 20.00 m de altura y requieren hasta dos niveles de arriostramiento, a parte del constituido por la losa de cubierta.

Intercambiador de transportes
de la Avda. de America en Madrid



Fotos 4 y 5. Distintas fases de ejecución de los túneles de acceso.

3. Descripción de la solución estructural

La solución estructural adoptada se ajusta a las condiciones del procedimiento constructivo descrito en el apartado anterior.

En relación con el recinto del Intercambiador, la pantalla perimetral está constituida por pilares de $\phi 0.80$ m a 1.00 m, en tres de sus lados, y una pantalla continua de 0.80 m de espesor en el lado restante, paralelo a la Avda. de América.

La previsión de un posible paso inferior paralelo al Intercambiador, a construir en el futuro, justifica la existencia de la pantalla continua.

Las pilas metálicas-pilote, realizadas desde cubierta, configuran una retícula de luces 20.00 – 8.80 – 20.00 m en la dirección transversal y 8.20 m en la dirección longitudinal, aproximadamente.

Dada la magnitud de las dimensiones del Intercambiador y las cargas a soportar, estos pilares están constituidos por dos perfiles HEB-400 con platabandas que se empotran en un pilotes circular de hormigón armado de 1.80 ó 2.00 m de diámetro y 8.0 m de longitud.

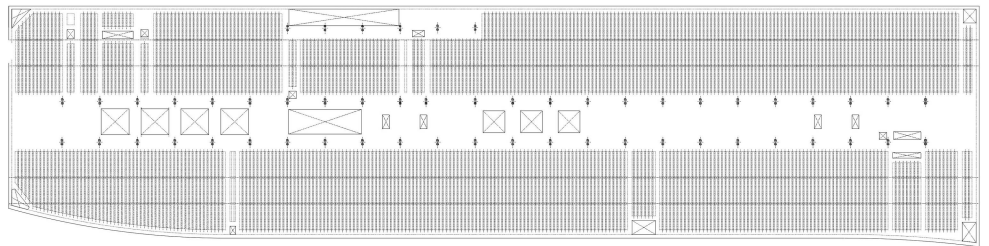
Intercambiador de transportes
de la Avda. de America en Madrid

La ejecución del conjunto pila-pilote requiere un especial atención, a fin de obtener una adecuada verticalidad del mismo.

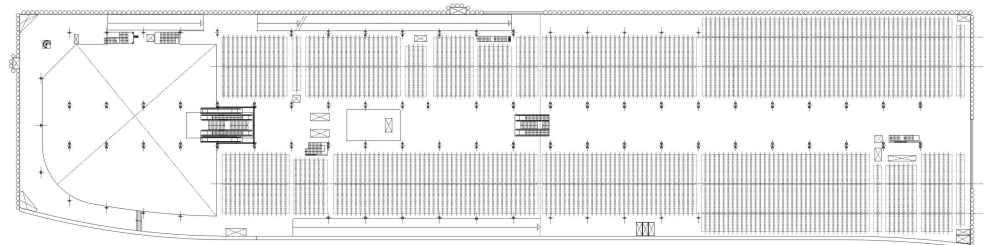
El forjado de cubierta, ejecutado sobre el terreno, esta constituido por una losa de hormigón armado de 0.80 m de canto aligerada con elementos cilíndricos de 0.50 m de diámetro.

Los aligeramientos cilíndricos, situados cada 0.80 cm en la dirección corta de Intercambiador, se ubican en los dos vanos extremos, de 20.00 m de luz. La zona central, de 8.80 m de luz, no se aligera, con el fin de compensar con su peso propio los esfuerzos en los vanos extremos.

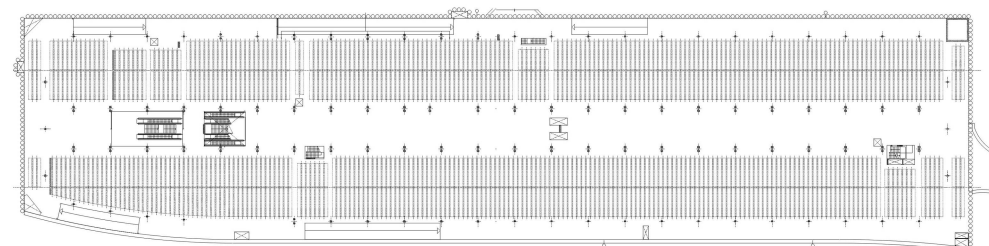
Los dos forjados siguientes se ejecutan sobre el terreno y, provisionalmente, tienen las mismas luces que la cubierta. Una vez excavado hasta solera se levantan los pilares que acortan las luces de estos forjados. Por ello, los forjados se han calculado con las luces mayores, para resistir el



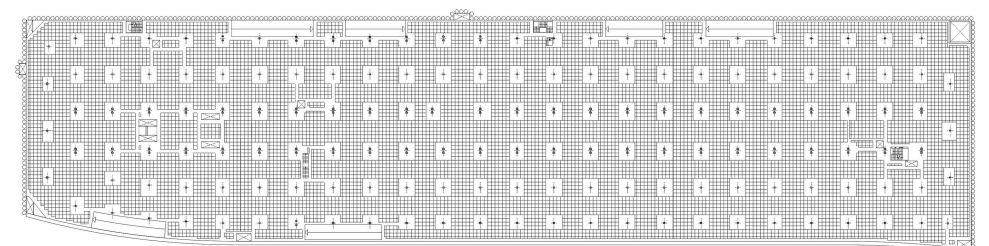
Planta cubierta.



Planta -1.



Planta -2.



Planta -3.

Figura 3. Solución estructural de las plantas del Intercambiador.

Intercambiador de transportes
de la Avda. de America en Madrid

peso propio y las cargas de construcción, con las luces finales, para la carga total.

Cada uno de ellos están formados por una losa aligerada de hormigón armado de 0.60 m de canto. Los aligeramientos son, en esta ocasión, rectangulares de $0.70 \times 0.36 \text{ m}^2$ para optimizar su efecto. Estos forjados se apoyan en la pantalla perimetral mediante barras ancladas con resina epoxi.

El forjado de sótano -3 se ejecuta de forma convencional, apuntalado sobre la solera. Se trata de un forjado reticular de hormigón armado con encofrado recuperable de 30+12 cm de canto y 0.86 m de intereje.

Todos los forjados se resuelven sin juntas de dilatación, a pesar de las dimensiones en planta de la estructura. Este hecho resuelve los problemas que origina la inclusión de juntas en la estructura, tales como duplicidad de pilares, estanqueidad, etc.

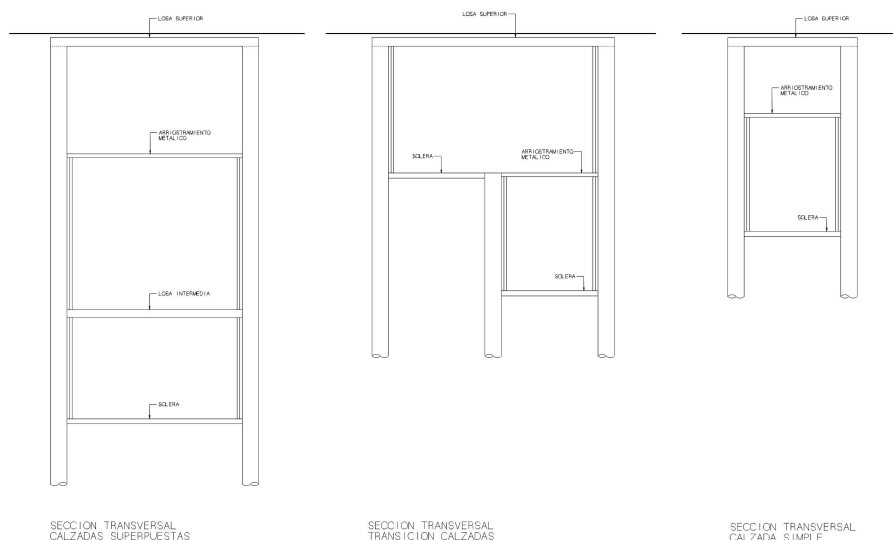


Figura 4. Solución estructural de los túneles de acceso.

Para eliminar las juntas se han evaluados los efectos debidos a las deformaciones impuestas y se han utilizando cuantías mínimas de $4^{0}/_{00}$ en cualquiera de las dos direcciones. Este procedimiento se ha utilizado en otros proyectos realizados por FHECOR Ingenieros Consultores, ya construidos, con longitudes de hasta 200.0 m, con resultados adecuados.

Los túneles están constituidos por dos pantallas de pilotes a ambos lados que soportan una losa de hormigón armado de 35 cm de espesor. Las pantallas de los túneles van arriostradas, a distintos niveles según su altura, mediante perfiles metálicos que unen pilotes opuestos.

4. Consideraciones finales

Intercambiador de transportes
de la Avda. de America en Madrid

El Intercambiador de Transporte de Avda. de América constituye un proyecto de grandes dimensiones y problemas especiales que ha sido resuelto con tipologías y procedimientos constructivos utilizados en otros proyectos pero, esta vez, por encima de los límites hasta ahora existentes.

La estructura propuesta resuelve con gran sencillez y facilidad de ejecución los problemas planteados, dando lugar a una estructura que permite un espacio adaptado a los requerimientos funcionales y de amplias dimensiones, que cumple perfectamente con la misión encomendada.