

El cierre de la línea 6, circular, del metro de Madrid, actualmente en obras, supone una inversión de 16.000 millones de pesetas realizada por la Consejería de Transportes de la Comunidad Autónoma de Madrid. Gran parte de los túneles se realizan por excavación en mina y el resto por medio de falso túnel o excavación a cielo abierto.



LUNA

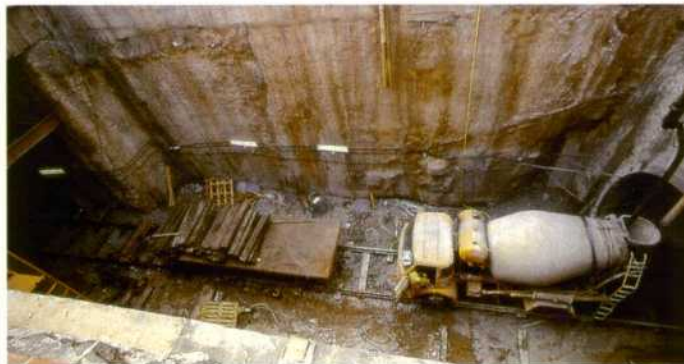
TUNELES EN CONSTRUCCION DESDE LAGUNA A CIUDAD UNIVERSITARIA

La línea 6 del metro vertebrará el transporte colectivo de Madrid

José Luis Ordóñez

Las obras comprenden cuatro tramos, el de Laguna-Puerta del Angel, realizado por la constructora Cubiertas; el de Puerta del Angel-Príncipe Pío, ejecutado por Agromán; el de Príncipe Pío-Moncloa, construido por Auxini; y el de Moncloa-Ciudad Universitaria, realizado por Entrecanales. La ejecución del intercambiador de Príncipe Pío es una inversión del Ministerio de Obras Públicas y Transportes que realiza Fomento de Construcciones y Contratas. Y aún faltan por adjudicar las obras complementarias para la realización de las cocheras de Méndez Alvaro y Laguna, incluidos los túneles de acceso.

Para la construcción de los túneles excavados en mina, de unos 84 metros cuadrados de sección, se emplea el método belga, y para la ejecución a cielo abierto, el sistema de pantallas laterales. Pero todos los túneles se realizan lo más superficial-



LUNA

mente posible para evitar gastos de conservación e incomodidades a los viajeros. "Estos sistemas tradicionales de ejecución de túneles a sección partida", asegura Vicente Gago, director general de Infraestructura del Transporte de la Comunidad de Madrid, "perturban al mínimo los terrenos circundantes y los servicios o construcciones existentes en el subsuelo de Madrid".

El sistema belga ha tenido una utilización frecuente en la construcción del metro de Madrid. Se trata de un método flexible,

adecuado al tipo de subsuelo madrileño, con el inconveniente de necesitar personal especializado para la ejecución, ya que es un método muy manual y poco mecanizable.

En las obras de la línea 6 se han reducido al mínimo los tramos excavados en mina. Sólo se hacen así aquellas zonas donde es imposible emplear el falso túnel, que por otro lado, permite minimizar las incertidumbres en costes, plazos de ejecución y seguridad global de las obras. Estas ventajas son aún más palpables en el caso de las cavernas

de estación, donde la amplitud de luces del túnel multiplica los problemas constructivos. La realización de estaciones de metro a cielo abierto permite aprovechar el espacio entre la bóveda de la estación y la superficie del terreno, para instalar vestíbulos de acceso, subestaciones eléctricas o aparcamientos públicos, como está previsto hacer en la nueva estación de Moncloa o en las cocheras de Ciudad Universitaria, en este último caso se realizarán cinco plantas de aparcamiento de vehículos privados con 2.000 plazas.

"En la construcción subterránea", afirma Jesús Trabada, de la Consejería de Transportes de Madrid y director de obra en el cierre de la línea 6, "se ha generalizado la consolidación del terreno por medio del uso de inyecciones químicas basadas en geles de silicatos, acetatos o resinas". Estos geles van acompañados de los respectivos reactivos y se emplean unos tipos u otros en función de las características del terreno y de las resistencias mecánicas a conseguir.

Los principales condicionantes en la construcción del cierre de la línea 6 vienen establecidos por la compañía Metro de Madrid que necesita para la explotación radios mínimos de 250 metros y pendientes máximas del 4 por 100. Otros condicionantes son el cruce bajo el río Manzanares y el diseño del futuro intercambiador de Príncipe Pío, donde conectarán la línea 6, línea 10, ferrocarril de cercanías y autobuses urbanos e interurbanos. Esta conexión obliga a realizar un nuevo trazado local de la línea 10 y a establecer dos saltos de carnero o puntos de cruce entre las líneas 6 y 10 a ambos lados de la estación de Norte.

En Argüelles, cuya estación es ahora terminal de la línea 4 y correspondencia con la línea 3, será reestructurado el vestíbulo de acceso para adecuarlo funcional y dimensionalmente a las nuevas necesidades. Y para el almacenamiento de los trenes a emplear en la explotación de la línea 6 se han considerado tres cocheras situadas en puntos equidistantes, de forma que las salidas y retiradas de material rodante sean rápidas. Las cocheras estarán ubicadas en Laguna, Méndez Alvaro y Ciudad Universitaria.

El cierre de la línea 6 com-



LUNA

prende la realización de más de 6 km de túnel, incluidas las cavernas de las estaciones y las cocheras de Ciudad Universitaria dimensionadas para el estacionamiento de 8 trenes. El túnel está diseñado para el paso de trenes de la serie 5.000, y para las evacuaciones de emergencia se han previsto pasillos laterales de 75 centímetros de ancho a ambos lados del túnel. La mayor parte de la excavación se

realiza en mina excepto un tramo de unos 600 m. entre Puerta del Angel y Príncipe Pío, y otro de 800 m. entre Moncloa y Ciudad Universitaria donde se cruzará la carretera de Madrid a La Coruña a cielo abierto.

Aunque antes de la redacción del proyecto constructivo se han realizado sondeos de reconocimiento para determinar las características geomecánicas del terreno a excavar, durante el

proceso constructivo se realizan tomas de datos geológicos y geotécnicos en los sucesivos pasos de avance. Esta información permite determinar las características litológicas del terreno atravesado, fracturas y discontinuidades presentes, estabilidad de la excavación y detectar la presencia de agua u otros aspectos que puedan afectar tanto al propio túnel como al terreno del entorno. □

METODO BELGA

Según el método belga de construcción de túneles, adoptado en el cierre de la línea 6, el frente de avance tiene una sección correspondiente a la totalidad de la bóveda más un metro de altura entre los hastiales laterales. La excavación se acompaña con la instalación inmediata de un sostenimiento primario constituido por cerchas de acero con perfil en forma de la letra griega omega, que se unen con vigas horizontales y se espacian según las características geomecánicas del terreno. Después se extiende una capa continua de hormigón proyectado de 10 cm de espesor. La instalación del sostenimiento primario se realiza con un desfase máximo de 2 m. respecto a la excavación que ha sido previamente sellada y regularizada por una capa de hormigón pro-

yectado de 3 cm de espesor. El revestimiento definitivo es continuo, de hormigón armado en masa, con espesor de 90 cm. en los hastiales laterales y 70 y 60 cm en la bóveda y contrabóveda.

El túnel a cielo abierto se ejecuta por perforación y hormigonado de pantallas continuas de hormigón armado, excavación desde la superficie hasta el lugar de inserción de la bóveda, realización de la bóveda con hormigón, relleno sobre la bóveda y reposición de la superficie del terreno y, por último, excavación del túnel bajo la bóveda y entre pantallas, con realización final de la contrabóveda.

Las cavernas de las estaciones, de 115 m. de longitud, están constituidas por una sección abovedada revestida de hormigón en masa de 16,26 m de luz entre las paredes de los hastiales, que son de 2,5 m. de espesor. En el caso de la nueva estación de Argüelles, que coincide en planta

con la actual estación de la línea 3, será preciso consolidar el terreno entre ambas y para ello se tratará este subsuelo con inyecciones de gel de sílice desde los laterales y la clave de la bóveda de la nueva estación.

Las obras del cierre de la línea 6 reúnen la terminación de las estaciones comenzadas en 1982 del tramo Laguna-Puerta del Angel, es decir, Lucero, Alto Extremadura y Puerta del Angel a la realización de las infraestructuras de las nuevas estaciones de Norte, Argüelles y Moncloa. La estación de Norte coincidirá con el intercambiador de Príncipe Pío y en Moncloa habrá conexión con la línea 3 y con la futura estación de autobuses a realizar. Completan las obras las correspondientes pozos de ventilación, drenajes y las nuevas subestaciones eléctricas de Puerta del Angel, Príncipe Pío y Moncloa. □