

# Tramo X

## [ Leganés ]

Rosa Olivé Barrau

Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos

*Directora de Obra. Dirección General de Infraestructuras del Transporte*

*Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes. Comunidad de Madrid*

Manuel Arnáiz Ronda

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

*Jefe del Servicio de Ampliación de Metro. Director de las obras del Tramo 2*

### RESUMEN

La obra del tramo X de METROSUR, que corresponde aproximadamente al término municipal de Leganés, tiene una longitud total de 6.994 m. De ellos la mayor parte corresponde al túnel ejecutado mediante escudo con presión de tierras y el resto se divide entre las 6 estaciones proyectadas. El trazado discurre bajo las vías principales del municipio dando servicio tanto a los barrios más populares como a los centros de actividad más importantes como son el Centro Comercial PARQUESUR, la Plaza de Toros, Recinto Ferial, Universidad Carlos III, el Hospital Severo Ochoa y la estación de Cercanías donde se constituye un nuevo intercambiador de modos de transporte.

### ABSTRACT

The 6,994 m long section 10 of the METROSUR runs largely below the Madrid district of Leganés. The majority of the work on this section refers to tunnel bored by EPB and the 6 new stations on the line. The line runs below the main roads in the municipality and provides access to urban centres and local facilities such as the PARQUESUR Shopping Centre, the Bull Ring, the Exhibition Centre, the Carlos III University, the Severo Ochoa Hospital and the Suburban station where it establishes a new transport interchange.

### 1. ANTECEDENTES

El proyecto METROSUR, promovido por la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Comunidad de Madrid a través del Ente de Derecho Público Mintra, tiene por objetivo el interconectar entre sí con un medio de transporte público de calidad a los municipios de la conurbación sur de Madrid.

Para ello se ha proyectado un anillo de unos 40 km de longitud de ferrocarril metropolitano subterráneo que, con un total de 27 estaciones, da servicio a las localidades de Leganés, Alcorcón, Móstoles, Fuenlabrada y Getafe.

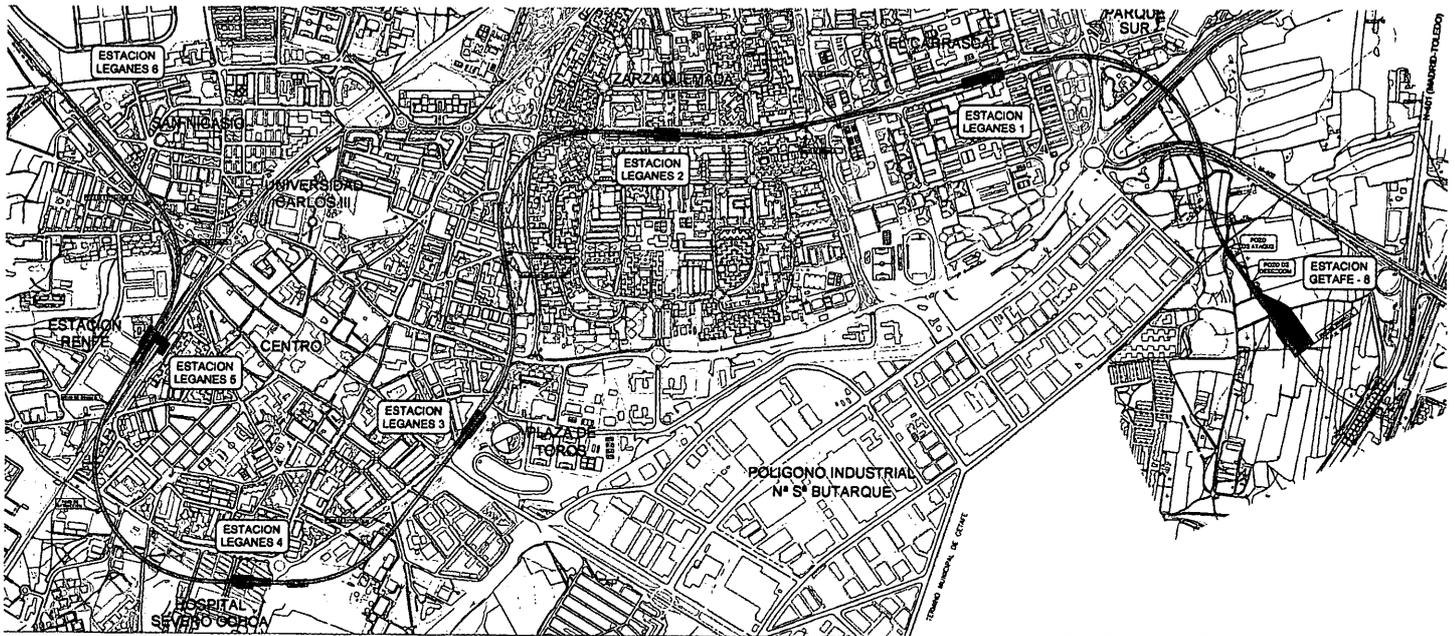
Este anillo se conectará con la red del Metro de Madrid (prolongación de la línea 10) a la altura de Alcorcón, así como con el

sistema de cercanías de RENFE mediante diversos intercambiadores con distintas estaciones en las localidades que atraviesa.

El círculo de 40 km ha sido dividido en seis contratos diferentes con una extensión aproximada de 7 km cada uno.

El tramo que discurre por el término municipal de Leganés cuenta con seis estaciones y una extensión **total de 6.994 m**.

Considerando para cada estación una zona de captación de viajeros de 500 m de radio, la población atendida por el conjunto de las seis estaciones alcanzará en el año horizonte de 2010 las 125.000 personas, siendo en la actualidad de unos 115.000. Teniendo en cuenta que la población del municipio es de 175.000 habitantes, se estará proporcionado servicio con esta infraestructura al 70% de la misma. Es de destacar en este sen-



tido que la estación de Leganés 2, en el barrio de Zarzaguemada, atenderá a un número de 49.000 potenciales viajeros que supone una de las cifras más altas de toda la red de METRO-SUR.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

El trazado del tramo X se inicia al norte de Getafe en la zona de El Bercial, accediendo muy pronto al término municipal de Leganés, cuyo casco urbano cruza de este a oeste. Este trayecto discurre por los barrios de El Carrascal, Zarzaguemada, Centro y San Nicasio, al final del cual conecta con el tramo XI.

El proyecto comienza en la Estación Getafe 8 en El Bercial donde el próximo desarrollo de un plan parcial prevé una densa edificación. El contrato sólo considera la construcción de una primera fase para esta estación, que consiste en la obra civil, posponiendo la arquitectura para cuando se efectúe el desarrollo urbanístico.

Próximo a la estación y aprovechando el telescopio necesario para el acceso a unas cocheras de estacionamiento y mantenimiento del material móvil, se construye el pozo de ataque para la tuneladora.

Avanza el túnel girando a la izquierda, hacia el casco urbano de Leganés y se acerca al centro comercial PARQUESUR incorporándose a la Avda. Juan Carlos I, donde se sitúa la estación de Leganés 1. Esta estación, en cuyo recinto se incluye una subestación eléctrica de tracción, dará servicio al barrio de El Carrascal y en especial, al centro comercial. Este primer tramo de túnel cuenta con una longitud de interestaciones de 1.496 m.

Avanzando por la Avda. Juan Carlos I y tras un recorrido de 1.046 m. se alcanza la estación de Leganés 2 que permitirá el

acceso al Metro en el barrio de Zarzaguemada. La distancia entre estas dos estaciones es de 1.046 m.

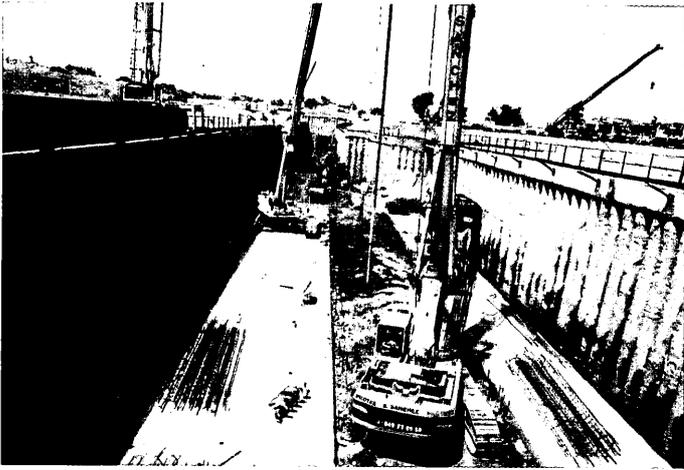
Al salir de la estación el trazado gira de nuevo a la izquierda atravesando el parque de Pablo Ruiz Picasso hasta situarse bajo la Avenida de Gibraltar donde se sitúa la estación de Leganés 3. Esta estación se ubica junto a la nueva Plaza de Toros y al Recinto Ferial actualmente en construcción, dando también servicio a la zona centro y a los edificios administrativos e institucionales próximos. El recorrido del túnel en esta tercera interestación es de 1.364 m.

Al dejar la estación, el túnel abandona el vial, discurrendo bajo el parque denominado Museo de Esculturas al Aire Libre y posteriormente, bajo el recinto de la Ciudad de los Muchachos, pasando a una zona de cultivo, donde se prevé el desarrollo de un nuevo Plan Parcial. Aquí se sitúa un pozo de ataque intermedio para la tuneladora. Tras cruzar la carretera M-409 de Leganés a Fuenlabrada se accede a los jardines de Miguel de Cervantes, anexas a la parcela ocupada por el Hospital Severo Ochoa, en los que se construye la estación Leganés 4.

A partir de este punto se gira hacia el norte entrando nuevamente en una zona urbana consolidada. El túnel discurre aquí bajo varios edificios hasta incorporarse al trazado de las vías de Renfe. Junto a la Estación de Cercanías se sitúa la estación de Metro Leganés 5, constituyendo su unión un nuevo intercambiador entre los dos modos de transporte.

Después de salvar otra zona bajo las cimentaciones de varios bloques de edificios, el túnel se incorpora a la alineación del ferrocarril militar hacia Cuatro Vientos, atravesando el Barrio de San Nicasio hasta la Avenida del Mar Mediterráneo donde ya conecta con el siguiente tramo del proyecto de METROSUR, punto en el que se construye un pozo para la extracción de la tuneladora.





**Pozo de introducción de la tuneladora en El Bercial.**

La longitud total del tramo es de 6.994 m, de los cuales 6.238 m. corresponden al túnel de línea y los 756 m, restantes al desarrollo de las seis estaciones.

La sección del túnel, que se ejecuta mediante un escudo EPB, con presión de tierras en el frente, es de 8,43 m de diámetro interior.

Incorporadas a las estaciones Leganés 1 y Leganés 5 se construyen dos subestaciones eléctricas de tracción que, junto

a los seis pozos de ventilación y otros tantos de bombeo, además de los dos pozos de ataque y extracción de tuneladora y del intermedio de extracción de tierras, completan las estructuras de la obra.

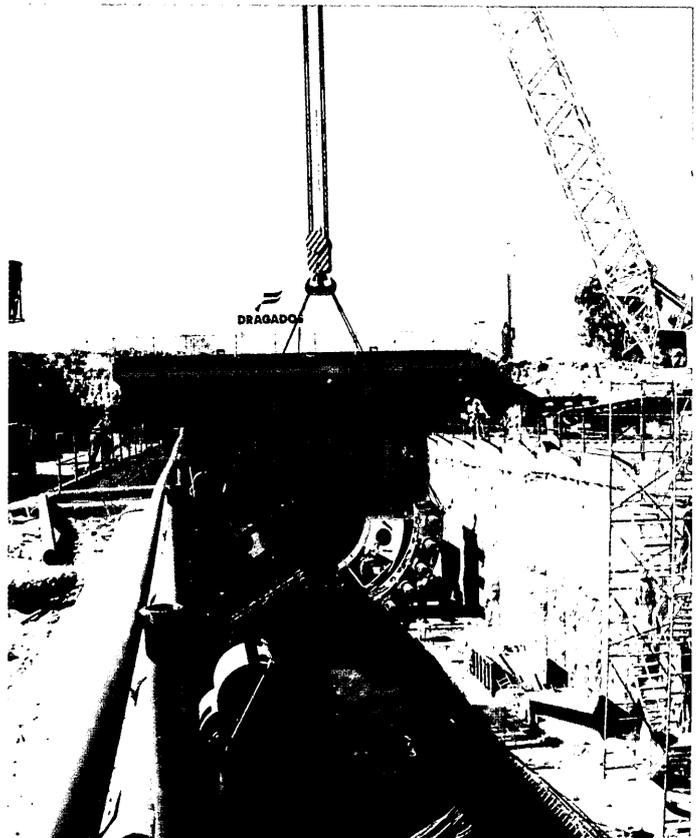
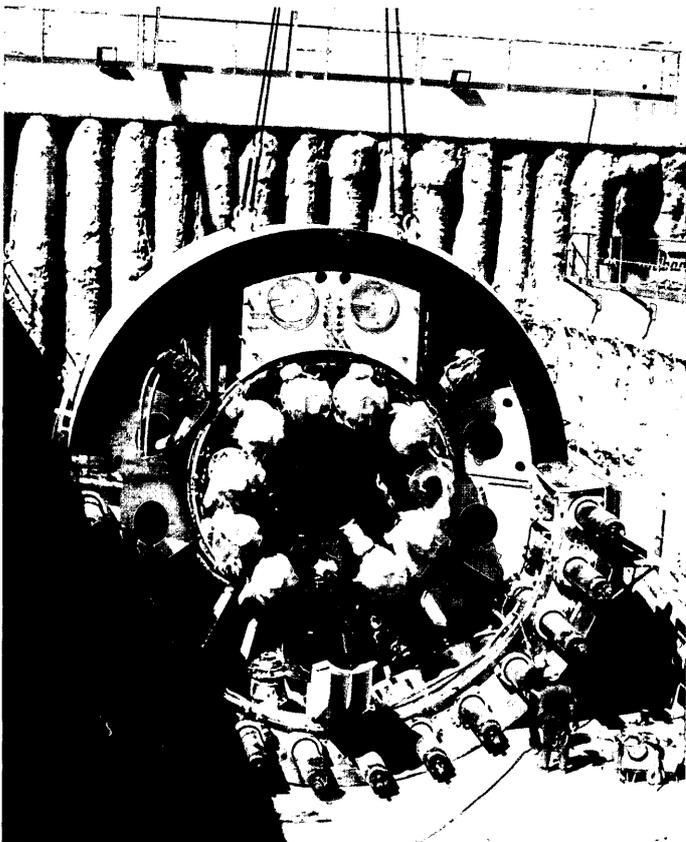
Las obras incluyen la construcción de la superestructura de vía mediante el relleno en contrabóveda y colocación de la vía montada sobre hormigón, así como las instalaciones de alumbrado y fuerza del túnel y estaciones.

### **3. GEOTECNIA**

Los terrenos por los que atraviesa la nueva línea pertenecen a las formaciones típicas de Madrid. El movimiento de tierras se realizará fundamentalmente en suelos coluvio-aluviales y en arenas micáceas y peñuelas miocenas hasta el final de la estación de El Bercial, a partir de aquí, también se excavará en arena de miga y toscó. El nivel de agua se mantiene en torno a la cota 615 en toda la zona.

La clave del túnel se excavará, en toda la longitud, en arenas tosquizas, toscó y arena de miga, y la solera en arena de miga hasta el P.K. 2+770, en arenas micáceas hasta el P.K. 2+940 y desde este punto hasta el final del tramo, en puñuela. El nivel de agua asciende desde la cota 615 del principio, hasta el 617,5 del final.

**Descenso de la cabeza de la tuneladora. A la derecha, montaje de los gatos de empuje.**

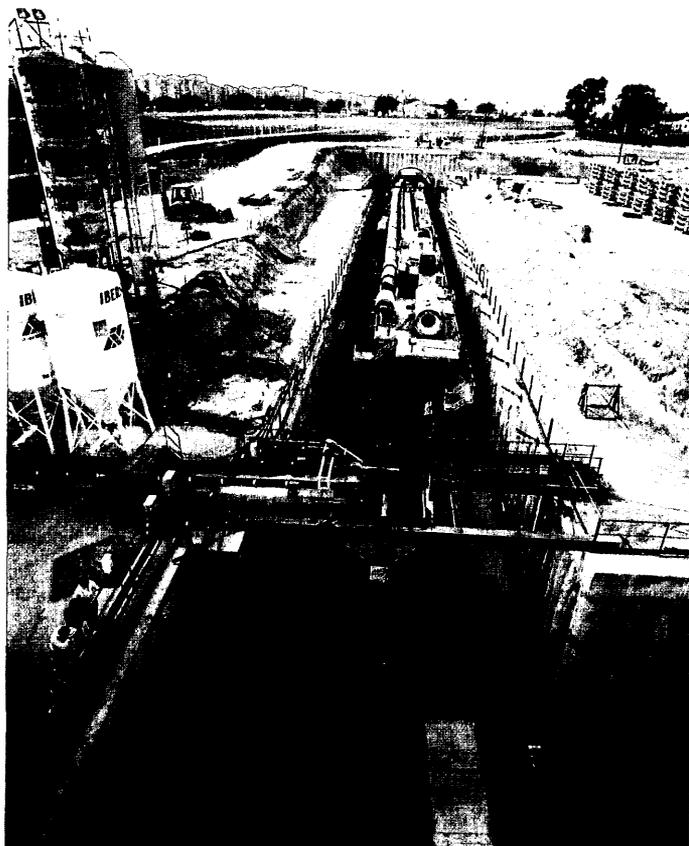




Montaje de la cabeza de corte. Abajo, montaje del back up.



Foso de descombro y acopio de dovelas.



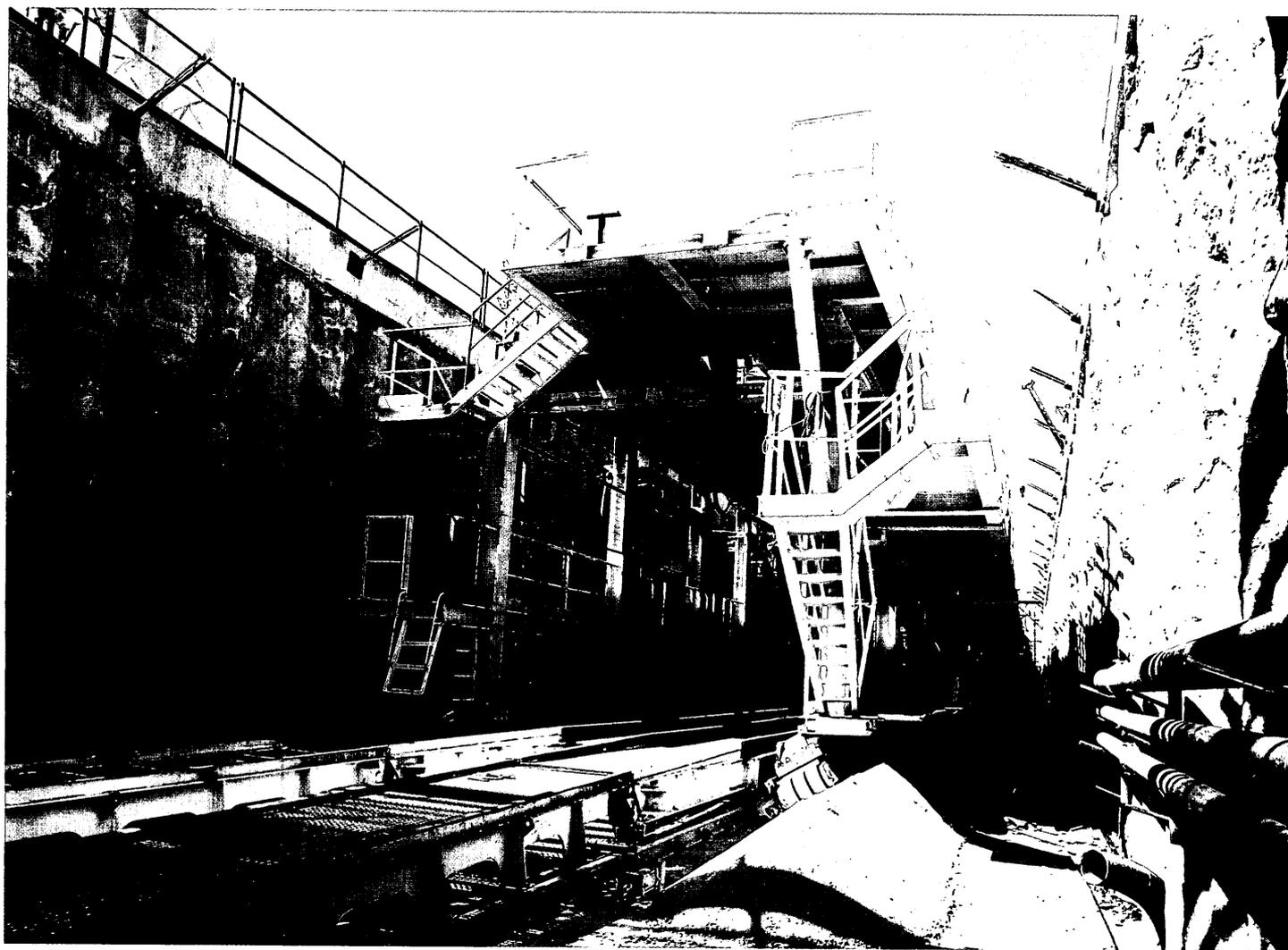
En general la principal dificultad que el terreno puede ofrecer a la excavación con escudo es debida a la heterogeneidad del frente. La presencia de agua será relativamente constante aunque no se esperan presiones de la misma apreciables. Además del nivel freático existen bolsas de agua de diferente importancia descansando sobre los estratos impermeables que pueden producir arrastres en las zonas arenosas en que se encuentran.

#### 4. PROCESOS CONSTRUCTIVOS

El túnel de línea se ejecuta mediante escudo EPB, que aplica presión en el frente sobre las tierras excavadas.

El diámetro interior del túnel construido es de 8,43 m. según marca el gálibo necesario para los vehículos que Metro de Madrid utiliza en su explotación. El diámetro de excavación es de 9,38 m siendo el revestimiento constituido por dovelas Madrid, prefabricadas de hormigón armado de 0,32 m de espesor, con forma trapecial preparada para describir radios mínimos de 150 m. Cada anillo está formado por siete dovelas: una dovela llave troncocónica y seis con ángulo al centro. La unión entre anillos se realiza mediante 13 bulones de acero cincado equidistantes: dos por dovela con uno sólo en la dovela llave.

El espacio entre el trasdós de las dovelas y la excavación se inyecta de forma inmediata con mortero de cemento, con objeto de reducir al mínimo las subsidencias en superficie.

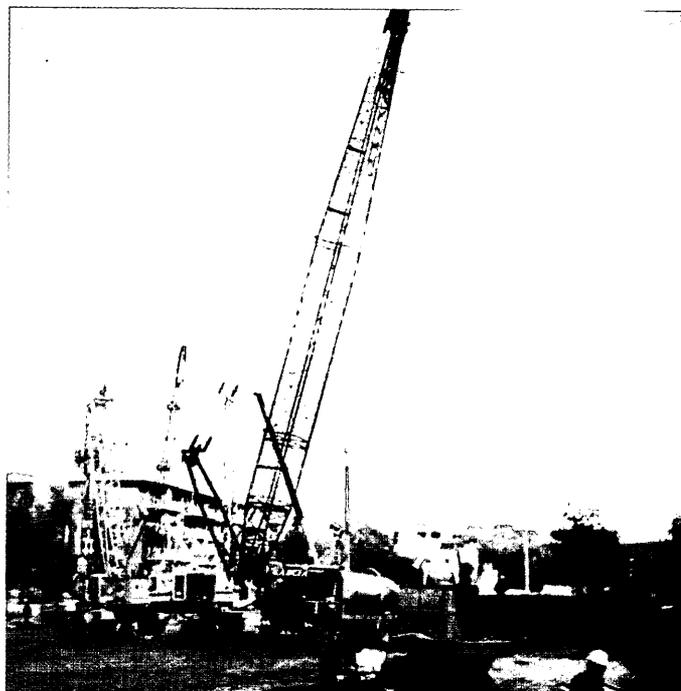


Back up de la tuneladora. Abajo, ejecución de pantallas.

El cruce de la tuneladora por las estaciones se realiza, en general, sobre la losa de contrabóveda de las mismas. En caso de que la tuneladora alcance las estaciones antes de que en éstas se haya ejecutado la excavación interior y el **hormigonado de la losa**, como es el caso de Leganés 1 y Leganés 2, se deberá posteriormente proceder a la demolición del túnel.

Las estaciones se construyen mediante pantallas perimetrales, hormigonado de losa de cubierta, excavación con apuntalado o anclaje de las pantallas y por último hormigonado de la losa de fondo para permitir el paso de la tuneladora. Posteriormente se completa la estructura de vestíbulos, accesos, cuartos técnicos y andenes. Por último se acometen los acabados de arquitectura e instalaciones.

En orden a evitar los problemas que pueda provocar la cubeta de asientos sobre las edificaciones se ha redactado un plan de auscultación y se ha previsto un programa de tratamientos especiales sobre el terreno en las zonas que lo han precisado.





Túnel terminado. A la derecha, ejecución de pantallas y pilotes.

## 5. MAGNITUDES PRINCIPALES

Longitud del tramo .....	6.994 m.
Túnel con EPB .....	6.068 m.
Túnel a cielo abierto.....	170 m.
Nº de estaciones.....	6
Excavación .....	1.200.000 m³
Hormigón.....	310.000 m³
Acero para armar.....	27.850.000 kg
Pantallas .....	67.000 m²

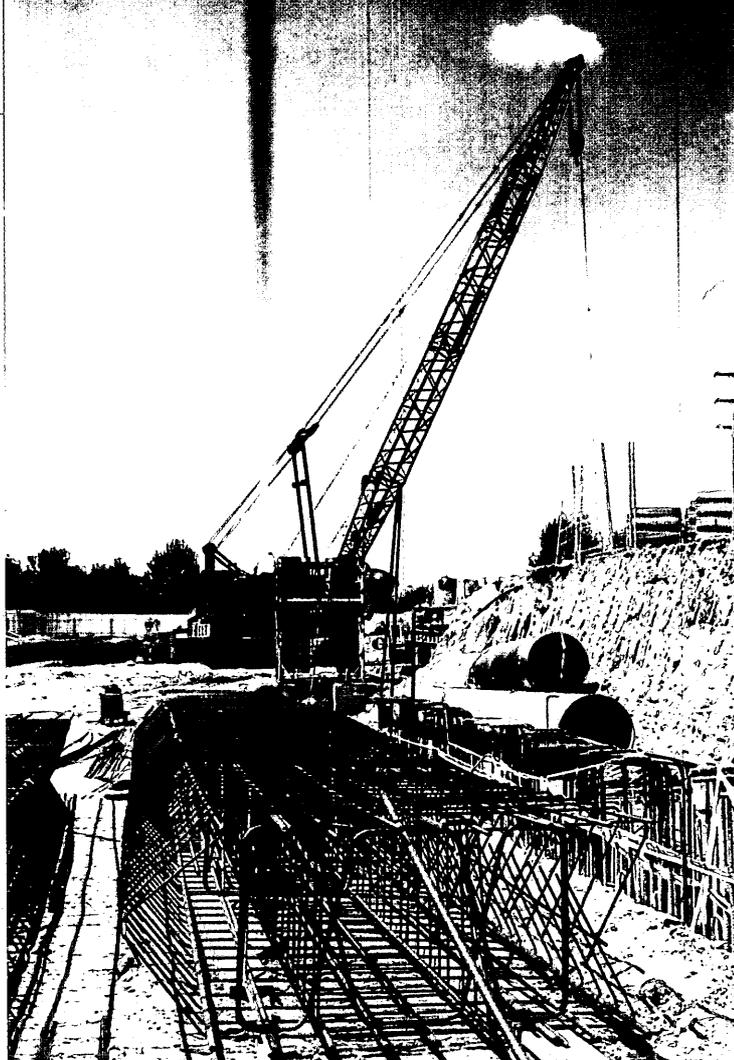
## 6. DATOS DE LA TUNELADORA

### DIMENSIONES

Diámetro.....	9,38 m
Longitud.....	11,58 m
Longitud Back-Up .....	91,6 m
Longitud Califórmano .....	23,66 m
Longitud total.....	127,84 m

### PESOS

Escudo.....	890 Tn
Back-Up.....	570 Trí
Californiano.....	10 Tn
Peso total.....	1.470 Tn
Potencia instalada .....	4.100 Kw
RPM .....	0-2,4
Nº toberas de Inyección .....	8
Volumen embolada.....	16 L
Nº bombas mortero .....	4
Cilindros de empuje.....	26
Empuje Máximo.....	10.000 Tn
Par de trabajo.....	1.705 Tn-m
Par desbloqueo.....	2.217 Tn-m



## FICHA TÉCNICA

### PROMOTOR

CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS,  
URBANISMO Y TRANSPORTES.  
COMUNIDAD AUTÓNOMA  
DE MADRID

### AUTOR DEL PROYECTO

PROSER

### DIRECCIÓN DE LAS OBRAS

Manuel Arnáiz Ronda,  
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos  
Rosa Olivé Barrau,  
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos

### ASESOR GEOTÉCNICO

Carlos Oteo Mazo,  
Prof. Dr. Ingeniero de Caminos Canales y Puertos

### EMPRESA CONSTRUCTORA

DRAGADOS CONSTRUCCIÓN P.O., S.A.  
Jefe de Obra: Álvaro Fernández Cota,  
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos  
INCOYDE, S.A. - INGEOTEC, S.A.

### ASISTENCIA TÉCNICA

### A LA DIRECCION DE OBRA

Jefe de Unidad: Pablo Ferrer Lucíañez,  
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos

### CONTROL DE CALIDAD

GEOTEYCO, S.A.

### PRESUPUESTO

29.359.214.358 ptas.

### PLAZO

29 meses