

CONTRATO 2. MÓSTOLES – FUENLABRADA

CONTRACT 2. MÓSTOLES – FUENLABRADA

JESÚS TRABADA GUIJARRO. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Director de área de Proyectos y Obras. MINTRA. admon@mintra.c.telefonica.net
 MERCEDES LERA VELA. Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos
Directora de Obra. MINTRA. admon@mintra.c.telefonica.net
 FERNANDO SANZ PECHARROMÁN. Ingeniero Técnico de Obras Públicas
Director de Obra. MINTRA. fsanzpec@hotmail.com

RESUMEN: El Contrato Nº 2 de Metrosur, de 7.312m de longitud, discurre por los términos municipales de Móstoles y Fuenlabrada. Tiene su origen en el piñón de entrada de la estación Universidad Rey Juan Carlos y su final en las proximidades de la estación Fuenlabrada 1 perteneciente al tramo contiguo (contrato Nº 3) en Fuenlabrada. Se ofrecen los modos de construcción del túnel con escudo, los falsos túneles, pozos y estaciones. Asimismo se describen las características de la tuneladora y datos de asientos en la fase de proyecto y durante la construcción, junto con una breve descripción de los diferentes tratamientos del terreno llevados a cabo a lo largo de la obra.

PALABRAS CLAVE: MÓSTOLES, TÚNEL, TUNELADORA, ESTACIONES

ABSTRACT: The 7.312 m long section of Contract No. 2 of the Metrosur runs through the municipalities of Mostoles and Fuenlabrada. The section starts at the entrance of the Universidad Rey Juan Carlos station and ends in the vicinity of the Fuenlabrada station on the adjacent section (contract 3). The article describes the construction methods using NFM, the false tunnels, pits and stations. The article goes on to describe the characteristics of the tunnelling machine and the subsidence analysis during the design and constructions stages as well as giving a brief description of the soil treatment carried out during the works.

KEYWORDS: MÓSTOLES, TUNNEL, TUNNELLING MACHINE, STATIONS

1. INTRODUCCIÓN

Las obras de construcción del Contrato 2 de Metrosur fueron adjudicadas por la Consejería de Obras Públicas a la empresa FCC con un presupuesto inicial de 153.666.700 €, y un plazo de ejecución de 30 meses, dando comienzo las obras el 23 de Mayo de 2000.

En líneas generales, el objeto de Contrato Nº 2 se concreta en la ejecución de las siguientes obras:

- Infraestructura necesaria para la explotación de la línea mediante la circulación de trenes formados por tres coches de la nueva serie 8000, incluyendo túnel, estaciones, pozos de ventilación, obra civil para las subestaciones eléctricas, cuartos de transformación, pozos de bombeo, instalaciones para evacuación de emergencia, etc.

- Arquitectura, decoración, iluminación, abastecimiento y saneamiento de estaciones.
- Instalaciones para el alumbrado del túnel y para el bombeo de las aguas que recoja la infraestructura.
- Superestructura de Vía.
- Reposición de servicios y desvío de tráfico.

2. GEOTÉCNIA

Los terrenos por los que atraviesa la nueva línea de Metro pertenecen a las formaciones típicas de Madrid. Concretamente, en el tramo de Proyecto se localizan materiales detríticos, englobados dentro de la facies Madrid, procedentes de la erosión de los relieves graníticos y metamórficos de la Sierra de Guadarrama, producidos por arroyadas difusas,

parcialmente cubiertos por otros de edad cuaternaria de origen coluvial y por rellenos antrópicos.

La investigación realizada, junto con los datos previos existentes, y el posterior análisis del gabinete, ha permitido establecer una distinción entre los diferentes materiales presentes en el terreno, aunque su agrupación en niveles o capas a lo largo de la traza presenta mayor dificultad, debido a los frecuentes cambios laterales de composición que presenta el Mioceno.

De acuerdo con las clasificaciones de suelos habituales en Madrid, se han distinguido cuatro tipos de materiales diferentes correspondientes al Terciario, además de los rellenos antrópicos cuaternarios y depósitos de origen aluvial. La denominación utilizada y los criterios de clasificación son los siguientes:

R	Rellenos
AL	Aluvial
AM	Arena de miga (finos <25%)
AT	Arena tosquiza (25% < finos < 40%)
TA	Tosco arenoso (40% < finos < 60%)
T	Tosco (finos >60%)

En el tramo objeto de proyecto se alternan los niveles arenosos con los arcillosos. Al inicio del mismo, hasta el entorno del PK 2+100 se localizan alternancias de toscos arenosos con arenas tosquizas, entre este último punto y el PK 2+800 predominan los toscos. Entre el PK 2+800 y el PK 4+200 aparecen básicamente estratos de arena de miga con alternancias de arena tosquiza. Entre el último punto y el PK 6+200 se destaca la sucesión de niveles tosquizados y de tosco arenoso. En el tramo final del trazado predomina la alternancia de arenas de miga con arenas tosquizas. En superficie se han localizado rellenos antrópicos de hasta 8m de espesor y suelos aluviales de hasta 5m de potencia. Se han detectado numerosos niveles de agua que quedan colgados sobre substratos inferiores más impermeables.

3. PROYECTO Y EJECUCIÓN DEL TÚNEL

La primera parte del túnel, que comienza en la estación de Universidad Rey Juan Carlos y termina en la estación de Manuela Malasaña, tiene una longitud de 3959m y ha sido ejecutado con un escudo de presión de tierras.

ESCUDO DE PRESIÓN DE TIERRAS

Para la perforación del túnel de línea, se consideró la utilización de escudo o máquina tuneladora que es el método más seguro para operarios y edificios. Supone una máxima mecanización de la excavación y posterior revestimiento de la oquedad creada.

Se ejecuta con una máquina consistente básicamente en un gran disco frontal de perforación de diámetro igual al de

excavación, sobre el que resaltan, en la cara que corresponde al frente, unos radios que portan las cuchillas de excavación. En el espacio entre éstos se dejan unos huecos a través de los cuales, al hacer girar el disco frontal sobre su eje a la vez que se le empuja contra el terreno, se retira el suelo excavado.

El citado disco arrastra a su vez, una coraza metálica, al abrigo de la cual se monta el revestimiento definitivo del túnel, consistente en piezas prefabricadas de hormigón, que forman anillos cilíndricos de 8,43m de diámetro interior y 0,32m de espesor. Estas se unen mediante tornillos y en la superficie de las juntas se colocan materiales impermeabilizantes.

El empuje de la cabeza del escudo, que arrastra a su vez la coraza, se genera mediante gatos apoyados en el último anillo del revestimiento colocado. Estas máquinas tienen la posibilidad de compensar los empujes del terreno y el posible agua en el frente mediante la creación de una cámara de presión en la zona de aporte de material de excavación y el uso de diferentes sistemas para compensar de una forma lo más eficiente posible las diferencias de empujes (lodos bentoníticos, espumas, etc.). La estabilidad del frente se consigue equilibrando el ritmo de excavación de suelo en la citada cámara de presión.

De una forma sintética el proceso ha sido el siguiente:

- Montaje de la cabeza y coraza del escudo en un pozo entre pantallas creado al efecto en la estación Manuela Malasaña, de 365m de longitud y 16,5m de profundidad. La longitud del pozo permitía arrancar con toda la máquina montada incluido el back-up completo.
- Creación de una estructura de empuje a la que se transmite el esfuerzo de unos gatos de avance de escudo hasta que el rozamiento entre los anillos colocados y el terreno es suficiente como para que deje de necesitarse.
- Excavación del terreno mediante las cuchillas del disco giratorio del frente, transmitiendo la fuerza de empuje contra el terreno desde el último anillo colocado, a través de gatos hidráulicos.
- Cuando se ha avanzado la excavación la longitud correspondiente a un anillo, los gatos de empuje se retraen secuencialmente a la vez que se van colocando las dovelas de revestimiento.
- Se excava de nuevo transmitiendo la carga a la cabeza a través de los gatos que se han ido apoyando en las sucesivas dovelas colocadas en el último anillo. Inyección entre el terreno y el revestimiento anular de dovelas, entre el último tramo inyectado y la parte final de la coraza, donde se sitúan los cepillos de sellado.
- Repetición de la secuencia de excavación, colocación de anillos de piezas e inyección.

La tuneladora La Adelantada que realizó esta obra de infraestructura ya ha trabajado en la anterior ampliación del Me-

CUADRO 1. Tuneladora Mitsubishi "La Adelantada"

Cilindros de propulsión	26 cilindros de 320mm de diámetro de pistón. Fuerza total de empuje 10000t, velocidad de avance 0-80mm/m
Herramientas de corte	Rueda de corte de 148 dientes, discos dobles de 17" y 2 copy cutter
Accionamiento rueda corte	2,4 r.p.m. Par 16.000 kNm. Par inicial de arranque 20000 kNm. Potencia instalada 2000 kW. Diámetro rodamiento 4950mm.
Instalación eléctrica	Alimentación en 15kV. Potencia instalada 3750 kVA.
Sistema de guiado	Electrónico láser Leika
Sistema de extracción	Transportador sinfin helicoidal de diámetro exterior 1.000mm. Capacidad de transporte 663 m³/h. Cintas transportadoras de 1.200mm de ancho con capacidad de 1.200 m³/h.
Sistema de inyección de mortero	4 conductos dobles de inyección entre dovela y terreno (5,6 m³/m.).

tro de Madrid, así como para el eje de acceso a Alcobendas que explota RENFE.

Sus principales características se resumen en el cuadro 1.

EJECUCIÓN DEL TÚNEL CON TUNELADORA

La excavación se inició el 4 de Junio de 2001 desde el pozo de ataque ya citado anteriormente en la estación Móstoles 5 (Manuela Malasaña), llegándose al piñón de entrada en la

Móstoles 1 (universidad Rey Juan Carlos) el día 12 de Diciembre del mismo año. El rendimiento por día de calendario de excavación de túnel ha sido de 20,75m/día. El rendimiento máximo alcanzado se produjo el día 22/07/01 con 49,6m de excavación. El avance medio mensual fue de 422 anillos/mes lo que equivale a 633 m/mes. La excavación se realizó con un adelanto de cerca de 6 semanas en relación con el plan de obra previsto inicialmente, como se aprecia en el gráfico 1.

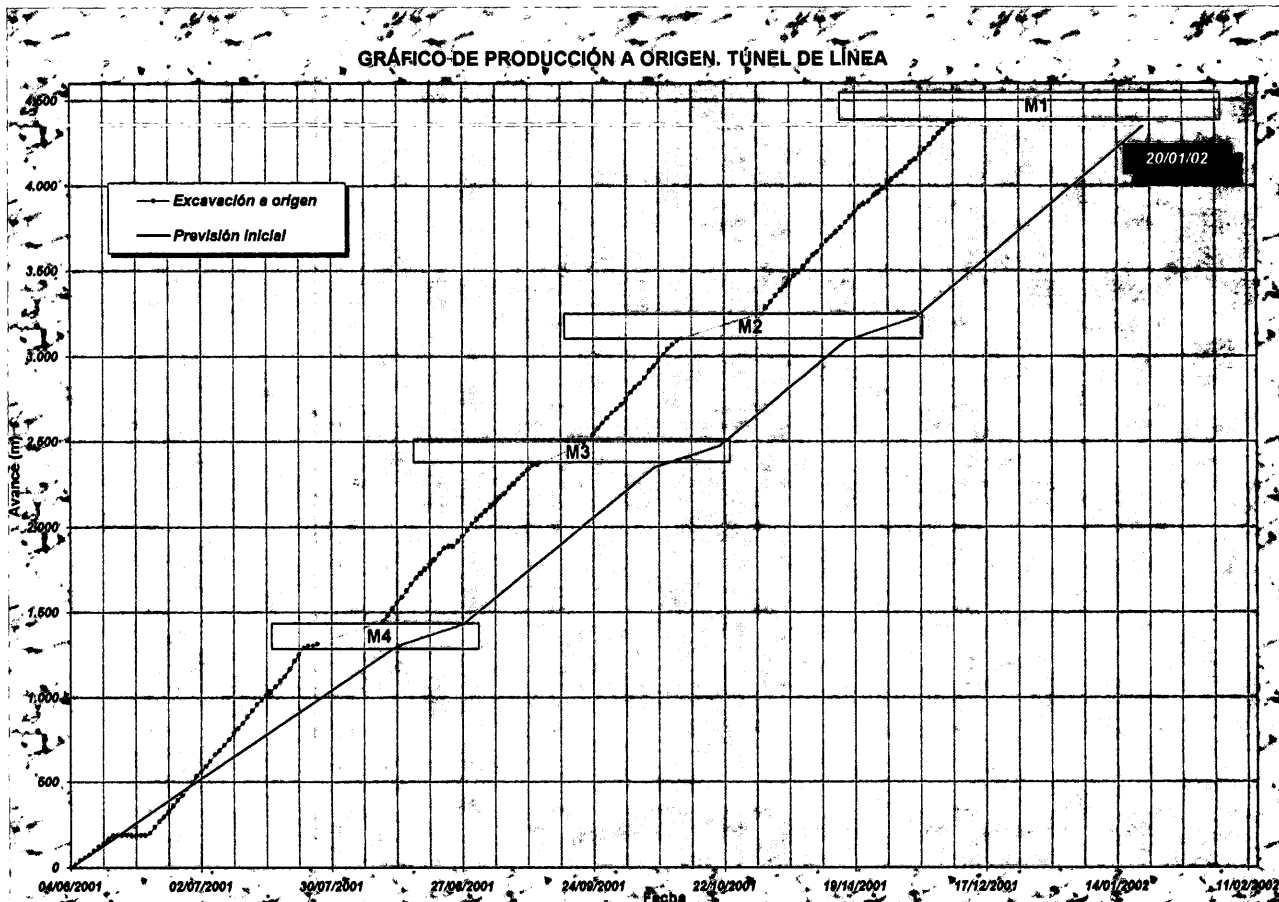
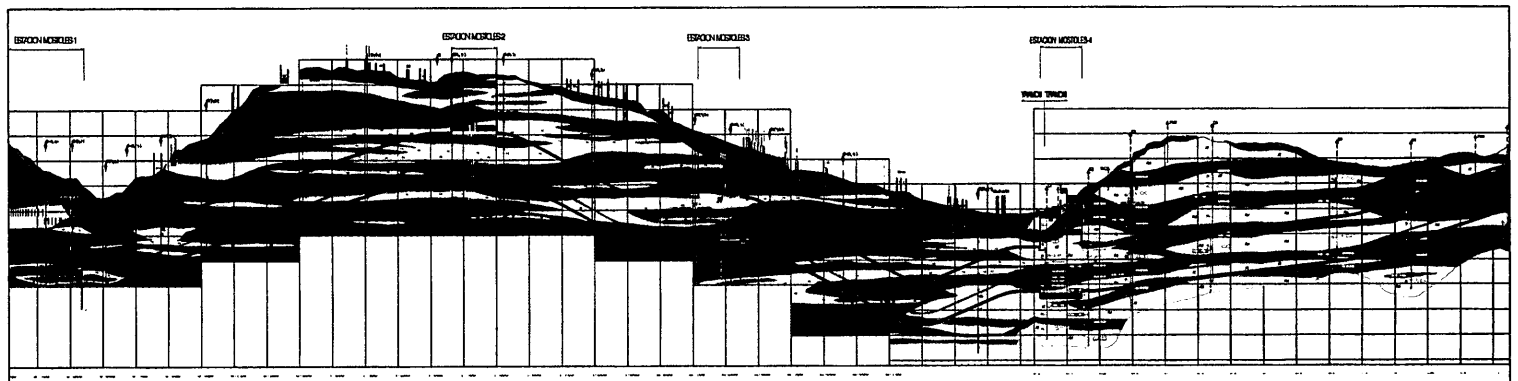


Gráfico 1.

SUBSIDENCIA SUPERFICIAL EN EL EJE DEL TÚNEL



Subsidencias (mm) / Volumen de asientos (%)

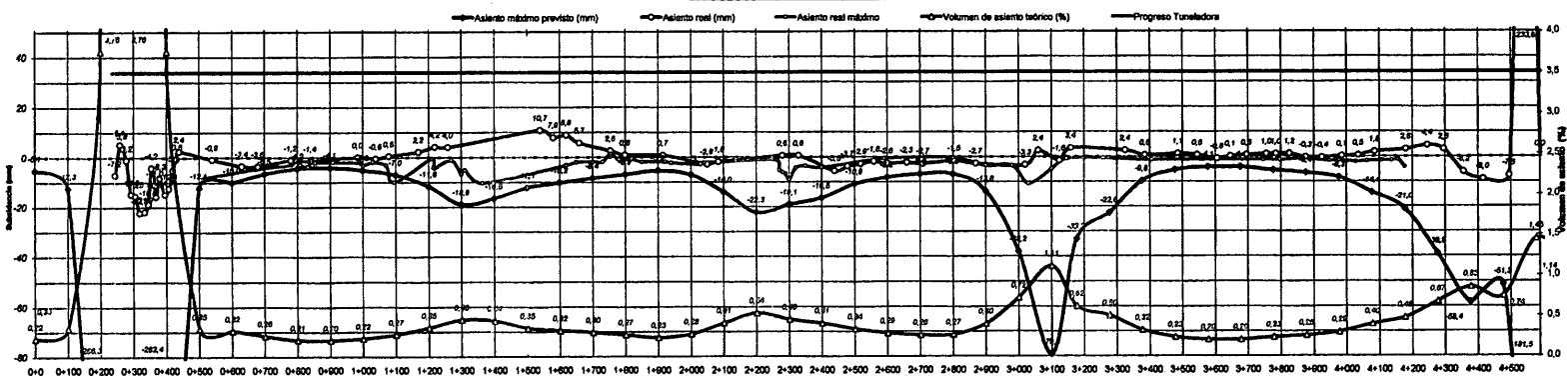


Gráfico 2.

Se empleó para el cálculo de asientos el método semiempírico denominado Modelo Madrid (Oteo et al, 1999), desarrollado en vista de la experiencia acumulada para los suelos de la facies Madrid en la ejecución de túneles. A partir de la profundidad del túnel y el espesor de las diferentes rebanadas de terrenos terciarios sobre la clave del túnel se puede estimar el asiento máximo sobre eje de túnel y el volumen de asientos. En el gráfico 2 se puede observar el contraste entre los asientos medidos y los previstos. Las diferencias apreciables se localizan en los tramos donde se ha tratado previamente el terreno para minimizarlos.

A lo largo de los aproximadamente 3,9 Km ejecutados de túnel la tuneladora siempre funcionó con el escudo con presión de tierras. Por esta razón solo se produjeron tres pequeños socavones (a las entradas de Móstoles 4 y Móstoles 1 y a la salida de Móstoles 2) que fueron rellenados desde la superficie con mortero fluido.

Se han realizado tres tipos de tratamientos para proteger los edificios que quedaban dentro del ámbito de la cubeta de asientos producido por la excavación del túnel. Los edificios próximos se han protegido con jet grouting o micropilotes armados, mientras que para los edificios situados encima de la traza del túnel se han realizado inyecciones de compensación.

En total se han realizado 5 tratamientos con jet grouting, 5 con micropilotes, y 6 compensaciones habiéndose situado sobre un total de 28 edificios, uno de ellos un colegio público, y otro un centro de salud. (Gráfico 3).

MÉTODO MADRID

Este método se utilizó para ejecutar los cañones de comunicación del túnel de línea con los pozos de ventilación, de bombeo y salidas de emergencia.

El llamado "método Madrid", ha sido ampliamente experimentado en la construcción de la infraestructura ya en servicio en la red del Metro de Madrid. Es un método en el que el avance de la excavación se ajusta con gran versatilidad a las condiciones del terreno y en el que se utilizan tablonés de madera como sostenimiento provisional.

El proceso de ejecución es el siguiente:

- Excavación de una galería auxiliar de avance en clave del túnel o galería, previa ejecución de los taldros de control del terreno por delante del frente, revisitando provisionalmente con tablas y puntales de madera, así como con longarinas metálicas.

Gráfico 3.



- Ensanche lateral de la galería de avance hasta excavar la sección completa de la bóveda, revistiendo también con tablas.
- Cimbrado y hormigonado de la bóveda.
- Excavación en destroza con cierto desfase respecto a la sección de avance.
- Excavación y hormigonado de los hastiales por bataches contrapeados y situados de forma que soporten dos semianillos contiguos de bóveda.
- Excavación y hormigonado de la contrabóveda.

En función de las condiciones de ejecución de la excavación y del sostenimiento provisional se ha diseñado la inyección del contacto del revestimiento con el terreno.

FALSO TÚNEL

El falso túnel se ha realizado entre los PK 4+940 y 5+786 según las siguientes fases:

- Excavación hasta cota inferior de solera
- Hormigonado de losa de solera
- Ejecución de hastiales del túnel

- Cimbrado y hormigonado de la bóveda
- Relleno de tierras hasta cota de terreno natural

Además, también se han construido a cielo abierto los pozos de ventilación interestación, los de bombeo y los correspondientes a salidas de emergencia por el método tradicional, en el que se van hormigonando conforme se excava anillos horizontales de unos dos metros de altura.

TÚNEL ENTRE PANTALLAS

El túnel a cielo abierto entre pantallas se ha ejecutado entre los PK 5+786 y 6+065 según las siguientes fases:

- Realización de las pantallas que constituirán el hastial del túnel.
- Ejecución de la losa de cubierta encofrada contra el terreno y que apoyará sobre las pantallas.

Estación
Hospital de
Móstoles.
Andenes.

- Excavación entre pantallas bajo cubierta hasta nivel intermedio de acodamiento.
- Ejecución del nivel intermedio de acorralamiento mediante estampidores o losa.
- Excavación entre las pantallas hasta el apoyo de la contrabóveda.
- Hormigonado de la contrabóveda.

4. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES

MÓSTOLES 1 (UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS)

La estación Móstoles 1 se encuentra situada entre los terrenos de la Universidad Rey Juan Carlos I y la calle Alcalde de Móstoles. Se ha desplazado 6,90 m el piñón de salida para evitar la afección a la citada calle. La planta de esta estación viene influenciada por la necesidad de incorporar cuatro vías de apartadero, para utilizar como estaciona-





Intercambiador de Cercanías con METROSUR. Lado Parque Vosa.

miento temporal del material móvil, dos a cada lado de los dos andenes.

También se han ejecutado dos pozos de extracción en ambos extremos para posibilitar la salida de las tuneladoras que hacen los túneles de los contratos 1 y 2. Existe subestación eléctrica y un pozo de bombeo situado en la intersección de la rampa de acceso y el recinto de estación.

Las dimensiones del templete de acceso, a la estación, y esto ocurre en todas las estaciones, vienen condicionadas por la exigencia de incorporar al interior del templete, el ascensor de acceso a vestíbulo.

En esta estación los paneles Vitrex son de color rojo, los suelos de Terastone pulido en fábrica color Rosa Galicia y la pintura en techos es tipo Titanic de color azul.

En la superficie y en terrenos de la Universidad Juan Carlos I, se ha construido un aparcamiento para uso del personal de esta.

La estación Móstoles 1, así como las 2, 3 y 4 son del tipo ya convencional en Madrid, un gran recinto configurado por pantallas y losas de hormigón armado, con un ensanchamiento en un extremo, correspondiente al vestíbulo de acceso y los bloques de escaleras que van desde aquel a los andenes. En el resto del recinto la anchura se limita a la necesaria para alojar la caja de vías y los andenes.

Las fases de construcción son las mismas empleadas para las estaciones Móstoles 2, 3 y 4 y han sido las siguientes:

- Formación de plataformas de trabajo, desvío de servicios, replanteo y ejecución de muretes guía.
- Excavación y hormigonado de pantallas y pilas-pilote.
- Preparación de la superficie de apoyo, ferralla y hormigonado de losas de cubierta.
- Restitución de la superficie al uso urbano. Ejecución de la rampa de trabajo a nivel de vestíbulo.
- Excavación interior hasta cota de apoyo de las losas de vestíbulo.

- Hormigonado de losas de vestíbulo y estampidores.
- Progreso de la excavación en la rampa e interior hasta cota de contrabóveda.
- Ferralla y hormigonado de la contrabóveda.
- Construcción de la estructura interior. Escaleras de emergencia y andenes.
- Albañilería e instalaciones. Tras el paso de la tuneladora tendido de vías y acabados de andén.

MÓSTOLES 2 (MÓSTOLES CENTRAL)

La planta de esta estación con los ensanchamientos que alojan las escaleras, de forma irregular y asimétricos viene influenciada por la ubicación y la proximidad de los edificios entre los que se encuentra encajada. Se ha dispuesto la estación ocupando el espacio libre que dejan estos edificios en el Paseo de Goya y lo más cerca posible de la estación de cercanías de Renfe de la línea C5. Al aumentarse el recubrimiento del túnel respecto al proyecto original entre las estaciones 2 y 3, para pasar a mayor profundidad bajo los edificios de la calle Luis Jiménez de Asua, este hecho ha influido en la profundidad que alcanza la estación, que es de 18 m desde nivel de carril.

El sistema constructivo y sus fases es el ya reseñado anteriormente, al hablar de la estación Móstoles 1. Además se ha instalado en el vestíbulo un mural en acero y madera, que en estilo figurativo representa el gran disco frontal de perforación de una tuneladora.

En esta estación los paneles Vitrex son de color blanco, los suelos de Terastone pulido en fábrica color gris berroqueño y la pintura en techos es tipo Titanic color azul en vestíbulo y entreplanta y rojo en andenes.

Intercambiador de Cercanías con METROSUR. Lado Paseo de Goya.



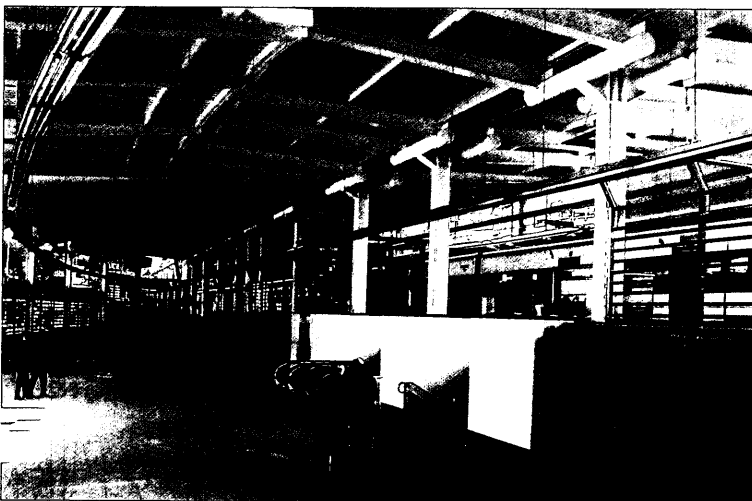
Intercambiador de Cercanías. Vestíbulo principal.



El diseño de la estación permite el intercambio de viajeros con la línea C5 de la Red de Cercanías de Renfe, evitando que los usuarios tengan que realizar largos y complicados recorridos. Con tal fin se ha incluido en el Proyecto la reforma y ampliación de la actual estación de cercanías.

La nueva estación de cercanías en conexión con la estación de Metrosur consta de dos andenes de 160 m de longi-

Intercambiador de Cercanías. Nuevo acceso.



tud y 7 m de anchura, protegidos de la intemperie por marquesinas. Además se han construido dos edificios; el primero de ellos es de uso ferroviario y consta de dos plantas de 300 m² cada una y alojan cuartos técnicos, oficinas, vestuarios y taquillas. Los revestimientos son de panel Trespa.

El segundo edificio tiene 370 m² en una sola planta y su uso es comercial y estancial. Consta de cafetería, tienda de prensa y aseos públicos, junto con una zona de estar. El revestimiento de este edificio se resuelve, en parte, con muro cortina, y el resto con cristaleras. Estos edificios se comunican entre sí a través de una zona de superficie próxima a 200m², cubierta con marquesinas y acristalada, con dos puertas de acceso desde la calle al recinto del intercambiador. Los edificios van solados con terrazo Terastone pulido en fábrica y el resto de los espacios llevan Terastone granulado.

Para mejorar las conexiones entre la estación Móstoles 2 y la nueva estación de Cercanías, se ha hincado un cajón de hormigón armado bajo las vías del ferrocarril de Renfe que facilita el paso bajo andenes y la permeabilidad de los viajeros en su camino hacia cualquiera de las dos zonas de Móstoles divididas por las vías de Cercanías. Finalmente, y en superficie, la zona de accesos al intercambiador ha sido rediseñada tanto en la zona del Paseo de Goya como en la



Estación Móstoles Central. Vista desde vía. Mural representando el disco frontal de la tuneladora.

zona de la calle Parque Vosa, para facilitar la circulación de vehículos y los flujos de entrada y salida de los viajeros. En el acceso a Parque Vosa, al tener niveles diferentes la calle y los andenes se han dispuesto escaleras y rampa de acceso a estos, formándose los muros con ladrillo especial de color azul y delimitándose el recinto con cerramiento metálico tipo Renfe.

MÓSTOLES 3 (PRADILLO)

La estación Móstoles 3 se localiza bajo la plaza del Pradillo, entre las calles de Agustina de Aragón, Dos de Mayo y Mártires, en el centro del casco histórico de Móstoles.

La profundidad de esta estación ha sido incrementada por las razones que se han expuesto al hablar de la Móstoles 2, en aproximadamente 3,5 m, llegando a tener desde la cota de carril una profundidad de en torno a 18 m. Esto ha originado que para bajar de vestíbulo a andén sea aconsejable hacerlo a través de una entreplanta intermedia.

En esta estación los paneles Vitrex son de color azul, el suelo es de Terastone pulido en fabrica también de color azul y la pintura de techo es de tipo Titanic color rojo, y color azul en el resto.

Dada la ubicación de la plaza en el centro de Móstoles, y su carácter emblemático se ha dado un tratamiento especial a la restauración de esta, ejecutándose un acondicionamiento muy cuidado, introduciéndose diferentes elementos urbanos como dos fuentes, un quiosco y una pérgola que aprovecha la que fue rampa de acceso durante la construcción de la estación. Los materiales empleados en la urbanización de la plaza (adoquines, solados, etc.) son acordes con la importancia de ésta para el municipio.

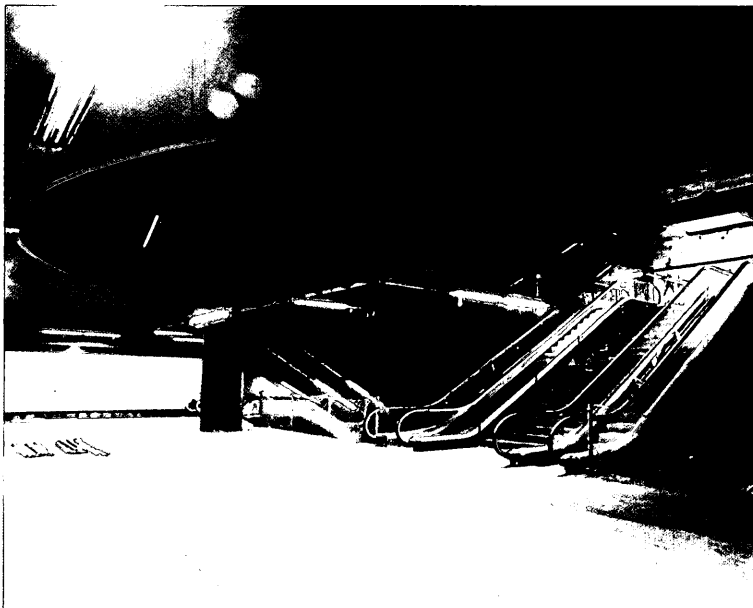
MÓSTOLES 4 (HOSPITAL DE MÓSTOLES)

La estación Móstoles 4 se encuentra bajo el parque Villa Europa, localizado entre la calle Río Sella y la calle Río Ebro. Para su ubicación se ha tenido en cuenta la situación

Nueva Estación
de Cercanías.
Andenes.



Estación
Pradillo.
Entrepanta.

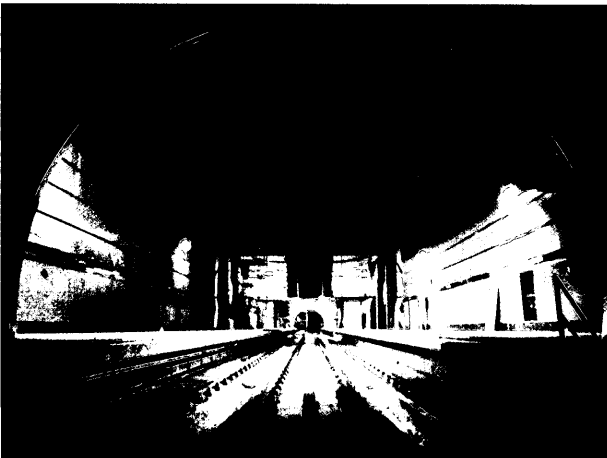


del Hospital General de Móstoles, de tal manera que el acceso desde la estación al centro sanitario sea cómodo y rápido. La estación tiene una profundidad aproximada de 14 m, y en ella ha sido necesario el desplazamiento en planta, con objeto de alejarla de los edificios colindantes. Existe subestación eléctrica.

En la estación los paneles Vitrex son de color amarillo, los suelos de Terastone pulido en fábrica color Sevilla y la pintura en techos es tipo Titanic color azul.

También como en el resto de las estaciones las barandillas son de acero inoxidable con cristal de 10 mm de espesor, los pasamanos son también de acero inoxidable con dos alturas y la iluminación es continua, con luces fluorescentes con caja de acero inoxidable.

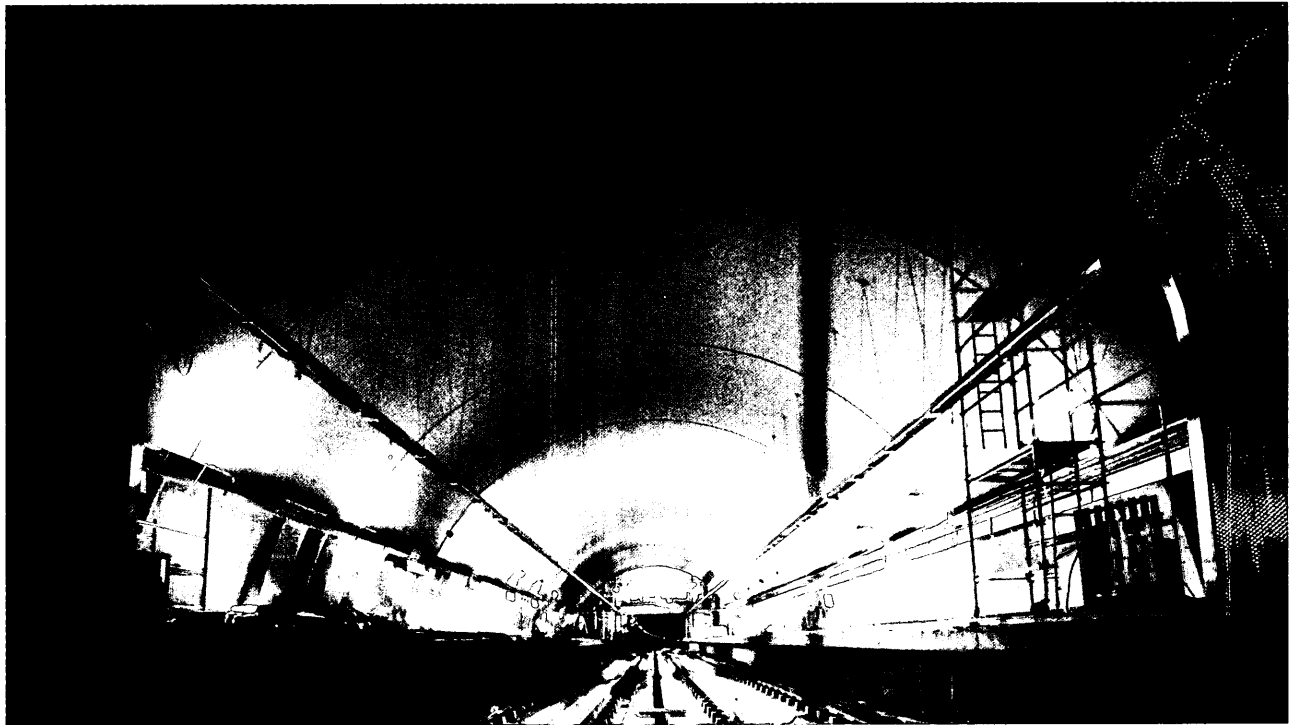
En la superficie se ha mejorado la antigua plaza existente, manteniendo el uso deportivo que tenía, construyéndose un recinto con pista de usos múltiples rodeada de un edificio de vestuarios y un pequeño graderío acoplado a la pendiente del terreno.



Estación Hospital de Móstoles. Vista desde la vía.

Estación Pradillo. Entrada desde túnel. A la derecha, Intercambiador Cercanías-METROSUR. Móstoles Central. Acceso lado Paseo de Goya.

Estación
Manuela
Malasaña.
Vista desde el
túnel.



UNIDADES DE OBRA REPRESENTATIVAS

		UNIDAD	MEDICIÓN	M. TOTAL
m	Longitud total	Tuneladora EPB Falso túnel Estaciones	3.959 2.576 777	7.312
Kg	Acero de armar	Pantallas y pilotes Dovelas de túnel Resto de obra	5.617.000 2.618.000 12.024.000	20.259.000
m ³	Excavación	Pantallas y pilotes Tuneladora EPB Túnel a cielo abierto Estaciones entre pantallas	64.719 270.089 932.454 301.996	1.569.258
m ³	Hormigón	Pantallas y Pilotes Dovelas de túnel Resto hormigones	64.719 34.825 154.127	253.671
m	Carril 54 Kg/m		31.328	31.328
Ud	Taco elástico para 12,5 Tn		34.928	34.928
m ²	Panel tipo Vitrex en revestimiento paramentos Verticales estaciones		4.174	4.174
m ²	Panel de italfilm en revestimiento parámetros Verticales estaciones		14.447	14.447
m ²	Pavimentos en vestíbulos y andenes		21.552	21.552



MÓSTOLES 5 (MANUELA MALASAÑA)

La estación Móstoles 5, última del Contrato 2, se ha ejecutado a cielo abierto en un terreno contemplado en el planeamiento como suelo urbanizable no programado, a desarrollar en el denominado PAU-4, y libre por tanto de edificios cercanos. Esta circunstancia permitía construir mediante este método, más económico que el de pantallas y losas de las otras estaciones.

Al tenerse que construir el pozo de ataque de la tuneladora EPB ha sido necesario bajar la rasante 1,20 m

Estación Universidad Juan Carlos I. Andenes.

Nueva Estación de Cercanías en Intercambiador con METROSUR.



FICHA TÉCNICA

PROMOTOR	MINTRA (Madrid, Infraestructuras del Transporte) Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes. Comunidad Autónoma de Madrid
AUTOR DEL PROYECTO DIRECCIÓN DE OBRA	MINTRA, EUROESTUDIOS, AEPO Jesús Trabada Guijarro, <i>Ingeniero de Caminos, C. y P.</i> Mercedes Lera Vela, <i>Ingeniera de Caminos, C. y P.</i> Fernando Sanz Pecharromán, <i>Ingeniero Técnico de Obras Públicas.</i>
ASESOR GEOTÉCNICO	José María Rodríguez Ortiz, <i>Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P.</i> Universidad Politécnica de Madrid
CONSTRUCTORA	FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS: Ricardo Gil Edo, Juan Girán Garrido, Juan Manuel Inclán Hernández
ASISTENCIA TÉCNICA	TYPSA: Jesús Barrio Sotillos, <i>Ingeniero de Caminos, C. y P.</i> EUROESTUDIOS: Ahmed El Khadri Mohamed, <i>Ingeniero de Caminos, C. y P.</i>
CONTROL DE CALIDAD	SGSTECNOS EUROESTUDIOS
PRESUPUESTO OBRA CIVIL	163.948.000 Euros
PRESUPUESTO INSTALACIONES	38.655.000 Euros
PLAZO DE EJECUCIÓN	30 Meses

para permitir el inicio de la perforación del túnel con la tuneladora de presión de tierras. La profundidad de la superficie es de entorno a 11 m, medidos desde nivel de carril. Es la única estación del Contrato 2 proyectada estructuralmente con muros de hormigón armado cimentados directamente sobre zapatas, y losas de vestíbulo y cubierta de hormigón armado ejecutadas "in situ" sobre cimbra metálica. Esta parte de la estación aloja el vestíbulo, accesos a andenes y los cuartos de enclavamiento, telecomunicaciones, y en general todos aquellos relacionados con la explotación. En cambio el cuerpo propiamente dicho de estación, donde se encuentran los andenes, ha sido construido mediante la ejecución de una bóveda de hormigón armado. Esto ha permitido optimizar el coste de la estación.

En esta estación los paneles Vitrex son de color naranja, en los suelos se ha empleado terrazo Terastone pulido en fábrica color azul y la pintura en techos es tipo Titanic color gris en la estación abovedada y de color azul en el resto. ■