

Prolongación de la Línea 10 del Metro de Madrid a Metrosur Tramos 1 y 2 [Colonia Jardín-Cuatro Vientos-Alcorcón]

Manuel Arnáiz Ronda

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

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

José María Díaz Retana

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Director de los proyectos constructivos de los tramos 1 y 2. Director de las obras del tramo 1

RESUMEN

El artículo describe la prolongación de la línea 10 del metro de Madrid a Metrosur, explicando los procesos constructivos empleados y los aspectos funcionales más relevantes.

ABSTRAT

The article describes the underground line 10 extention from Madrid to Metrosur. Construction methods and functional aspects including operational advantages for users are explained.

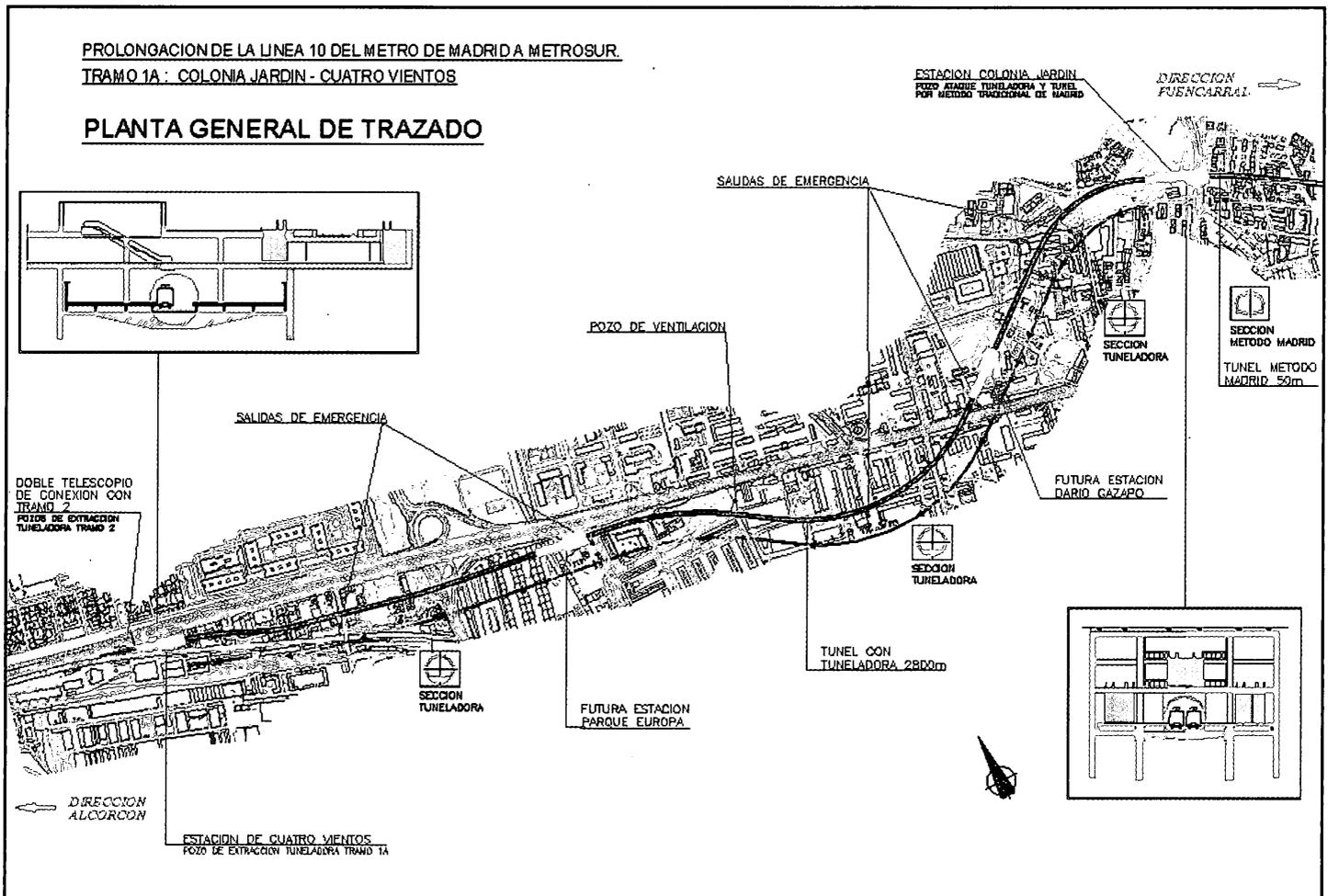
FUNCIONALIDAD Y GENERALIDADES

La prolongación de la Línea 10 del Metro de Madrid a METROSUR se plantea con el objetivo de unir la primera y segunda coronas metropolitanas del Suroeste de Madrid con la almendra central de la capital y con el área Norte de la misma.

Mientras que METROSUR intercomunicará los cinco grandes municipios del Suroeste metropolitano, articulando urbanísticamente y facilitando tanto el transporte interno en cada uno de ellos como entre ellos mismos a través de un gran anillo de ferrocarril metropolitano de 40,5 Km. de longitud, la prolongación de la Línea 10 unirá Alcorcón a Fuencarral conectando, a través de METROSUR, Alcorcón, Móstoles, Fuencarrada, Getafe y Leganés con el centro de Madrid y con el gran eje de negocios de la Castellana, así como con el Aeropuerto de Barajas a través de la prolongación de la Línea 8,

que se conectará con la Línea 10 en el gran intercambiador de Nuevos Ministerios, que actualmente está en construcción.

La Línea 10, una vez prolongada, tendrá una longitud de 22,65 Km. y permitirá intercambiar con las líneas de Cercanías de Renfe en Chamartín, Nuevos Ministerios, Príncipe Pío y Cuatro Vientos, así como conectar con el resto de la red de Metro en Plaza de Castilla (L1 y L9), Nuevos Ministerios (L6 y L8); Gregorio Marañón (L7), Alonso Martínez (L4 y L5), Tribunal (L1), Plaza de España (L2 y L3), Príncipe Pío (L6 y Ramal Opera-P. Pío), Puerta Batán (L5) y Alcorcón 1 (METROSUR). Por tanto 11 estaciones, de las 19 que tendrá la línea una vez prolongada, permitirán el intercambio con otras líneas de Metro o Cercanías RENFE, conectando con todas las líneas de Metro existentes, a excepción de la Línea 11, permitiendo el acceso desde Alcorcón a Nuevos Ministerios en 22 minutos y al Aeropuerto de Barajas en 37 minutos, lo que supondrá un



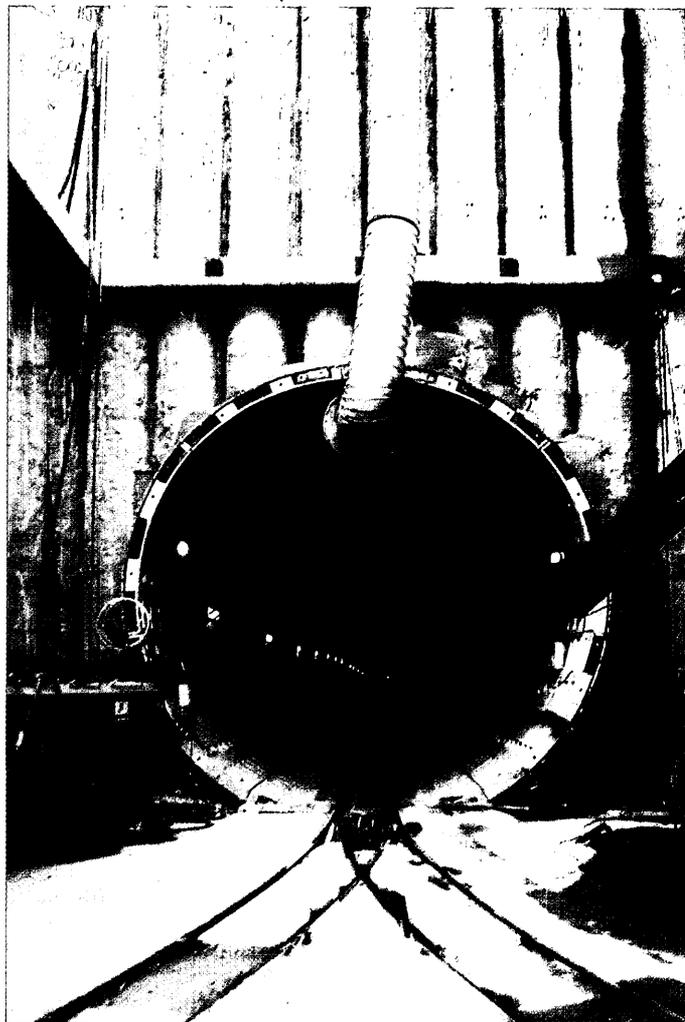
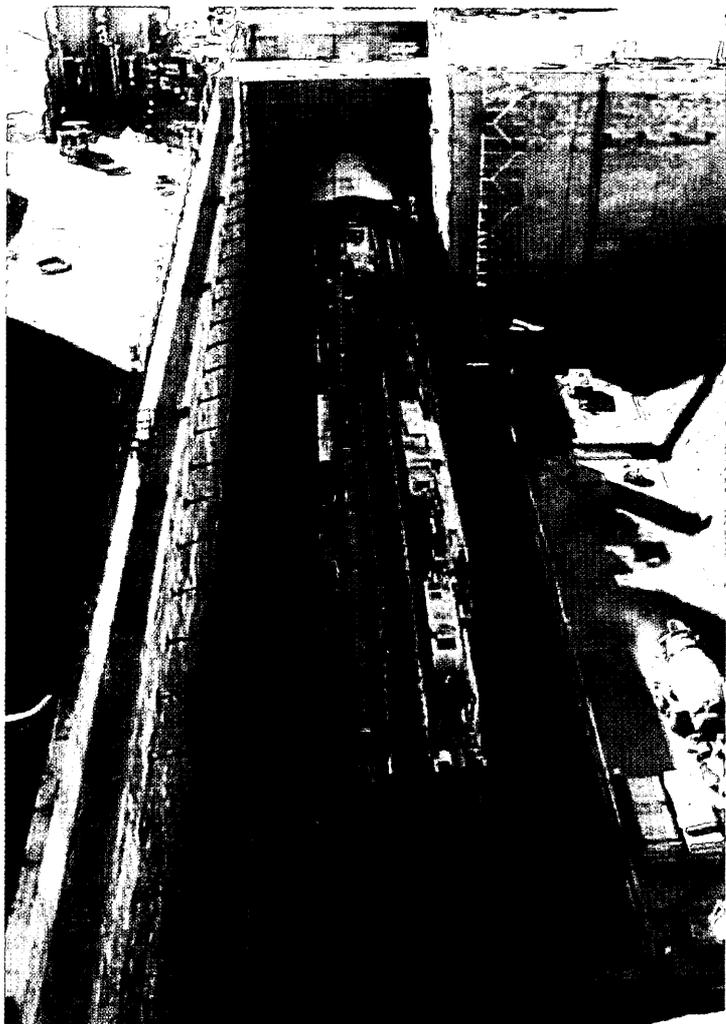
salto cualitativo de gran trascendencia para la accesibilidad a y desde el conjunto de municipios del Suroeste madrileño, que cuenta con más de un millón de habitantes.

La Línea 10 del Metro de Madrid que, como vemos, se convertirá en el gran eje vertebrador Norte-Centro-Oeste de Madrid, también contribuirá a complementar la oferta de transporte público del Distrito de Latina con la construcción de las dos nuevas estaciones de Colonia Jardín y Cuatro Vientos, así como a servir de base al futuro desarrollo de la Operación Campamento ejecutando en los túneles, actualmente en construcción, los dispositivos de obra civil que permitan en el futuro construir las nuevas estaciones de Darío Gazapo y Parque Europa.

La ejecución de la prolongación de la Línea 10 se ha planteado mediante dos tramos, actualmente en ejecución. El primero de ellos, adjudicado a la Unión Temporal de Empresas FCC Construcción-Necso, tiene un importe de 11.348.959.338 Ptas. y un plazo de 20 meses y discurre entre Colonia Jardín y Cuatro Vientos. El segundo de ellos, adjudicado a Dragados, Obras y Proyectos, tiene un importe de 13.881.616.385 Ptas. y un plazo de ejecución de 19 meses, discurre entre Cuatro Vientos y Alcorcón, donde conectará con METROSUR.

EL TRAMO 1: COLONIA JARDÍN - CUATRO VIENTOS

El primero de los dos tramos arranca 50 metros antes de llegar a la estación de Colonia Jardín desde la futura estación de Puerta Batán, enlazando con las obras de Adecuación de Gálibo de la Línea 10, actualmente en ejecución, en dicho punto. Este primer túnel, para vía doble, con gálibo horizontal de 7,8 metros, se ejecutará en dirección Este (Fuencarral) por el método tradicional de Madrid, atacando el mismo desde la estación de Colonia Jardín, que ha servido también como pozo de entrada de la tuneladora "La Adelantada". Desde dicha estación se están ejecutando en dirección Oeste (Alcorcón) 2.741 metros de túnel para vía doble, circular de 8.43 metros de diámetro, con la referida tuneladora tipo EPB de tecnología Mitsubishi-NFM, que permite revestir el túnel con anillos universales tipo Madrid de 1.50 metros de longitud conformados por siete dovelas prefabricadas de 32 cm. de espesor. Dicha tuneladora se desmontará y extraerá en la estación de Cuatro Vientos. El piñón de salida de esta estación conecta con un doble telescopio de 89 metros de longitud, que se está ejecutando entre pantallas (continuas y de pilotes), donde termina el



Montaje de la tuneladora "La Adelantada" en Colonia Jardín. A la derecha, boquilla de entrada del túnel en Las Mimbrenas.

primer tramo de prolongación de la Línea 10 y que permitirá el desmontaje y extracción de la tuneladora "Cibeles", que ejecuta el segundo tramo de prolongación de la Línea 10 desde el paraje de Las Mimbrenas en dirección contraria (Oeste-Este).

El montaje de la tuneladora "La Adelantada" ha requerido la utilización de una de las grúas móviles sobre cadenas más importantes, de entre las disponibles en España, debido a la difícil accesibilidad del pozo de ataque de Colonia Jardín, al importante peso de la motorización (160 toneladas) y al tamaño de las piezas del Back-up. La grúa utilizada en el montaje que posteriormente auxiliará el desmontaje tiene 112 metros de pluma y una fuerza de elevación máxima de 650 toneladas.

Este tramo cruzará las carreteras M-502 y N-V, habiendo sido necesario desviar tres importantes arterias de distribución de agua, dos galerías municipales de saneamiento y dos importantes prismas telefónicos para poder ejecutar las estaciones de Colonia Jardín y Cuatro-Vientos.

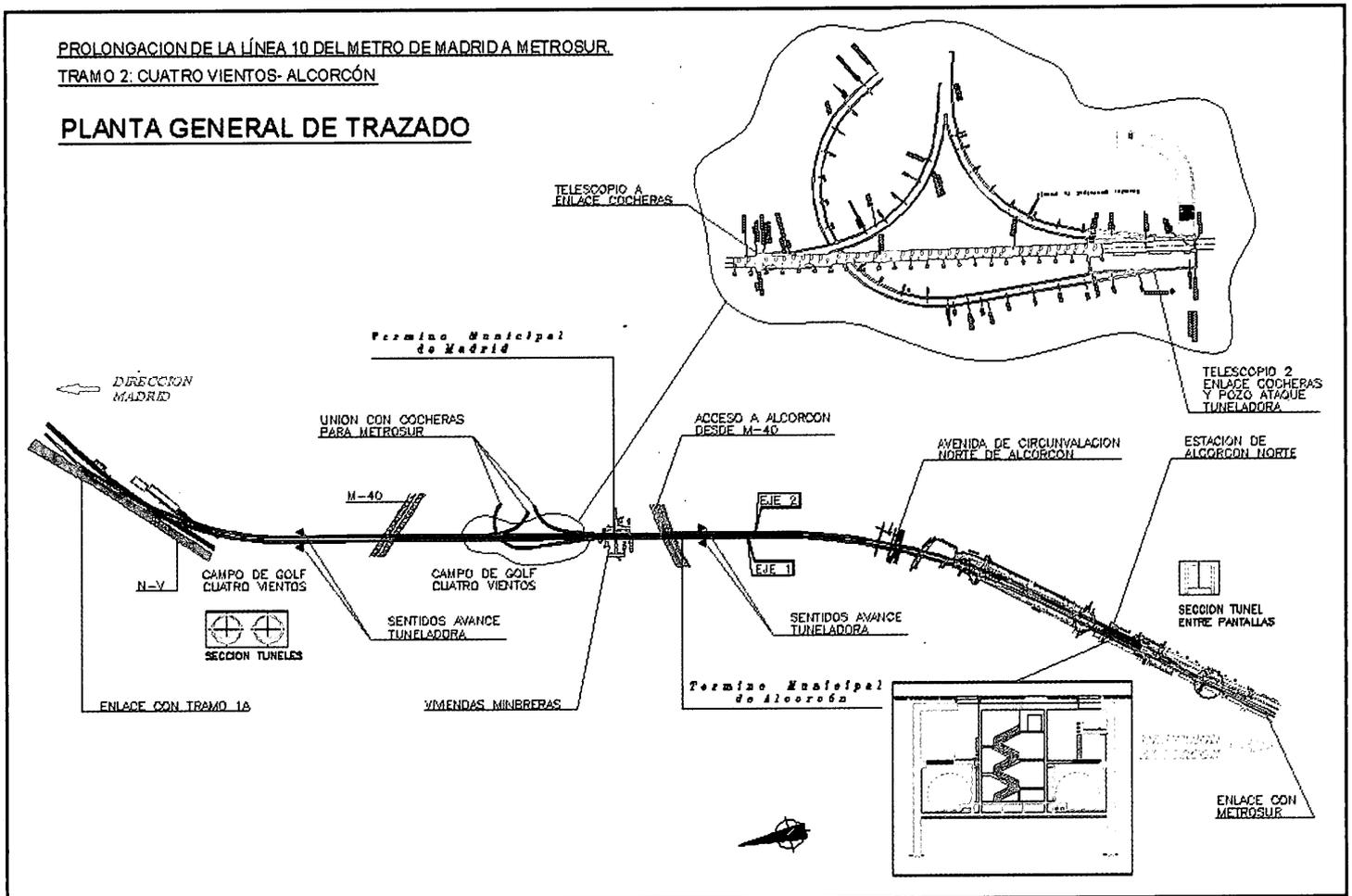
Los rendimientos medios previstos para la ejecución del túnel en este tramo son de 15 metros/semana para el ejecutado mediante el método tradicional de Madrid y de 10 anillos/día (15 metros/día) para el ejecutado con la tuneladora. En este último caso el rendimiento punta puede alcanzar un valor de 20 anillos/día (30 metros/día), cifra ya alcanzada por esta misma tuneladora en otras obras anteriores y muy próximo a los 17 anillos/día conseguidos hasta la fecha con avance en modo cerrado (presión equilibrada de tierras en el frente de avance).

La prefabricación de las 12.789 dovelas que revestirán el túnel se ha ejecutado en la planta de prefabricados Delta, propiedad del grupo FCC, con unos rendimientos de 420 dovelas / semana.

Es necesario señalar que en este tramo se van a disponer dos alineaciones rectas y horizontales de 130 metros de longitud, que permitirán en el futuro construir dos nuevas estaciones sin cortar servicio. Para ello se instalará un anillo me-

PROLONGACION DE LA LÍNEA 10 DEL METRO DE MADRID A METROSUR.
TRAMO 2: CUATRO VIENTOS- ALCORCÓN

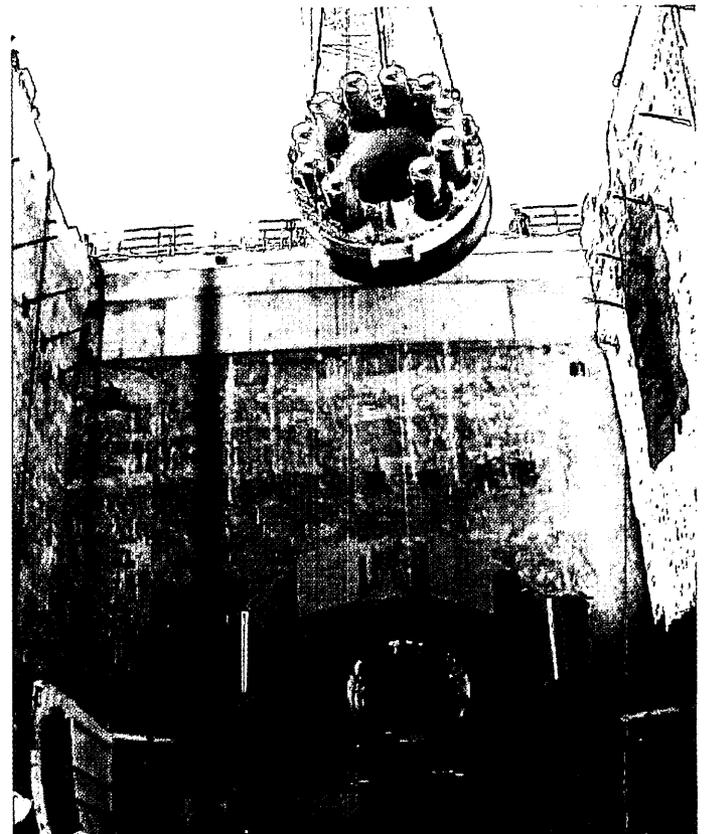
PLANTA GENERAL DE TRAZADO

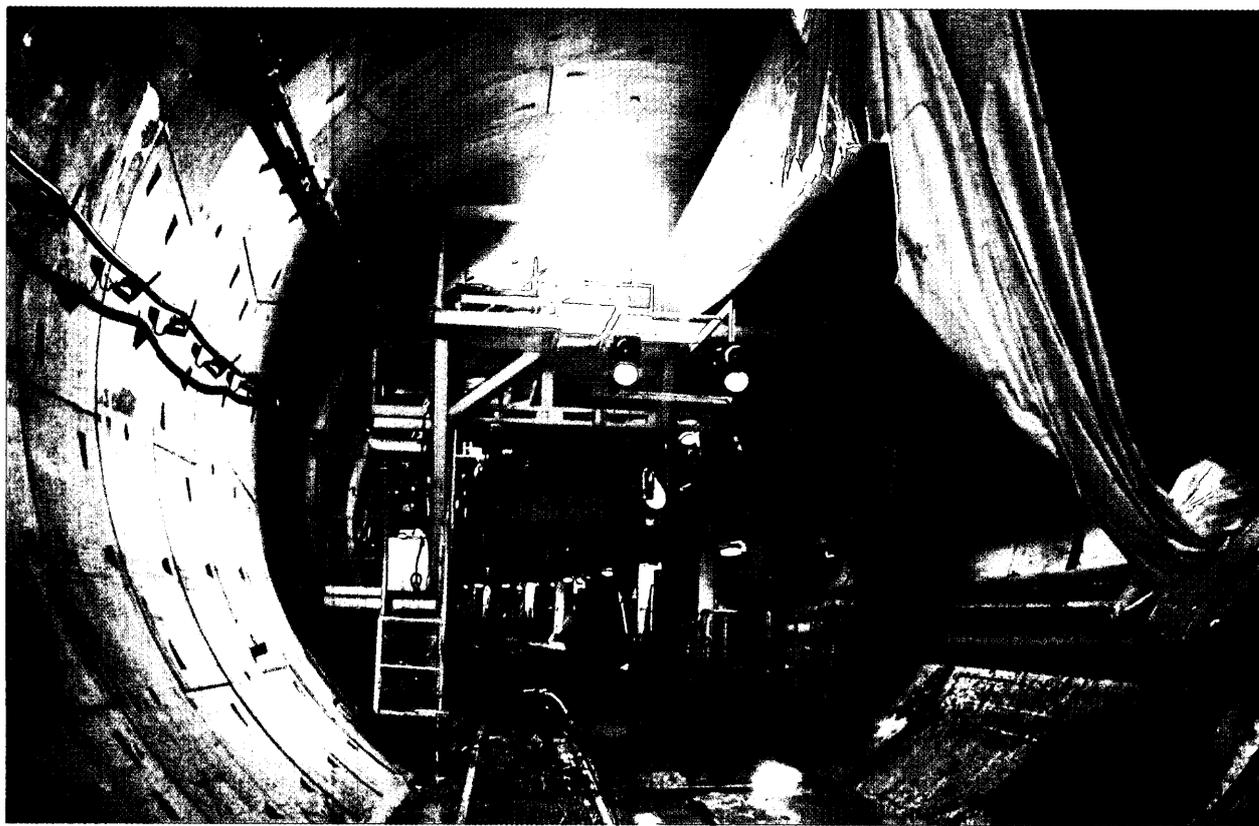
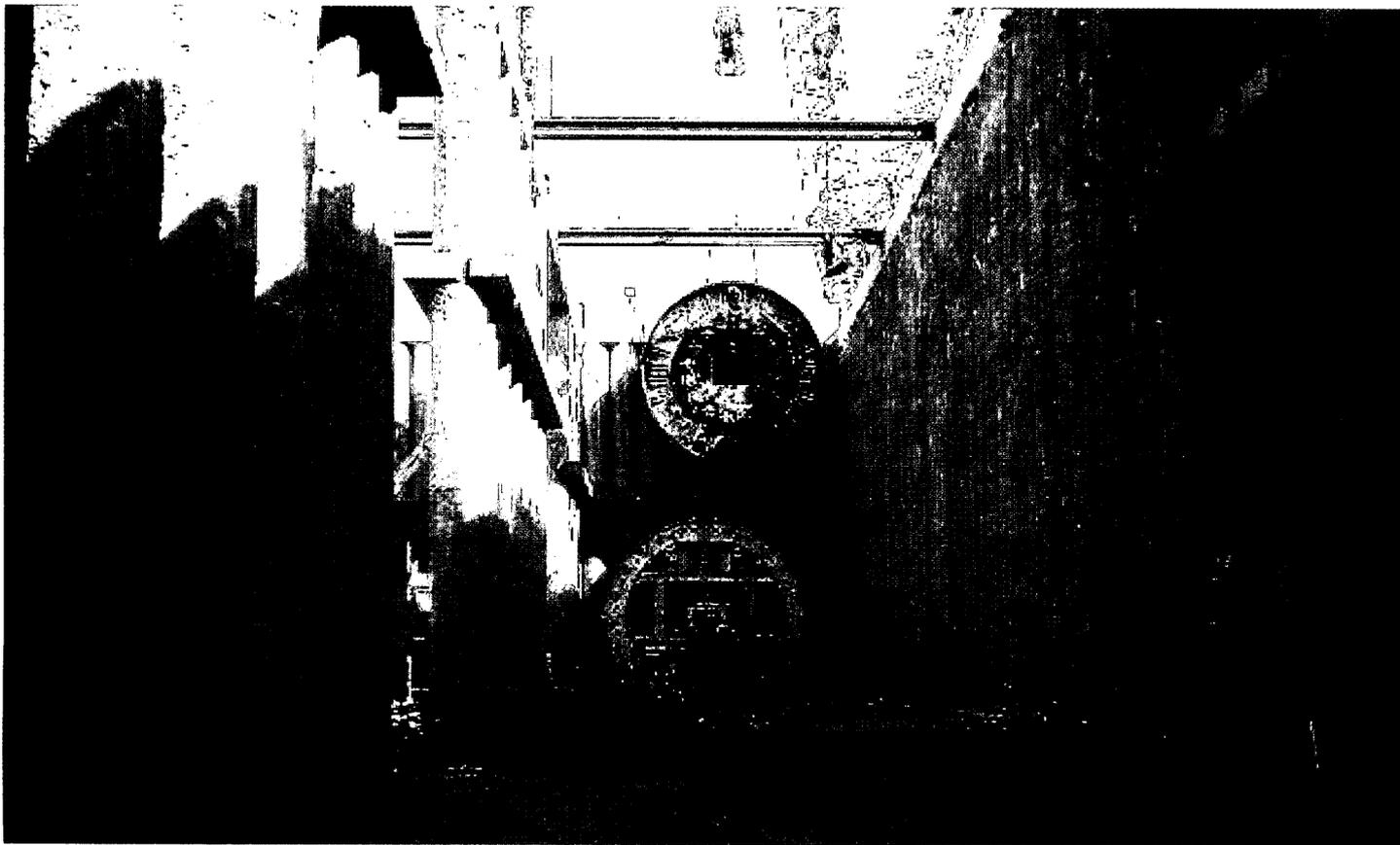


tático de refuerzo interno, conectado con la solera dispuesta bajo vías, que será convenientemente armada tanto longitudinal como transversalmente para poder ejecutar, conectando las armaduras, las contrabóvedas de las futuras estaciones. El anillo metálico de refuerzo interno, del que se suspenderán las catenarias rígidas y las líneas de señalización y fuerza, deberá permitir la demolición del anillo de 32 cm. de espesor de hormigón que conforma el túnel al ejecutar las estaciones futuras a cielo abierto.

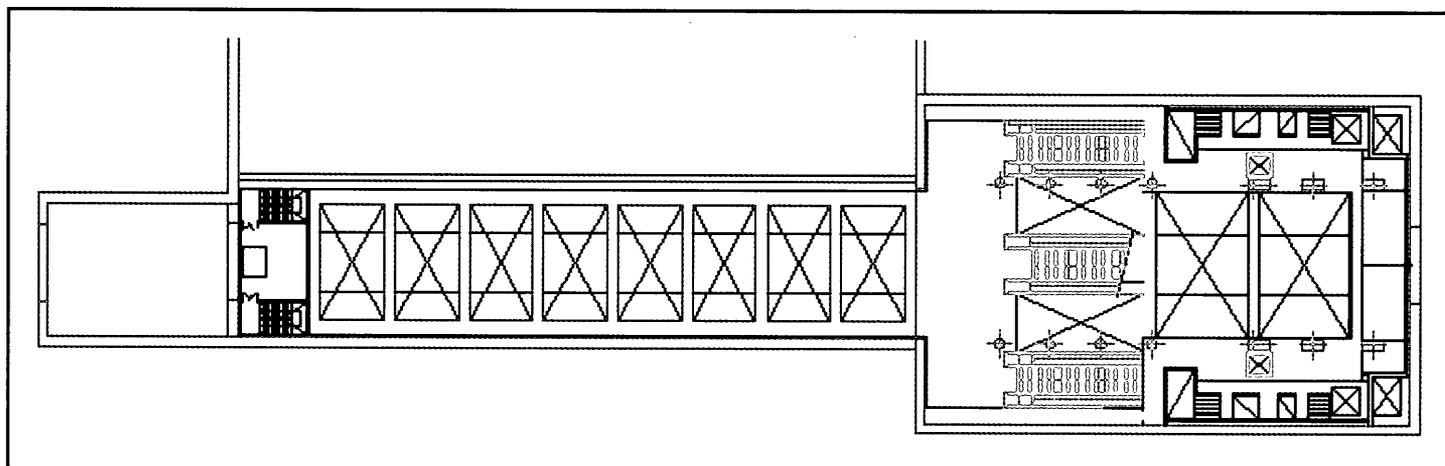
Otra importante particularidad de este tramo es que, dado que en el futuro habrán de intercalarse dos nuevas estaciones entre Colonia Jardín y Cuatro Vientos, las salidas de emergencia de túnel y los pozos de ventilación deben responder tanto a la situación operativa prevista a la puesta en servicio del tramo (con una distancia entre piñones de estación de 2.741 metros) como a la futura, en la que las intersecciones serán de 543 metros, de 1.027 metros y de 873 metros. Ello obliga a que el pozo de extracción de aire, operativo a la entrada en servicio, deba sobredimensionarse y a que las salidas de Emergencia 1 y 5 tengan dimensiones

Montaje de la motorización de "La Adelantada".





Descenso de la cabeza de la tuneladora "La Cibeles". Abajo, túnel tramo I en ejecución.



Planta y sección transversal de la estación de Colonia Jardín.

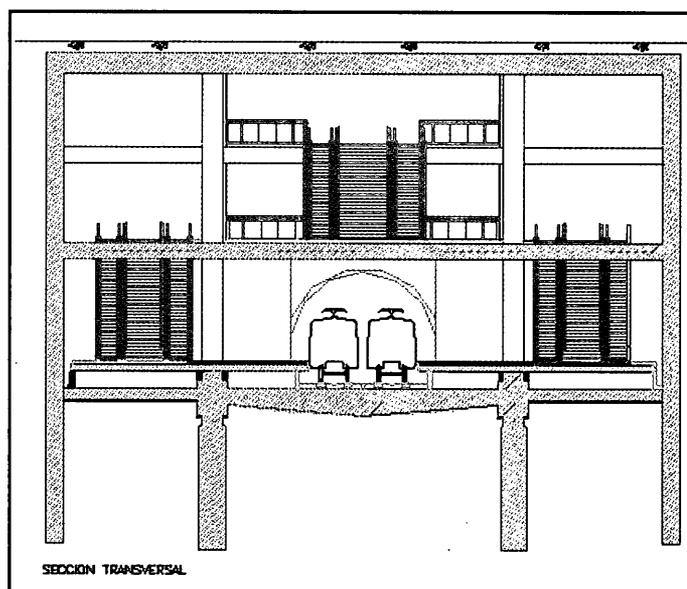
compatibles con su futura conversión en pozos de ventilación interestación.

EL TRAMO 2: CUATRO VIENTOS-ALCORCÓN

El segundo tramo tiene su inicio en el doble telescopio de Cuatro Vientos y se ejecuta con doble túnel de vía única, de sección circular de 6,70 metros de diámetro, utilizando la tuneladora "Cibeles" de tecnología LOVAT. Dicha tuneladora permite instalar anillos no universales de 1.208 metros de longitud conformados por 8 dovelas de 25 cm de espesor.

La separación entre ejes de túneles es de 11 metros, excepto en el arranque desde el doble telescopio de Cuatro Vientos y en la entrada a la estación de Alcorcón Norte.

El proceso de ejecución del túnel ha comenzado con el ataque desde el telescopio de Mimbrenas de la perforación del túnel Sur (eje 2), de 1.437 metros de longitud, de forma que la tuneladora avanza en dirección Oeste-Este para ser extraída en el doble telescopio de Cuatro Vientos. El túnel Norte, paralelo al anterior de 1.488 metros de longitud, se ejecuta a continuación volviendo a introducir la tuneladora en el telescopio de Mimbrenas, avanzando en la misma dirección y volviéndose a extraer la tuneladora en el mismo punto. La siguiente fase de ejecución de túnel supondrá avanzar en dirección contraria, Este-Oeste, con el túnel Sur, en una longitud de 1.596 metros, desde el telescopio de Mimbrenas donde vuelve a introducirse la tuneladora, para alcanzar la estación de Alcorcón Norte y dando la vuelta a la tuneladora ejecutar el último tramo del túnel Norte, con extracción de la tuneladora en el telescopio de Mimbrenas. Como puede observarse el proceso, aparentemente complicado, supone tres extracciones de la tuneladora, tres montajes y una operación de cambio de dirección. Se ha llegado a este proceso constructivo a causa de lo exiguo de los emplazamientos en Cuatro Vientos y Alcorcón Norte (incluido en la Avenida del Alcalde Joaquín Vilumbrales del populoso barrio Alcorconero de

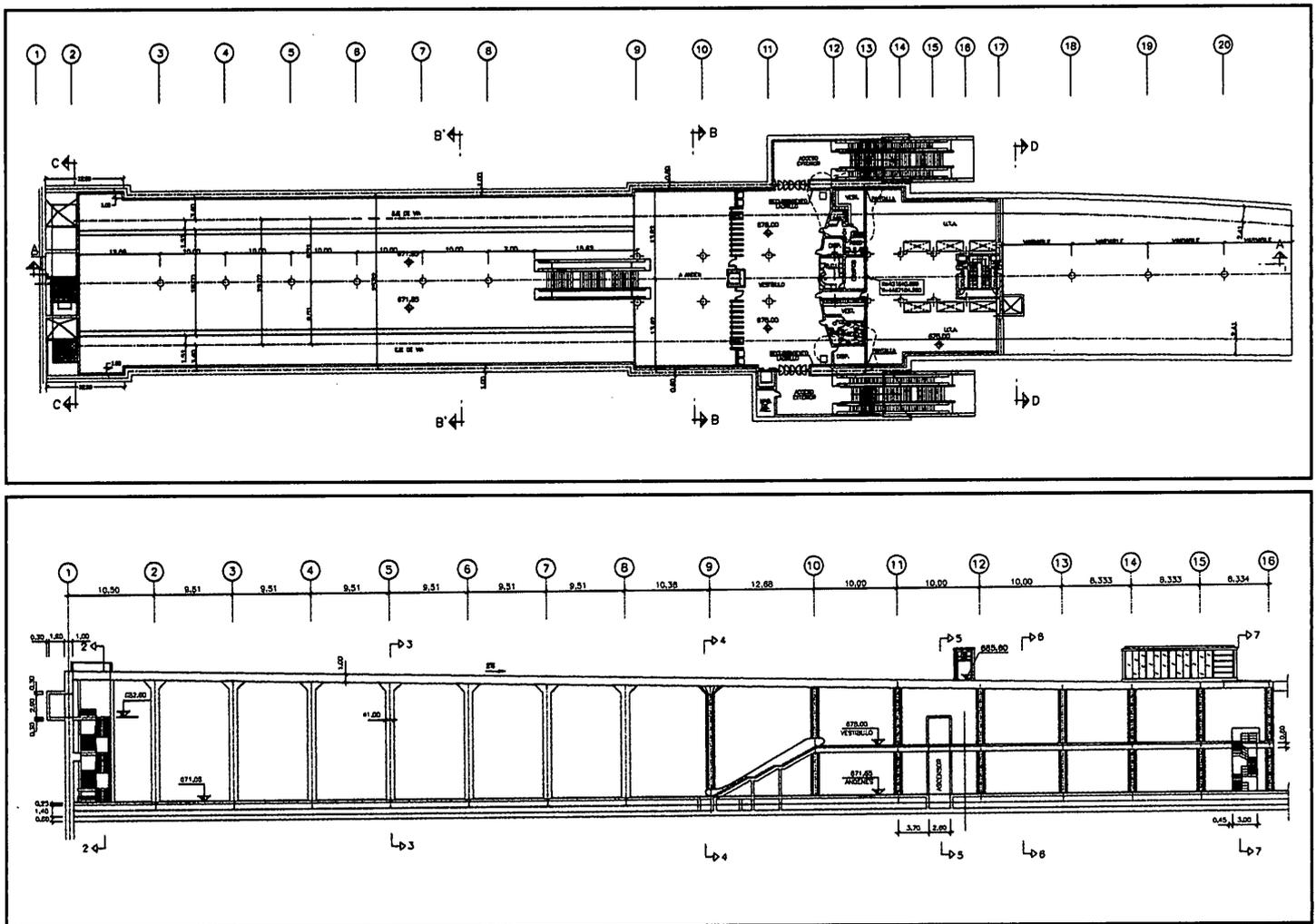


San José de Valderas) y a las ventajas operativas que supone el poder extraer las tierras e introducir las dovelas y resto de material de ejecución del túnel en un área, como el paraje de Mimbrenas, situado en campo abierto y relativamente bien conectado con la M-40.

Es importante destacar las importantes dimensiones del telescopio 2 de Mimbrenas debidas a la necesidad de introducir tres veces consecutivas la tuneladora en dicho punto, así como a proceder en él a la definitiva extracción de la máquina.

En paralelo a la ejecución del túnel Cuatro Vientos-Alcorcón Norte se están ejecutando los 379 metros de túnel para doble vía entre pantallas, de gálibo horizontal variable, que conecta Alcorcón Norte con el gran intercambiador de Alcorcón 1 de Metrosur, y permitirá el intercambio con el anillo de Metrosur.

Este tramo va a pasar bajo las carreteras N-V, M-40, Ramal de acceso de la M-40 a la N-V y bajo la M-406, todas ellas vías desdobladas o autovías, así como bajo las líneas ferroviarias C-



Planta y sección longitudinal de la estación de Alcorcón Norte.

5 de cercanías de RENFE y militar de conexión Campamento-Leganés, y ha exigido para la ejecución del tramo final entre pantallas y de la estación de Alcorcón Norte desviar uno de los más importantes ejes de saneamiento de Alcorcón y una importante arteria de Gas Natural.

De los dos telescopios de Mimbrenas arrancan tres túneles entre pantallas de vía única que conectan las futuras cocheras de Metrosur-Línea 10 de Mimbrenas, con una longitud total de 836 metros. Dos de los ramales a cocheras conectan el Eje Sur con cocheras, de forma que permiten el acceso desde Fuencarral a ellas y el acceso desde ellas a Alcorcón y el tercero, mediante un salto de carnero, conecta Alcorcón con las mismas desde el eje Norte. Los dos telescopios de Mimbrenas y todos los ramales a cocheras han sido ejecutados mediante pantallas de pilotes arriostradas a media altura.

La longitud total de pilotes utilizada en este punto ha sido de 31.779 metros lineales, utilizándose en algunos puntos que no permitían arriostramiento temporal, pilotes de 2 metros de diámetro y 30 metros de profundidad. El tramo final de túnel entre

pantallas, entre Alcorcón Norte y Alcorcón 1 (Metrosur), también ha sido ejecutado mediante pilotes de profundidad variable.

Los rendimientos medios previstos para la ejecución del túnel con "La Cibeles" son de 20 anillos/día (24 metros/día). El rendimiento punta puede alcanzar el valor de 40 anillos/día (48 metros/día) ya que el pasado 10 de noviembre se ejecutaron 37 anillos (44,4 metros).

Las 40.520 dovelas prefabricadas de revestimiento del túnel se están ejecutando en las plantas de Algeciras y Talavera de DRACE, empresa del grupo Dragados, con unos rendimientos de 800 dovelas/semana.

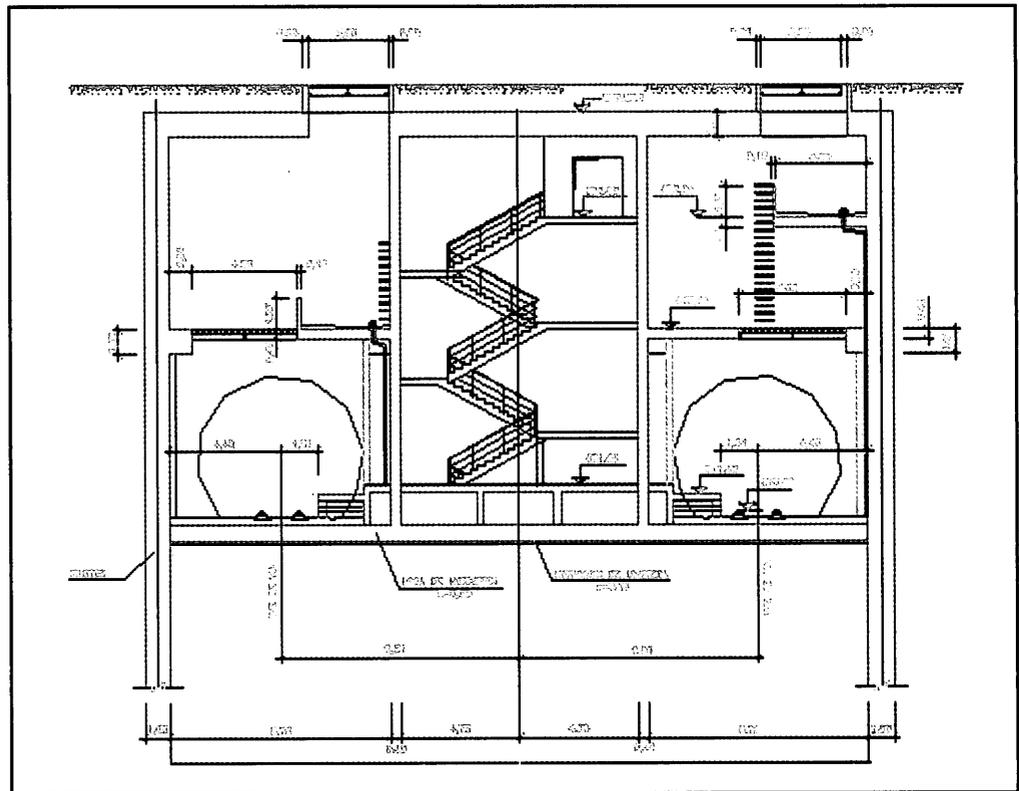
LAS ESTACIONES

Todas las estaciones van a ser ejecutadas a cielo abierto mediante pantallas continuas de hormigón armado, utilizando el denominado sistema ascendente-descendente. La estación de Colonia Jardín se sitúa bajo la carretera M-502 (Carabanchel-Aravaca) que continúa el importante eje del distrito

de La Latina de la Avenida de los Poblados. Una particularidad importante de ella es que si bien tiene tres niveles debido a la importante profundidad del túnel, se podrá acceder a nivel de calle al vestíbulo ya que el acceso a la estación se ha dispuesto al nivel de la calle Sedano, paralela a la M-502 pero con una cota 5'5 metros inferior a ésta carretera. Con esto de hecho los niveles que percibirá el viajero serán dos. Esta estación dará servicio al vértice norte del distrito madrileño de Latina y permitirá el intercambio a las líneas interurbanas de autobús procedentes de Pozuelo de Alarcón y Boadilla del Monte.

La estación de Cuatro Vientos que tiene dos niveles intercambiará con la línea C-5 de cercanías ferroviarias RENFE y exigirá construir por el método tradicional de Madrid un cañón de 50 metros de longitud bajo la N-V e hincar un cajón bajo vías para ejecutar el acceso Norte y los intercambios con RENFE. Esta estación, así como el doble telescopio situado a continuación está siendo ejecutada en un reducidísimo espacio limitado por la línea ferroviaria de cercanías, que tiene frecuencias en hora punta de tres minutos, y por la Carretera Nacional V que, como todo madrileño conoce, es una de las vías radiales de acceso a Madrid más sobrecargada con una intensidad media diaria del orden de 100.000 vehículos. Obviamente esto supone que en ningún momento se han podido cortar los tráficlos ferroviarios ó automovilísticos.

La estación de Alcorcón Norte, tiene dos niveles y dispondrá de un importante andén central. Esta estación será la única de toda la ampliación de la red de Metro de Madrid 1999-2003 que contemplará el izado y cambio de dirección de una tuneladora. Dará servicio al sector sur del barrio de San José de Valderas y se sitúa bajo la importante avenida del Alcalde Joaquín Vilumbrales de Alcorcón. ■



Sección transversal de la estación de Alcorcón Norte.

LAS GRANDES CIFRAS

TRAMO 1

AMPLIACIÓN LÍNEA 10 DE METRO, TRAMO 1 A "COLONIA JARDÍN - CUATRO VIENTOS"

M³ de excavación de pantallas/pilotes.....	33.538
M³ de excavación de tierras.....	366.500
Kg de hierro.....	5.708.408
M³ de hormigón.....	104.600
ML de túnel (Vías doble).....	2.782
ML de carril.....	12.126
Presupuesto.....	11.384.359.338 pts
Plazo de ejecución.....	20 meses (Junio 2000-Enero 2002)

TRAMO 2

AMPLIACIÓN LÍNEA 10 DE METRO, TRAMO 2, "CUATRO VIENTOS - ALCORCÓN"

M³ de excavación de pantallas/pilotes.....	42.558
M³ de excavación de tierras.....	518.979
Kg de hierro.....	9.307.044
M³ de hormigón.....	156.210
ML de túnel (Vías doble).....	6.123
ML de carril.....	16.039
Presupuesto.....	13.881.616.385 pts
Plazo de ejecución.....	19 meses (Julio 2000-Enero 2002)