

SNCF  
SGRDD-Bibliothèque  
45, rue de Londres  
75379 PARIS CEDEX 08  
(PARIS SAINT-LAZARE)  
Tél. : 01 53 42 90 11

REFERENCE

FER041122

CAHIER

159

2920

## Via libre

n° 463, avril 2003, pp. 4-10. - (REVUE) - S/C : 0301

Un million d'usagers potentiels pour Metrosur.

JMM

## En Portada

LA NUEVA LINEA 12 CONECTARA LA ZONA METROPOLITANA SUR DE MADRID

# Un millón de personas, potenciales usuarios de Metrosur

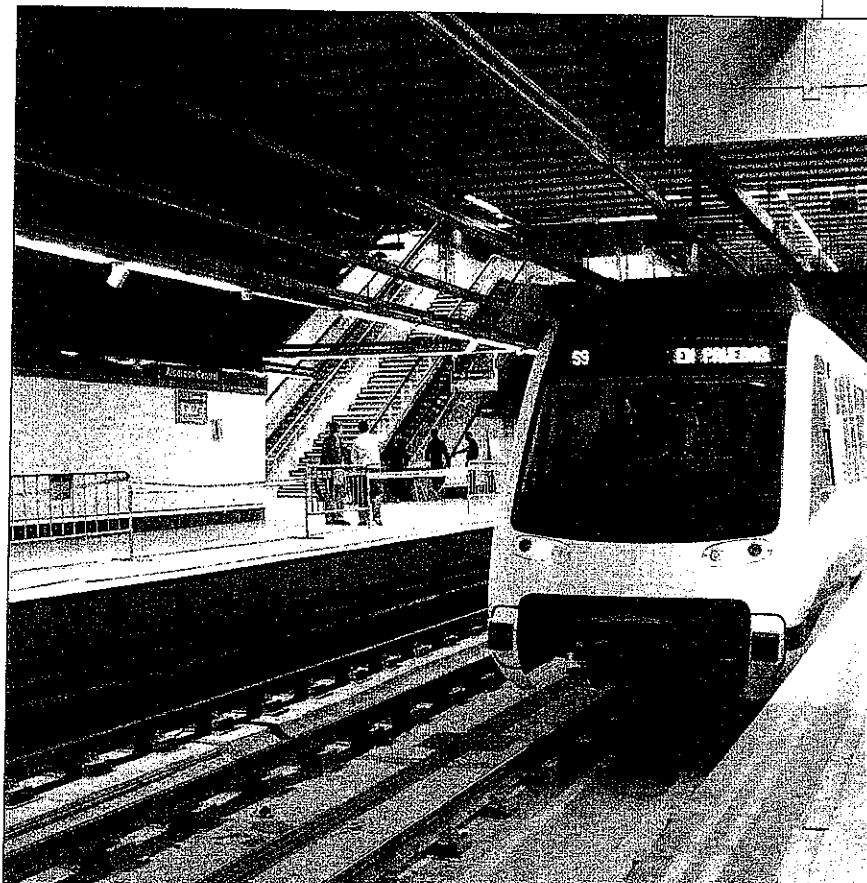
Con la nueva línea 12 del Metro de Madrid, más conocida como Metrosur, culmina una ampliación clave para la movilidad de la zona metropolitana sur de la capital. Gracias a Metrosur quedan conectadas poblaciones como Alcorcón, Leganés, Getafe, Móstoles y Fuenlabrada por medio de una línea circular que, a su vez, enlazará con varias líneas de cercanías y con la línea 10 del metro. Su inauguración tendrá lugar previsiblemente en abril.

**L**a nueva línea 12, o Metrosur, es una de las ampliaciones más ambiciosas de la historia del metro de Madrid. Conectará cinco localidades situadas al sur de Madrid, y que aún se encuentran en fase de desarrollo: Alcorcón (144.000 habitantes), Leganés (180.000 habitantes), Getafe (148.000 habitantes), Fuenlabrada (175.000 habitantes) y Móstoles (197.000 habitantes). Aparte de unir estas cinco localidades, esta red de metro constituirá también un importante punto de intercambio con estaciones de cercanías, terminales de autobuses, universidades y centros comerciales.

Metrosur consolida así este área metropolitana del sur de Madrid, hogar de más de un millón de personas, mediante una especie de línea circular que conecta con las líneas de cercanías C-3, C-4 y C-5, así como con la línea 10 del metro, que se amplía desde la nueva estación de Puerta de Batán hasta Alcorcón, para allí conectar con Metrosur.

El trazado discurre por el interior de las zonas urbanas en las que se establecen numerosas paradas, que, además de facilitar la comunicación

Estación de Alcorcón Central con una unidad en pruebas.



entre los distintos núcleos de población, convertirá el sistema en una especie de metro interior en cada municipio.

Metrosur tendrá una longitud de 40,5 kilómetros y contará con 28 estaciones, en seis de las cuales se podrá conectar con estaciones de cercanías; otras tres se dejarán preparadas para realizar una ampliación en el futuro.

En todos los casos, la nueva línea discurre bajo las actuales estaciones de cercanías, creando puntos de intercambio en cada municipio entre la línea de metro y la red de cercanías. Esta circunstancia hace posible, además, una adecuada in-

corporación al sistema de los municipios de Parla y Pinto.

La nueva línea dará acceso directo al centro de Alcorcón, Leganés, Getafe, Fuenlabrada y Móstoles, y a sus hospitales; a las Universidades Carlos III y Rey Juan Carlos; y a zonas de ocio y comerciales. Asimismo, la conexión con trenes de cercanías se traducirá en un acceso fácil a municipios como Aranjuez, Ciempozuelos, Valedoro, Parla, Pinto, Humanes y Madrid.

Dado su tamaño, el proyecto Metrosur se ha dividido en 12 tramos por motivos de diseño, y en seis tramos por razones de licitación. La línea 10 implica otros dos

tramos. El primero arranca de la estación de Puerta Batán, y finaliza en Cuatro Vientos, donde también se ha construido un depósito. El segundo tramo discurre entre Cuatro Vientos y Alcorcón. Esta ampliación completará la infraestructura ferroviaria necesaria para formar la red de transporte público en las localidades que rodean la Nacional V. Asimismo, facilitará la conexión de Metrosur con el centro de Madrid, mejorando al mismo tiempo la utilización de la línea C-5 de Renfe.

Además, se ensanchará el gálibo de la línea 10, con objeto de que el nuevo material rodante 6000 pueda sustituir a los trenes existentes de la serie 2000 y aumentar de esta forma la capacidad de la línea. La decisión de ampliar el gálibo es fundamental, pues dará acceso directo a los habitantes de la capital a las localidades a las que da cobertura el Metrosur.

El proyecto Metrosur, promovido por la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Comunidad de Madrid, a través del ente público Mintra, ha sufrido grandes modificaciones desde el principio.

**Costes.** En su concepción primitiva, y con objeto de abaratar costes, Metrosur tenía una parte de túnel que atravesaba los

núcleos urbanos, y otra en superficie, que era la parte del trazado que unía las poblaciones. Posteriormente, se decidió construir todo el trazado subterráneo, puesto que las líneas ferroviarias habían quedado en mitad de los cascos urbanos. Y previendo, además, el futuro desarrollo de esos municipios, que tienen suelo calificado como urbanizable en gran parte del futuro trazado de Metrosur, se decidió que toda la traza sería subterránea, para evitar los problemas medioambientales que a medio o largo plazo surgirían inevitablemente.

Posteriormente, también se decidió que todas las estaciones se eje-

## Aumento demográfico espectacular

La región de Madrid experimentó en la década de los sesenta un aumento de población que tuvo una gran repercusión en los municipios de la zona sur metropolitana, llegando a triplicarse el número de habitantes en esos años. Las causas de esta evolución demográfica hay que buscarlas en la fuerte actividad inmobiliaria que se produjo en la zona. La población, que se encuentra en pleno auge demográfico, supone un 18,2 por ciento del total de la Comunidad de Madrid, siendo una de las zonas más pobladas de la región. Respecto al sector sur de la corona metropolitana, donde se encuentran los municipios de Alcorcón, Fuenlabrada, Getafe, Leganés y Móstoles constituyen el 92,31 por ciento de la población de este sector.

El desarrollo que ha tenido esta área metropolitana y, en general, toda la Comunidad de Madrid, ha llevado a que estos municipios se estén dotando de sus equipamientos básicos, como centros culturales y deportivos, centros educativos y universidades, centros sanitarios y hospitales, centros comerciales y de ocio, etc.

En Alcorcón, por ejemplo, la creación del Parque Oeste ha supuesto un aumento de las necesidades de comunicación y transporte, lo mismo puede decirse del nuevo Hospital de Alcorcón. En el ámbito educativo, la puesta en marcha del Campus de la Universidad Rey Juan Carlos, con la Facultad de Ciencias de la Información, supone un aumento considerable del número de desplazamientos tanto en el propio municipio como desde otros o, incluso, desde la capital.

Por su parte, en Fuenlabrada, existe un alto grado de industrialización, con un considerable número de polígonos en su periferia, así como la Facultad de Ciencias de la Información, perteneciente también a la Universidad Rey Juan Carlos.

En Getafe, se encuentra parte del Campus de la Universidad Carlos III, que, al igual que Alcorcón produce un aumento de los movimientos de viajeros dentro del municipio, entre éste y los municipios colindantes o entre Getafe y Madrid.

Tanto en Móstoles como en Leganés, se ha producido también un aumento de las infraestructuras sanitarias y educativas. La creación del Campus de la Carlos III, en Leganés, y el Campus de la Rey Juan Carlos, en Móstoles, con la Facultad de Ciencias Puras e Informática, también ha supuesto un aumento de las necesidades de comunicación. □

cutarían a cielo abierto entre pantallas. La ubicación de estaciones que proponía el estudio previo elaborado por el Consorcio Regional de Transportes se basaba en la atracción de viajeros, pero el problema es que estas estaciones no podían construirse entre pantallas, ya que no se disponía de espacio suficiente para ello. Ello obligaba a construirlas en caverna, por debajo de las edificaciones, con la complejidad técnica y el peligro que ese sistema suponía. La ubicación de las estaciones debía conjugar, por un lado, la máxima captación de viajeros, pero, por otro, su posibilidad constructiva, y esos dos factores, en al-

gunas zonas, parecían prácticamente incompatibles.

Igualmente, se decidió que Metrosur no sólo comunicara los municipios, sino que funcionara como sistema de transporte público de gran capacidad interna en cada uno de estos núcleos urbanos, intentando que los grandes centros de atracción o generación de viajeros estuvieran cubiertos: hospitales, universidades, centros comerciales, etc... Como consecuencia de este nuevo planteamiento, la nueva línea se alarga y se retuerce.

Las estaciones se han situado finalmente en los lugares donde pueden captar mayor número de viaje-

# En Portada

ros, y, además, tienen en cuenta los futuros desarrollos urbanísticos y los centros principales de actividad que generan mayor número de viajes, como hospitales, estaciones de ferrocarril, aeropuerto, centros de ocio, etc... En su diseño ha primado sobre todo la comodidad del viajero. Las nuevas estaciones son poco profundas, con un grado de funcionalidad muy alto que acorta los recorridos de los usuarios entre la calle y el andén, y con unos espacios generosos en los que resulta muy fácil orientarse. También se han creado nuevos accesos desde la calle, dotados de escaleras mecánicas y con un nuevo diseño acristalado, integrado en su entorno urbano.

La construcción de estaciones de intercambio con la red de cercanías (Móstoles, Fuenlabrada, Getafe, Leganés, El Casar y Alcorcón) ha supuesto remodelar por completo las antiguas estaciones de Renfe en todos los municipios afectados, modernizando todas sus instalaciones y mejorando el servicio que se proporciona al viajero, con la implantación de escaleras mecánicas y de ascensores en todos los cambios de nivel. Estos puntos de intercambio, que utilizan diariamente más de 300.000 viajeros, se caracterizan por un cuidado diseño funcional: los transbordos se simplifican y se realizan cómodamente, reduciendo las penalizaciones en espacio recorrido y tiempo que el usuario percibe cuando se ve obligado a cambiar de modo de transporte.

En aplicación de la Ley de Promoción de la Accesibilidad y Supre-

sión de Barreras Arquitectónicas de la Comunidad de Madrid, se ha mejorado la accesibilidad a la red de transporte público de las personas con movilidad reducida en las nuevas estaciones, mediante la instalación de ascensores en todos los recorridos verticales: calle-control de accesos y control de accesos-andenes.

Asimismo, se han introducido mejoras relativas a la ventilación de las estaciones, la iluminación, el sistema de extinción de incendios mediante agua nebulizada, la instalación de infraestructura necesaria para la utilización de telefonía móvil en la red de metro, etc....

En la elección de materiales para los revestimientos se ha seguido un criterio de calidad estética, de fácil limpieza y conservación, además de propiedades antivandálicas y gran durabilidad.

**Tecnología.** El nuevo material móvil está dotado con la más alta tecnología y nivel de confort para el viajero, con sistemas de señalización y control automático de la operación, climatización, accesibilidad

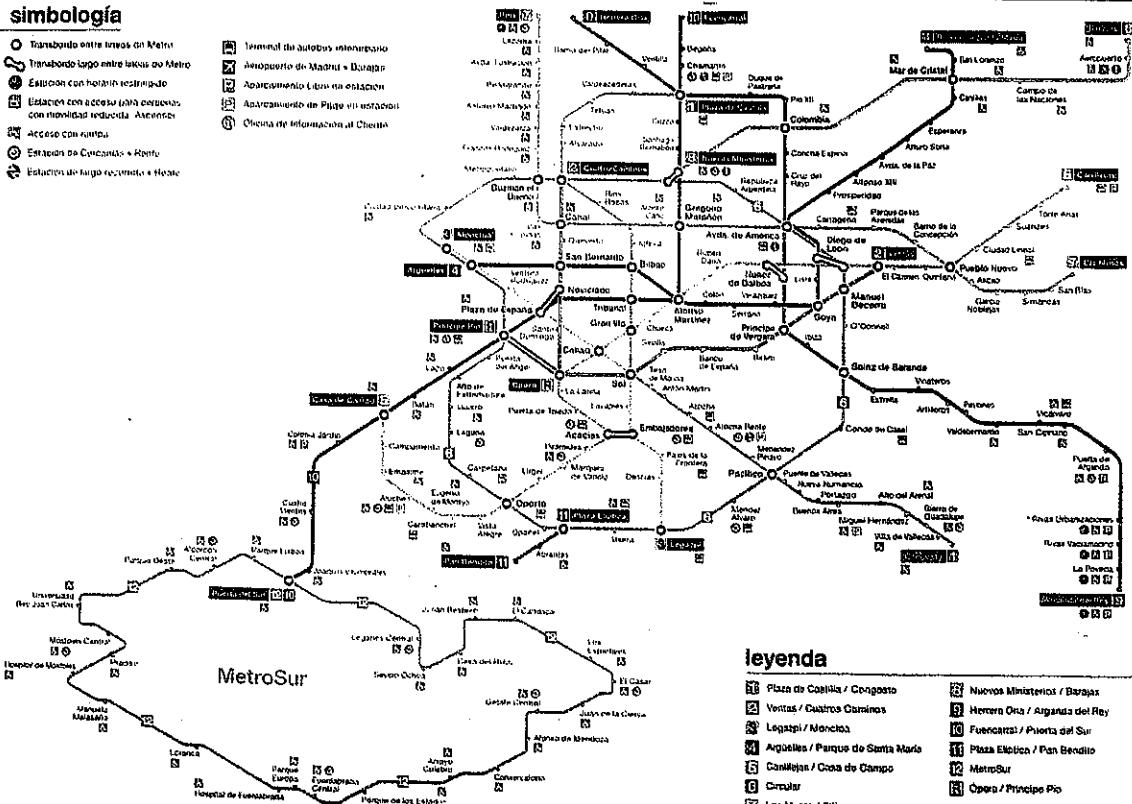
integral, televisión, diseño atractivo y luminoso, detección y extinción automática de incendios con sistemas fotoluminiscentes y con un servicio de alta frecuencia cuyo diseño permite, además, aumentar el número de coches de cada tren en función del aumento de la demanda.

La excavación de los túneles de metro, de gran diámetro, en zonas densamente pobladas, con gran cantidad de servicios en subsuelo, y realizadas en suelos blandos de variadas características geotécnicas, con cursos de agua subterránea, ha resultado de una gran complejidad técnica. Como dato curioso, con las toneladas de tierra excavadas, podrían rellenarse 20 torres Picasso.

Las características del proyecto llevó a los responsables de las obras a prohibir los métodos constructivos de frente abierto (nuevo método austriaco, precorte mecánico y otros similares), utilizados en otras ocasiones y que a priori podían producir mayores rendimientos, y a elegir, como método constructivo las máquinas tuneladoras de frente cerrado.

## simbología

- Transbordo entre trenes de Metro
- Transbordo largo entre trenes de Metro
- Estación con horario restringido
- Estación con acceso para personas con movilidad reducida Accesible
- Acceso con ascensor
- Estación de Cercanías + Renfe
- Estación de AVE + Renfe + Metro



## leyenda

- |                                     |                                  |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| ■ Plaza de Cibeles / Congreso       | ■ Nuevos Ministerios / Barajas   |
| ■ Ventas / Cuatro Caminos           | ■ Nuevo Ota / Arganzuela del Rey |
| ■ Legazpi / Moncloa                 | ■ Fuenlabrada / Puerta del Sur   |
| ■ Argüelles / Parque de Santa María | ■ Plaza Elíptica / Pan Bendito   |
| ■ Canillejas / Coto de Campo        | ■ MetroSur                       |
| ■ Circular                          | ■ Opera / Príncipe Pío           |
| ■ Las Nubes / Pitis                 |                                  |

## En Portada

Para excavar los túneles, se han utilizado siete máquinas tuneladoras o escudos de presión de tierras EPB ("Earth Pressure Balance") de gran potencia: cinco de 9,38 metros de diámetro, fabricadas expresamente para estas obras y bautizadas como "La Adelantada" (Mitsubishi-NFM), "La Chata" (Mitsubishi-NFM), "Almudena" (Herrenknecht), "Paloma" (Herrenknecht), "Mares del Sur" (Herrenknecht), y otras dos más pequeñas procedentes de trabajos anteriores, una de 7,4 metros de diámetro denominada "Cibeles" (Lovat) y la más pequeña, de 6,7 metros de diámetro, bautizada con el nombre de "Puerta del Sol" (Herrenknecht).

Para construir algunos tramos se ha empleado el método tradicional de Madrid (excavación en mina); y en los tramos en que ha sido posible, la excavación al abrigo de pantallas continuas de hormigón armado ("cut and cover").

Para garantizar la seguridad en el entorno de la excavación, se ha desarrollado un sistema de control de los trabajos subterráneos que ha permitido seguir en detalle y con la máxima precisión la influencia que tenía la excavación de los túneles sobre los edificios y otras estructuras de superficie. Este sistema debía ser capaz de ayudar a detectar los posibles problemas que pudiesen aparecer y estudiar las soluciones correspondientes con el tiempo suficiente para ponerlas en práctica. Para todos los tramos de ampliación del metro, se ha elaborado un Plan de Instrumentación y Control, con el objetivo último de ayudar en la toma de decisiones a la dirección de obra, comparando las estimaciones realizadas en la etapa del proyecto y la evaluación del comportamiento real de la obra, adoptando, en su caso, las correcciones o modificaciones oportunas.

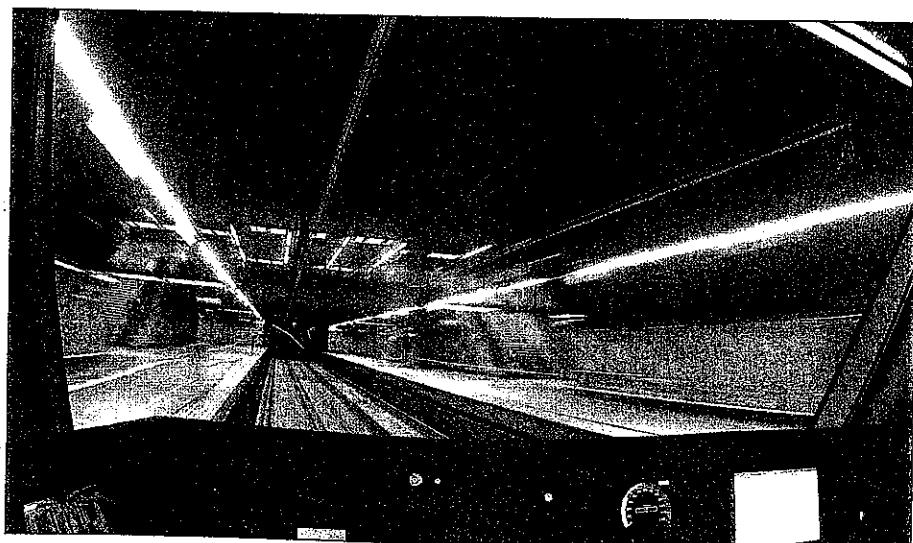
La aplicación de este sistema ha supuesto en la práctica la instalación de 8.225 puntos de control monitorizados que permiten la detección de movimientos de terreno (subsiden-cias), con 5.400 sensores instalados; la detección de movimientos de estructuras, con 317 edificios monitorizados en la proximidad de los túneles; la detección de cargas del terreno en los túneles, con 52 secciones

Características de la vía	
Longitud de vía:	40.596 m
Ancho de vía:	1.445 mm
Radio mínimo:	300 m
Peralte máximo:	150 mm
Transición de peralte máximo:	2 mm/m
Característica de acuerdos verticales (Kv) mínima:	2000 m
Velocidad máxima:	110 km/h
Aceleración sin compensar máxima:	0,65 m/s <sup>2</sup>

El sistema de vía implantado es de vía en placa con tacos independientes. Los tacos son elásticos con sistema de fijación tipo Vossloh. El tipo de carril es UIC54, suministrado en barras de 18 metros y unido con soldadura aluminotérmica.

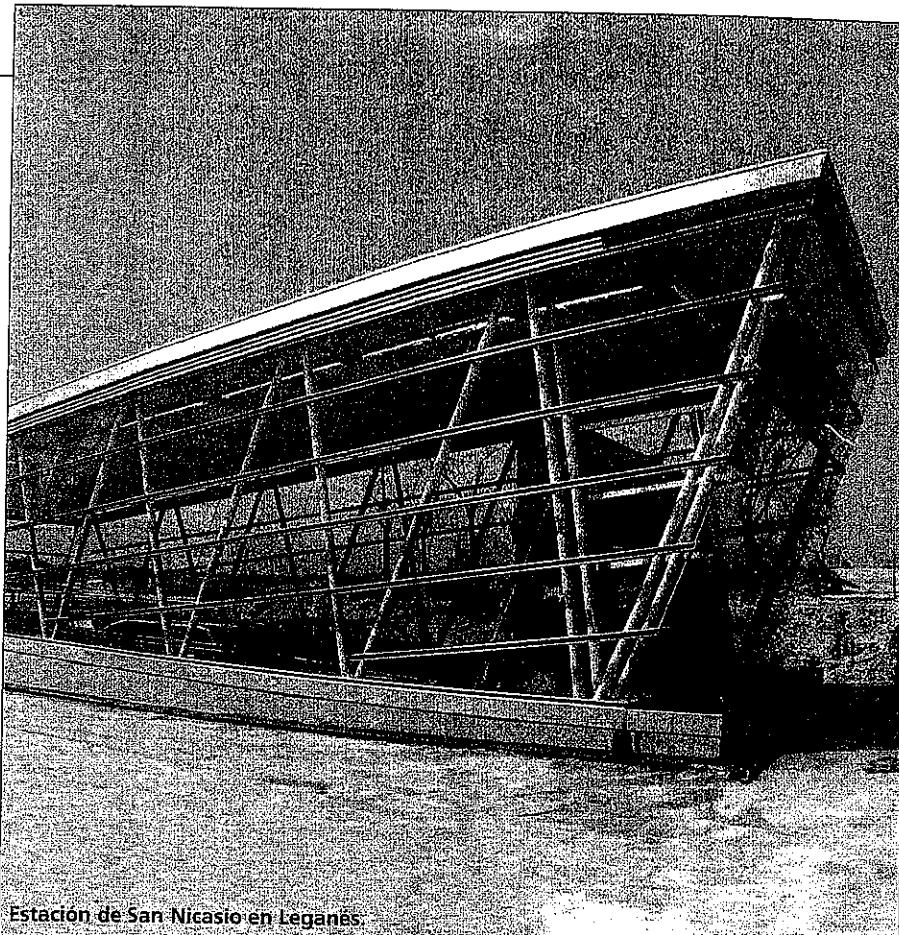
Se han instalado 19 aparatos de vía de alta tecnología, desarrollados por Metro de Madrid en colaboración con empresas nacionales del sector, incorporando las siguientes mejoras:

- Trazado tangente que reduce la discontinuidad que se produce al entrar los vehículos en vía desviada.
- Radio único en vía desviada para mantener una aceleración lateral constante.
- Fijación elástica indirecta en todo el aparato, incluso en el cambio, al disponer de agujas de perfil bajo asimétrico que permita resbaderas huecas donde se aloja el clip que fija elásticamente la contraguja por el interior.
- Sistema de seguridad de apertura del cambio con enclavamiento a través de cerrojo de uña.
- Corazón de acero moldeado al manganeso con antenas soldadas, eliminando la junta embriddada corazón-carril, evitando así el deterioro de los extremos del carril y del corazón por el impacto en la junta.
- Aparato monolitizado mediante soldadura aluminotérmica, posibilitando su incorporación en vía de barra larga continua sin necesidad de aparatos de dilatación.
- Traviesas de hormigón pretensado que mejoran la estabilidad y consolidación de los aparatos.



de túnel instrumentadas; el comportamiento de los muros de pantalla, con 65 secciones de pantalla instru-

mentadas; las características del terreno perforado, con 410 sondeos, 12.000 metros totales perforados y



Estación de San Nicasio en Leganés.

43.750 muestras del terreno tomadas; y el control y seguimiento de las tuneladoras, con 384 variables registradas por minuto.

Las obras de Metrosur, que previsiblemente se inaugurarán en abril, se encuentran prácticamente finalizadas. Se ha concluido el túnel en todo el anillo de Metrosur, tanto en los tramos que se realizaron con tuneladora, como en los que se construyeron a cielo abierto —entre pantallas o con falso túnel— o con el método tradicional de Madrid.

**Vía.** La vía está montada igualmente en todo el anillo, a falta de pequeños remates en zonas puntuales. A ambos lados del túnel se han colocado los soportes y el cableado necesario tanto para la distribución de energía como para la señalización y las comunicaciones. En el túnel también se está instalando el alumbrado definitivo, así como el de emergencia y el denominado de socorro.

En las estaciones, la obra civil está ejecutada prácticamente en su totalidad, y actualmente se trabaja en los acabados de arquitectura: so-

lados, paramentos verticales, revestimiento de pilas con acero inoxidable y en la arquitectura interior de los cuartos técnicos.

Se encuentra también prácticamente finalizada la elaboración de los murales decorativos que se van a colocar en las estaciones.

En superficie, se trabaja en todos los municipios en la reposición de la urbanización de las zonas que se han visto afectadas por la construcción de las estaciones. En los accesos a las estaciones, se están colocando los casetones acristalados diseñados expresamente para Metrosur, que cubrirán las escaleras fijas y mecánicas de entrada a los vestíbulos.

Se trabaja igualmente en la finalización de los pozos de ventilación que se sitúan entre cada dos estaciones y en la instalación de los equipos que permiten la extracción del aire.

En cada estación, se han construido salidas de emergencia en el lado contrario a los accesos. Estas salidas están prácticamente finalizadas. También se han ejecutado salidas de emergencia desde el túnel de línea en aquellos tramos en los

que la distancia entre estaciones era superior a 1.000 metros.

A lo largo de todo el túnel se ha colocado también la electrificación que proporcionará tracción a los trenes que circulen por Metrosur. Este sistema es una catenaria rígida formada por un perfil de aluminio de sección pentagonal en el que se aloja el hilo de contacto. El hilo se monta sin tensión mecánica, lo que permite reducir la sección crítica, aumentar su vida útil y disminuir el mantenimiento. La tensión de tracción que se ha instalado en Metrosur (1.500 V c.c), mejora la capacidad de transporte de la línea, permitiendo la circulación de un mayor número de trenes, más rápidos y con mejores prestaciones. Estos trabajos también se encuentran prácticamente ejecutados en todo el anillo. También como dato curioso, si se dispusieran los kilómetros de cables instalados en línea recta, quedarían conectadas Madrid y París.

La línea de Metrosur se va a alimentar desde 12 subestaciones eléctricas que, además de suministrar la tracción de la línea, dan servicio a los centros de transformación de las estaciones que, a su vez, alimentan a las instalaciones de la estación. Estas subestaciones se han situado en los espacios disponibles de determinadas estaciones. El grado de ejecución de los trabajos es muy avanzado: la obra civil está finalizada y ahora se trabaja en la instalación de equipos.

Todos los desniveles verticales están dotados de ascensores y escaleras mecánicas. El suministro y colocación de estos elementos en las estaciones ha marchado al ritmo previsto, y en este momento se encuentran prácticamente instalados los ascensores y escaleras mecánicas.

Asimismo, se están ejecutando los trabajos necesarios para dotar a la nueva línea de un sistema integrado de protección contra incendios, que consta de detección precoz por aspiración, extinción mediante un sistema centralizado de agua nebulizada en escaleras y extinción mediante columna seca en estaciones, pozos de ventilación y salidas de emergencia. **Yolanda del Val** □