

Nuevas estaciones

Más sencillas y accesibles

La ampliación del Metro de Madrid contempla la creación de 35 nuevas estaciones. Se pretende realizar una obra homogénea, en la que ninguna destaque sobre las demás, con diseños uniformes y sobrios. La construcción clásica “en mina”, ha sido sustituida por la estación adintelada, de mayor complejidad, pero de uso mucho más fácil para el ciudadano.

El Metro de Madrid es uno de los más importantes del mundo; el décimo si atendemos a su longitud total, que en 1993 ascendía a 113 km. En ese año, contaba con 155 estaciones: 94 sencillas, 19 dobles, 6 triples y una quíntuple.

La primera línea que se construyó, la Línea 1, tramo Cuatro Caminos-Sol, fue inaugurada en 1919; desde entonces, su crecimiento ha sido constante, aunque con diferentes ritmos de desarrollo, condicionados por la evolución histórica del país.

En la actualidad se está ejecutando un ambicioso plan de ampliación que incorporará a la red 37 nuevos kilómetros de túnel y 35 nuevas estaciones.

En el proyecto de ejecución de una nueva línea de metro, más del 70% de la documentación gráfica y escrita corresponde a la definición de las estaciones; el 30% restante se emplea en la definición de las obras del túnel y desvíos de servicios. De las aproximadamente 450 unidades de obra de un proyecto de línea, al menos 350 corresponden a las estaciones. Es en el proyecto de éstas donde se realiza el mayor esfuerzo y donde más dificultades hay que resolver.

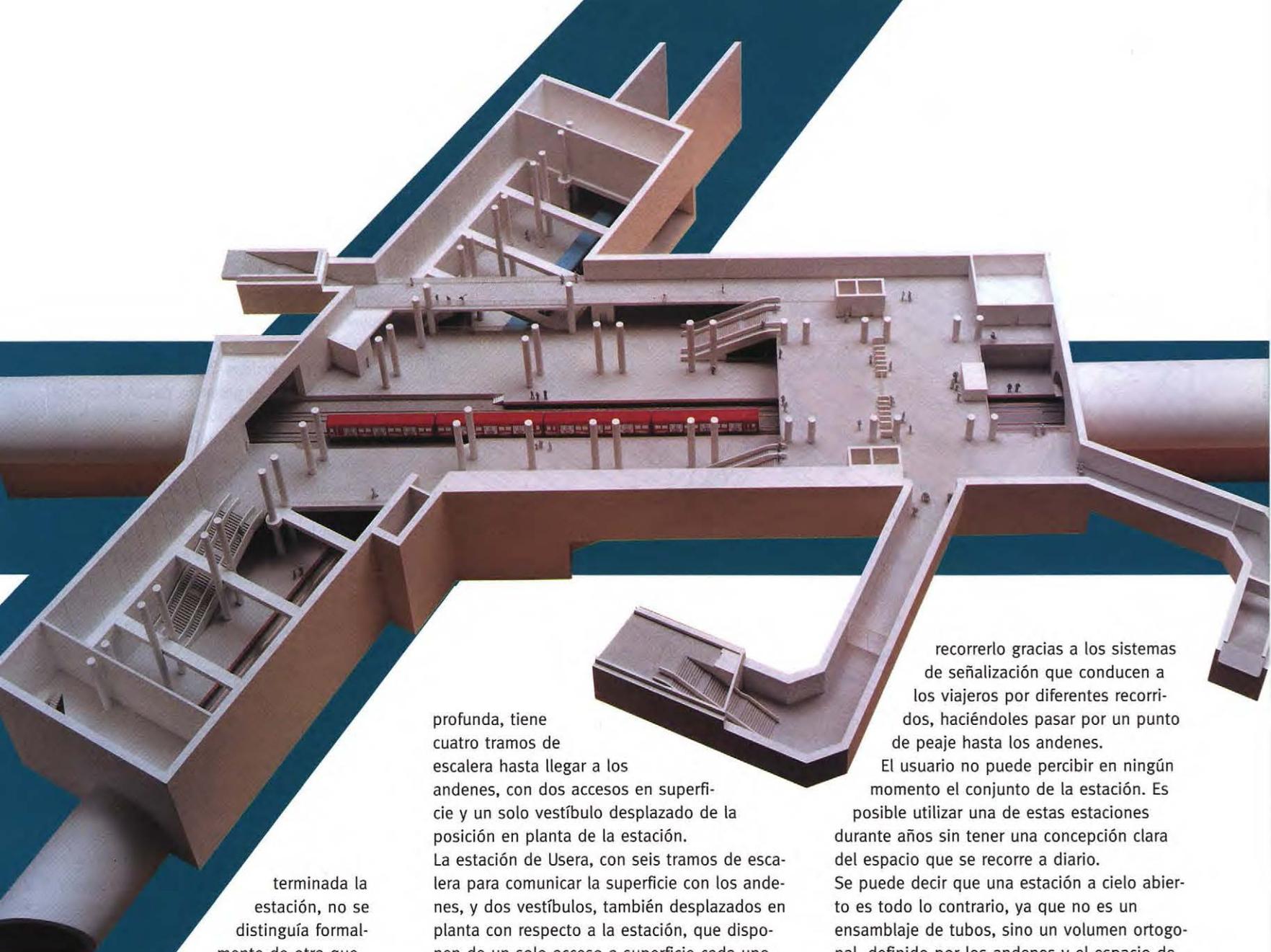
Si tomamos como ejemplo la prolongación de la Línea 7, el 50% del presupuesto total se emplea en la construcción de las estaciones, el 37% en la ejecución del túnel y el 13% restante corresponde a desvíos de servicios provocados en gran arte por aquéllas. Desde luego, si afirmamos que más de la mitad de la obra son las estaciones, no nos equivocamos. El propósito inicial de este plan de ampliación

perseguía la consideración de una obra única en su conjunto, y por tanto se ha pretendido realizar diseños de estaciones que no respondan a una imagen singular por sí mismas, sino que estén imbricadas en su línea como una más, sin grandilocuencias ni excesos formales. Se pretenden la sencillez y la sobriedad. No quiere decir esto que todas sean iguales muy al contrario, cada una responderá al problema funcional y constructivo de su enclave en la ciudad, pero lo hará de forma homogénea con el resto. Una vez acabada esta ampliación, no habrá pequeñas estaciones en algunas zonas de la ciudad, ni grandes estaciones “homenaje” a no se sabe quién en otras. Se persigue un equilibrio de las partes que permita la perspectiva de una obra única.

CIELO ABIERTO O MINA

De las 35 estaciones que se están ejecutando, sólo una, la de Guzmán el Bueno –en la prolongación de la Línea 7 –está construida íntegramente en mina. Hay otra: la de Universidad –en la prolongación de la Línea 9–, que puede considerarse “mixta”, y el resto, las otras 33, se construyen en su totalidad a cielo abierto. Hasta 1988 no se había construido en el Metro de Madrid ninguna estación cuyo comportamiento estructural no fuera abovedado. Por supuesto, la mayor parte de las antiguas estaciones fueron construidas a cielo abierto, ya que eran muy superficiales; se ejecutaba una gran trinchera en la que se construía una bóveda de fábrica sobre la que se restituía posteriormente el terreno original. Una vez

Juan Alonso



terminada la estación, no se distinguía formalmente de otra que hubiera sido construida enteramente en mina cuando la profundidad de la línea así lo requería.

La evolución de los sistemas constructivos, el empleo de maquinaria pesada, el deseo de aumentar la rapidez y seguridad en la ejecución y, sobre todo, la necesidad de ejecutar líneas lo menos profundas posible, de forma que se minimicen los recorridos de los usuarios, han hecho que las nuevas estaciones sean prácticamente en su totalidad adinteladas y construidas a cielo abierto.

¿Cuáles son las diferencias entre las estaciones abovedadas que podemos llamar “en mina”, clásicas en el Metro de Madrid, y las nuevas estaciones adinteladas?

Veamos como ejemplo tres estaciones existentes:

La estación del Barrio de la Concepción en la Línea 7, fue construida en 1975, es bastante

profunda, tiene cuatro tramos de escalera hasta llegar a los andenes, con dos accesos en superficie y un solo vestíbulo desplazado de la posición en planta de la estación.

La estación de Usera, con seis tramos de escalera para comunicar la superficie con los andenes, y dos vestíbulos, también desplazados en planta con respecto a la estación, que disponen de un solo acceso a superficie cada uno de ellos. Destaca un larguísimo cañón de unos 140 metros que conecta el acceso norte con su vestíbulo, realizando un recorrido que los usuarios podrían hacer perfectamente en superficie, sin que la posición de la boca y el cañón resultaran disuasorios para los ciudadanos que viven al sur de la estación.

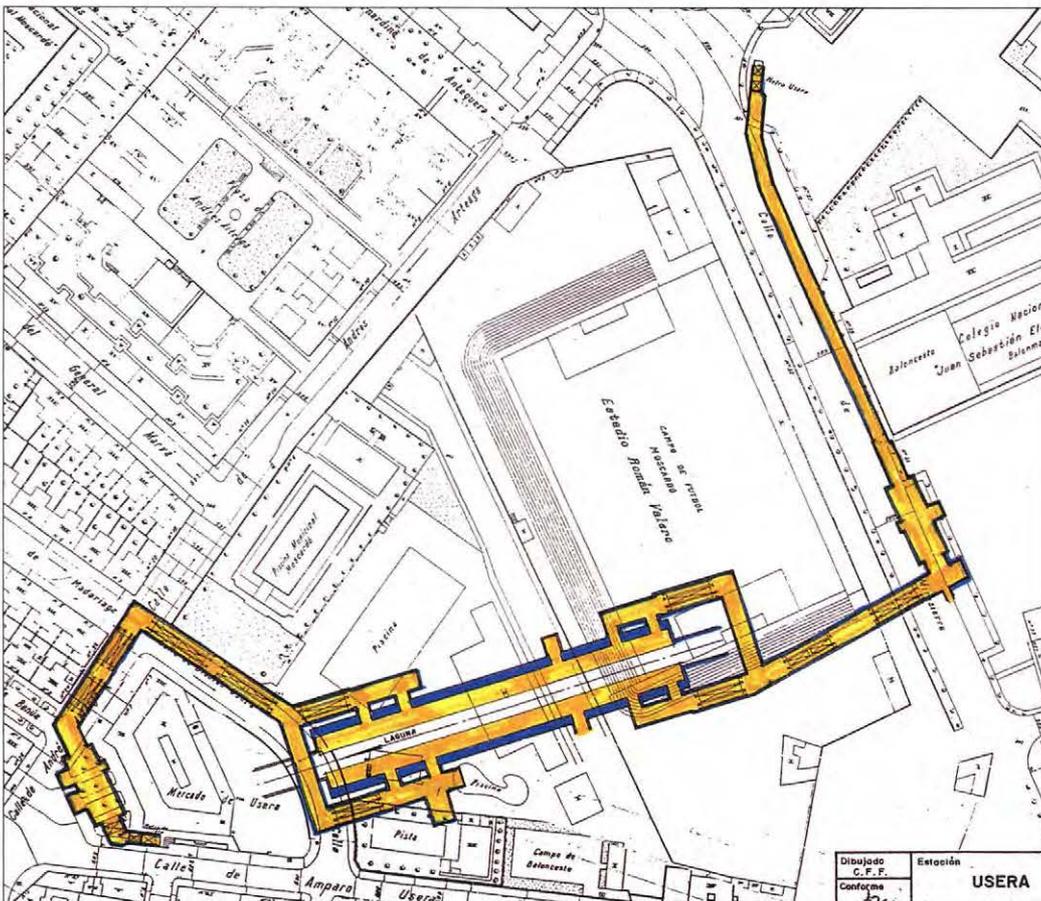
La estación de Diego de León está formada por tres estaciones construidas en diferentes épocas, aunque exactamente iguales en su planteamiento. La estación de la Línea 4, la más pequeña de las tres, construida en 1932; la de la Línea 5, construida en 1970, y la de la Línea 6, construida en 1979. Entre las tres configuran un auténtico laberinto de cañones que, por su longitud y complejidad, desalientan a los usuarios. Difícilmente puede considerarse que es una estación de correspondencia entre Líneas. Está claro que una estación en mina es un ensamblaje de tubos que configuran un laberinto espacial en el que el usuario pierde el sentido de la orientación; sólo se es capaz de

recorrerlo gracias a los sistemas de señalización que conducen a los viajeros por diferentes recorridos, haciéndoles pasar por un punto de peaje hasta los andenes.

El usuario no puede percibir en ningún momento el conjunto de la estación. Es posible utilizar una de estas estaciones durante años sin tener una concepción clara del espacio que se recorre a diario. Se puede decir que una estación a cielo abierto es todo lo contrario, ya que no es un ensamblaje de tubos, sino un volumen ortogonal, definido por los andenes y el espacio de circulación de los trenes, con otros volúmenes asociados a los lados donde están dispuestas las escaleras que comunican los andenes con el vestíbulo y éste con la calle. Sirva como ejemplo la estación de Peñagrande, de la prolongación de la Línea 7. Es probablemente la más pequeña y sencilla de cuantas se están construyendo; se trata de una estación para composiciones de seis coches de gálibo ancho (coches 5000), y responde casi exactamente a la sencilla descripción anterior. Es muy superficial, sus dimensiones básicas son 18,40 metros de anchura y 120 m de longitud total, con unos andenes útiles de 111,60 metros. La cabeza cuadrada del extremo donde se sitúa el vestíbulo tiene 35 metros de lado. Su superficie total es de unos 3.000 metros cuadrados, y su cubrición de unos 45.000 metros cúbicos. Esencialmente es un paralelepípedo encastrado en el terreno con sólo dos niveles internos: vestíbulo y andenes, que mantienen una continuidad espacial y visual.

NUEVAS ESTACIONES

La percepción que tendrán los usuarios será que están recorriendo espacios más sencillos y claramente ordenados.



El proyecto de una estación a cielo abierto es, en general, un proyecto complejo, ya que se está actuando en un medio urbano denso y difícil con el que se está interfiriendo de forma continua. Al contrario, una estación en mina se proyecta en muy poco tiempo, sólo es necesario tener claras las dimensiones básicas y establecer unos recorridos lo más naturales posible. En el fondo, el proyecto puede llegar casi a desaparecer, ya que lo que de verdad hay que resolver es un problema constructivo. Las afecciones a superficie son mínimas. Durante muchos años se ha construido gran parte de la red sin que los ciudadanos hayan sentido las obras. En los años setenta, las líneas eran tan profundas que casi no era preciso desviar servicios para ejecutarlas.

En las estaciones en mina el problema de diseño es sencillo, pero el uso de la estación es complicado, sobre todo si es una estación de intercambio. Si observamos la planta de una estación en mina veremos que ha tenido un crecimiento arborescente, han ido apareciendo espacios allí donde eran necesarios, adosándose al tronco principal. En las nuevas estaciones a cielo abierto el proyecto suele ser de gran complejidad, pero el uso y la percepción que tendrán los usuarios será que están recorriendo espacios sencillos y claramente ordenados. No estarán desplazándose por un espacio arborescente con un solo itinerario lineal, sino que se encontrarán dentro de un gran volumen donde, lo que en las estaciones antiguas eran cañones aislados, ahora son galerías abiertas al espacio principal.

MAR DE CRISTAL

El diseño de la estación de Mar de Cristal, en la prolongación de la Línea 4, en su cruce con la línea que comunicará con el Campo de las Naciones y el aeropuerto, puede ser un buen ejemplo de los criterios ya expuestos.

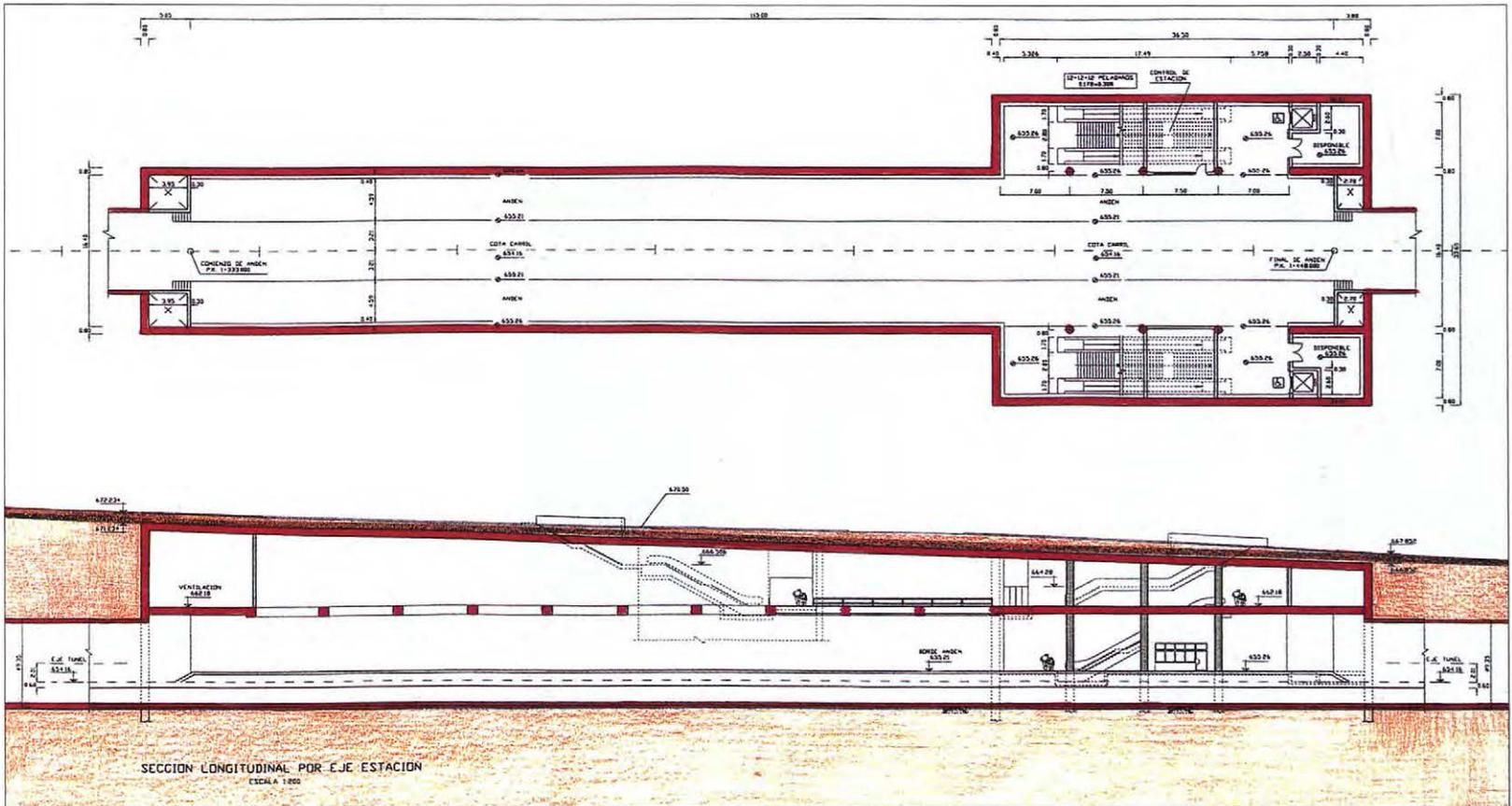
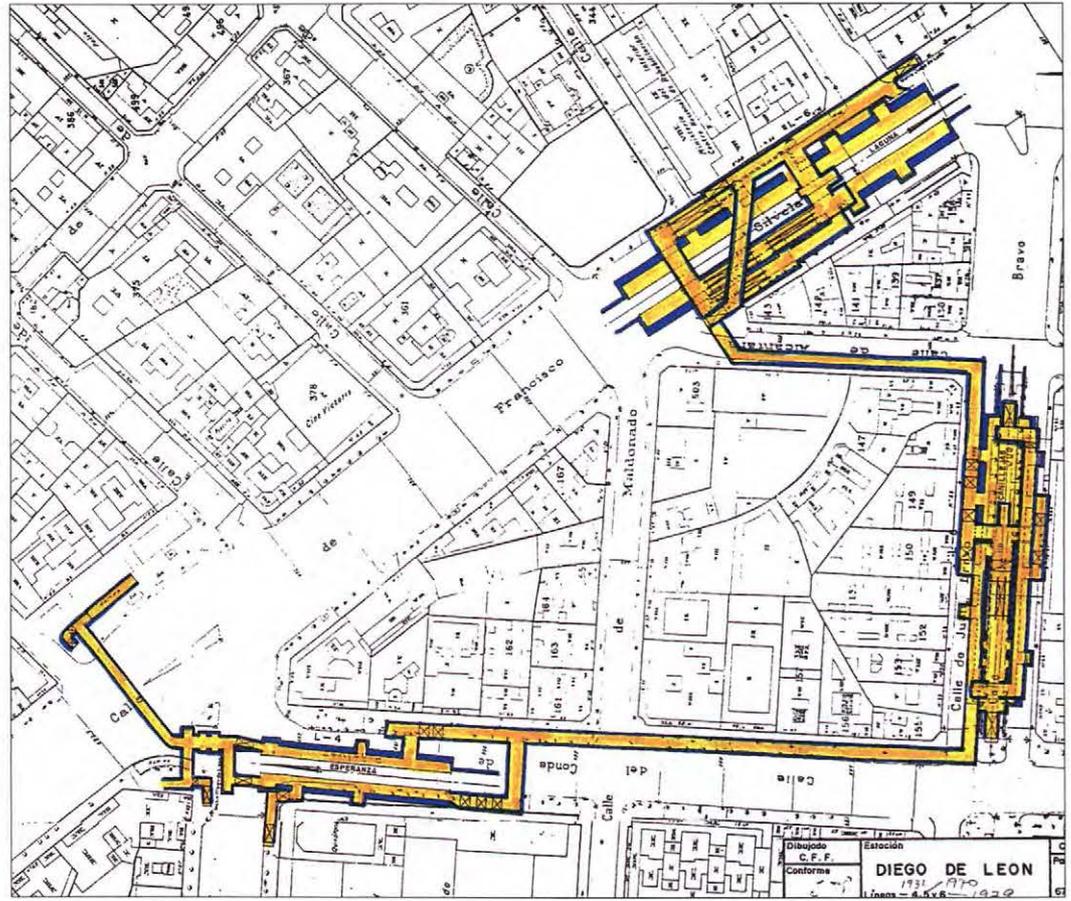
Es una estación de intercambio enteramente subterránea, donde sólo hay tres niveles fundamentales: el nivel de vestíbulo, que está a unos cinco metros y medio respecto de la superficie, el nivel de andenes de la Línea 4 a once metros de profundidad, y el nivel de los andenes de la línea al aeropuerto, futura Línea 8, a unos dieciocho metros. Las tres grandes losas están dispuestas en el interior de un gran espacio formado por la intersección de dos paralelepípedos rectos, y soportadas por diferentes alineaciones de pilas-pilotes que son grandes columnas pare-

Dos ejemplos de estaciones clásicas de Madrid, las denominadas "en mina": la del Barrio de la Concepción (Línea 7) y la de Usera (Línea 6), con numerosos tramos de escaleras y largos cañones, que han de ser recorridos a pie.

adas. Entre cada una de estas parejas se dispone un codal que arriestra horizontalmente las pantallas de contorno y soporta las diferentes losas a modo de viga cuando es necesario. La estación tiene un solo vestíbulo con tres accesos, uno de ellos dotado con ascensor y escalera mecánica. De los otros dos, uno es totalmente externo a la "caja" de la estación; el otro se ha incorporado al gran espacio, colgándolo de la losa superior. Evidentemente, los ciudadanos que accedan por esta entrada tendrán que andar 70 metros para llegar al vestíbulo, pero no lo harán por un pequeño y angosto cañón, como ocurría en la estación de Usera; su recorrido se realiza por una galería acristalada desde la que podrán ver, por debajo de ellos, el cruce de las dos líneas de Metro, cada una en su nivel, y al fondo, el vestíbulo iluminado por un lucernario circular que se abre en la losa superior y que es el centro de una rotonda en la Gran Vía de Hortaleza

CONDICIONAMIENTOS DEL TRAZADO.

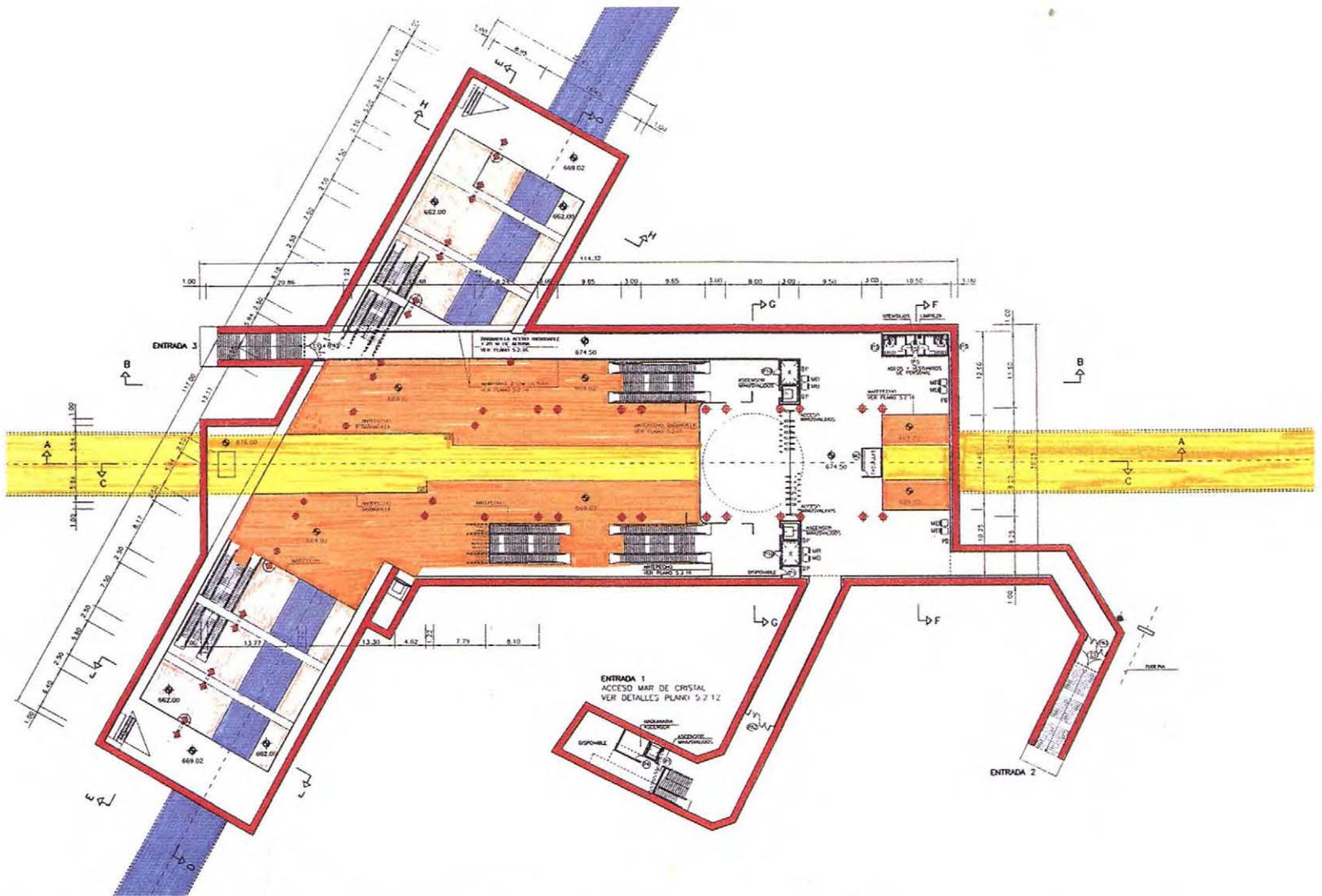
Hasta ahora, cuando una ingeniería desarrollaba un proyecto de ampliación de una línea de Metro, se daba la paradoja de que el departamento que estaba definiendo el trazado, prácti-



La estación de Diego de León (imagen superior) es otro ejemplo de estación "en mina". Sin embargo, la de Peña Grande, en ejecución, ilustra la filosofía de las nuevas estaciones: pequeña y sencilla, se trata de un paralelepípedo encastrado con sólo dos niveles internos.

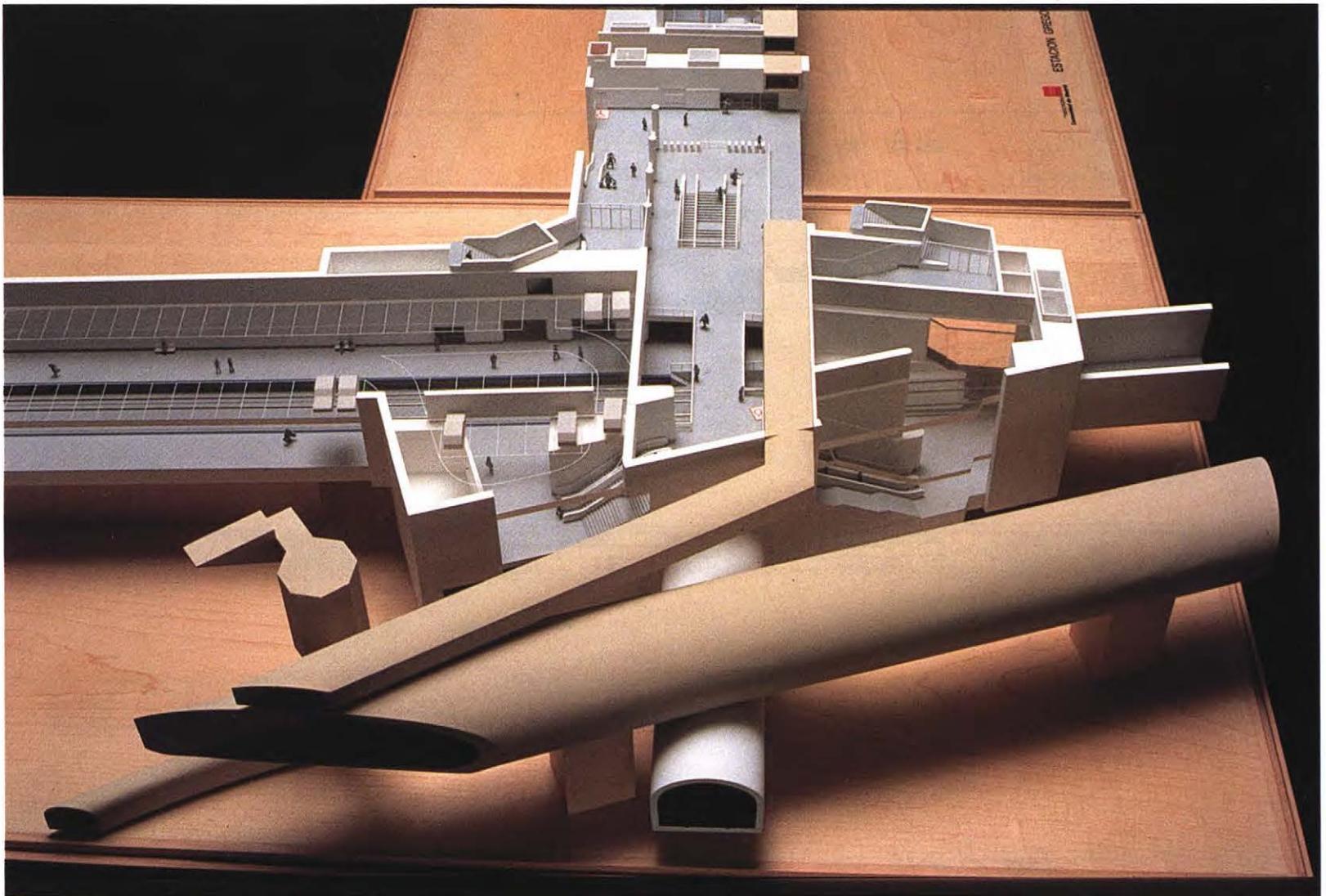
NUEVAS ESTACIONES

Se debe definir artificialmente el trazo de un línea si con ello se consigue evitar recorridos antinaturales a los viajeros.



camente, no tenía contacto con el que estaba diseñando las estaciones, si no era para informar de los desniveles que tenían que salvar. El trazado dependía esencialmente del estudio de transporte, de la geotecnia, de la topografía, de la profundidad de las cimentaciones bajo las que había que pasar, y de la propia geometría del trazado; es decir, de los parámetros geométricos que hay que respetar para garantizar la comodidad y seguridad del viajero. Sólo se admitía que la estación condicionara el trazado en el sentido de que era necesario intercalar en éste unos tramos rectos y sin pendiente, que es donde se situaban aquéllas. No obstante, hay numerosos casos en la red de estaciones curvas. El diseño de la estación se desarrollaba una vez definido el trazado. Con las estaciones a cielo abierto este orden cambia radicalmente. Ahora, uno de los condicionantes más fuertes que tiene el trazado son las propias estaciones, ya que, por un

La estación de Mar de Cristal, en el gráfico y la fotografía sobre estas líneas, es el mejor ejemplo de los criterios de construcción de las nuevas estaciones.



, éstas deben estar siempre situadas en suelos públicos (en mina no, respetándose únicamente los derechos de subsuelo que conceda el planeamiento, y por otro, su ejecución es tan compleja, y afecta tanto a la superficie, que el trazado debe permitir una posición de la estación que facilite la obra y atenúe, en la medida de lo posible, el impacto sobre la ciudad.

Si esta correspondencia biunívoca entre el trazado y el diseño de estaciones es importante, cuando éstas son de intercambio, la relación debe ser aún más estrecha. Sólo un estudio profundo de la solución funcional y arquitectónica de la estación puede determinar la posición en planta y el alzado de las diferentes líneas que confluyen en ella. Es perfectamente posible que haya que definir “artificialmente” una traza, si con ello se consigue mejorar el intercambio entre andenes,

evitando recorridos antinaturales (subir para luego bajar, etc.) a los viajeros. La decisión de construir las estaciones de intercambio siempre, si es posible, a cielo abierto, parece lo más recomendable. Otra estación como Diego de León no puede repetirse. Teniendo en cuenta que aproximadamente una de cada tres estaciones es de intercambio, esta recomendación cobra, si cabe, más importancia.

CONSTRUCCIÓN

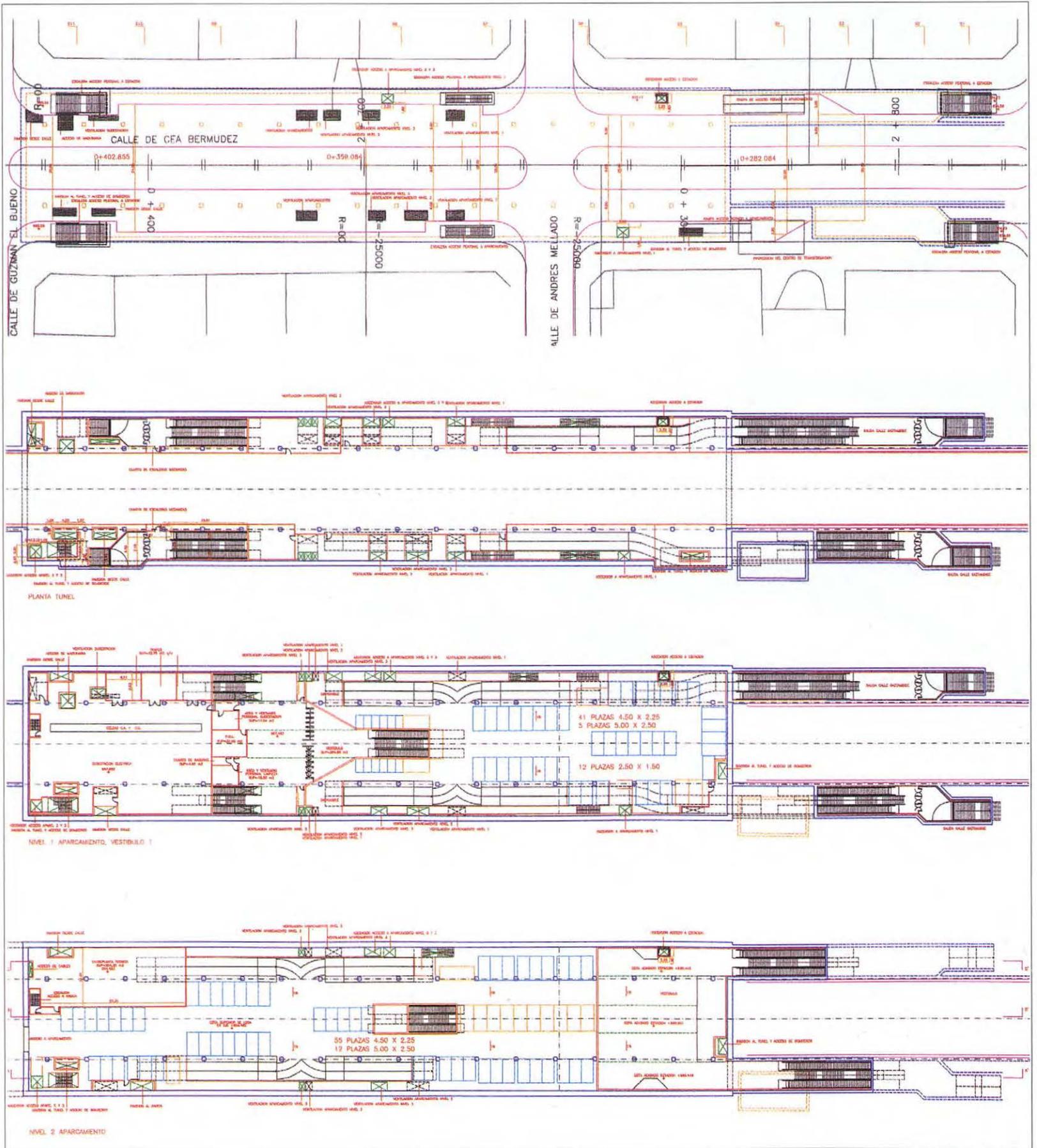
Tradicionalmente, en las obras de Metro ha sido posible segregar, en gran medida, la construcción de las estaciones, de la construcción de los túneles que las unían. Actualmente esto no es así; la complejidad de las estaciones y su dificultad constructiva las hacen ser casi siempre camino crítico, y si la

ejecución del túnel las condiciona inevitablemente, deben estar concebidas así en origen. Es muy claro en el caso de estar utilizando tuneladoras: la estación tiene que estar ejecutada, o al menos vaciada para cuando tenga que ser atravesada (aunque no siempre es así); esto puede implicar que estaciones con problemáticas parecidas a nivel funcional deben ser radicalmente diferentes, según la posición que ocupan en la línea y su cercanía o lejanía al punto donde empieza a trabajar la tuneladora.

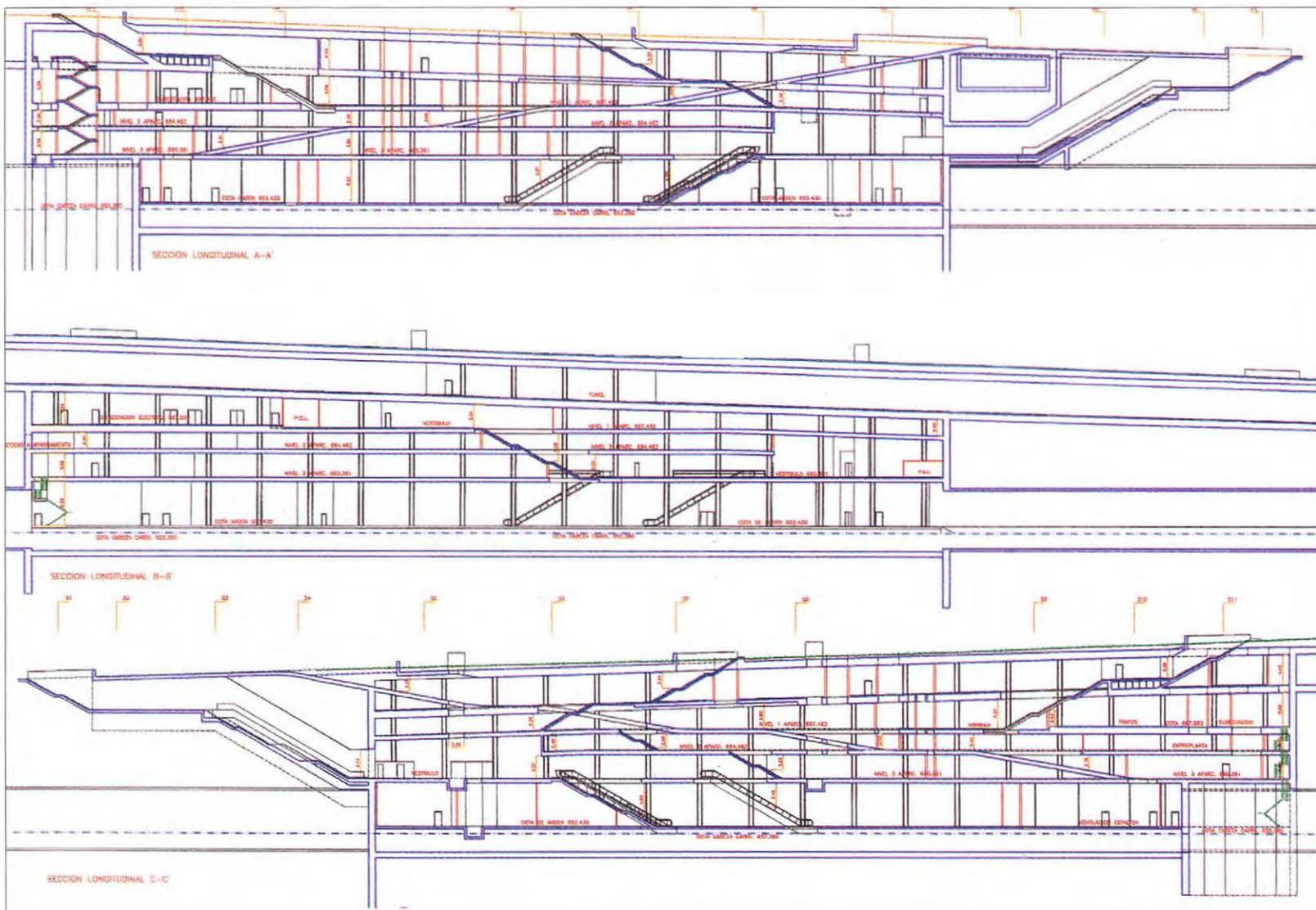
El entorno, entendido en el sentido amplio del término, es uno de los puntos de partida para realizar el diseño concreto de una estación. El tráfico peatonal y rodado, el arbolado, las afecciones a los edificios y, sobre todo, los servicios (los grandes servicios urbanos) configuran el entorno de la estación. No es posible concebir un diseño de

NUEVAS ESTACIONES

Debido al volumen de obras ejecutadas, el proyecto ha tenido como principio básico la economía de esfuerzos.



Sobre estas líneas, de arriba abajo, las plantas de calle y túnel y los niveles de aparcamiento 1 y 2 de la estación de Islas Filipinas (ampliación de la línea 7).



estación sin tenerlos en cuenta. Los servicios no son una línea en un plano; muy al contrario, pueden hacer inviable o disparatada una solución, que en otros aspectos puede ser muy buena.

En la prolongación de la Línea 7, a pesar de que las estaciones han sido diseñadas en parte en función de los grandes servicios con que se cruzan, el coste de los desvíos asciende al 10% del presupuesto total; este décimo significa varios miles de millones de pesetas y numerosos meses de trabajos ininterrumpidos.

No es admisible, por tanto, el típico desarrollo de proyecto que comienza con una petición de información a las diferentes compañías suministradoras, y mientras se recibe la información, se desarrolla el proyecto incluso a nivel estructural, de forma que, cuando llegan todas las informaciones de los servicios afectados, no es posible dar marcha atrás en el proyecto.

Sólo queda el último recurso de desviarlos, cuando tal vez, con otro diseño de estación hubiera sido posible minimizar el problema.

El volumen de las obras que hay que realizar en un proyecto de ampliación de líneas es tan enorme, que el proyecto debe tener como principio básico la economía de esfuerzos.

OPTIMIZACIÓN DEL PROYECTO

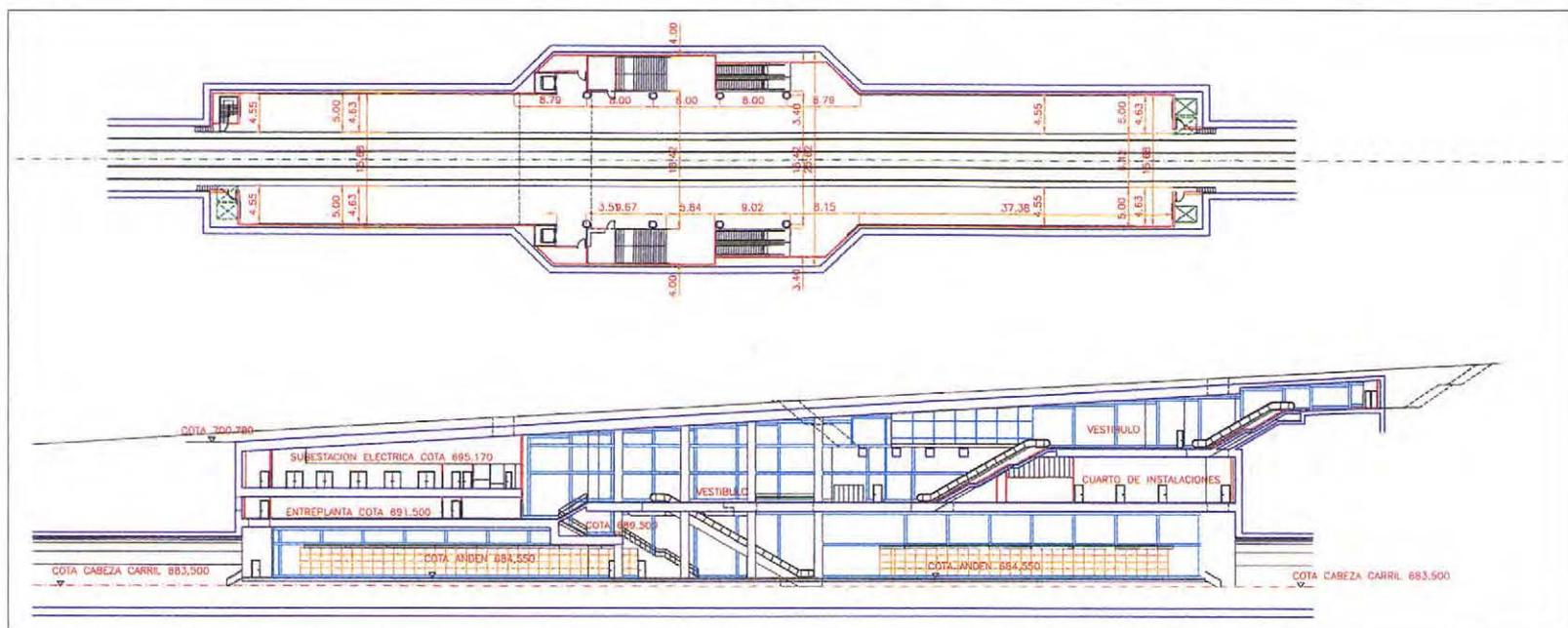
El gesto principal cuando se va a construir una estación es la decisión de introducir en el terreno un gran paralelepípedo con un volumen enorme. Una estación pequeña cubica 45.000 m³; una grande, unos 150.000 m³. El proceso constructivo de ejecución de ese gran recinto no puede ser algo ajeno al proyecto. Éste debe establecer cómo se va a realizar, con qué rampa se va a excavar (la excavación vertical para estos volúmenes, en general, no es operativa), cuáles son los niveles de arriostramiento, y cómo se van a integrar las estructuras de contención en el diseño global de la estación.

Respecto a las rampas de excavación, pueden llegar a ser obras importantísimas, con costes superiores a los 100 millones de pesetas. En las estaciones en mina, inevitable-

mente, constituyen un apéndice más o menos largo que conecta la caverna de la estación con la superficie, y, una vez se ha realizado la excavación e introducido los materiales, queda como obra perdida (casi siempre se vuelve a rellenar la propia rampa). En las nuevas estaciones no es así; la rampa de excavación está integrada en el diseño. En la nueva estación de Islas Filipinas, las rampas de excavación se construyen dentro del recinto de pantallas y como uso definitivo se constituyen en los accesos del aparcamiento que se construye en los niveles superiores. Este proyecto puede dar una idea de la complejidad a que antes se aludía. Esencialmente es un gran rectángulo que contiene todos los elementos posibles; en la superficie se configura un bulevar en la calle Cea Bermúdez, cuyas aceras se amplían. Es en éstas donde se disponen los cuatro accesos del Metro, un ascensor para personas de movilidad reducida y las salidas peatonales del aparcamiento de vehículos privados. En el primer nivel se prolonga el actual paso subterráneo de Cristo Rey, y en las franjas laterales a éste se disponen las escaleras de

NUEVAS ESTACIONES

Para ganar accesibilidad, se han incorporado ascensores que comunican la calle con el vestíbulo y éste con los andenes.



acceso al Metro y las rampas. En el segundo nivel, el aparcamiento y uno de los vestíbulos de Metro junto a una subestación eléctrica que suministra energía a la Línea. Más abajo, en el tercer nivel, se dispone una planta de aparcamiento y la planta técnica de la subestación; en el cuarto nivel, una planta de aparcamiento y otro vestíbulo, más cercano a la plaza. Por fin, en el quinto nivel se sitúan los andenes, a una profundidad media de veinticinco metros con respecto a la calle.

Esta es, sin duda, una de las estaciones de la ampliación más complejas, tanto a nivel de proyecto como de obra.

El principio de la economía de esfuerzos obliga a optimizar los proyectos e incluso a desecharlos y comenzar uno nuevo si se demuestra que existe una solución mejor. El caso de la estación de Francos Rodríguez, en la Línea 7, ilustra perfectamente este proceso. Está situada en la calle de Pablo Iglesias, casi en su confluencia con la calle Francos Rodríguez. La calle tiene una pendiente bastante fuerte en este tramo, y por tanto la sección de la estación es variable. En la ilustración 14 pueden verse dibujadas en planta y a la misma escala las siluetas de tres soluciones diferentes. La primera corresponde al estudio de transporte realizado con carácter previo a la prolongación de la Línea 7. Puede apreciarse que es una estación concebida en mina, con dos vestíbulos bastante profundos y desplazados en planta con respecto a los

andenes cada vestíbulo tiene dos accesos. La segunda es el primer proyecto de ejecución, y toma como punto de partida la primera propuesta, pero transcribiéndola casi literalmente de solución en mina a solución en cielo abierto; mantiene los dos vestíbulos, pero como la anchura de la calle no permite la disposición de escaleras a los lados, se ve obligado a disponerlas en cabecera de andén, y como la diferencia de cotas entre el andén y la parte alta de la calle es muy grande, el desarrollo de las escaleras implica desplazar el vestíbulo alejándolo del recinto de la estación. En el otro vestíbulo se ha suprimido un acceso debido a que por ese lateral de la estación discurre una importante galería de aguas del Canal de Isabel II que, por altimetría y disposición en planta, impide el acceso previsto. Si se comparan las dos soluciones, puede observarse que la segunda no ha conseguido optimizar la primera; de hecho, la obra sería mayor, y sin embargo se ha perdido un acceso.

La tercera responde a la solución que se está construyendo. Se ha optado por una solución de un solo vestíbulo situado en el centro de la planta. Las dos pequeñas calles perpendiculares a Pablo Iglesias permiten ampliar la sección transversal de la estación, pero no lo suficiente como para disponer los dos paquetes de escaleras mecánicas y fijas necesarios para acceder a los andenes. Se ha decidido separar las mecánicas y las fijas, y disponer éstas en el mismo plano que aque-

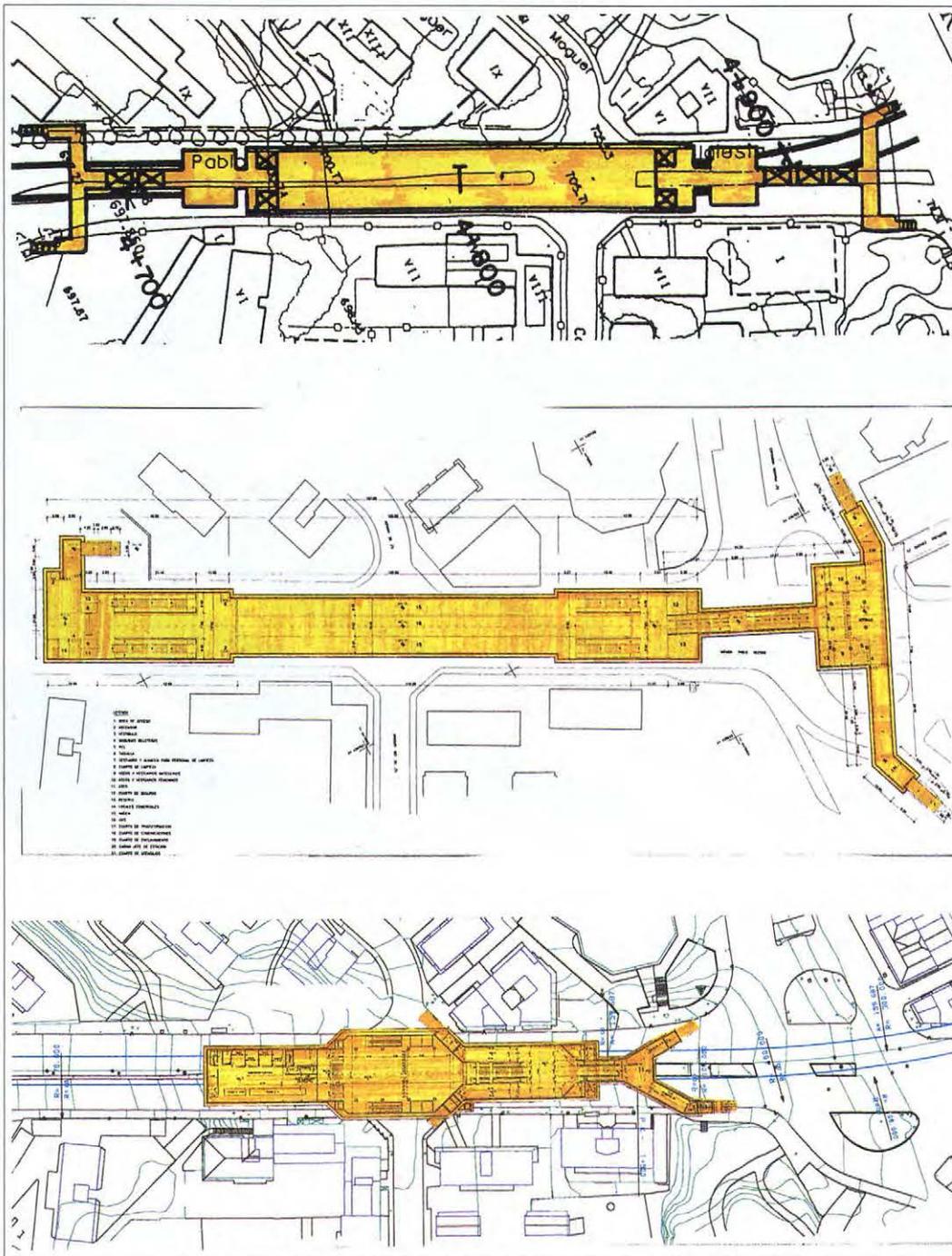
llas, pero en un nivel inferior, utilizando una pequeña entreplanta.

Una subestación eléctrica se sitúa en el extremo inferior, y los cuartos técnicos se disponen en la misma planta del vestíbulo; esto constituye una solución novedosa dentro de las estaciones del Metro de Madrid, que permite aprovechar mejor el espacio construido. Se ha abandonado la vieja solución de colocar pequeños cuartos excavados en mina a nivel de andén.

En definitiva, la solución construida es más compacta que las anteriores, sin merma de su capacidad funcional.

LEY DE PROMOCIÓN DE LA ACCESIBILIDAD

En 1993 la Comunidad de Madrid promulga la Ley de "Promoción de la accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas", Ley que supone un punto de inflexión en el diseño de los espacios destinados al transporte. Responde a una demanda social, no sólo de las personas minusválidas, sino también de los ciudadanos cuya movilidad se ve temporalmente reducida, ya sea por cuestiones de edad o estado físico. No olvidemos que la población está envejeciendo notablemente y las exigencias de comodidad en el transporte crecen cada día. Es necesario hacer las estaciones plenamente accesibles. Para ello, en los nuevos proyectos se ha resuelto incorporar un sistema de ascensores que comunican la



calle con el vestíbulo, y éste con los andenes. Estos ascensores están integrados en el diseño general y su uso no implica la necesidad de utilizar caminos o itinerarios segregados de los principales.

Esta decisión obliga a que los vestíbulos, sea cual sea la forma de la estación, deban estar superpuestos sobre los andenes, ya que hay que establecer esa comunicación vertical. Esto, que aparentemente no es demasiado exigente, ha hecho cambiar radicalmente el proyecto de las estaciones de Metro e incrementado

notablemente, en algunos casos, los costes de ejecución. Cuando la obra de ampliación de la red esté finalizada y en servicio, el usuario sólo percibirá el espacio de las estaciones, y, queramos o no, el resto de las obras e instalaciones que se hayan ejecutado estarán subordinadas a esa percepción. Las estaciones son fundamentales en el proyecto, en el proceso de construcción y, por supuesto, en el resultado final.

Juan Alonso
Tecnico Municipal

NEW STATIONS IN THE EXPANSION OF THE MADRID METRO

The Madrid metro is one of the largest in the world, tenth in the ranking by total length, amounting in 1993 to 113 kilometers. This year, 155 stations were in service, 94 of which are single, 19 double, 6 triple and one quintuple.

Currently, an ambitious plan is underway to expand the network and include 37 new kilometers of tunnel and 35 new stations.

The initial purpose of this expansion plan was to consider the network as a whole, and the station designs therefore were not envisaged to be unique but rather merely as additions to the same line, with no boastful or formal embellishments. Simplicity and soberness were sought. This does not mean, however, that all of the new stations are the same. Quite the contrary. Each one responds to the functional and building challenges posed by its specific location in the city.

Of the 35 stations under construction, only one, Guzman el Bueno, on the extension of number 7 line, was built integrally underground. The Universidad station on the extension of the number 9 line can be considered a mixed construction, while the remaining 33 were all built on the surface.

Generally speaking, surface projects are complex in that they involve working in a difficult, densely urbanized environment where constant interference becomes a problem.

In the underground-built stations, design issues are easily resolved although the use of the station becomes complex. When observing the floor plan of an underground-built station we see that it spreads in a tree-like fashion, with spaces branching out where necessary and then joined to the main trunk. In the new surface-built stations, the plans are usually highly complex, while the user's perception is one of clarity and simplicity. Instead of moving through a tree-like series of passages in a sole direction, passengers will find themselves in a large volume with its gallery open to the main area, as opposed to the old stations with their barrel vaulted galleries.