

CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO “PROLONGACIÓN A VICÁLVARO DE LA LÍNEA 9 DEL METRO DE MADRID. TRAMO: PAVONES-VICÁLVARO”

Julián Cuartero Cuesta.
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Juan Pérez Cots.
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Dirección General de Infraestructuras del Transporte. Comunidad de Madrid.

RESUMEN

La longitud del tramo es de 4.650 m., con 4 nuevas estaciones y un intercambiador con Renfe de Vicálvaro y con el tren de Arganda. Presupuesto 13.157 millones de pesetas y plazo 24 meses, inicio en julio 1996. Adjudicatario NECSO-OCP(UTE).

La ejecución de los 4 Km. de túnel se realiza con escudo de tierras (EPB) de 9,32 m. de diámetro exterior, atravesando terrenos formados por arenas tosquizas, tosco arenoso, y arcillas duras (peñuelas). El revestimiento del túnel es con dovelas tipo universal, 6 uds. más 1 de llaves, de 1,50 m. de ancho y 0,32 m de canto. Se prevén avances máximos de 22 anillos/día (36 m/día) y media de 15 m/día.

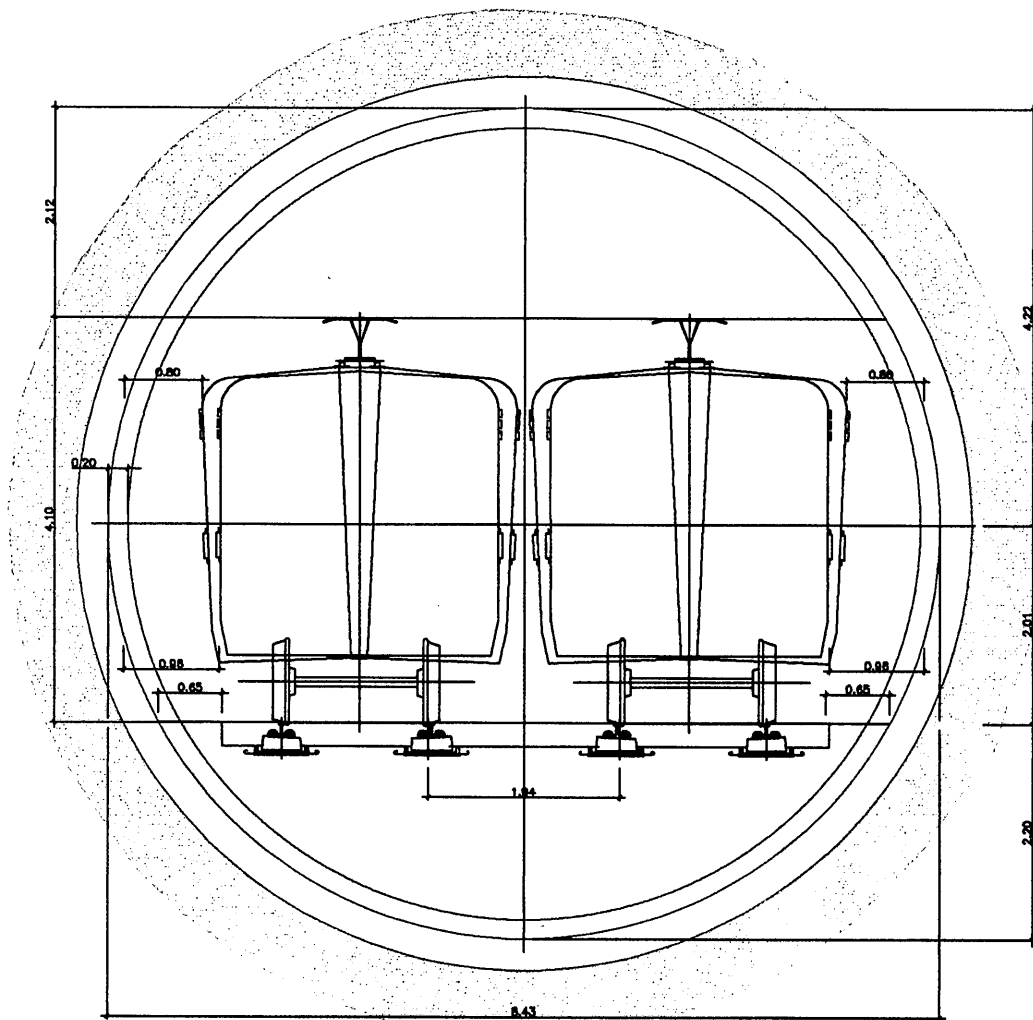
Las 4 estaciones se ejecutan a cielo abierto con pantallas, unos 30.000 m², y con profundidades de 18 a 32 m. También se aprovechan para aparcamiento de 400 turismos.

ABSTRACT

This stretch of the line is 4,650 m. long, with four new stations and a connection at Vicálvaro with the Renfe suburban line from Arganda. Construction began in July, 1996, by NESCO-OCP (UTE), for a budget cost of 13,157 million pesetas, and is due for termination in July, 1998.

The tunnel is excavated by EPB of 9.32 m. diameter through coarse sand and hard clay. The revetment is of universal type arcs, 6 plus 1 key, 1.5 m. wide and 0.32 edge. Maximun advance is estimated at 22 arcs (36 m). per day, and the average at 15 m/day. The four stations are constructed in the open, with some 30.000 m² of protection and depths between 18 m. and 32 m. Parking is being provided for 400 cars.

Se admiten
comentarios a este
artículo, que deberán
ser remitidos a la
Redacción de la ROP
antes del 30 de
enero de 1998.



*Túnel de línea.
Galibos.
Túnel en recta con
doble acera.
Galibo para coches
serie 5000.*

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

TRAZADO

La longitud del tramo es de 4.650 m, con cuatro estaciones y un intercambiador con la estación de Renfe de Vicálvaro y con el tren de Arganda.

El tramo se inicia en el fondo de saco de Pavones, siguiendo el trazado en planta a unos 700 m del origen hay que pasar bajo la M-40 y a 600 m de ésta llegamos a la Estación nº 1 (Valdebernardo) de unos 200 m de longitud, ya que dispone de dos vestíbulos ambos en cabecera de andén. El trazado en alzado del túnel de línea se inicia con la máxima pendiente de 40 milésimas para lograr pasar a unos 15 m bajo la M-40 y sigue con 19 milésimas para conseguir una montera mínima de 6 m bajo la cimentación de la parcela 28, previéndose un tratamiento del terreno para protección de los edificios más próximos.

Llegando al bulevar de Indalecio Prieto se vuelve a las 40 milésimas de pendiente para elevar al máximo la Estación nº 1. Desde la salida de dicha estación nº 1 a la nº 2 (Universidad Ramón Carande) tenemos en planta 1.245 m y en alzado no háy que forzar pendientes, siendo de 2,89 milésimas suficiente para llegar a la cota prevista de la estación nº 2.

Desde la estación nº 2 a la nº 3 (San Cipriano) la longitud del túnel de línea es de 397 m y la pendiente si hay que forzarla al máximo de 40 milésimas hasta la ubicación de la diagonal en el piñón de entrada.

Desde el piñón de salida hasta la Bretelle de entrada a la estación nº 4 (Vicálvaro-Renfe) se requiere igualmente forzar a otras 40 milésimas en los 545 m de separación en planta. En esta estación enlazará el tren de Arganda y sirve de intercambiador con las líneas de Cercanías de Renfe de Coslada, Alcalá de Henares y Guadalajara.

El paso bajo la playa de vías de Renfe se realiza con pendiente nula y con un recubrimiento de unos 5 m, menor de un

diámetro respecto a la tuneladora. Una vez pasada volvemos a las 40 milésimas hasta la calle la Barca donde se da una pendiente de 2,4 milésimas para el fondo de saco de utilización para estacionamiento de material rodante.

A 670 m de la Estación se ha construido el Pozo de ataque de 15x90 m donde se está montando la tuneladora, para su avance hacia Pavones. Este punto es de donde tiene su inicio el Proyecto de Construcción del Tren de Arganda.

En cuanto a pozos, tenemos: Pozos de ventilación del túnel hay 5, uds de 11 a 28 m de profundidad y de 4x7,20 m de luces libres. Pozos de salida de emergencia, 2 Uds de 20 m de profundidad. Pozo de bombeo de 4x4 m hay dos unidades en los puntos bajos. Pozo de ataque del túnel, ya mencionado de 15x90 m está situado al final de la traza; Pozo de extracción del escudo, se ubica al final de la calle Hacienda de Pavones de 10x15 m. Se está estudiando la conveniencia o no, de un Pozo intermedio para extracción de materiales y suministro de dovelas. Finalmente en las 4 esta-

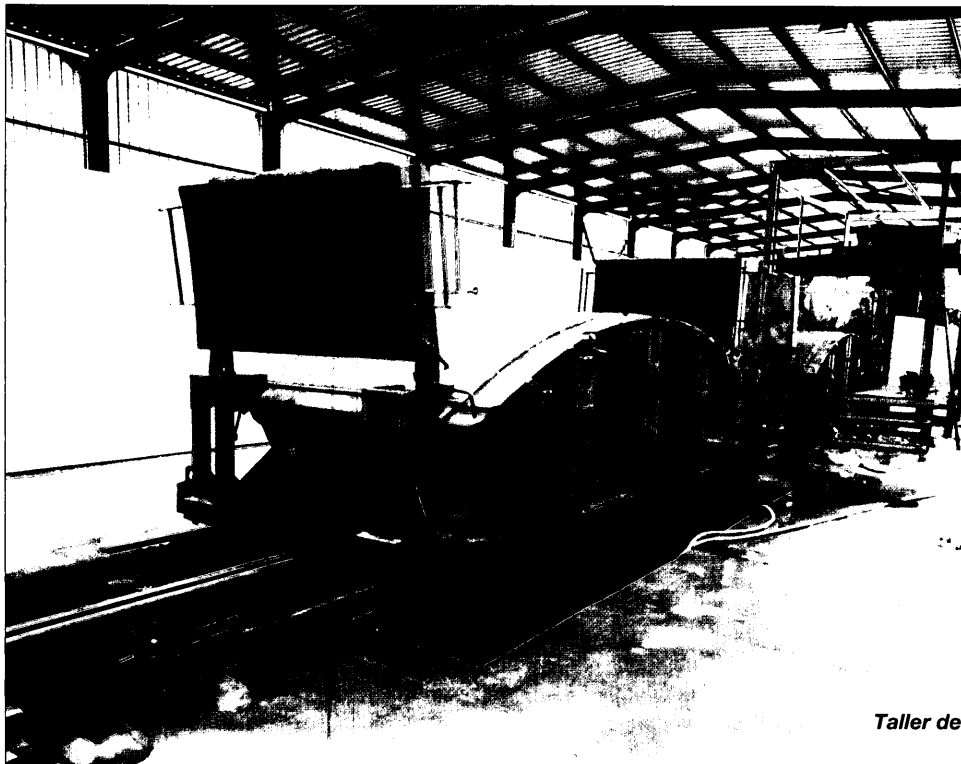
**CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES**

CONCEPTO	Estación 1 Valdebernardo	Estación 2 Universidad	Estación 3 San Cipriano	Estación 4 RENFE
Usuarios viajero/día	6.400	8.500	6.400	8.800
Altura andén-calle	15	18	25	13
m longitud andén	115	115	115	115
nº de accesos	2	2	2	1
nº de vestíbulos	2	1	1	1
nº de plantas	2	3	4	2
m² muros pantalla	9.500	4.700	11.100	4.500
m profundidad	22	25	32	18
m³ excavaciones	138.000	88.600	64.100	67.300
m² forjados	6.300	10.100	5.000	6.100
m³ hormigón losa	13.100	8.200	6.700	9.500
ml vigas pretensadas	1.300	530	850	1.400
Tm Acero AEH	2.500.000	1.550.000	1.850.000	1.600.000
m² superficies soladas	4.300	3.400	2.800	5.300
m² revestimiento vertical	600	450	470	1.400
nº plazas aparcamiento	0	122	170	100

ciones se requiere un pozo de ventilación-compensación, al final de cada piñón.

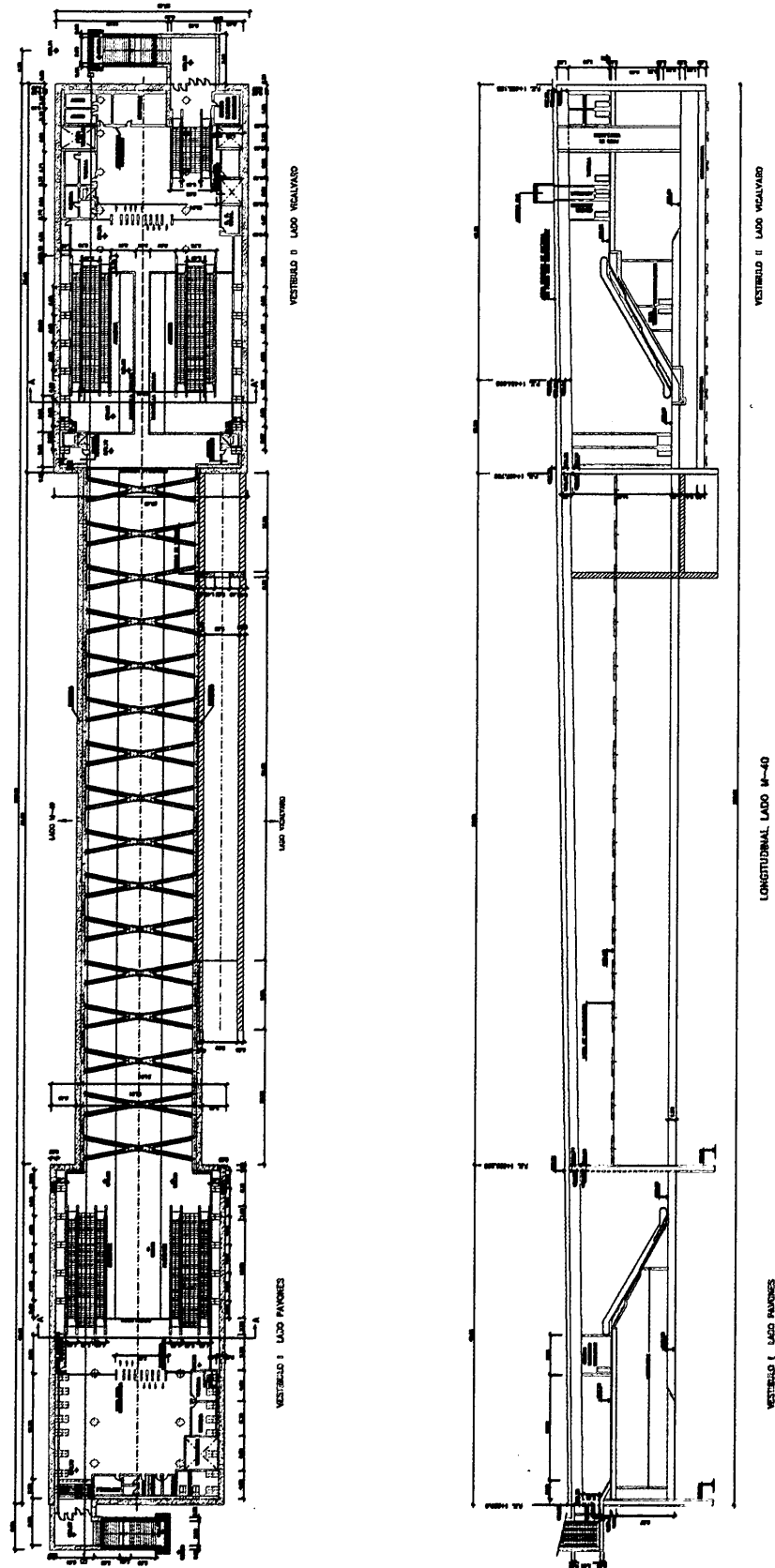
La ejecución del túnel de línea está previsto por medio de un escudo mixto, con posibilidad de trabajar con presión de tierras, E.P.B. ó abierto, con 9,32 m de diámetro exterior que permite la construcción de un túnel de 8,43 m de diámetro interior que permite la circulación por una acera de 0,65 m de ancho. Gálibo exigido por Metro de Madrid. La excavación se realizará normalmente por el sistema abierto en la mayor parte del trazado. No obstante se empleará el sistema cerrado desde el pozo de ataque hasta la Estación nº 4, dado la escasa cobertura menor de unos 5 m, en todo el tramo e inferior a un diámetro y por supuesto en todas las zonas donde aparezca agua a presión o atravesemos terrenos arcillo-arenosos inestables. La tuneladora (Herrenneckt) dispone de unas compuertas de cierre casi instantáneo, en la cabeza de corte que impiden la entrada del material al interior, mientras se pasa del sistema abierto al cerrado. Dando presión al frente de excavación por medio de inyección de lodos bentoníticos, espumas, agua, etc.

Como ya se ha mencionado son 4 estaciones nuevas a cons-



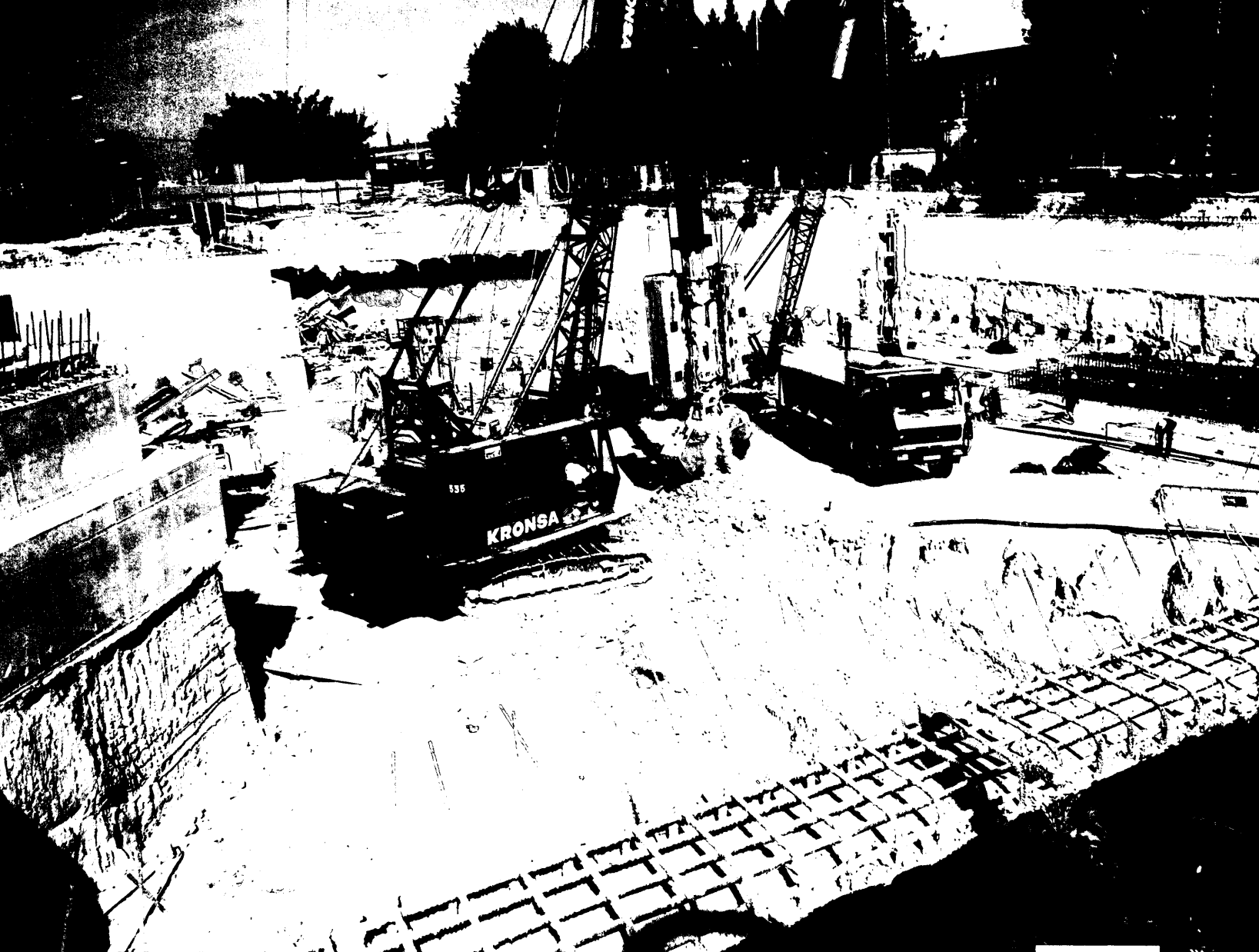
Taller de dovelas.

**Estación nº 1.
Valdebernardo. Planta y
perfil longitudinal.
Vestibulos I y II.**





Pozo de ataque. Montaje del escudo (E.P.B.).



Estación nº 2.

truir en este contrato y sus características se reflejan en el cuadro 1.

SISTEMA DE EJECUCIÓN

TÚNEL DE LÍNEA

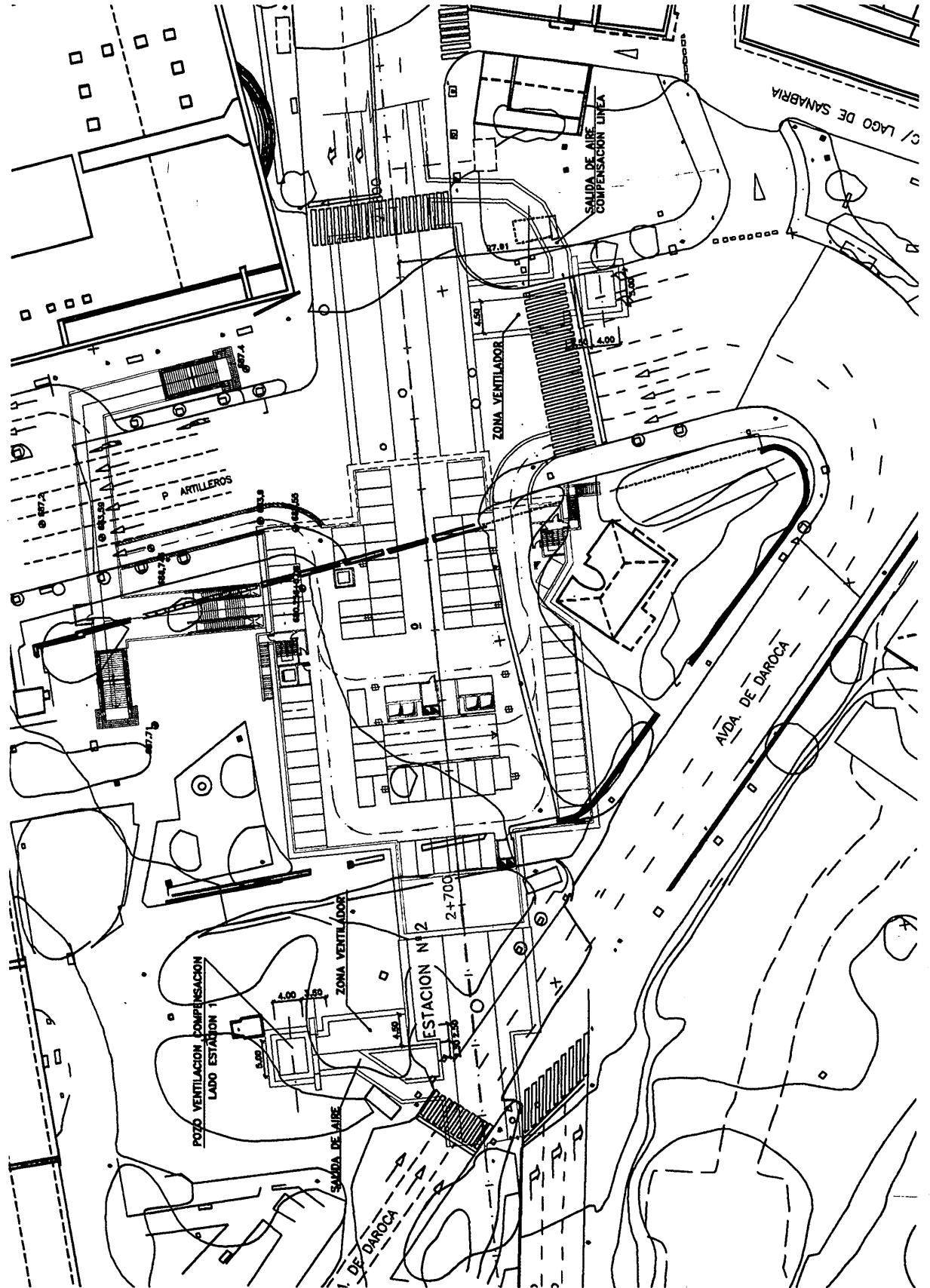
La ejecución del mismo está previsto por medio de un escudo mixto con posibilidad de trabajar con presión de tierras E.P.B. o abierto de 9,32 m de diámetro exterior que permita la construcción de un túnel de 8,43 m de diámetro interior que permite la circulación por una acera de 0,65 m de ancho. La excavación se realiza normalmente por el sistema abierto en la mayor parte del trazado. No obstante se empleará el sistema cerrado desde el pozo de ataque hasta la Estación nº 4, dada la escasa cobertura, menos de 5 m, en todo el tramo, que es inferior a un diámetro, y por supuesto en todas las zonas don-

de aparezca agua a presión o atravesemos terrenos arcillosos inestables.

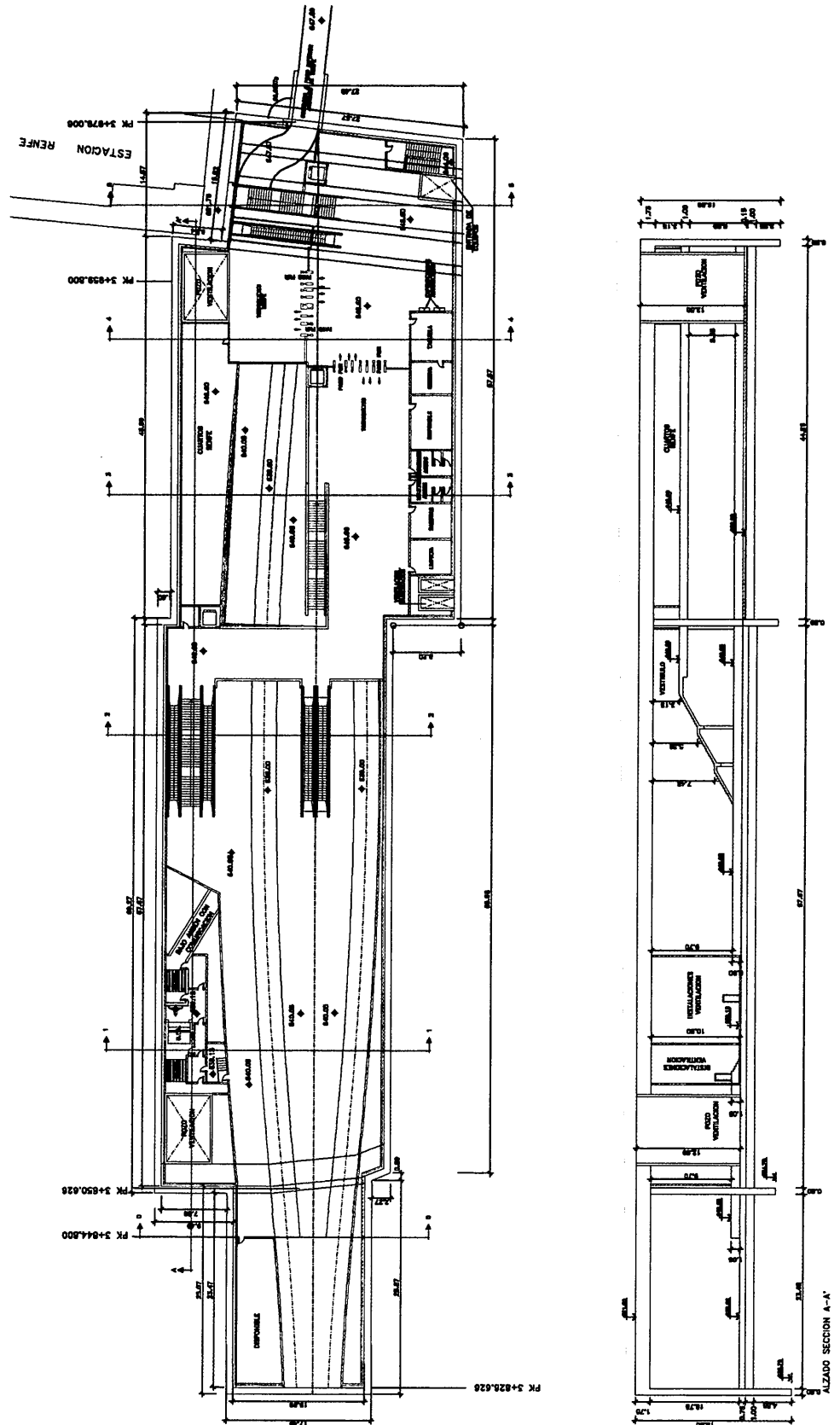
EQUIPO DE EXCAVACIÓN

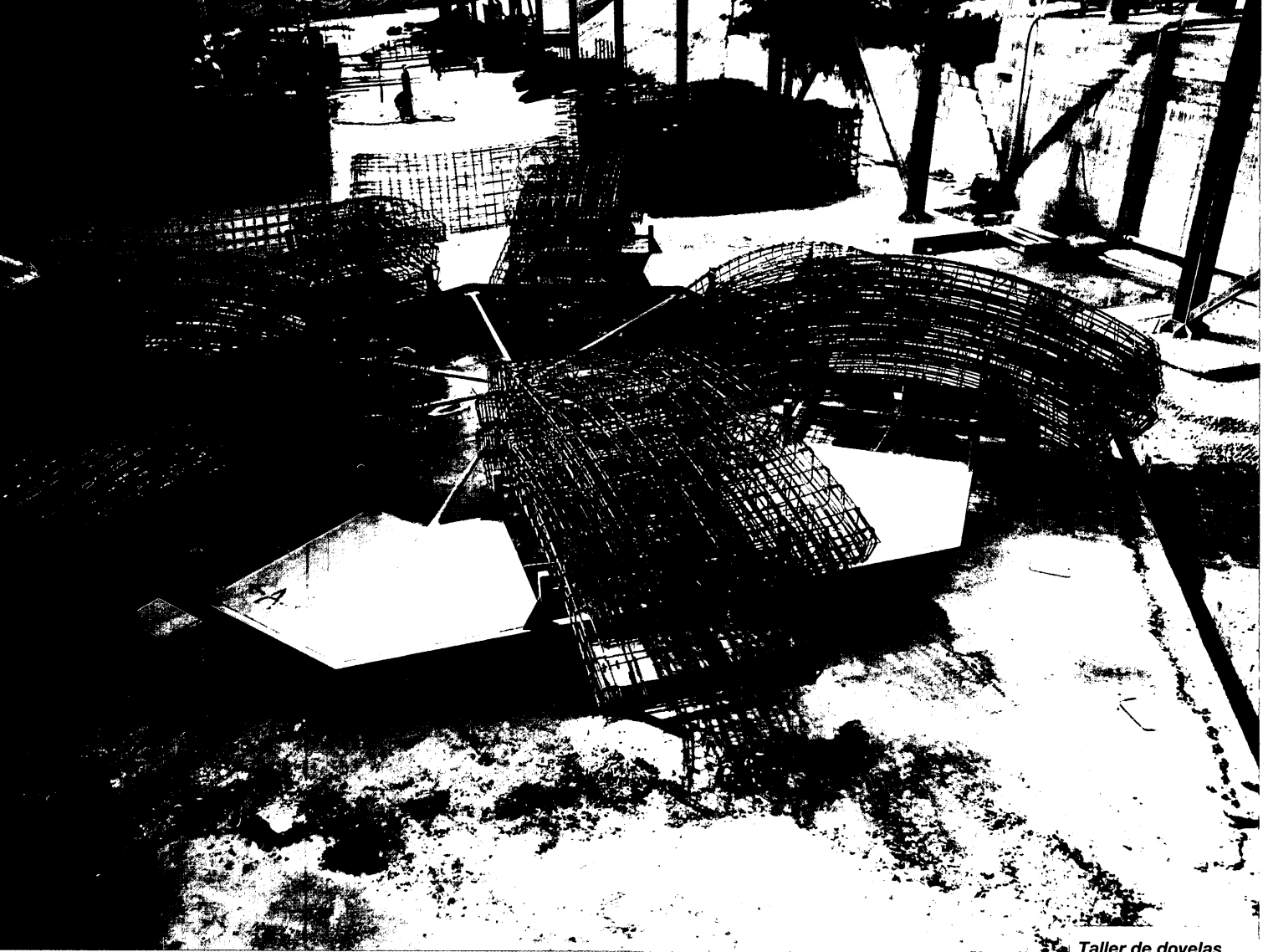
Escudo tipo E.P.B. con inyección en cabeza de fangos y espumas, de la casa Herrenneckt. Cabeza articulada de 9,32 m de diámetro y de 11 m de longitud, pesa 600 Tm, la cabeza de corte dispone de picas y rodillos, además de copy-cutter y dos compuertas de tajadera de cierre casi instantáneo. Dispone de 26 gatos de empuje (13 pares) con una potencia máxima de 10.000 Tm. La velocidad máxima de avance de 8 cm por minuto. Las dovelas tipo universal, son de 6 ud más la de clave, por anillo, de 1,5 m de ancho por 0,32 m de espesor. Las dovelas disponen de una junta estanca de neopreno para garantizar la impermeabilización de las juntas además de la inyección por cola del trasdos de las mismas que de un modo continuo se realiza con el avance y de -bulones de acero gal-

Estación nº 2.
Vicálvaro. Planta
de situación
general.



Estación nº 4.
Perfil longitudinal y planta.





Taller de dovelas.

vanizado que refuerzan el nivel de impermeabilidad y garantizan la estabilidad del anillo durante el montaje; el parque de fabricación y acopio de dovelas que está próximo al pozo de ataque se ha dimensionado para la fabricación de 15 anillos/día (105 dovelas/día) y almacén de 350 anillos (2450 uds).

La longitud total con back-up es de 125 m y un peso total de 1.500 Tm. Los costes alcanzan los 2.000 millones de pesetas contando con el Parque de fabricación de dovelas. En los 4 Km de perforación del túnel de línea se amortiza un 60%. Los avances previstos son de un máximo de 22 anillos/día (33 m/día) y medio de 10 anillos/día (15 m/día).

FABRICACIÓN DE DOVELAS

El revestimiento previsto está formado por dovelas prefabricadas armadas de hormigón de espesor 0,32 m integrando el anillo 6 dovelas más la de llave que permite una disposición adecuada de las juntas, siendo un número de dovelas que permite un equilibrio entre limitación de peso por unidad y facilidad de montaje.

La longitud de cada anillo se ha previsto que sea de 1,50 m por lo que al objeto de resaltar la importancia de un parque

adecuado de fabricación de dovelas se indica que el peso total de dovelas a prefabricar, transportar y colocar por kilómetro de túnel asciende a 20.570 tn.

GEOTECNIA

La práctica totalidad de los terrenos atravesados consisten en arenas tosquizas o toscos arenosos. Sólo al final (P.K. 3 + 400 hasta el P.K. 4 + 605) aparecen, por debajo de la cota 650, materiales de la transición tosco-peñuela, con vetas de sepiolita, sílex, yesos y carbonatos. Estas capas, más plásticas, unidas a su potencial expansividad, pueden suponer un cierto riesgo constructivo.

En relación al nivel freático, cabe decir que éste se dispone desde el comienzo del trazado hasta su final, bien por encima de la bóveda del túnel, bien dentro del mismo, pero en cualquier caso afectando a la excavación. En la primera mitad del trazado, parece que el caudal aflorado provendría de los acuíferos confinados a los niveles más arenosos. En principio este caudal no sería grande, y los posibles arrastres de niveles arenosos serían limitados. En la segunda mitad del trazado, el nivel freático parece estabilizarse entre las cotas 660 y 670. ●