

ANEJO Nº 15. ESTRUCTURAS Y MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

TÍTULO DEL PROYECTO	
ESTUDIO INFORMATIVO DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE METRO DE MADRID AL BARRIO DE VALDEBEBAS	

DOCUMENTO	
TÍTULO	ANEJO Nº 15. ESTRUCTURAS Y MÉTODOS CONSTRUCTIVOS
FICHERO	A15_ESTRUCTURAS Y MET CONSTR.docx

CONTROL DE EDICIONES		
ED.	FECHA	OBSERVACIONES / MOTIVO
02	JUN 2024	2ª EDICIÓN (TRAS SUPERVISIÓN)
EDICIONES PREVIAS		
01	JUN 2024	1ª EDICIÓN (TRAS SUPERVISIÓN)
00	ABRIL 2024	1ª EDICIÓN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVO Y ALCANCE DEL ANEJO.....	1
1.2. NORMATIVA DE APLICACIÓN	1
1.3. ACCIONES	1
1.4. MATERIALES	1
1.5. COMBINACIÓN DE ACCIONES	1
1.6. GEOTECNIA.....	2
2. ESTRUCTURAS DE LAS ESTACIONES	3
2.1. EJECUCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LAS ESTACIONES.....	3
2.1.1. Recintos entre pantallas	3
2.1.2. Losas y cubiertas.....	3
2.1.3. Soleras y contrabóvedas	4
2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE ESTACIONES.....	4
2.2.1. Estación Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus (Alternativas 1-2)	4
2.2.2. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa (Alternativas 3-4).....	5
2.2.3. Estación Ifema – Cárcavas (Alternativas 1-2-3-4).....	7
2.2.4. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia (Alternativas 1-2-3-4)	8
2.2.5. Estación Hospital Zendal (Alternativas 2-4)	10
2.2.6. Estación Barajas T4 (Alternativas 1-2-3-4)	11
2.2.7. Estación Valdebebas Norte (Alternativas 1-2-3-4)	11
3. POZOS DE VENTILACIÓN	13
3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS	13
3.2. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	14
4. POZOS DE BOMBEO	15
4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS	15
4.2. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	16

5. SALIDAS DE EMERGENCIA.....	17
5.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.	17
5.2. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	19
6. FALSO TÚNEL	19
6.1. PROCEDIIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	20
7. POZOS TUNELADORA Y TELESCOPIOS.....	20
7.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE LOS POZOS	23
7.1.1. Pozo de ataque PAT-1 y pozo de Extracción PET-2 (Alternativas 1-3)	23
7.1.2. Pozo de ataque PAT-2 (Alternativas 1-3).....	23
7.1.3. Pozo de ataque PAT-1 (Alternativas 2-4).....	24
7.1.4. Pozo de ataque PAT-2 (Alternativas 2-4).....	24
7.1.5. Pozos de extracción PET-1 (Alternativas 1-3 y 2-4)	25
7.1.6. Telescopio 1 y Pozo de extracción PET-2 (Alternativas 2-4).....	25
7.1.7. Telescopio 2 de conexión a cocheras	26
7.2. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	27
7.2.1. Pozo de ataque PAT-1 (Alternativas 2-4).....	27
7.2.2. Pozos de extracción PET-1 (Alternativas 1-3 y 2-4)	27
7.2.3. Pozos de ataque y telescopios.....	28
7.2.4. Excavación con tuneladora	28

INDICE DE FIGURAS

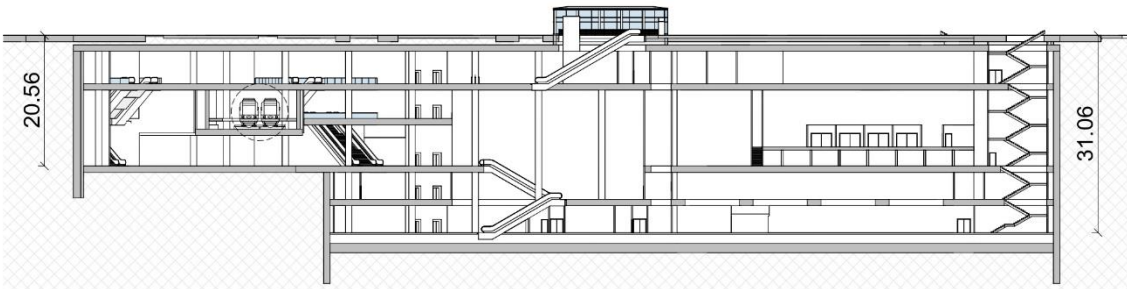


Figura nº 1. Estación Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus _Sección Longitudinal.....	4
Figura nº 2. Estación Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus _Sección Transversal	4

ANEJO Nº 15. ESTRUCTURAS Y MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Figura nº 3. Estación Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus _Cañón de conexión.....	5
Figura nº 4. Estación Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus _Planta	5
Figura nº 5. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa _Planta nivel Vestíbulo.....	6
Figura nº 6. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa _Sección Transversal.....	6
Figura nº 7. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa _Planta conexión con L4	7
Figura nº 8. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa _Sección Longitudinal	7
Figura nº 9. Estación Ifema - Cárcavas _Sección Longitudinal	7
Figura nº 10. Estación Ifema - Cárcavas _Sección Transversal.....	8
Figura nº 11. Estación Ifema – Cárcavas _Planta	8
Figura nº 12. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia _Sección Longitudinal	8
Figura nº 13. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia _Planta Vestíbulo	9
Figura nº 14. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia _Sección Transversal.....	9
Figura nº 15. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia _Planta.....	9
Figura nº 16. Estación Hospital Zendal _Sección Longitudinal.....	10
Figura nº 17. Estación Hospital Zendal _Sección Transversal	10
Figura nº 18. Estación Hospital Zendal _Planta	10
Figura nº 19. Estación Barajas T4 _Sección Transversal.....	11
Figura nº 20. Estación Barajas T4 _Sección Longitudinal	11
Figura nº 21. Estación Barajas T4 _Planta.....	11
Figura nº 22. Estación Valdebebas Norte _Sección Longitudinal	12
Figura nº 23. Estación Valdebebas Norte _Sección Transversal	12
Figura nº 24. Estación Valdebebas Norte _Planta	12
Figura nº 25. Pozo de Ventilación (PV) construido mediante anillos	14
Figura nº 26. Procedimiento constructivo mediante anillos sucesivos para pozos.	15
Figura nº 27. Pozo de Bombeo + Salida de Emergencia, construido mediante anillos.....	16
Figura nº 28. Salida de Emergencia, construido mediante anillos.....	19
Figura nº 29. Sección tipo de falso túnel.....	19
Figura nº 30. PAT-1 (Alt. 1-3).....	20
Figura nº 31. PET-1 (Alt. 1-2).....	20
Figura nº 32. PAT-2 (Alt. 1-3).....	21
Figura nº 33. PET-2 (Alt. 1-3).....	21
Figura nº 34. PAT-1 (Alt. 2-4).....	21
Figura nº 35. PAT-2 (Alt. 2-4).....	21
Figura nº 36. PET-2 (Alt. 2-4).....	21
Figura nº 37. PET-1 (Alt. 3-4).....	22

Figura nº 38. Sección transversal y longitudinal PAT-1 y PET-2 (Alt. 1-3)	23
Figura nº 39. Zona de instalaciones de tuneladora PAT-1 y PET-2 (Alt. 1-3)	23
Figura nº 40. Sección transversal y longitudinal PAT-2 (Alt. 1-3)	23
Figura nº 41. Zona de instalaciones de tuneladora PAT-2 (Alt. 1-3).....	24
Figura nº 42. Sección transversal y longitudinal PAT-1 (Alt. 2-4)	24
Figura nº 43. Sección transversal y longitudinal PAT-1 (Alt. 2-4)	24
Figura nº 44. Sección transversal y longitudinal PAT-2 (Alt. 1-3)	25
Figura nº 45. Zona de instalaciones de tuneladora PAT-2 (Alt. 1-3).....	25
Figura nº 46. Planta y alzados PET-1 (Alt. 1-2 y 3-4)	25
Figura nº 47. Planta Telescopio-1 y PET-2 (Alt. 2-4).....	26
Figura nº 48. Sección transversal y longitudinal Telescopio 1 y PET-2 (Alt. 2-4).....	26
Figura nº 49. Vista en planta de la ubicación de Telescopio 1 y Telescopio 2 y ramales	26
Figura nº 50. Vista en planta Telescopio 2.....	27
Figura nº 51. Sección transversal y longitudinal Telescopio 2.....	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla nº 1. Niveles Forjado Estación Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus.....	4
Tabla nº 2. Niveles Forjado Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa	6
Tabla nº 3. Niveles Forjado Estación Ifema - Cárcavas	7
Tabla nº 4. Niveles Forjado Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia	9
Tabla nº 5. Niveles Forjado Estación Hospital Zendal.....	10
Tabla nº 6. Niveles Forjado Estación Barajas T4	11
Tabla nº 7. Niveles Forjado Estación Valdebebas Norte	12
Tabla nº 8. Pozos de ventilación en las distintas Alternativas	13
Tabla nº 9. Pozos de bombeo en las distintas Alternativas	15
Tabla nº 10. Salidas de emergencia en las distintas Alternativas.....	17

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al anejo 15 de Estructuras del Estudio Informativo de “Ampliación de la línea 11 del Metro de Madrid al barrio de Valdebebas”.

1.1. OBJETIVO Y ALCANCE DEL ANEJO

El anejo se realiza con el objetivo de fijar las dimensiones básicas de las estructuras que forman parte del Estudio Informativo para realizar el diseño previo y el encaje geométrico de las mismas.

Las estructuras incluidas en el presente anejo son las siguientes:

- Estación Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus (Alternativas 1 y 2)
- Estación Mar de Cristal – Calle de Arequipa (Alternativas 3 y 4)
- Estación Ifema – Cárcavas (todas las Alternativas)
- Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia (todas las Alternativas)
- Estación Isabel Zendal (Alternativas 2 y 4)
- Estación Aeropuerto T4 (todas las Alternativas)
- Estación Valdebebas Norte (todas las Alternativas)
- Pozos de ventilación.
- Pozos de bombeo.
- Salidas de emergencia.
- Falso Túnel
- Pozos de ataque, extracción y mantenimiento de la tuneladora.

1.2. NORMATIVA DE APLICACIÓN

La normativa a tener en cuenta para un diseño adecuado de las estructuras es la siguiente:

- Código Estructural (CE).
- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02).
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril (IAPF-07).
- Instrucciones sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11).
- Guía de cimentaciones en obras de carretera.

1.3. ACCIONES

- CARGAS PERMANENTES.

- CARGAS PERMANENTES DE VALOR CONSTANTE.
 - Peso propio.
 - Cargas muertas.
- CARGAS PERMANENTES DE VALOR NO CONSTANTE.
 - Empujes del terreno.
- CARGAS VARIABLES.
 - SOBRECARGAS.
 - ACCIONES CLIMÁTICAS.
 - EMPUJES HIDROSTÁTICOS.
- ACCIONES ACCIDENTALES.
 - SISMO

1.4. MATERIALES

En lo que respecta a la agresividad del terreno hacia los hormigones, se llega a las siguientes conclusiones en el estudio geotécnico:

- El contenido en sulfatos en los suelos de la zona de estudio, en las 49 muestras ensayadas, es bajo, con un promedio de 167 mg/kg y valor máximo de 625 mg/kg.
- El índice de acidez Baumann-Guly, que mide el contenido de iones de hidrógeno intercambiables que un suelo es capaz de liberar, es muy bajo, con un promedio de 33 en las 19 muestras ensayadas y un máximo de 65.

Puesto que el ión sulfato no llega a 2000 mg/kg, no consideraremos la agresividad química del suelo.

- HORMIGONES.
 - HORMIGÓN DE LIMPIEZA: HL-150/P/20
 - HORMIGÓN ESTRUCTURAL PARA ELEMENTOS INTERIORES: HA-30/B/20/XC1
 - HORMIGÓN ESTRUCTURAL PARA ELEMENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO: HA-30/B/20/XC3 Y HA-30/F/20/XC3
 - HORMIGÓN ESTRUCTURAL PILOTES: HA-35/F/20/XC3
- ACERO.
 - ACERO CORRUGADO: B 500 SD ($f_{yk} > 500$ MPa)
 - ACERO ESTRUCTURAL: S275JR ($f_{yk} > 275$ Mpa; $f_u > 430$ MPa)

1.5. COMBINACIÓN DE ACCIONES.

COMBINACIÓN PARA LA COMPROBACIÓN DE LOS ELS

COMBINACIÓN CARACTERÍSTICA

a) Combinación característica

$$E_d = E\{G_{k,j}; P; Q_{k,1}; \Psi_{0,i}Q_{k,i}\} \quad j \geq 1; i > 1 \quad (6.14a)$$

en la que la combinación de acciones entre llaves { } (denominada combinación característica), puede expresarse como:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + "P" + "Q_{k,1}" + "\sum_{i > 1} \Psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.14b)$$

COMBINACIÓN FRECUENTE

b) Combinación frecuente:

$$E_d = E\{G_{k,j}; P; \Psi_{1,1}Q_{k,1}; \Psi_{2,i}Q_{k,i}\} \quad j \geq 1; i > 1 \quad (6.15a)$$

en la que la combinación de acciones entre llaves { } (denominada combinación frecuente), puede expresarse como:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + "P" + "\Psi_{1,1} Q_{k,1}" + "\sum_{i \geq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.15b)$$

COMBINACIÓN CUASI-PERMANENTE

c) Combinación cuasi-permanente:

$$E_d = E\{G_{k,j}; P; \Psi_{2,i}Q_{k,i}\} \quad j \geq 1; i \geq 1 \quad (6.16a)$$

en la que la combinación de acciones entre llaves { } (llamada la combinación cuasi-permanente), puede expresarse como:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + "P" + "\sum_{i \geq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.16b)$$

donde la notación es como la dada en los apartados 1.5 y 6.4.3(1).

COMBINACIÓN PARA LA COMPROBACIÓN DE LOS ELU

SITUACIÓN PERSISTENTE O TRANSITORIA.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + "\gamma_P P" + "\gamma_{Q,1} Q_{k,1}" + "\sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

SITUACIÓN SÍSMICA

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + "P" + "A_{Ed}" + "\sum_{i \geq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Donde:

- G_k : Valor característico de las acciones permanentes.
- P : Valor representativo de la fuerza de pretensado.
- Q_k : Valor característico de una acción variable.
- A_{Ed} : Valor de cálculo de una acción sísmica.
- Ψ_1, Ψ_2, Ψ_3 : Factores de simultaneidad.
- γ : Coeficiente parcial de seguridad.

El valor de los coeficientes parciales de seguridad y de los factores de simultaneidad se tomará en cada caso de la norma de aplicación.

1.6. GEOTECNIA

De acuerdo con la información suministrada por la cartografía geológica-geotécnica y la campaña de investigación de campo, principalmente de los sondeos mecánicos realizados, en la zona de estudio se pueden diferenciar las siguientes unidades:

Arena de miga:

Este litotipo incluye las arcosas superiores del Aragoniense Superior. Se corresponden con depósitos detríticos caracterizados por su proporción de finos (<25%), con arenas y areniscas arcósicas con cantos aislados y lentejones de cantos redondeados y alterados de cuarcita, gneis y granito, apareciendo intercalaciones e indentaciones de conjuntos arcillosos compactos, de índole diversa, aunque con predominio de los filosilicatos procedentes de la alteración de los feldespatos. Suelen presentar coloración de blanquecina a pardo-anaranjado.

Es frecuente la alternancia de tramos de granulometría más gruesa con otros más arcillosos e incluso calcáreos, aunque siempre muy subordinados, lo cual favorece la aparición de acuíferos colgados de extensión limitada, aislados por niveles arcillosos impermeables. Estas características granulométricas les confieren una elevada permeabilidad, lo cual facilita la formación de encostramientos y exudaciones calcáreas por la removilización de las sales disueltas.

La transición de arena de miga a materiales con mayor contenido en finos se produce de forma gradual, observándose en estas transiciones un aumento de la presencia de intercalaciones arcillosas.

Arena tosquiza:

Este litotipo forma parte de la transición entre la arena de miga y el tosco. Son depósitos con geometría lenticular y con presencia de arenas arcósicas de grano medio a grueso con mayor contenido de niveles arcillosos, en comparación con la arena de miga, presentando también secuencias granodecrecientes. Suelen presentar coloraciones claras a pardo-anaranjadas, con tonos verdosos a marrones en los niveles más arcillosos del techo de las secuencias.

Tosco arenoso:

Al igual que la arena tosquiza se trata de un litotipo intermedio entre las facies de arena de miga y las facies tosco, con proporciones similares de arenas y finos. Se presentan frecuentemente como niveles centrimétricos alternantes y laminados. Generalmente, se trata de materiales de

plasticidad media. Son prácticamente impermeables y suelen presentar alto contenido de humedad.

El origen de este tipo de depósitos se relaciona con zonas más distales de los abanicos aluviales que las facies arenosas con predominio de la inundación sobre las corrientes tractivas, ya en claro tránsito hacia las denominadas facies intermedias.

Tosco:

Formado por arcillas y limos de coloración ocre y marrón, de baja plasticidad, aunque en ocasiones puede ser alta. Su estructura interna es masiva, con carácter lenticular e intercalaciones subhorizontales de composición variable. Su compacidad es dura. Al igual que el tosco arenoso, intercala niveles centimétricos de arena tosquiza y tosco arenoso de grano fino, que le confieren un laminado característico.

Su origen se asocia a zonas distales de abanicos aluviales en las que se produce casi exclusivamente sedimentación por inundación y decantación, con escasos episodios de corrientes tractivas de baja energía.

Distribución espacial en las áreas de estudio:

A partir de los registros de los sondeos y los perfiles sísmicos ejecutados, podemos diferenciar dos tramos en el sustrato de la zona de estudio. En el tramo superior se encuentran predominantemente arenas de miga y arenas tosquizas, mientras que en el tramo inferior predominan el tosco arenoso y el tosco.

El límite entre estos dos tramos se encuentra en torno a la cota 660 en la zona situada más al oeste, en torno a Mar de Cristal, bajando progresivamente hasta el entorno de la cota 630 en la zona situada más al este, próxima a la T4.

La mayor parte del trazado propuesto se prevé en materiales del tosco arenoso o tosco, aunque la clave del túnel se sitúa siempre muy próxima o casi tangente al contacto con el conjunto superior de arenas de miga y tosquizas.

2. ESTRUCTURAS DE LAS ESTACIONES

2.1. EJECUCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LAS ESTACIONES

El procedimiento constructivo descrito a continuación es de aplicación a todas las estaciones de las diferentes alternativas de trazado:

2.1.1. Recintos entre pantallas

La excavación a cielo abierto entre pantallas continuas de hormigón armado, sistema también conocido como cut and cover, consiste en la ejecución de sendos muros paralelos de hormigón armado con sección rectangular que permiten el vaciado del terreno situado entre ambos. Estos muros no presentan interrupciones en toda su longitud, por lo que actúan también como barrera frente al agua. Es usual disponer arriostramientos intermedios según se va ganando profundidad en la excavación, llamadas pilas-pilote, cuya necesidad y número vendrá determinada por las características geotécnicas de los materiales y la geometría del recinto vaciado. La coronación de ambos muros pantalla sirve de apoyo a una losa de cubierta también de hormigón armado que cierra el túnel y permite la restauración de los elementos que se encontraban originalmente en superficie.

La excavación en materiales tipo suelo como los que se encuentran en el ámbito de las obras se lleva a cabo con cuchara bivalva y se estabiliza con lodos bentoníticos. Para guiar la cuchara a lo largo del eje de la pantalla se ejecutan previamente sendos muretes guía de hormigón (o una zanja guía) que delimitan el espacio de operación de la cuchara.

La construcción se lleva a cabo por paneles de longitud determinada. Una vez vaciado cada panel, y tras limpiar el fondo de la excavación, se colocan en sus extremos tubos de acero cuyo diámetro coincide con el espesor de la pantalla y que actúan como encofrado. A continuación, se iza la jaula de armadura previamente montada y se coloca en el interior de la excavación.

Finalmente se procede al hormigonado del panel en sentido ascendente mediante tubería tremie. Cuando el hormigón ha endurecido lo suficiente se extraen las juntas tubulares y se va repitiendo el proceso en paneles sucesivos.

Finalizada la pantalla, se construye una viga de coronación en la parte superior que solidarice todos los paneles y la losa de cubierta.

Para la excavación de los recintos suele ser necesario un agotamiento del agua interior del recinto que permita trabajar en seco y que aumente la seguridad de las pantallas frente a empujes horizontales en fase de excavación. El bombeo necesario se diseña en cada caso particular y depende, fundamentalmente, de la altura del nivel freático y de la permeabilidad de los materiales.

2.1.2. Losas y cubiertas

En la ejecución de losas y cubiertas puede usarse el terreno, previamente preparado, como encofrado. En estos casos se excava en mina bajo cada nuevo nivel ejecutado.

En casos especiales puede recurrirse al uso de prefabricados (zonas muy amplias y/o huecos utilizados en fase de obra para introducción y extracción de materiales, para ventilación, etc).

2.1.3. Soleras y contrabóvedas

Se hormigonan directamente contra el terreno prestando especial atención al sellado de las juntas con las pantallas, de forma que se consiga la estanqueidad requerida. En caso de cargas importantes de agua puede recurrirse a formas abovedadas (se evita el uso de contrabóvedas drenadas).

2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE ESTACIONES

2.2.1. Estación Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus (Alternativas 1-2)

La Estación Mar de Cristal en las Alternativas 1 y 2 se ubica junto a la existente estación de Mar de Cristal, en su lado Noroeste bajo el parque Alfredo Kraus. Esta estación presenta intercambio con las existentes Líneas 4 y 8 de metro de Madrid, por lo que se ha tenido en cuenta la cota de forjados de la existente estación para hacer posible el intercambio de las líneas.

El diseño de esta estación plantea generar un nuevo vestíbulo en la parte Este de la nueva estación, sobre el túnel de Línea 4, y conectado con el vestíbulo existente por dentro de la estación, aprovechando el pasillo existente de la actual entrada Noreste. La proyección de este vestíbulo implica la anulación de las existentes escaleras de acceso a la estación en el Noreste, y la reconstrucción parcial del túnel de Línea 4 para incorporar dicho tramo dentro de la nueva estación de Línea 11. El vestíbulo es accesible desde dos nuevos puntos, el parque Alfredo Kraus, a través de un templete de entrada, y desde la futura área Intermodal al Este de la Glorieta de Mar de Cristal.

Desde el vestíbulo se accede a dos niveles intermedios que se corresponden con la cota de nivel del andén de L4 y la cota de nivel el andén de L8 para garantizar el intercambio entre líneas. Además, cuenta con el nivel preandén y finalmente al nivel andén. La siguiente tabla resume los niveles principales para esta estación:

Tabla nº 1. Niveles Forjado Estación Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus

Cota	Nivel	Planta
+674.50	Nivel -1	Vestíbulo
+669.02	Nivel -2	Conexión con L4
+661.55	Nivel -3	Conexión con L8
+656.30	Nivel -4	Preandén
+651.05	Nivel -5	Andén

La estación tiene una profundidad de 20m en su lado Este y 31m en su lado Oeste. El terreno es plano en sentido longitudinal a la estación por lo que se proyecta una cubierta plana a 2m de distancia del terreno.

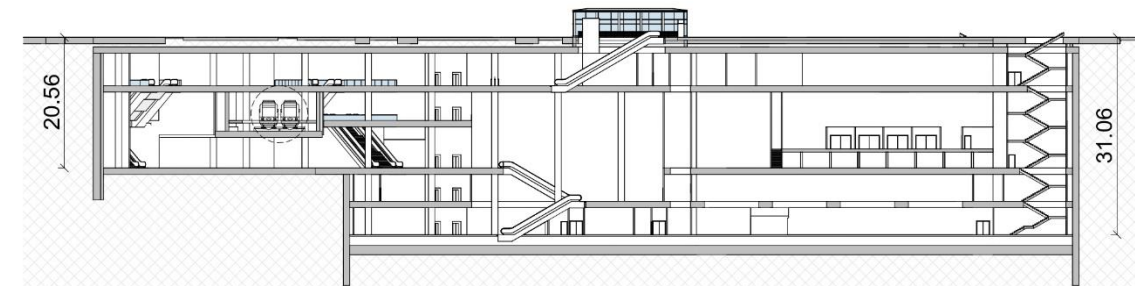


Figura nº 1. Estación Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus _Sección Longitudinal

Estos forjados conforman niveles de apuntalamiento de las pantallas, como se explica en el apartado de procedimiento constructivo. Los forjados se han predimensionado de acuerdo a las cargas aplicadas y las luces entre apoyos, lo cual es aplicable a todas las estaciones del presente anejo.

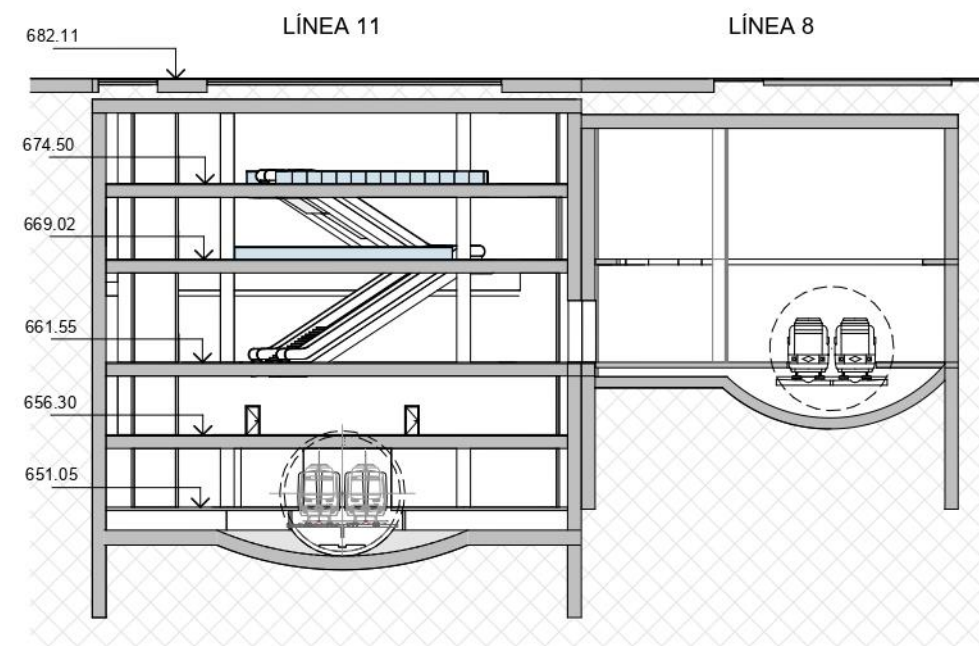


Figura nº 2. Estación Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus _Sección Transversal

Para la construcción de la estación se prevé la ejecución de un recinto apantallado, cuyas pantallas tendrán un espesor que oscilará alrededor de 1m, dependiendo del terreno, el nivel freático, las cargas y su sistema de apuntalamiento. En la zona Este donde se encuentra el túnel

de L4, las pantallas llegarán hasta el nivel de L8, mientras que el resto de pantallas bajarán hasta la solera.

La estructura de la nueva Estación se ubica adosada en paralelo a la existente estación de Mar de Cristal, realizando las conexiones necesarias por medio de perforaciones en las existentes pantallas. Además, el diseño de la estación contempla un cañón de conexión entre el andén Sur de L11 y el andén Sur de L8 que se construirá en mina.

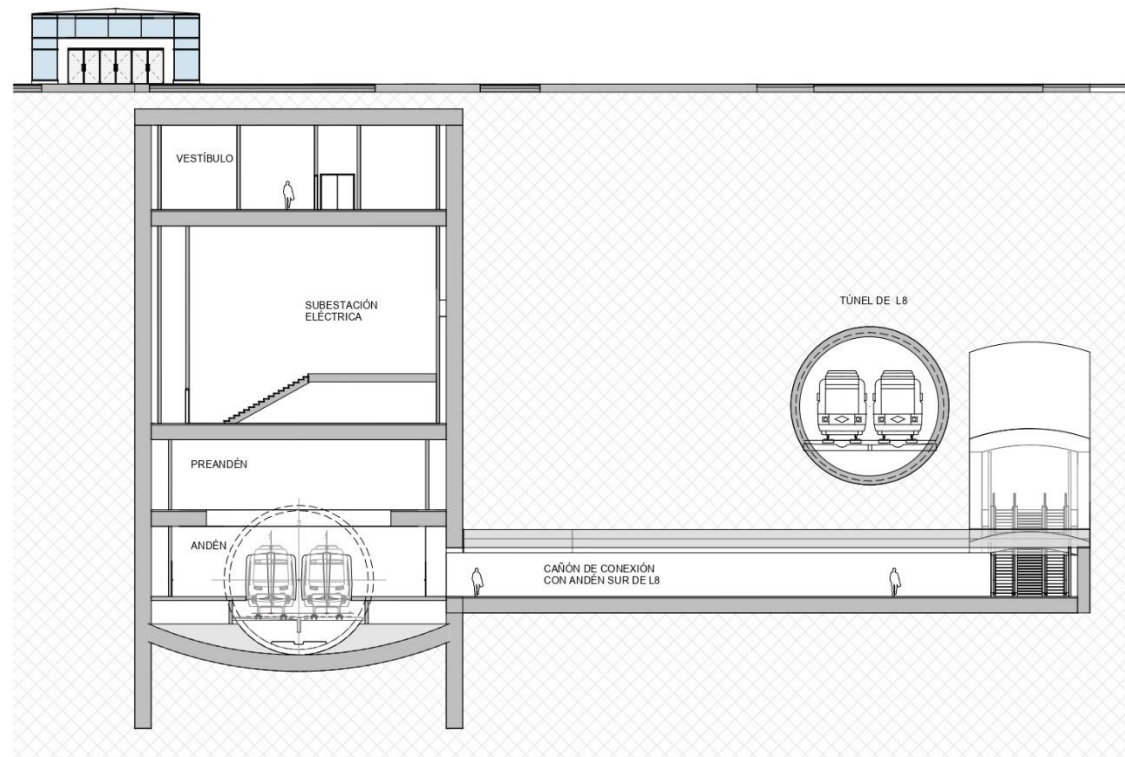


Figura nº 3. Estación Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus _Cañón de conexión

Los andenes estarán formados por una losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor apoyado sobre muros, siendo esta solución de aplicación en todas las estaciones de todas las alternativas recogidas en el presente anejo.

De manera adicional al diseño de esta estación, se han proyectado las escaleras de evacuación libre de humos para los andenes de Línea 4 y Línea 8 que se construirán entre pantallas.

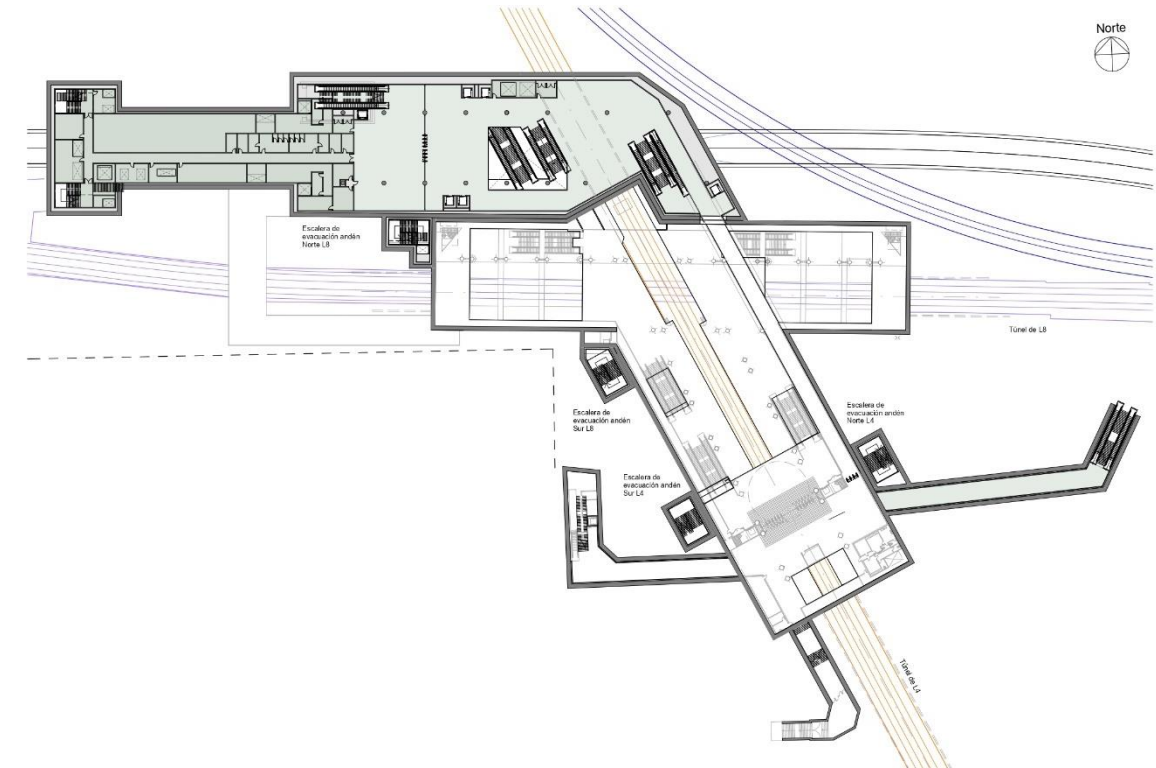


Figura nº 4. Estación Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus _Planta

2.2.2. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa (Alternativas 3-4)

La Estación de mar de Cristal para las Alternativas 3 y 4 se ubica junto a la existente estación de Mar de Cristal, en su lado Sureste bajo la calle de Arequipa. Esta estación presenta intercambio con las existentes Líneas 4 y 8 de metro de Madrid, por lo que se ha tenido en cuenta la cota de forjados de la existente estación para hacer posible el intercambio de las líneas.

El diseño de esta estación plantea generar un nuevo vestíbulo en la parte Oeste de la nueva estación y conectado con el vestíbulo existente por medio de una galería de conexión. El vestíbulo es accesible desde las entradas existentes a la actual estación de Mar de Cristal y se proyecta una nueva entrada desde la futura área Intermodal al Este de la Glorieta de Mar de Cristal.

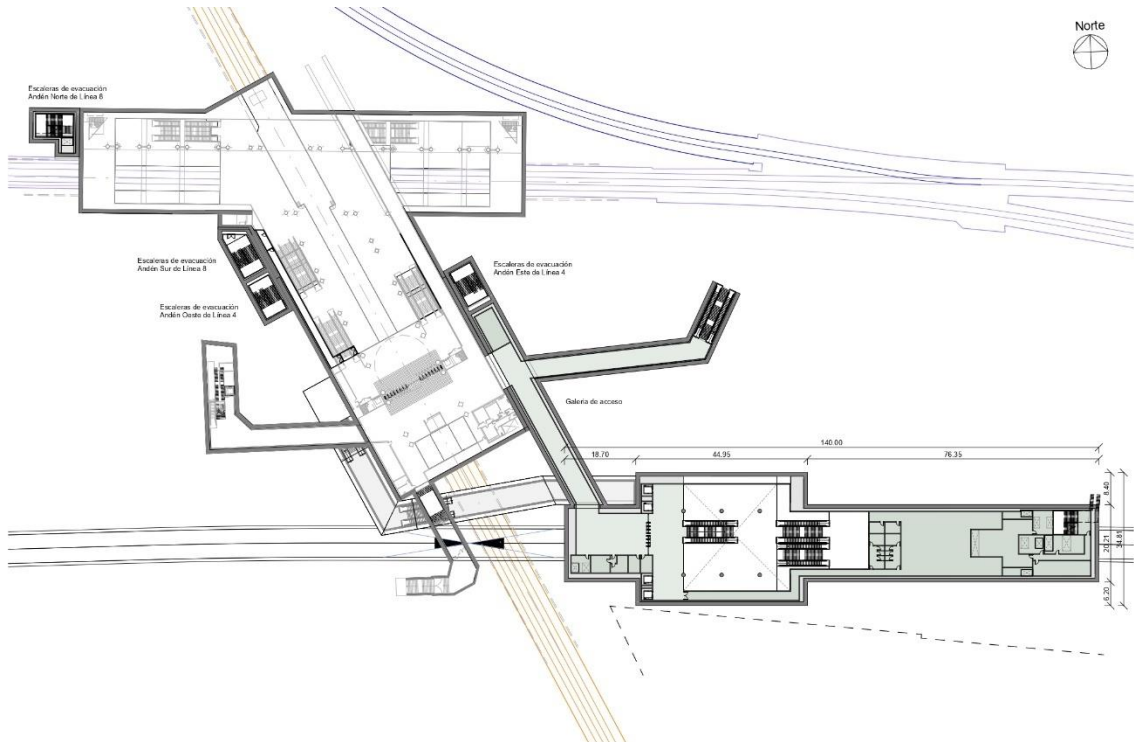


Figura nº 5. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa _Planta nivel Vestíbulo

Desde el vestíbulo se accede a dos niveles intermedios, uno de ellos correspondiente con la cota de nivel del andén de L4 para garantizar el intercambio entre líneas. Además, cuenta con el nivel preandén y finalmente al nivel andén. La siguiente tabla resume los niveles principales para esta estación:

Tabla nº 2. Niveles Forjado Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa

Cota	Nivel	Planta
+674.50	Nivel -1	Vestíbulo
+669.02	Nivel -2	Conexión con L4
+663.79	Nivel -3	Intermedio
+658.55	Nivel -4	Preandén
+651.05	Nivel -5	Andén

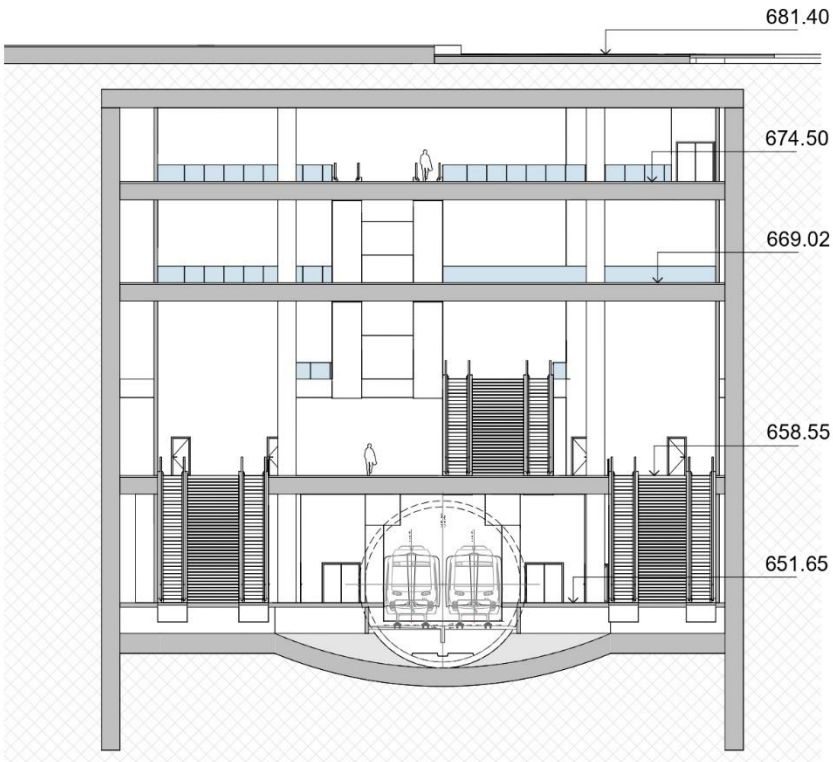


Figura nº 6. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa _Sección Transversal

Para garantizar la conexión con Línea 4 a su nivel, se proyectan dos galerías de conexión:

1. Para conectar con el andén Este de Línea 4 se aprovechando la huella de la galería de conexión entre vestíbulos y a cota de andén de Línea 4. Esta construcción se realizará con un recinto apantallado.
2. Para conectar con el andén Oeste de Línea 4 se proyecta una galería desde el nivel preandén de L11 que pasa por debajo del túnel de Línea 4 y sube para conectar con la cota de Andén de Línea 4. La construcción de esta galería se realizará en mina.

Para realizar estas conexiones es necesario realizar perforaciones en las existentes pantallas.

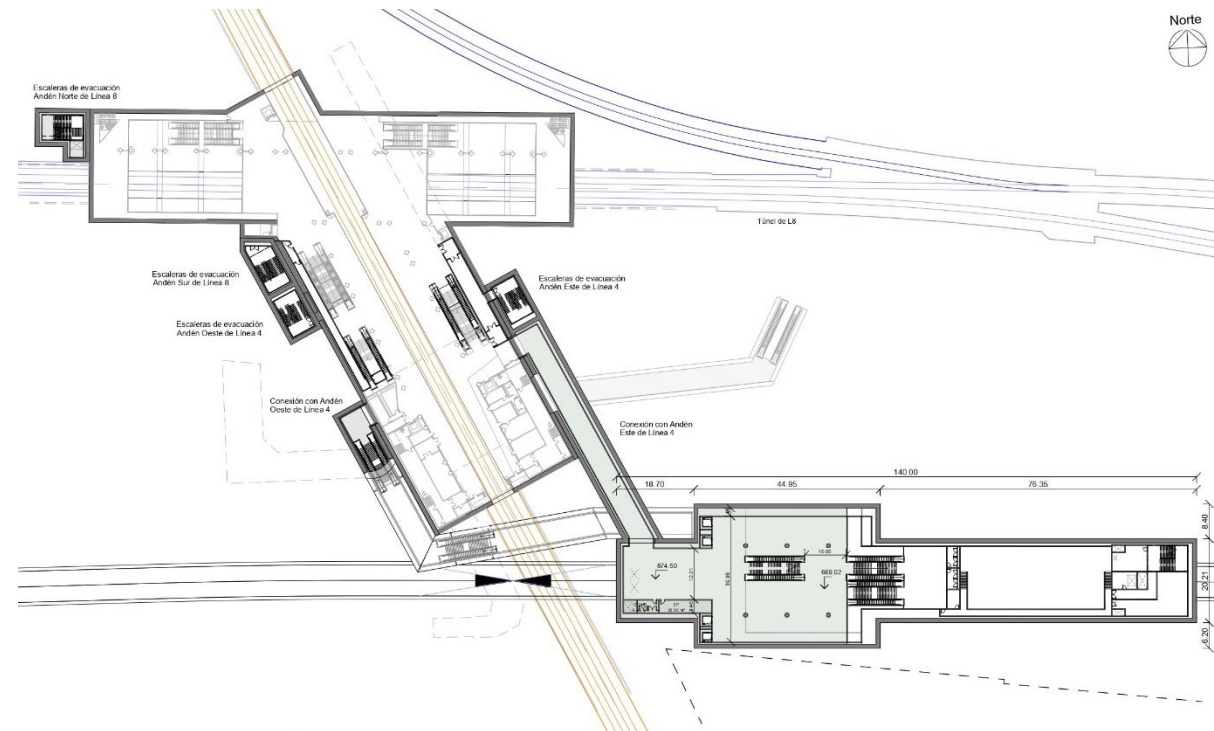


Figura nº 7. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa _Planta conexión con L4

La estación tiene una profundidad de 30m. El terreno es plano en sentido longitudinal a la estación por lo que se proyecta una cubierta plana a 2m de distancia del terreno.

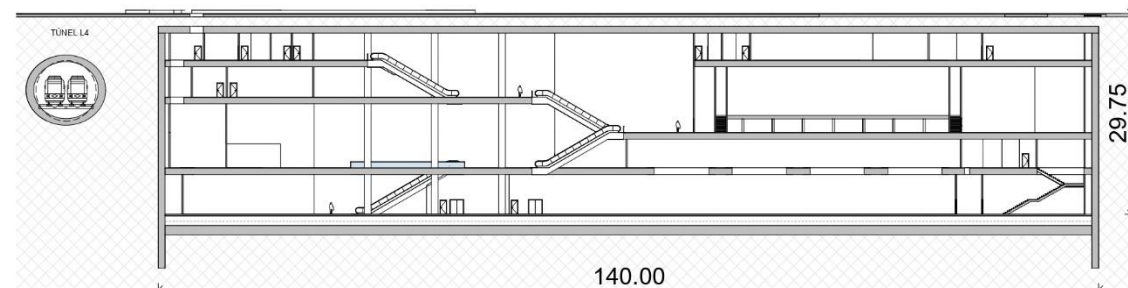


Figura nº 8. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa _Sección Longitudinal

Estos forjados conforman niveles de apuntalamiento de las pantallas, como se explica en el apartado de procedimiento constructivo.

Para la construcción de la estación se prevé la ejecución de un recinto apantallado, cuyas pantallas tendrán un espesor que oscilará alrededor de 1m, dependiendo del terreno, el nivel freático, las cargas y su sistema de apuntalamiento. Estas pantallas llegarán hasta el nivel de la

solera para la totalidad del cajón de la estación y hasta Nivel de Línea 4 en la galería de conexión entre vestíbulos.

La construcción de esta estación supondrá la anulación temporal de las dos entradas existente en el Sureste de la estación de Mar de Cristal.

De manera adicional al diseño de esta estación, se han proyectado las escaleras de evacuación libre de humos para los andenes de Línea 4 y Línea 8 que se construirán entre pantallas.

2.2.3. Estación Ifema – Cárcavas (Alternativas 1-2-3-4)

La Estación Ifema – Cárcavas se encuentra bajo el bulevar central de la calle de Francisco Umbral. Esta calle se encuentra en pendiente por lo que la profundidad de la Estación difiere de entre 26m en su lado Este y 30m en su lado Oeste.

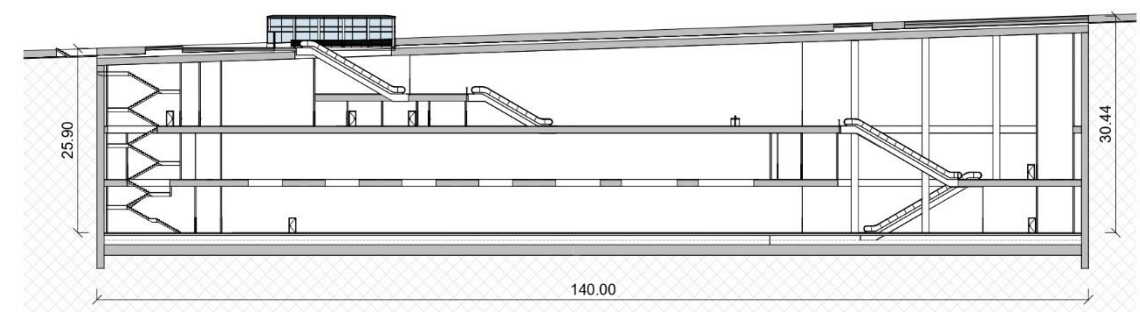


Figura nº 9. Estación Ifema - Cárcavas _Sección Longitudinal

El acceso se realiza desde el bulevar central de la calle de Francisco Umbral. El vestíbulo se encuentra a 12m de profundidad por lo que las escaleras de acceso se dividen en dos tramos generando un nivel intermedio previo al vestíbulo. Desde el vestíbulo se accede directamente al preandén y desde éste al nivel andén.

La siguiente tabla resume los niveles principales para esta estación:

Tabla nº 3. Niveles Forjado Estación Ifema - Cárcavas

Cota	Nivel	Planta
+681.70	Nivel -1	Intermedio
+677.20	Nivel -2	Vestíbulo
+669.70	Nivel -3	Preandén
+662.20	Nivel -4	Andén

La calle se encuentra en pendiente, por lo que la losa de cubierta se proyecta inclinada a una distancia de 2m desde el nivel de la calle.

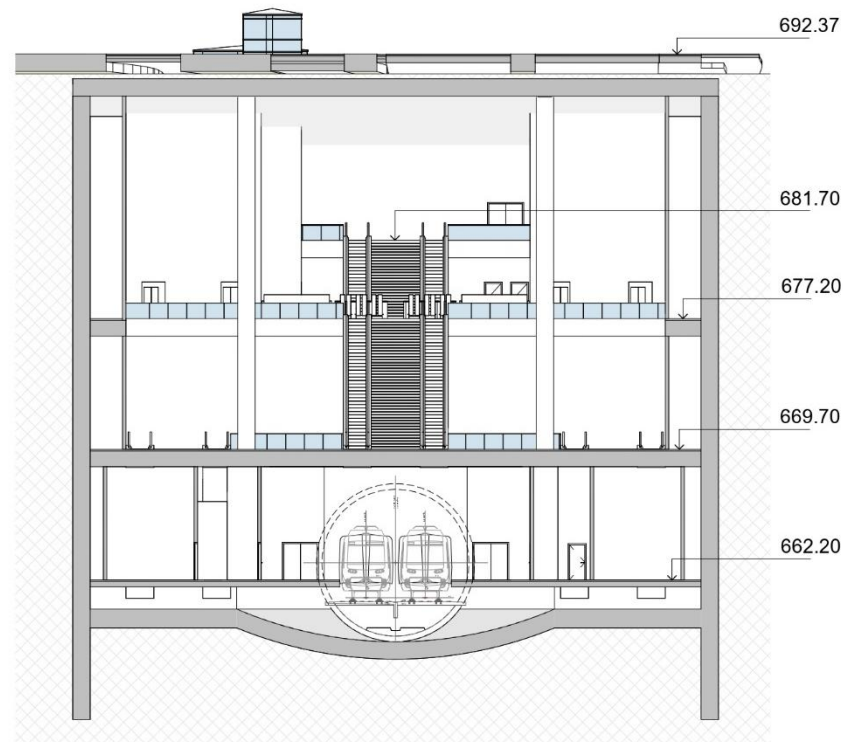


Figura nº 10. Estación Ifema - Cárcavas _Sección Transversal

Estos forjados conforman niveles de apuntalamiento de las pantallas, como se explica en el apartado de procedimiento constructivo.

Para la construcción de la estación se prevé la ejecución de un recinto apantallado, cuyas pantallas tendrán un espesor que oscilará alrededor de 1m, dependiendo del terreno, el nivel freático, las cargas y su sistema de apuntalamiento. En la zona de acceso las pantallas llegarán hasta el nivel de vestíbulo, mientras que el resto de pantallas bajarán hasta la solera.

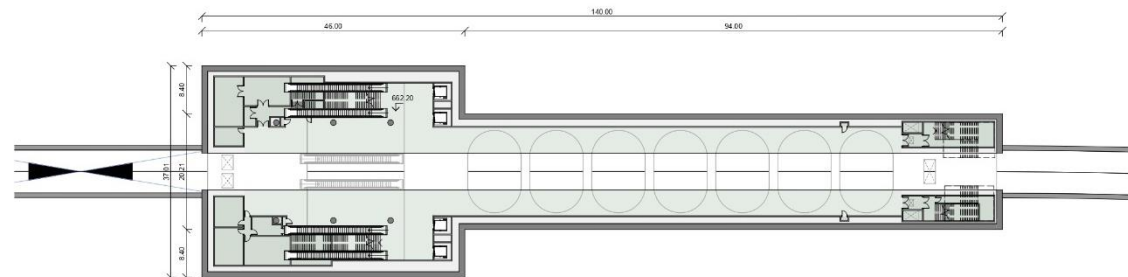


Figura nº 11. Estación Ifema - Cárcavas _Planta

2.2.4. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia (Alternativas 1-2-3-4)

La Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia se ubica en la parcela de propiedad de la Comunidad de Madrid entre las calles Juan Antonio Samaranch y Avenida de las Fuerzas Armadas. Debido a la pendiente de la calle, la Estación tiene una profundidad que difiere de entre 35m en su lado Norte y 42m en su lado Sur.

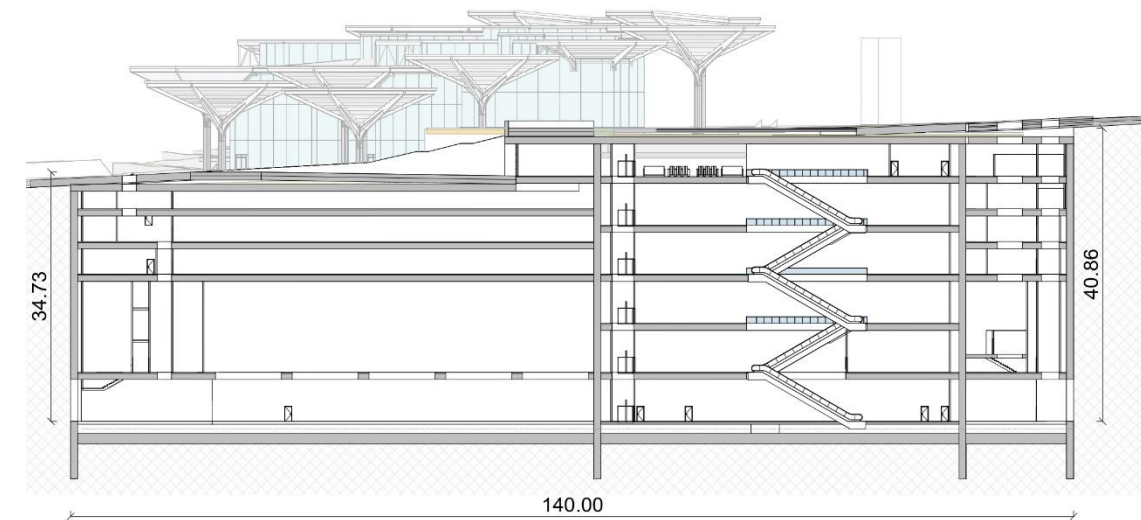


Figura nº 12. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia _Sección Longitudinal

El acceso principal a la Estación se realiza a través del intercambiador de Valdebebas y adicionalmente se proyecta un acceso secundario desde el lado Noroeste de la parcela, debido a la pendiente de la parcela este acceso se realiza a través del testero de la estación a nivel de vestíbulo. El vestíbulo conecta directamente con el intercambiador y desde este nivel se desciende a través de tres niveles intermedios hasta la cota de preandén y desde éste a los andenes.

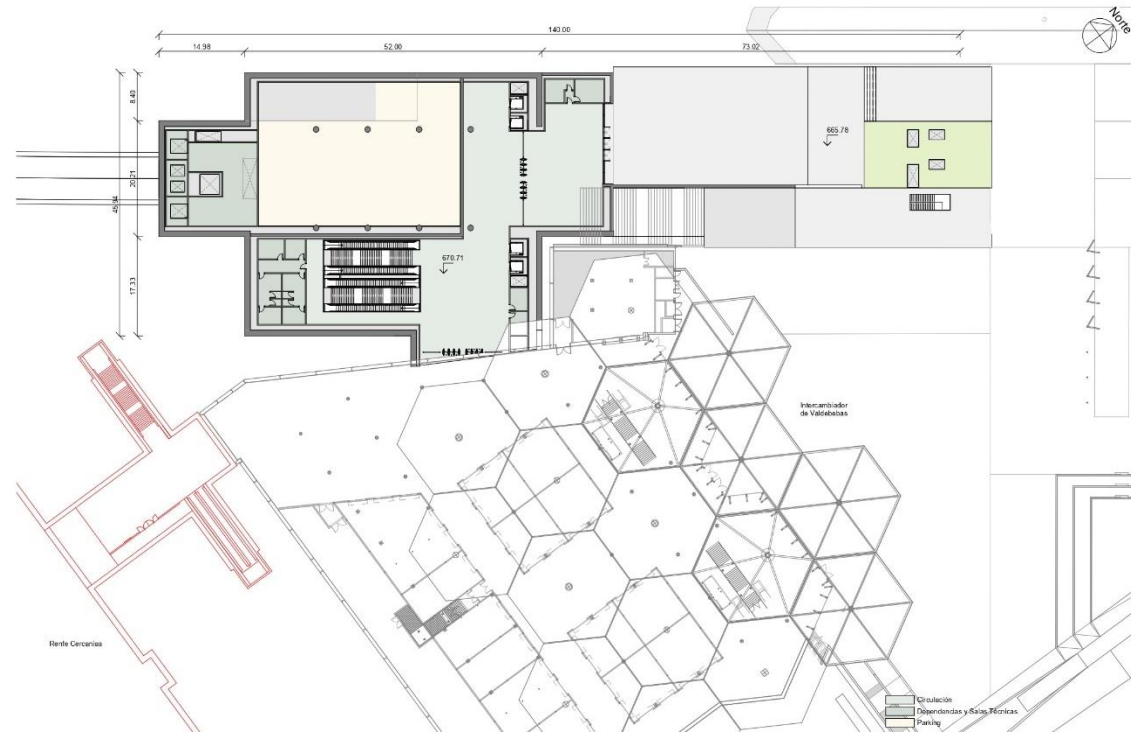


Figura nº 13. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia _Planta Vestíbulo

La siguiente tabla resume los niveles principales para esta estación:

Tabla nº 4. Niveles Forjado Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia

Cota	Nivel	Planta
665.22	Nivel -1	Vestíbulo
658.38	Nivel -2	Intermedio 1
651.55	Nivel -3	Intermedio 2
644.72	Nivel -4	Intermedio 3
637.88	Nivel -5	Preandén
631.05	Nivel -6	Andén

De manera adicional se han previsto losas para la posibilidad de albergar el uso de aparcamiento de manera parcial en la estación.

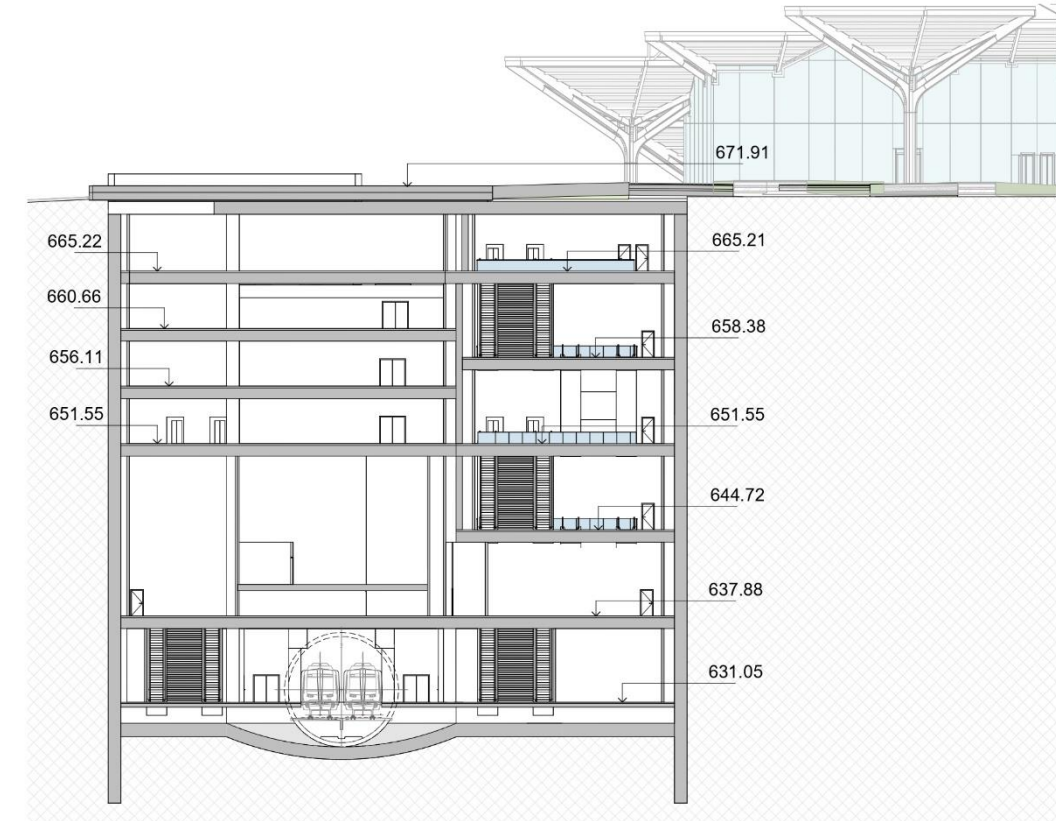


Figura nº 14. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia _Sección Transversal

Estos forjados conforman niveles de apuntalamiento de las pantallas, como se explica en el apartado de procedimiento constructivo.

Para la construcción de la estación se prevé la ejecución de un recinto apantallado, cuyas pantallas tendrán un espesor que oscilará alrededor de 1m, dependiendo del terreno, el nivel freático, las cargas y su sistema de apuntalamiento. Estas pantallas llegarán hasta el nivel de la solera para la totalidad de la estación.

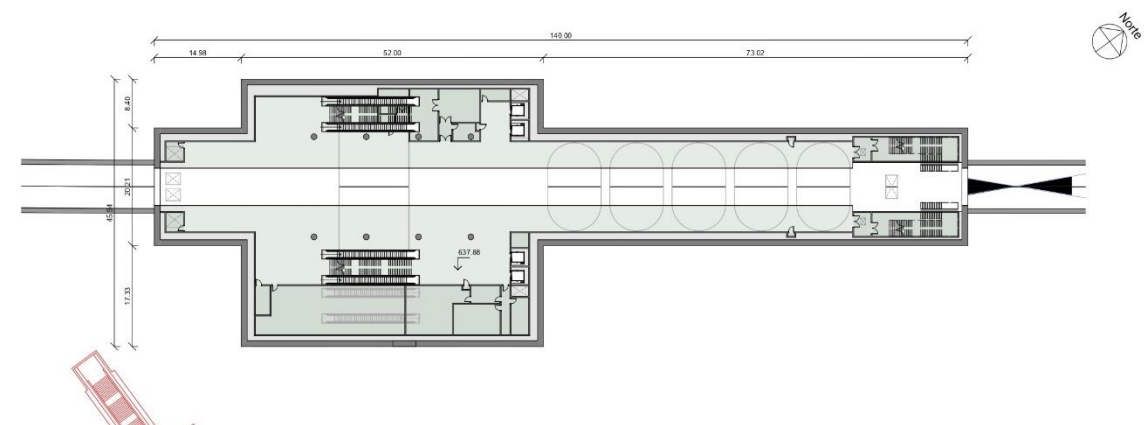


Figura nº 15. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia _Planta

2.2.5. Estación Hospital Zental (Alternativas 2-4)

La Estación de Hospital Zental (Alternativas 2 y 4) se ubica en la calle Fernando Higuera con la intersección de la Avenida Manuel Fraga Iribarne. La calle se encuentra en pendiente descendiente hacia el Este de la estación por lo que su profundidad difiere entre 25m en su lado Este y 31m en su lado Oeste.

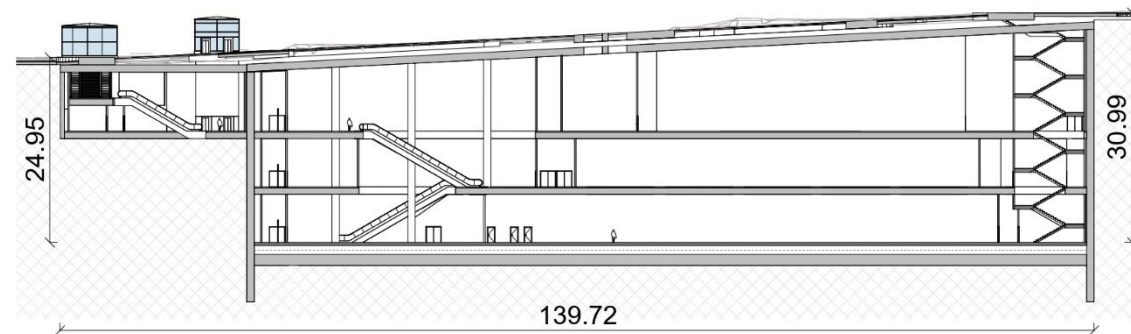


Figura nº 16. Estación Hospital Zental _Sección Longitudinal

El acceso se realiza desde la Avenida Manuel Fraga Iribarne. El vestíbulo se encuentra a 10m de profundidad por lo que las escaleras de acceso se dividen en dos tramos, generando el nivel intermedio previo al vestíbulo. Desde el vestíbulo se accede directamente al preandén y desde éste al nivel andén.

La siguiente tabla resume los niveles principales para esta estación:

Tabla nº 5. Niveles Forjado Estación Hospital Zental

Cota	Nivel	Planta
+637.53	Nivel -1	Intermedio
+633.05	Nivel -2	Vestíbulo
+625.55	Nivel -3	Preandén
+618.05	Nivel -4	Andén

La calle se encuentra en pendiente, por lo que la losa de cubierta se proyecta inclinada a una distancia de 2m desde el nivel de la calle.

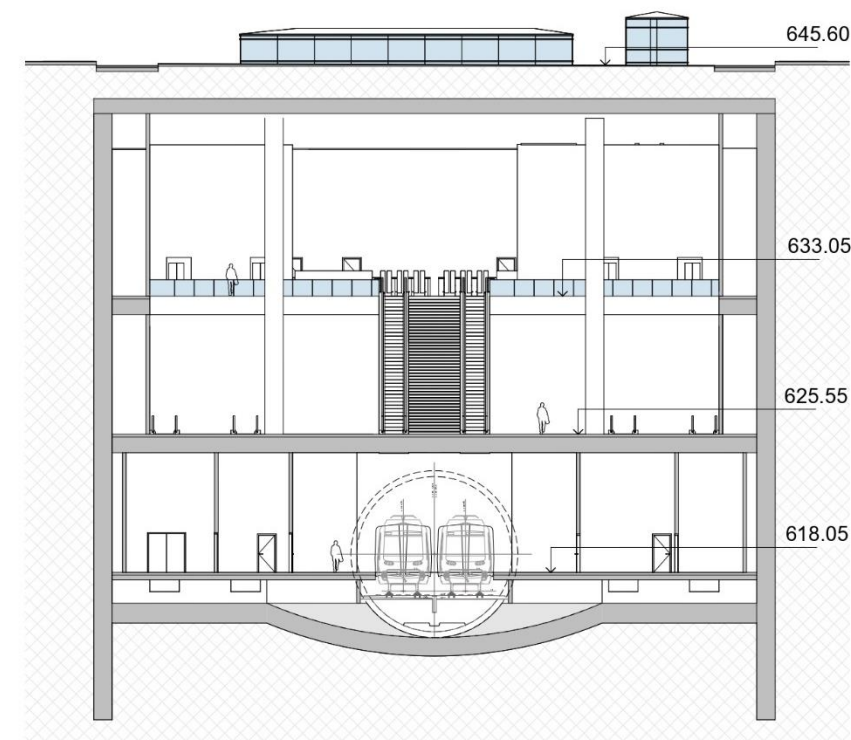


Figura nº 17. Estación Hospital Zental _Sección Transversal

Estos forjados conforman niveles de apuntalamiento de las pantallas, como se explica en el apartado de procedimiento constructivo.

Para la construcción de la estación se prevé la ejecución de un recinto apantallado, cuyas pantallas tendrán un espesor que oscilará alrededor de 1m, dependiendo del terreno, el nivel freático, las cargas y su sistema de apuntalamiento. Estas pantallas llegarán hasta el nivel de la solera para la totalidad de la estación a excepción de la zona de entrada y el nivel intermedio cuyas pantallas llegarán a nivel de vestíbulo.

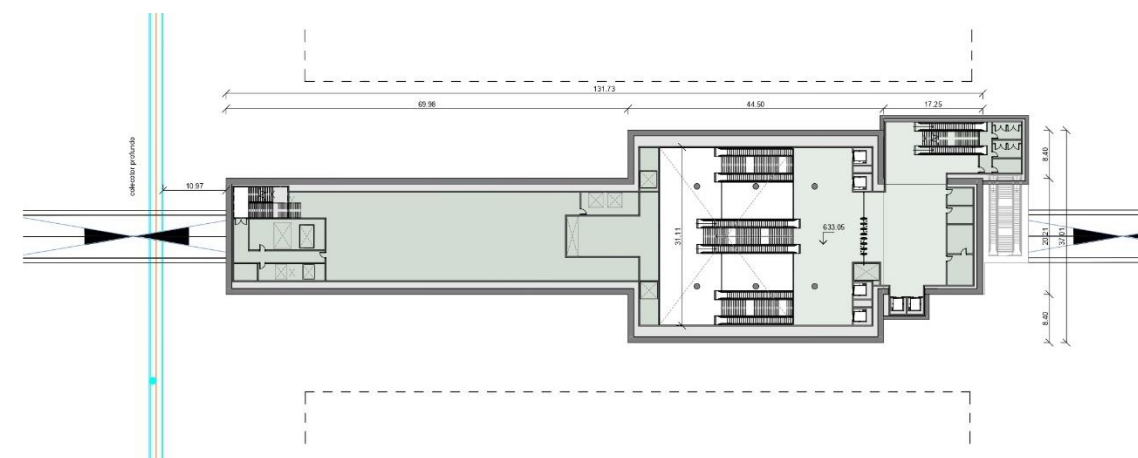


Figura nº 18. Estación Hospital Zental _Planta

2.2.6. Estación Barajas T4 (Alternativas 1-2-3-4)

La Estación de Línea 11 en el Aeropuerto T4 se ubica en las dependencias de Aena al Oeste del edificio de aparcamiento del Aeropuerto y al Oeste del trazado de la futura prolongación de AV al Aeropuerto. Si bien su configuración interior difiere entre las alternativas 1-3 y 2-4, en lo que estructuras y métodos constructivos se refiere son iguales.

La Estación se encuentra a 24,5m de profundidad y se divide en tres niveles principales que se resumen en la siguiente tabla:

Tabla nº 6. Niveles Forjado Estación Barajas T4

Cota	Nivel	Planta
+611.00	Nivel -1	Vestíbulo
+603.39	Nivel -2	Preandén
+595.55	Nivel -3	Andén

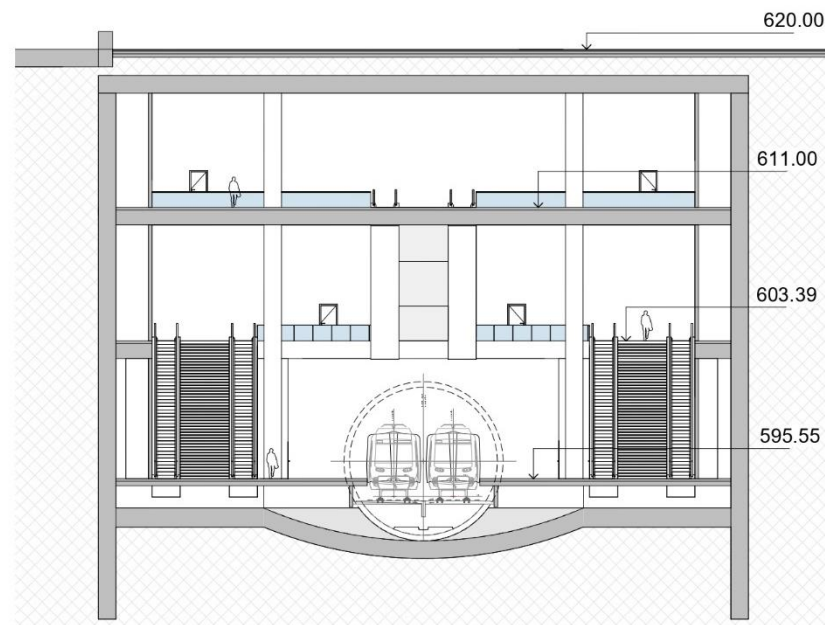


Figura nº 19. Estación Barajas T4_Sección Transversal



Figura nº 20. Estación Barajas T4_Sección Longitudinal

El terreno es plano en sentido longitudinal a la estación por lo que se proyecta una cubierta plana a 1,5m de distancia del terreno.

Estos forjados conforman niveles de apuntalamiento de las pantallas, como se explica en el apartado de procedimiento constructivo.

Para la construcción de la estación se prevé la ejecución de un recinto apantallado, cuyas pantallas tendrán un espesor que oscilará alrededor de 1 m, dependiendo del terreno, el nivel freático, las cargas y su sistema de apuntalamiento. Estas pantallas llegarán hasta el nivel de la solera para la totalidad de la estación.

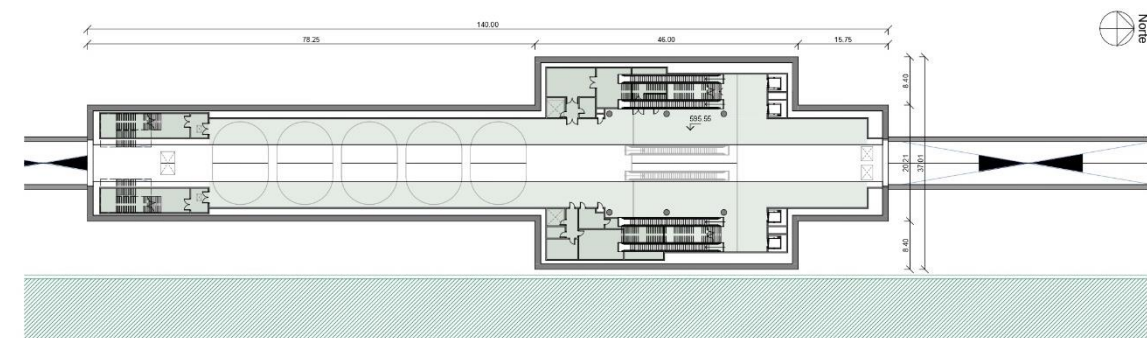


Figura nº 21. Estación Barajas T4_Planta

2.2.7. Estación Valdebebas Norte (Alternativas 1-2-3-4)

La estación de Valdebebas Norte (todas las Alternativas) se ubica en la calle de Secundino Zuazo, bajo la glorieta de Francisco Jareño. Si bien su configuración interior difiere entre las alternativas 1-3 y 2-4, en lo que estructuras y métodos constructivos se refiere son iguales.

La calle donde se ubica la estación tiene una fuerte pendiente decreciendo hacia el lado Este, por lo que la profundidad de la estación difiere entre 22m en su lado Este y 30m en su lado Oeste.

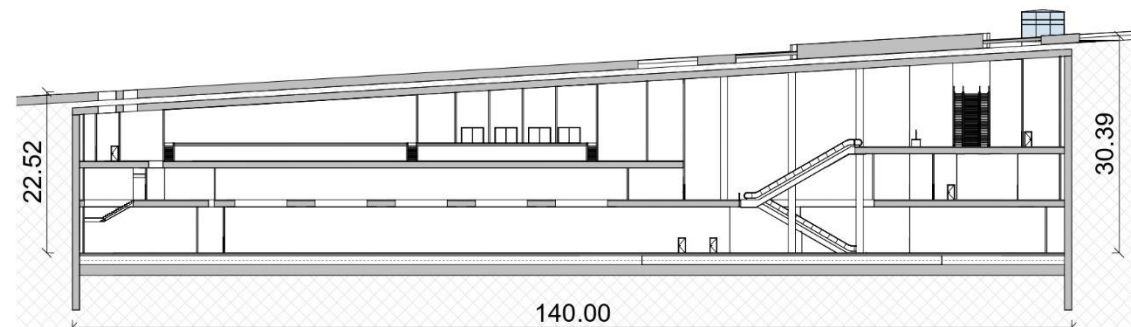


Figura nº 22. Estación Valdebebas Norte _Sección Longitudinal

El acceso se realiza desde la calle de Luis Moya Blanco al lado Sur de la calle de Secundino Zuazo. El vestíbulo se encuentra a 14,8m de profundidad, por lo que es necesario realizar las escaleras de acceso en dos tramos creando el nivel intermedio previo al vestíbulo. Desde el vestíbulo se accede al nivel preandén y desde éste al nivel andén.

Debido a la pendiente de la calle se proyecta la cubierta de la estación inclinada a una distancia de 2m del nivel de la calle.

La siguiente tabla resume los niveles principales para esta estación:

Tabla nº 7. Niveles Forjado Estación Valdebebas Norte

Cota	Nivel	Planta
+651.56	Nivel -1	Intermedio
+644.13	Nivel -2a	Vestíbulo
+642.14	Nivel -2b	Subestación
+636.69	Nivel -3	Preandén
+629.25	Nivel -4	Andén

La calle se encuentra en pendiente, por lo que la losa de cubierta se proyecta inclinada a una distancia de 2m desde el nivel de la calle.

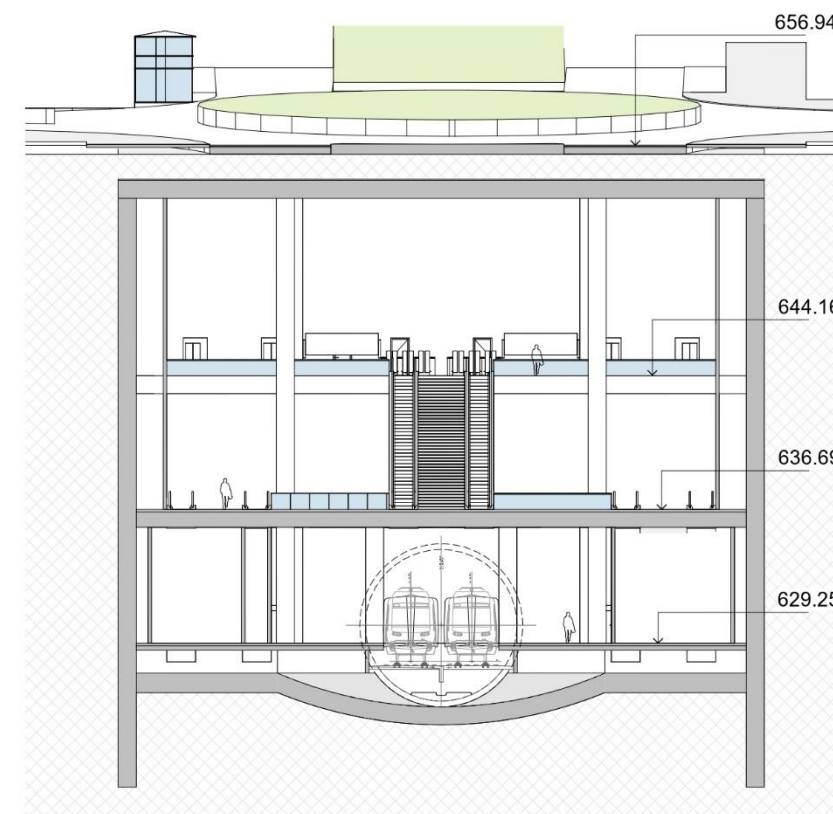


Figura nº 23. Estación Valdebebas Norte _Sección Transversal

Estos forjados conforman niveles de apuntalamiento de las pantallas, como se explica en el apartado de procedimiento constructivo.

Para la construcción de la estación se prevé la ejecución de un recinto apantallado, cuyas pantallas tendrán un espesor que oscilará alrededor de 1 m, dependiendo del terreno, el nivel freático, las cargas y su sistema de apuntalamiento. En la zona de acceso las pantallas llegarán hasta el nivel de vestíbulo, mientras que el resto de pantallas bajarán hasta la solera.

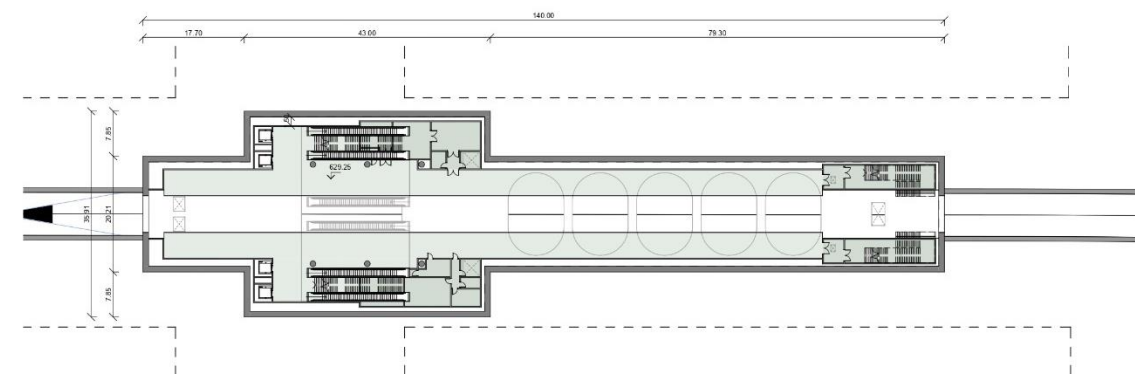


Figura nº 24. Estación Valdebebas Norte _Planta

3. POZOS DE VENTILACIÓN

Se requiere de un pozo para la extracción de aire en cada interestación, el cual debe estar situado como mínimo a 100 metros de una salida de emergencia y lo más centrado posible en el tramo interestación.

3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

Se describen a continuación los pozos de ventilación existentes en el Proyecto y su ubicación en cada una de las alternativas.

Tabla nº 8. Pozos de ventilación en las distintas Alternativas

ALTERNATIVA 1			
DESIGNACIÓN	PK	PROFUNDIDAD (SIN LEMP) (m)	PROC. CONSTRUCTIVO
PV-1	0+014,989	39	PANTALLAS
PV-2	1+213,576	31	PANTALLAS
PV-3	2+893,324	25	PANTALLAS
PV-4	4+703,090	34	PANTALLAS
PV-5	7+236,079	30	PANTALLAS
PV-6	9+157,382	34	PANTALLAS

ALTERNATIVA 2			
DESIGNACIÓN	PK	PROFUNDIDAD (SIN LEMP) (m)	PROC. CONSTRUCTIVO
PV-1	0+014,989	39	PANTALLAS
PV-2	1+213,576	31	PANTALLAS
PV-3	2+893,324	25	PANTALLAS
PV-4	3+827,402	29	PANTALLAS
PV-5 (*)	0+408,415	20	PANTALLAS
PV-6	5+317,283	27	PANTALLAS
PV-7	6+851,077	30	PANTALLAS
PV-8	8+496,705	19	PANTALLAS

(*) Coincidente con el PB-2. Situado en Ramal Cocheras.

ALTERNATIVA 3			
DESIGNACIÓN	PK	PROFUNDIDAD (SIN LEMP) (m)	PROC. CONSTRUCTIVO
PV-1	0+007,666	36	PANTALLAS
PV-2 (*)	1+019,504	30	PANTALLAS
PV-3	2+746,223	25	PANTALLAS
PV-4	4+555,989	34	PANTALLAS
PV-5	7+088,978	30	PANTALLAS
PV-6	9+010,281	34	PANTALLAS

(*) Coincidente con el PB-1.

ALTERNATIVA 4			
DESIGNACIÓN	PK	PROFUNDIDAD (SIN LEMP) (m)	PROC. CONSTRUCTIVO
PV-1	0+007,666	36	PANTALLAS
PV-2 (*)	1+019,504	30	PANTALLAS
PV-3	2+746,223	25	PANTALLAS
PV-4	3+680,301	29	PANTALLAS
PV-5 (**)	0+408,415	20	PANTALLAS
PV-6	5+170,182	27	PANTALLAS
PV-7	6+703,976	30	PANTALLAS
PV-8	8+349,604	19	PANTALLAS

(*) Coincidente con el PB-1.

(**) Coincidente con el PB-2. Situado en Ramal Cocheras.

Las dimensiones de los pozos han de poder alojar los correspondientes equipos mecánicos y eléctricos (ventiladores, silenciadores, etc), además de cumplir su función de extracción de aire. Por esta razón, la galería de los pozos tendrá una longitud mínima de 16 m y una anchura mínima de 7,50 m para que las bombas puedan ser duplicadas tal y como se requiere por seguridad. Los fosos tendrán unas dimensiones interiores de 5x8 m entre paramentos interiores para poder ubicar una rejilla en superficie mínima de 33 m².

En superficie, se colocará una rejilla tipo TRAMEX para apoyo de cualquier tipo de vehículos, la cual se definirá con detalle en fases posteriores de proyecto. Se evitará en la medida de lo posible la localización de estas en zonas peatonales y puntos bajos y canales de recogida de agua para evitar la entrada de agua del exterior. No obstante, se realizará un sistema de drenaje mediante una arqueta central en pozo de 0,60 x 0,60 x 0,60 con un canal longitudinal de 200 mm de anchura y pendiente del 1% hacia el túnel para recogida de aguas.

Los pozos de ventilación permitirán el acceso a bomberos desde el exterior y estarán dotados de instalación de columna seca. Las tuberías de las columnas secas será de acero inoxidable de 80 mm de diámetro.

Los pozos que sirven además como pozos de bombeo (ver cuadros de ubicación por alternativa), se deben prolongar hasta una cota inferior por la necesidad de almacenamiento de agua en esa zona.

Se debe dotar al pozo de escalera de bomberos y acceso desde el exterior en materiales inoxidables o de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

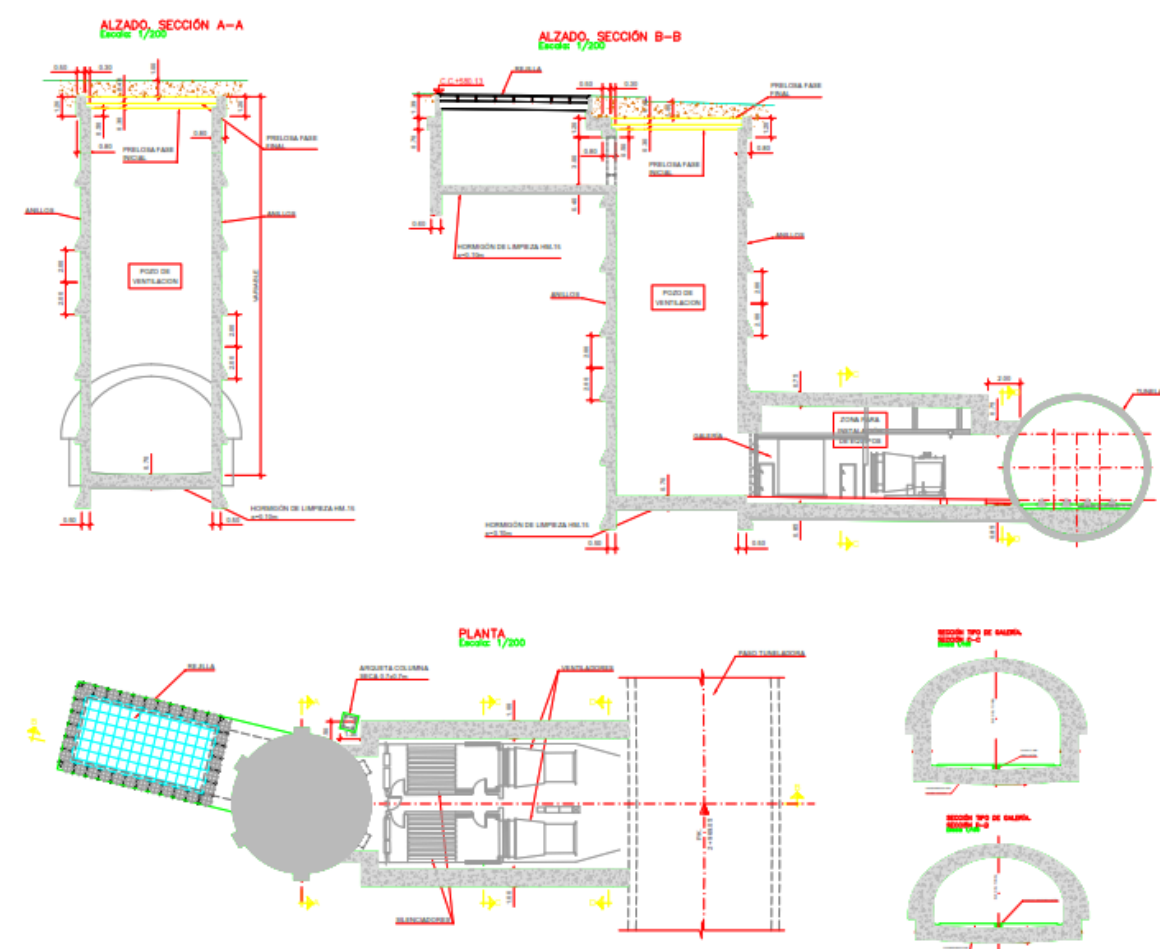


Figura nº 25. Pozo de Ventilación (PV) construido mediante anillos

3.2. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

En general, los pozos se plantearán mediante anillos sucesivos, por su mayor facilidad constructiva en zona urbana frente a la opción de pantalla. Se describe a continuación el sistema de anillos sucesivos.

ANILLOS SUCESIVOS.

El proceso constructivo debe seguir el siguiente esquema:

- Desvío de servicios y preparación de la zona de trabajo.
- Ejecución del anillo de armado superior.
- Excavación del primer anillo.
- Encofrado y hormigonado del primer anillo.

- Excavación y hormigonado del segundo anillo y sucesivos con el mismo proceso.
- Ejecución de los marcos de refuerzo a las alturas especificadas en plano cuando se llega a su nivel con los anillos.
- Ejecución de la losa de fondo.
- Apertura y ejecución del entronque con galería de conexión.
- Excavación de la galería de conexión con sus entronques hasta conectar con túnel.

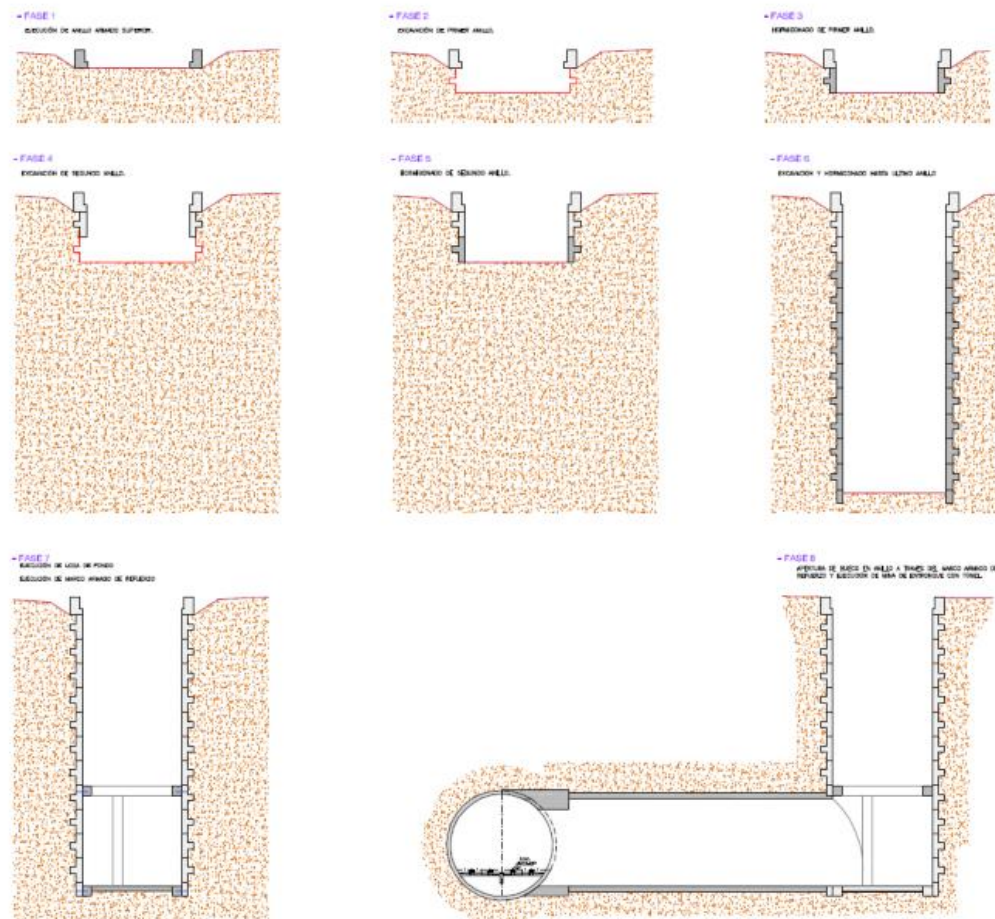


Figura nº 26. Procedimiento constructivo mediante anillos sucesivos para pozos.

4. POZOS DE BOMBEO

Se requieren pozos de bombeo que recojan el agua por gravedad. Para el diseño de los mismos se ha seguido las directrices de la "Instrucción Técnica Instalación Pozos de bombas pluviales en estación tipo Metro de Madrid"

4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

Se describen a continuación los pozos de bombeo existentes en el proyecto y su ubicación en cada una de las alternativas.

Tabla nº 9. Pozos de bombeo en las distintas Alternativas

ALTERNATIVA 1			
DESIGNACIÓN	PK	PROFUNDIDAD (SIN LEMP) (m)	PROC. CONSTRUCTIVO
PB-1 (*)	1+055,722	37	PANTALLAS
PB-2 (**)	4+027,813	31	PANTALLAS
PB-3 (***)	5+566,413	18	PANTALLAS
PB-4 (****)	8+760,465	30	PANTALLAS

(*) Coincide con SE-1

(**) Coincide con SE-4

(***) Coincide con SE-6

(****) Coincide con SE-9

ALTERNATIVA 2			
DESIGNACIÓN	PK	PROFUNDIDAD (SIN LEMP) (m)	PROC. CONSTRUCTIVO
PB-1 (*)	1+055,722	37	PANTALLAS
PB-2 (**)	0+408,415	20	PANTALLAS

(*) Coincide con SE-1

(**) Coincide con PV-5. Situado en Ramal cocheras

ALTERNATIVA 3			
DESIGNACIÓN	PK	PROFUNDIDAD (SIN LEMP) (m)	PROC. CONSTRUCTIVO
PB-1 (*)	1+019,504	30	PANTALLAS
PB-2 (**)	3+880,712	31	PANTALLAS
PB-3 (***)	5+419,312	18	PANTALLAS
PB-4 (****)	8+613,364	30	PANTALLAS

(*) Coincide con el PV-2

(**) Coincide con la SE-3

(***) Coincide con la SE-5

(****) Coincide con la SE-8

ALTERNATIVA 4			
DESIGNACIÓN	PK	PROFUNDIDAD (SIN LEMP) (m)	PROC. CONSTRUCTIVO
PB-1 (*)	1+019,504	30	PANTALLAS
PB-2 (**)	0+408,415	20	PANTALLAS

(*) Coincide con el PV-2

(**) Coincide con el PV-5. Situado en Ramal cocheras.

EL Objetivo de estos pozos es la recogida y extracción de agua para evitar que ésta llegue a la vía. Se colocan en los puntos bajos de las líneas y se compone de cuarto de bombas, pozo de recogida de aguas, plataforma y zonas de control.

El pozo de recogida de agua se debe dimensionar para recoger un volumen de agua equivalente al máximo previsto durante un tiempo de 4 horas para prever cortes de energía del suministro normal. Este volumen es el que marca las dimensiones geométricas del mismo.

El pozo se dota de acceso directo desde el exterior por si se produce la inundación del túnel. Se debe de dejar un tiro vertical adecuado para la extracción de las bombas y un polipasto. Para los pozos de más de 25 m, se utilizan plataformas intermedia para situación de material a distancias máximas de 20 m.

Los pozos se ejecutarán con pantallas pilotes. En el caso de los pozos de bombeo que están compartidos con pozo de ventilación, éste último es el que marca las dimensiones.

Tanto la galería como el pozo propiamente serán de hormigón, así como las losas y muretes de la zona de decantación. Las escaleras en el pozo serán de hormigón y las de superficie pueden serlo también o en caso de ser metálicas deben ser de acero inoxidable y la trampilla metálica será de acero inoxidable.

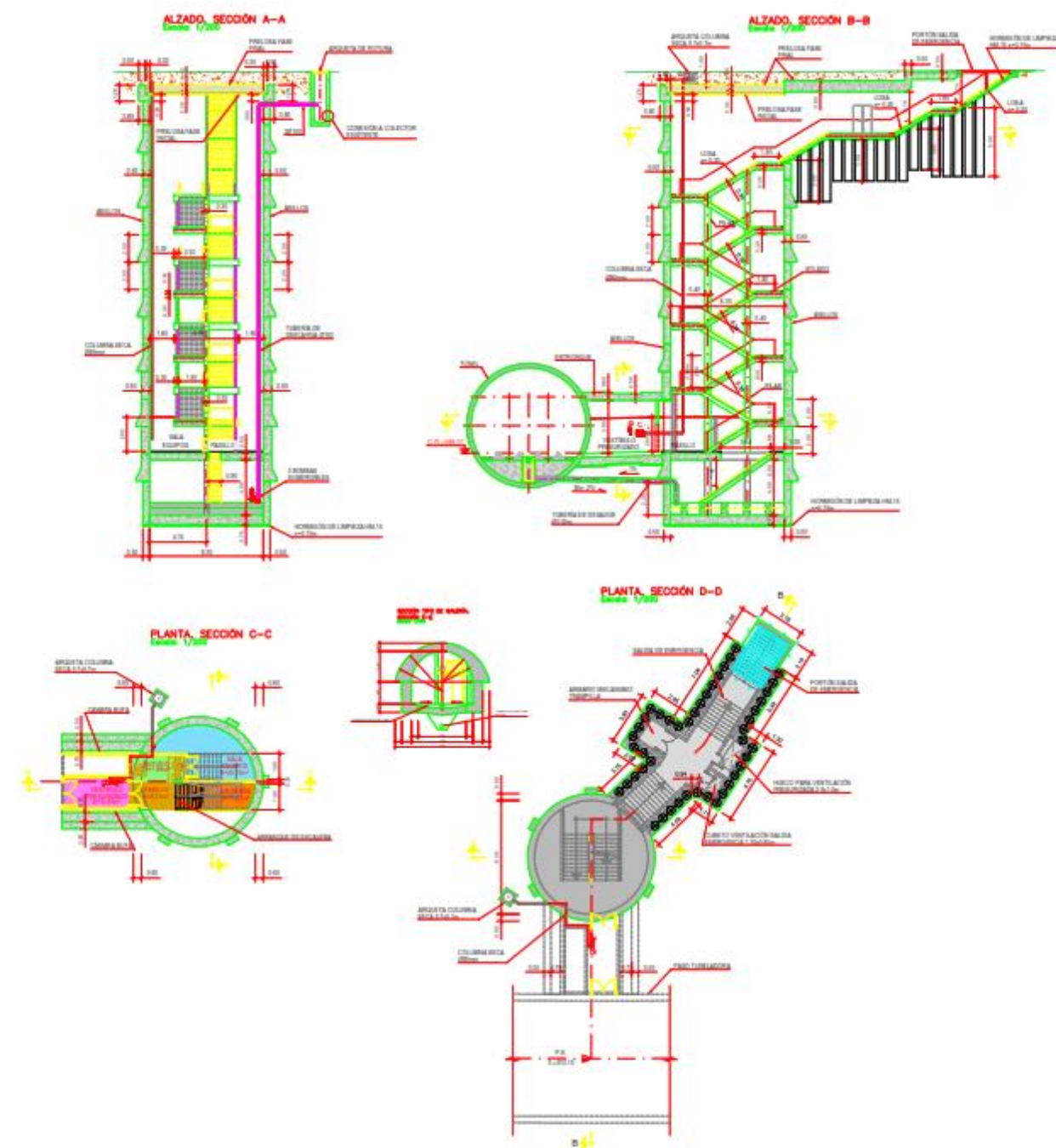


Figura nº 27. Pozo de Bombeo + Salida de Emergencia, construido mediante anillos

4.2. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

En general, los pozos se plantearán mediante anillos sucesivos, por su mayor facilidad constructiva en zona urbana frente a la opción de pantalla. Se describe a continuación el sistema de anillos sucesivos.

ANILLOS SUCESIVOS

El proceso constructivo debe seguir el siguiente esquema:

- Desvío de servicios y preparación de la zona de trabajo.
- Ejecución del anillo de armado superior.
- Excavación del primer anillo.
- Encofrado y hormigonado del primer anillo.
- Excavación y hormigonado del segundo anillo y sucesivos con el mismo proceso.
- Ejecución de los marcos de refuerzo a las alturas especificadas en plano cuando se llega a su nivel con los anillos.
- Ejecución de la losa de fondo.
- Apertura y ejecución del entronque con galería de conexión.
- Excavación de la galería de conexión con sus entronques hasta conectar con túnel.

5. SALIDAS DE EMERGENCIA

Además de las salidas de emergencia en estaciones, se han de colocar otras similares en aquellos tramos de túnel que superen los mil metros entre dos estaciones, sin superar los 500m hasta la llegada a una salida de emergencia desde ningún lugar.

5.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.

Se describen a continuación las salidas de emergencia existentes en el proyecto y su ubicación en cada una de las alternativas.

Tabla nº 10. Salidas de emergencia en las distintas Alternativas

ALTERNATIVA 1			
DESIGNACIÓN	PK	PROFUNDIDAD (SIN LEMP) (m)	PROC. CONSTRUCTIVO
SE-1 (*)	1+055,722	37	PANTALLAS
SE-2	1+503,909	24	PANTALLAS
SE-3	3+193,130	33	PANTALLAS
SE-4 (**)	4+027,813	31	PANTALLAS
SE-5	4+859,992	25	PANTALLAS
SE-6 (***)	5+566,413	18	PANTALLAS
SE-7	7+061,999	24	PANTALLAS
SE-8	7+800,470	27	PANTALLAS
SE-9 (****)	8+760,465	30	PANTALLAS

(*) Coincide con el PB-1

(**) Coincide con el PB-2

(***) Coincide con el PB-3

(****) Coincide con el PB-4

ALTERNATIVA 2			
DESIGNACIÓN	PK	PROFUNDIDAD (SIN LEMP) (m)	PROC. CONSTRUCTIVO
SE-1 (*)	1+055,722	37	PANTALLAS
SE-2	1+503,909	24	PANTALLAS
SE-3	3+193,130	33	PANTALLAS
SE-4	4+978,435	26	PANTALLAS
SE-5	6+286,686	27	PANTALLAS
SE-6	7+025,158	29	PANTALLAS

(*) Coincide con el PB-1

ALTERNATIVA 3			
DESIGNACIÓN	PK	PROFUNDIDAD (SIN LEMP) (m)	PROC. CONSTRUCTIVO
SE-1	1+356,808	24	PANTALLAS
SE-2	3+046,029	33	PANTALLAS
SE-3 (*)	3+880,712	31	PANTALLAS
SE-4	4+712,891	25	PANTALLAS
SE-5 (**)	5+419,312	18	PANTALLAS
SE-6	6+914,898	24	PANTALLAS
SE-7	7+653,369	27	PANTALLAS
SE-8 (***)	8+613,364	30	PANTALLAS

(*) Coincide con el PB-2

(**) Coincide con el PB-3

(***) Coincide con el PB-4



ALTERNATIVA 4

DESIGNACIÓN	PK	PROFUNDIDAD (SIN LEMP) (m)	PROC. CONSTRUCTIVO
SE-1	1+356,808	24	PANTALLAS
SE-2	3+046,029	33	PANTALLAS
SE-3	4+831,334	26	PANTALLAS
SE-4	6+139,585	27	PANTALLAS
SE-5	6+878,057	29	PANTALLAS

Deben ser independientes de pozos de ventilación. En algunos casos se corresponden con pozos de bombeo.

Se debe dotar de acceso al exterior con una trampilla a nivel de suelo confinada con mecanismo hidráulico de apertura. Debe disponer de un hueco de 4 m² para ventilación, debe cumplirse en los materiales usados para la construcción una resistencia al fuego mínima de 240 minutos en paramentos verticales y las puertas cortafuegos en la galería de acceso de 120 minutos. Debe dotarse de una toma para columna seca cerca de la trampilla de acceso para uso de bomberos mediante una arqueta de 60x60x70 de dimensiones interiores.

Las características geométricas que caracterizan este pozo son las siguientes:

 ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE SALIDA DE EMERGENCIA EN TÚNEL			
ALCANCE	Independiente de pozo de ventilación Asociado a pozo de bombeo		
CRITERIOS CONSTRUCTIVOS	Emplazamiento urbano	Trampilla a nivel de suelo confinada, con mecanismo hidráulico de apertura. Dispondrá de hueco asociado de 4 m ² para ventilación, con rejilla, drenaje y acceso desde el interior de la salida para su limpieza	
	Distancia estación-pozo-estación	Igualdistante entre estaciones	
	Vestibulo de independencia	En cota inferior: a nivel de vía	
MATERIALES	Paramentos verticales y de compartimentación	M8 / RF- 240	
	Puertas cortafuegos	RF - 120	
EVACUACIÓN 	Escaleras	ANCHURA ALTURA SALVADA PAVIMENTO PASAMANOS	Mínimo: 1,50 m / Recomendable: 1,50 m Máximo: 2,50 m / Recomendable: 2,00 m (por tramo) Antideslizante A lo largo de toda la escalera y relanos, en ambos laterales
	Mesetas intermedias	ANCHURA LONGITUD	Mínimo: 1,50 m / Recomendable: 1,50 m Mínimo: 3,20 m / Recomendable: 3,50 m (anchura x 2)
	Peldaños	TIPO HUELLA CONTRAHUELLA PELDAÑOS/TRAMO	Sin bocal y con tabica h > 25 cm 13cm ≤ c ≤ 18,5cm Recomendable: c = 17 cm h y c cumplirán: 60 ≤ 2c+h 3 ≤ peldaños ≤ 15
	Pasillos	ANCHURA	Mínimo: 1,50 m / Recomendable: 1,50 m
	Rampas	ANCHURA PENDIENTE	Mínimo: 1,50 m / Recomendable: 1,50 m Δ ≤ 5 %
	Vestibulo de independencia	ANCHURA LONGITUD ALTURA	Mínimo: 1,50 m / Recomendable: 1,50 m ≥ 5 m Línea de hombros: > 2,20 m / Clave: L.H. + (> 0,35 m)
	Puertas	LOCALIZACIÓN TIPO ANCHURA	En acceso desde túnel y en vestibulo de independencia Cortafuegos de doble hoja con barra antipánico. La de acceso desde túnel y la del vestíbulo de independencia dispondrán de elemento vidriado mayor de 0,05 m ² en ambas hojas Mínimo: 0,80 m / Recomendable: 0,90 m
	Señalización (según normativa Metro) (Señalado por otra empresa)	TIPO LOCALIZACIÓN	Fotoluminiscente Túnel: en salida de emergencia (en testero de puerta) Vestibulo de independencia: en paramento vertical y en testero de puerta Escaleras: en paramento vertical y en testero de puerta
	ALUMBRADO	Similar al del túnel	Prolongado a salida de emergencia desde el tramo más corto Un punto de luz por tipo y por tramo de escalera Mando desde PCL más cercano
	Socorro	Bloques autónomos: uno por tramo de escalera Alimentación: aguas arriba magnetotérmico alumbrado Metro Iluminación: doble (de posición con alimentación y de emergencia ante falta de red) Tiempo: Mínimo 1 hora / Recomendable 2 horas Iluminancia: Mínimo 1 lx / Recomendable 5 lx (medido a nivel de suelo, en el eje)	
	INSTALACIONES PCI (A instalar por otra empresa)	Columna seca	TOMA DE ALIMENTACIÓN
		BOCA CONDUCCIÓN	Arqueta en acera Vestibulo de independencia Por interior de salida de emergencia

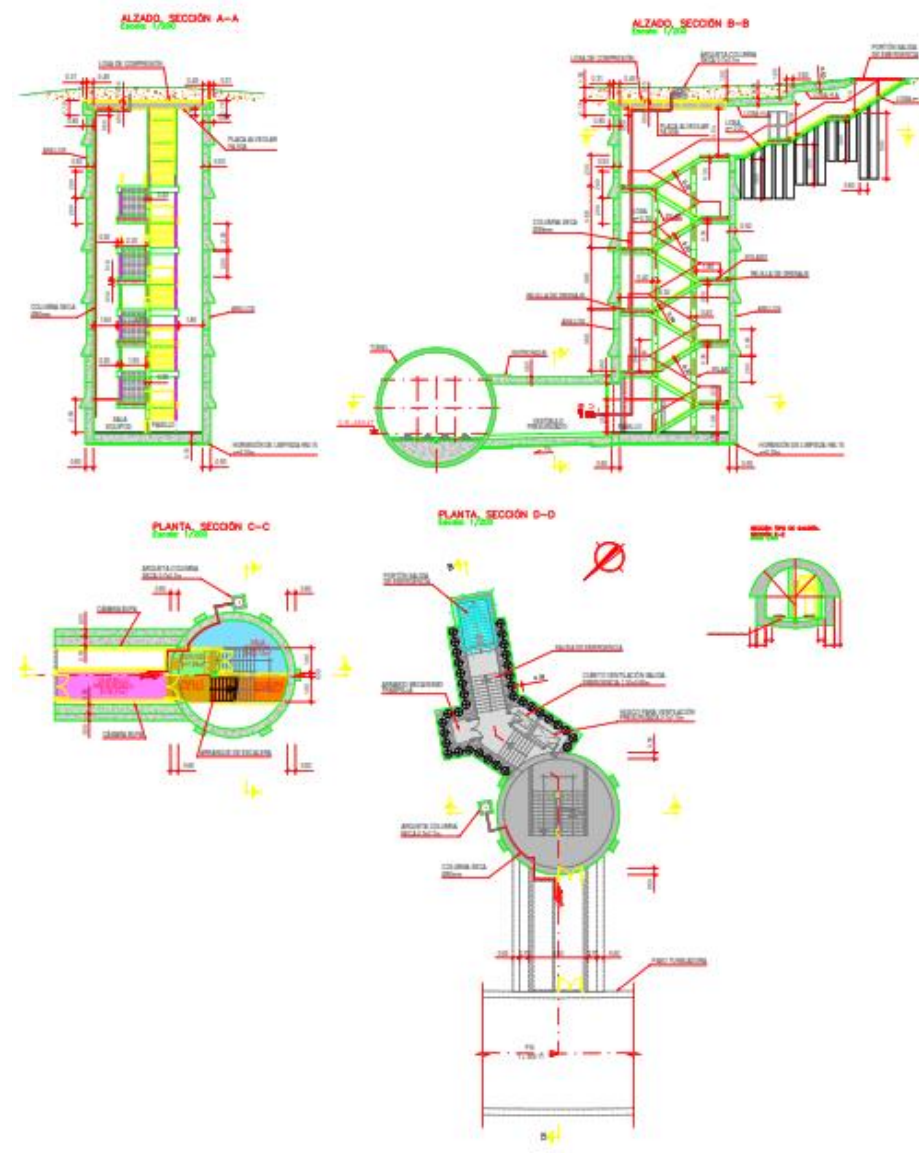


Figura nº 28. Salida de Emergencia, construido mediante anillos

5.2. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

En general, los pozos se plantearán mediante anillos sucesivos, por su mayor facilidad constructiva en zona urbana frente a la opción de pantalla. Se describe a continuación el sistema de anillos sucesivos.

ANILLOS SUCESIVOS

El proceso constructivo debe seguir el siguiente esquema:

- Desvío de servicios y preparación de la zona de trabajo.
- Ejecución del anillo de armado superior.
- Excavación del primer anillo.

- Encofrado y hormigonado del primer anillo.
- Excavación y hormigonado del segundo anillo y sucesivos con el mismo proceso.
- Ejecución de los marcos de refuerzo a las alturas especificadas en plano cuando se llega a su nivel con los anillos.
- Ejecución de la losa de fondo.
- Apertura y ejecución del entronque con galería de conexión.
- Excavación de la galería de conexión con sus entronques hasta conectar con túnel.

6. FALSO TÚNEL

El ramal en Falso Túnel (FT) discurre entre los PP.KK. 0+213 y PP.KK. 0+465,32, y aparece en las alternativas 2 y 4. La profundidad hasta rasante alcanza un valor máximo de aproximadamente 19 m (aproximadamente en su origen y final)

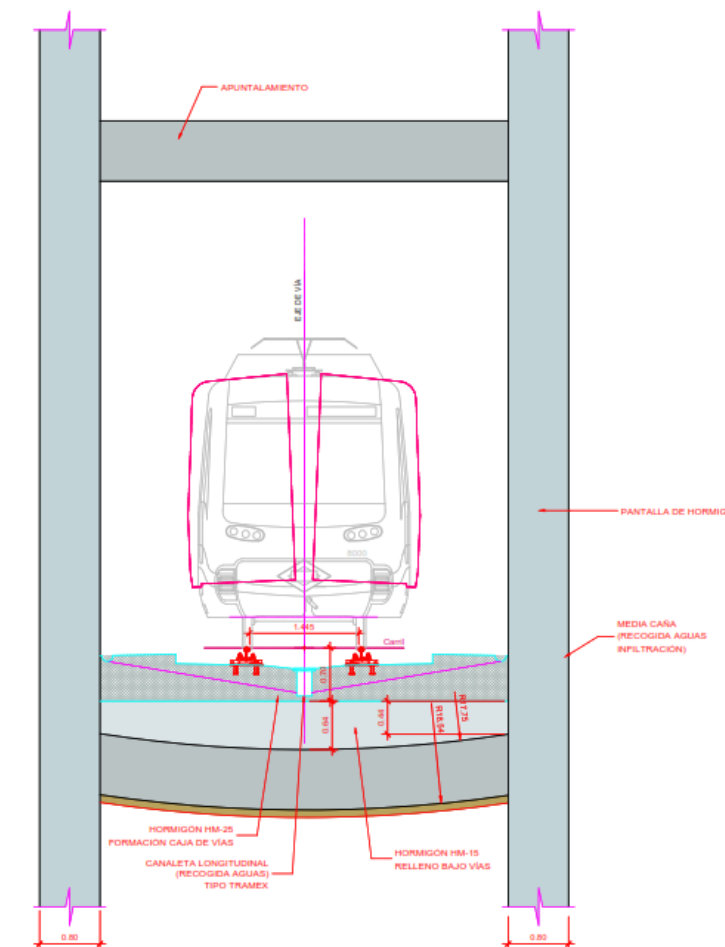


Figura nº 29. Sección tipo de falso túnel

6.1. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

- Preparación de la plataforma de trabajo.
- Ejecución de las pantallas y descabezado de las mismas.

La excavación a cielo abierto entre pantallas continuas de hormigón armado consiste en la ejecución de sendos muros paralelos de hormigón armado de sección rectangular que permiten el vaciado del terreno situado entre ambos. Es habitual disponer arriostramientos intermedios según se va ganando profundidad en la excavación, cuya necesidad y número vendrá determinada por las características geotécnicas de los materiales y la geometría del recinto vaciado. La coronación de ambos puros pantalla sirve de apoyo a una losa de cubierta de hormigón armado que cierra el túnel y permite la restauración de los elementos que se encontraban originalmente en superficie.

La construcción se lleva a cabo por paneles de longitud determinada. Una vez vaciado cada panel, y tras limpiar el fondo de la excavación, se colocan en sus extremos tubos de acero cuyo diámetro coincide con el espesor de la pantalla y que actúa como encofrado. A continuación, se iza la jaula de armadura previamente montada y se coloca en el interior de la excavación.

Finalmente se procede al hormigonado del panel en sentido ascendente mediante tubería. Cuando el hormigón ha endurecido lo suficiente, se extraen las juntas tubulares y se va repitiendo el proceso en paneles sucesivos.

Finalizada la pantalla, se construya una viga de coronación en la parte superior que solidarice todos los paneles y la losa de cubierta.

- Preparación del terreno y ejecución de la losa de cubierta sobre el mismo.
- Primera excavación en mina hasta la cota de excavación intermedia que servirá como base para la ejecución del nivel de apuntalamiento intermedio sobre el mismo.
- Preparación del terreno y ejecución del nivel de apuntalamiento intermedio sobre el mismo.
- Excavación hasta la cota máxima de excavación.
- Preparación del terreno y ejecución de la contrabóveda.
- Acabados finales.

En cada tramo, se tendrán en cuenta las circunstancias específicas y podrán aparecer variables de este procedimiento constructivo (no necesidad de nivel de puntales intermedios, etc).

7. POZOS TUNELADORA Y TELESCOPIOS

El empleo de una tuneladora E.P.B. requiere la construcción de un pozo de introducción o ataque y un pozo de extracción, así como las instalaciones auxiliares necesarias (acopios de dovelas, equipos para fabricación de mortero, talleres, etc.).

Para cada una de las alternativas (contratos), se prevén dos tramos. Cada uno es independiente, garantizando al mismo tiempo la continuidad de la línea. La situación de los pozos de ataque y extracción de la tuneladora en cada una de las alternativas es la siguiente:

Alternativa 1

Contrato 1. Mar de Cristal - Valdebebas

- Pozo de ataque en extremo oeste de Avda. Secundino Zuazo

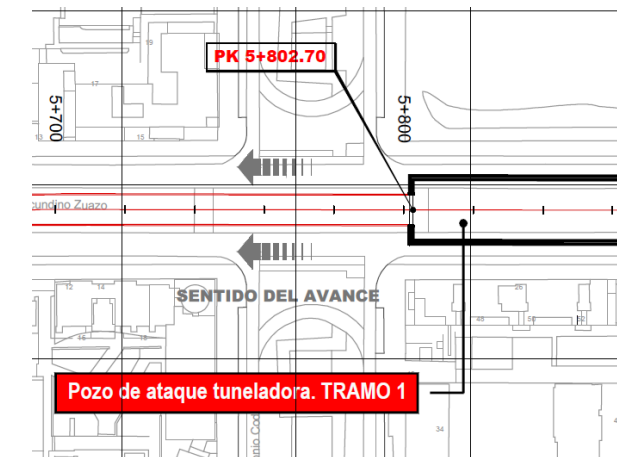


Figura nº 30. PAT-1 (Alt. 1-3)

- Pozo de extracción en final de culatón Mar de Cristal

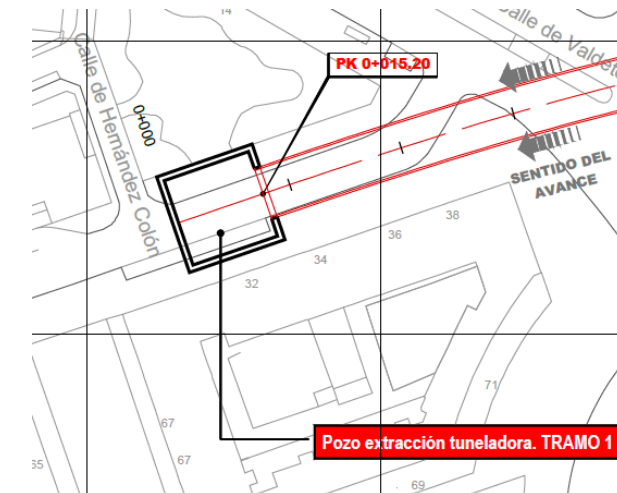


Figura nº 31. PET-1 (Alt. 1-2)

Contrato 2. Valdebebas – T4 - Final

- Pozo de ataque en extremo terrenos Aena al sur de Parking T4

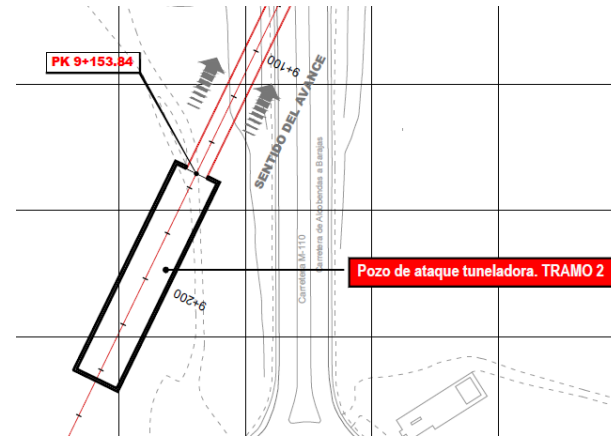


Figura nº 32. PAT-2 (Alt. 1-3)

- Pozo de extracción en extremo oeste de Avda. Secundino Zuazo

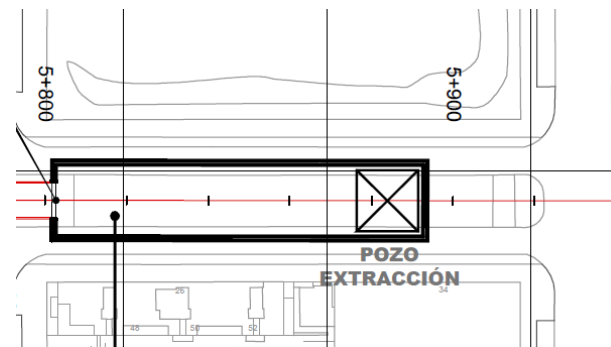


Figura nº 33. PET-2 (Alt. 1-3)

Alternativa 2

Contrato 1. Mar de Cristal – Valdebebas Sur

- Pozo de ataque en extremo este de calle Fernando Higuera

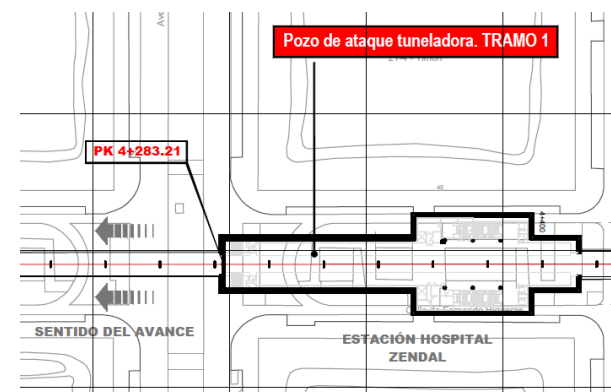


Figura nº 34. PAT-1 (Alt. 2-4)

- Pozo de extracción en final de culatón Mar de Cristal (igual que en Alternativa 1)

Contrato 2. Valdebebas Sur – T4 - Valdebebas Norte

- Pozo de ataque en extremo oeste de Avda. Secundino Zuazo

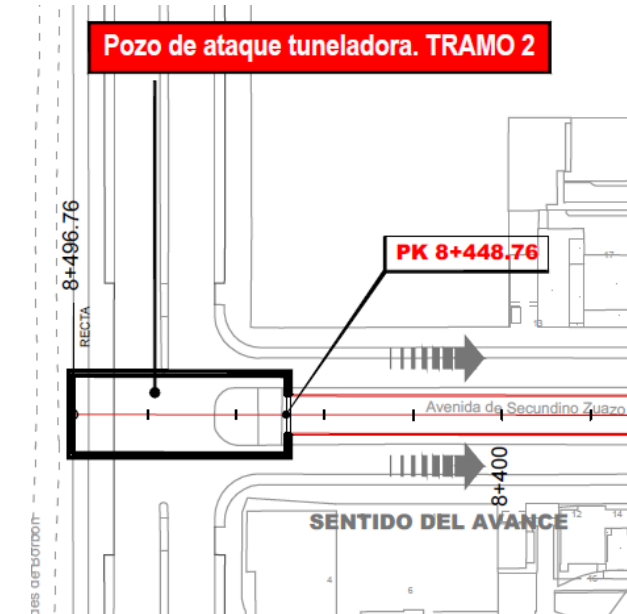


Figura nº 35. PAT-2 (Alt. 2-4)

- Pozo de extracción en extremo este de calle Fernando Higuera

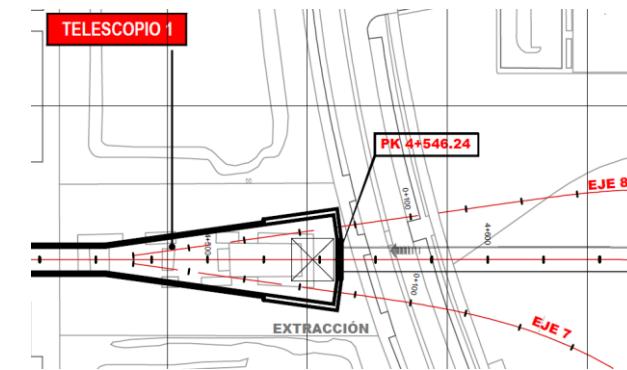


Figura nº 36. PET-2 (Alt. 2-4)

Alternativa 3

Contrato 1. Mar de Cristal - Valdebebas

- Pozo de ataque en extremo oeste de Avda. Secundino Zuazo (igual que en Alternativa 1)
- Pozo de extracción en final de culatón Mar de Cristal

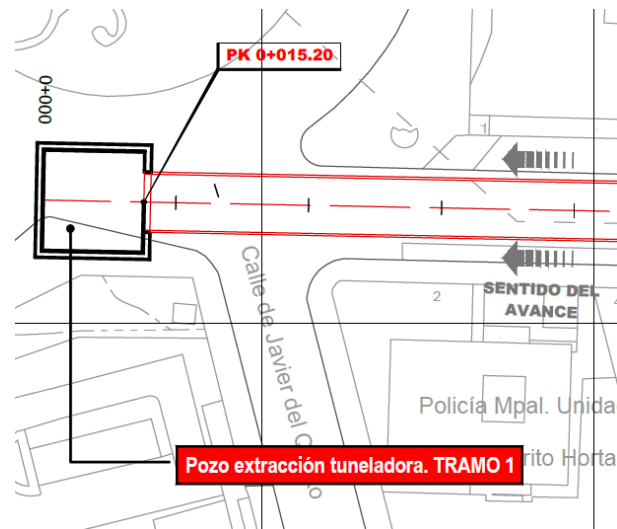


Figura nº 37. PET-1 (Alt. 3-4)

Contrato 2. Valdebebas – T4 - Final

- Pozo de ataque en extremo terrenos Aena al sur de Parking T4 (igual que en Alternativa 1)
- Pozo de extracción en extremo oeste de Avda. Secundino Zuazo (igual que en Alternativa 1)

Alternativa 4

Contrato 1. Mar de Cristal – Valdebebas Sur

- Pozo de ataque en extremo este de calle Fernando Higuera (igual que en Alternativa 2)
- Pozo de extracción en final de culatón Mar de Cristal (igual que en Alternativa 3)

Contrato 2. Valdebebas Sur – T4 - Valdebebas Norte

- Pozo de ataque en extremo oeste de Avda. Secundino Zuazo (igual que en Alternativa 2)
- Pozo de extracción en extremo este de calle Fernando Higuera (igual que en Alternativa 2)

La ejecución de estos pozos está prevista acometerse mediante pantallas continuas, a excepción de los pozos de extracción de Mar de Cristal, que se realizarán mediante pilotes secantes. En todos los pozos se ha previsto una viga de atado para el paraguas de micropilotes en los emboquilles, que coincide con el último nivel de acodamiento intermedio.

ALTERNATIVA 1			
DESIGNACIÓN	PK	PROF. MAX (SIN Lemp) (m)	PROC. CONSTRUCTIVO
PAT-1	5+802,70	30,98	PANTALLAS
PET-1	0+015,20	37,97	PILOTES
PAT-2	9+153,84	34,44	PANTALLAS
PET-2	5+892,70	30,98	PANTALLAS

ALTERNATIVA 2			
DESIGNACIÓN	PK	PROF. MAX (SIN Lemp) (m)	PROC. CONSTRUCTIVO
PAT-1	4+283,21	32,77	PANTALLAS
PET-1	0+015,20	37,97	PILOTES
PAT-2	8+448,76	19,17	PANTALLAS
PET-2	4+546,24	26,29	PANTALLAS

ALTERNATIVA 3			
DESIGNACIÓN	PK	PROF. MAX (SIN Lemp) (m)	PROC. CONSTRUCTIVO
PAT-1	5+802,70	30,98	PANTALLAS
PET-1	0+015,20	35,88	PILOTES
PAT-2	9+153,84	34,44	PANTALLAS
PET-2	5+892,70	30,98	PANTALLAS

ALTERNATIVA 4			
DESIGNACIÓN	PK	PROF. MAX (SIN Lemp) (m)	PROC. CONSTRUCTIVO
PAT-1	4+283,21	32,77	PANTALLAS
PET-1	0+015,20	35,88	PILOTES
PAT-2	8+448,76	19,17	PANTALLAS
PET-2	4+546,24	26,29	PANTALLAS

7.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE LOS POZOS

7.1.1. Pozo de ataque PAT-1 y pozo de Extracción PET-2 (Alternativas 1-3)

Este pozo, de 90m de largo y 17,5 m de ancho, ejecutado entre pantallas continuas de 1m de espesor, se sitúa en el extremo oeste de Avda. Secundino Zuazo y cumple la doble función de pozo de ataque y extracción.

Tiene una profundidad variable y un máximo de tres niveles de acodamiento intermedios, con una separación vertical entre 6 y 9 m y una disposición en planta que permite los huecos necesarios para la introducción y extracción de la tuneladora. El empotramiento de las pantallas se estima entre 6 y 7 m.

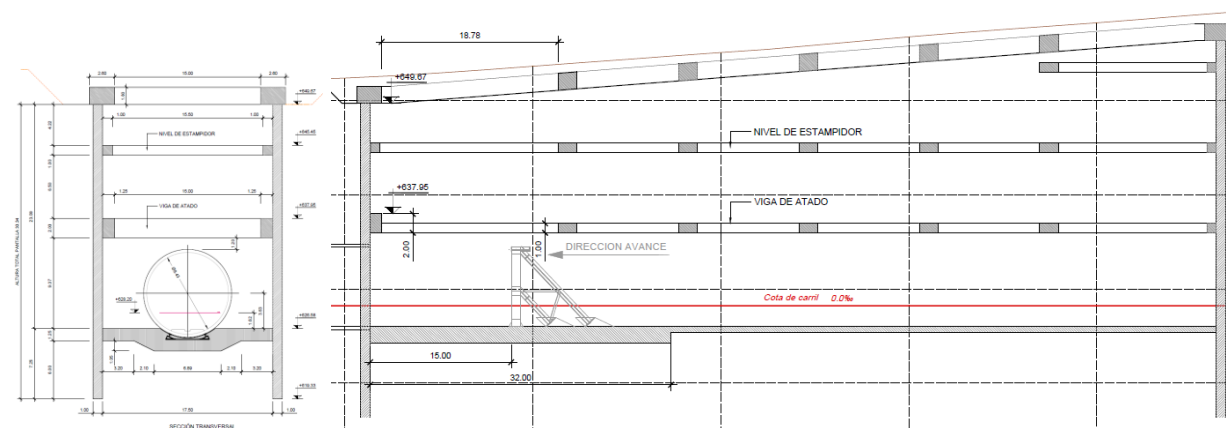


Figura nº 38. Sección transversal y longitudinal PAT-1 y PET-2 (Alt. 1-3)

Su ubicación permite la utilización di una parcela regular como zona de instalaciones. Esto facilita una cómoda distribución de las distintas áreas de trabajo, como puede verse en la siguiente figura.

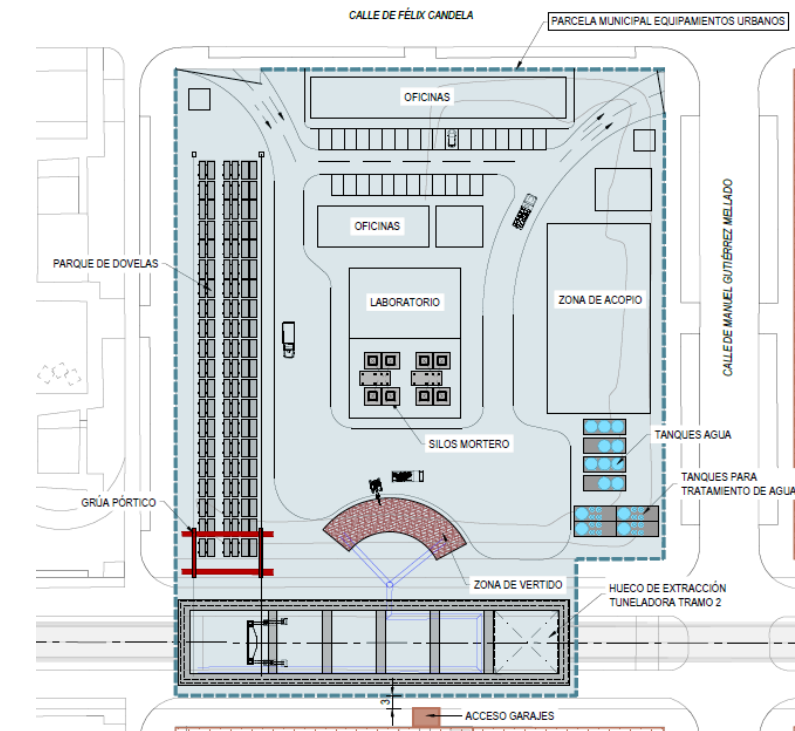


Figura nº 39. Zona de instalaciones de tuneladora PAT-1 y PET-2 (Alt. 1-3)

7.1.2. Pozo de ataque PAT-2 (Alternativas 1-3)

Este pozo, de 90m de largo y 17,5 m de ancho, ejecutado entre pantallas continuas de 1m de espesor, se sitúa en terrenos Aena al sur de Parking T4. Tiene una profundidad prácticamente constante y un máximo de tres niveles de acodamiento intermedios, con una separación vertical entre 7 y 9 m y una disposición en planta que permite los huecos necesarios para la introducción de la tuneladora. El empotramiento de las pantallas se estima de 7 m.

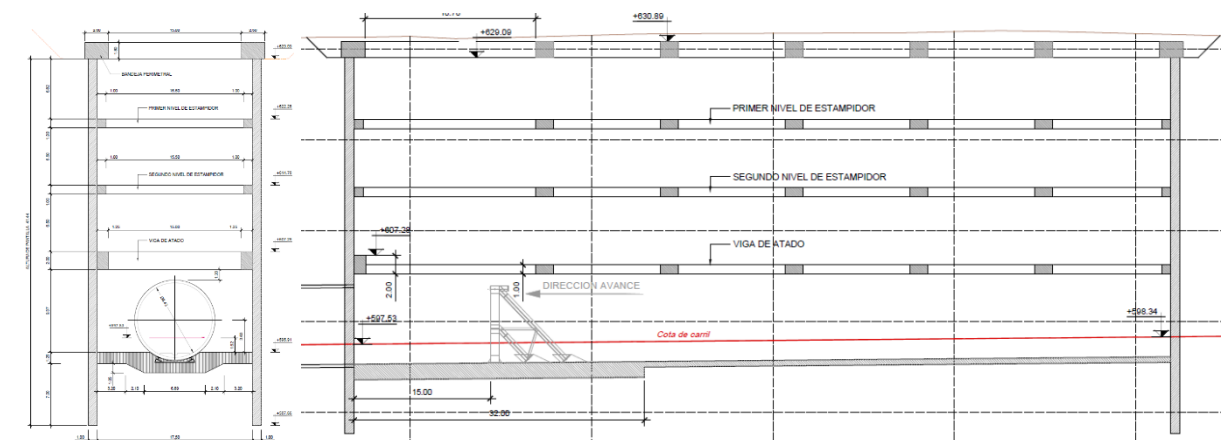


Figura nº 40. Sección transversal y longitudinal PAT-2 (Alt. 1-3)

Su ubicación permite la utilización de un área suficientemente amplia como zona de instalaciones. Esto facilita una cómoda distribución de las distintas áreas de trabajo, como puede verse en la siguiente figura.

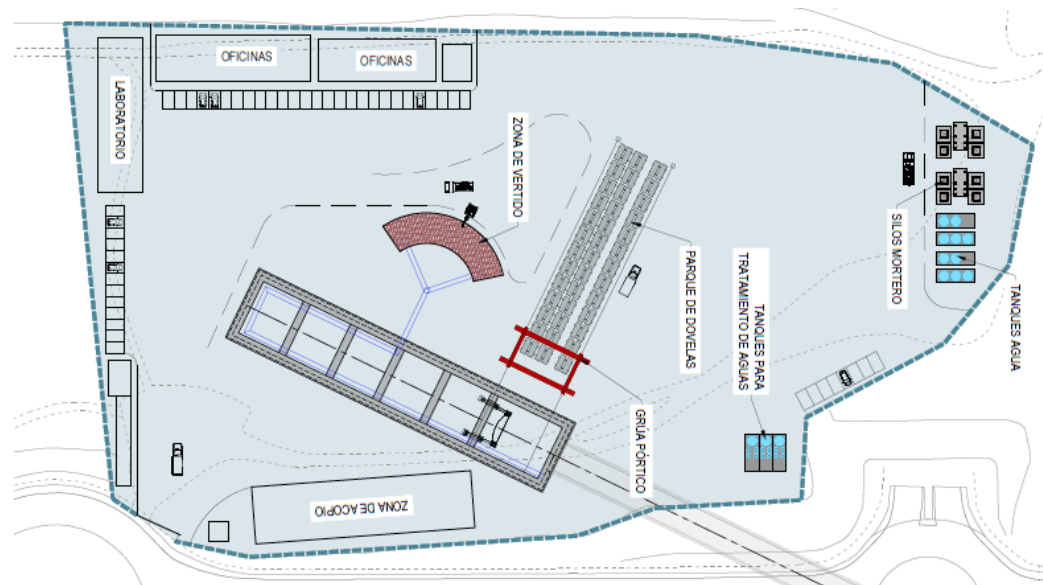


Figura nº 41. Zona de instalaciones de tuneladora PAT-2 (Alt. 1-3)

7.1.3. Pozo de ataque PAT-1 (Alternativas 2-4)

Para las Alternativas 2 y 4 Contrato 1 se ha podido utilizar la caja de la estación Hospital Zandal (§ 2.2.5) como pozo de ataque, situada en el extremo este de calle Fernando Higuera. En su losa de cubierta y niveles intermedios se dejará una ventana provisional, en principio de 15x18m, para permitir la instalación de la tuneladora.

Como en todos los pozos de ataque y extracción, así como en cada una de las estaciones donde se realiza traslación de la tuneladora sin excavación, se adapta la contrabóveda para alojar la cuna de deslizamiento de la tuneladora. Además, se refuerza la losa de fondo en correspondencia con la ubicación de la estructura de empuje.

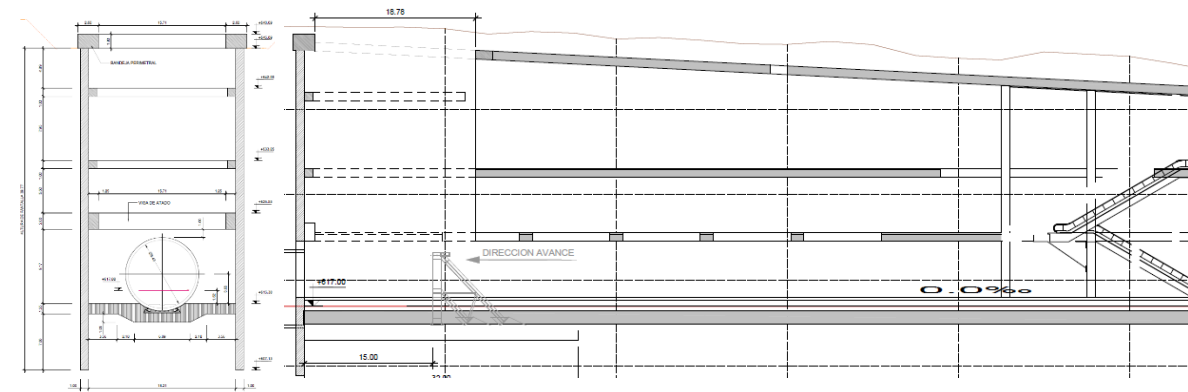


Figura nº 42. Sección transversal y longitudinal PAT-1 (Alt. 2-4)

Una vez instalada la tuneladora y empezada la excavación del túnel, para permitir la prosecución de los trabajos de construcción de la estación, el suministro de dovelas se prevé realizarlo por el tramo de conexión entre la estación y el Telescopio 1, utilizando el espacio disponible para la zona de instalaciones de la tuneladora, como puede verse en la siguiente figura.

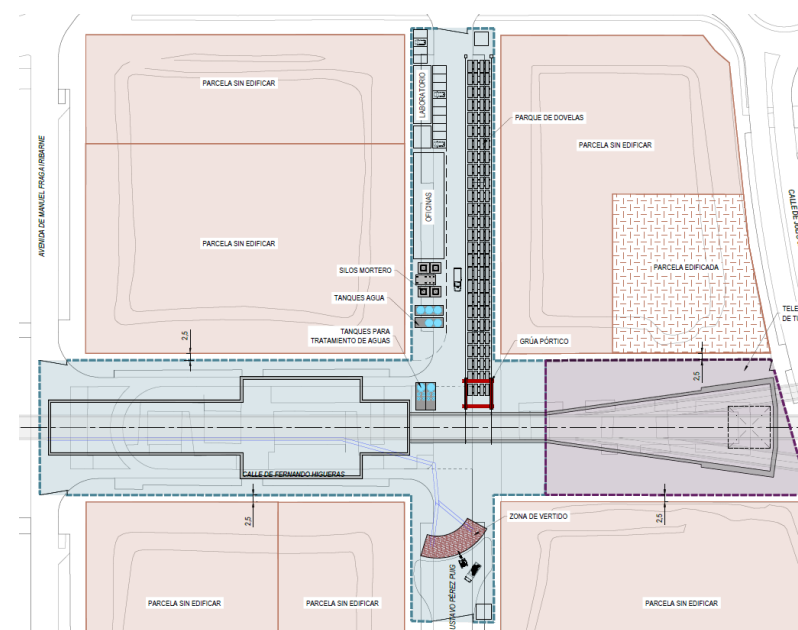


Figura nº 43. Sección transversal y longitudinal PAT-1 (Alt. 2-4)

7.1.4. Pozo de ataque PAT-2 (Alternativas 2-4)

Este pozo, de 48m de largo y 17,5 m de ancho, ejecutado entre pantallas continuas de 1m de espesor, se sitúa en el extremo oeste de Avda. Secundino Zuazo. Tiene una profundidad prácticamente constante inferior a 20m y un nivel de acodamiento intermedio, con una

separación vertical entre 7 y 9 m y una disposición en planta que permite los huecos necesarios para la introducción de la tuneladora. El empotramiento de las pantallas se estima de 6 m.

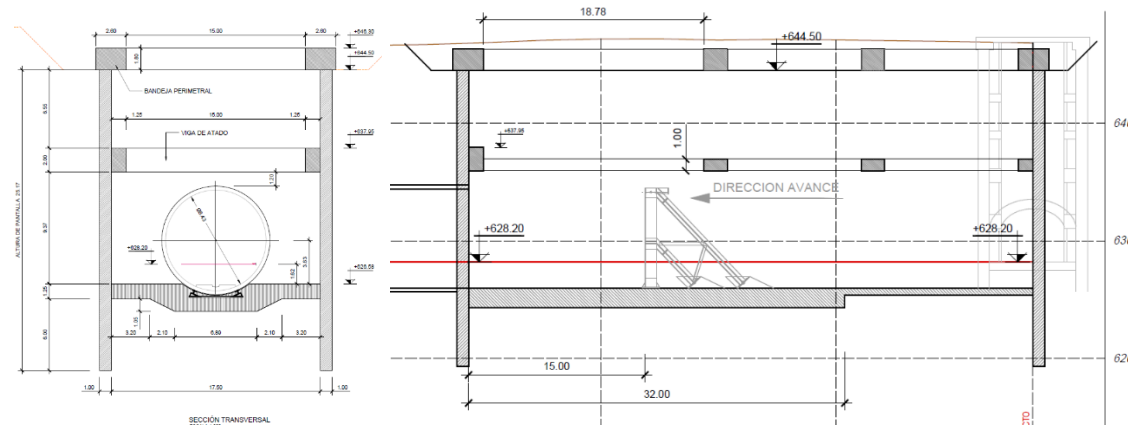


Figura nº 44. Sección transversal y longitudinal PAT-2 (Alt. 1-3)

Su ubicación permite la utilización de un área suficientemente amplia como zona de instalaciones. Esto facilita una cómoda distribución de las distintas áreas de trabajo, como puede verse en la siguiente figura.

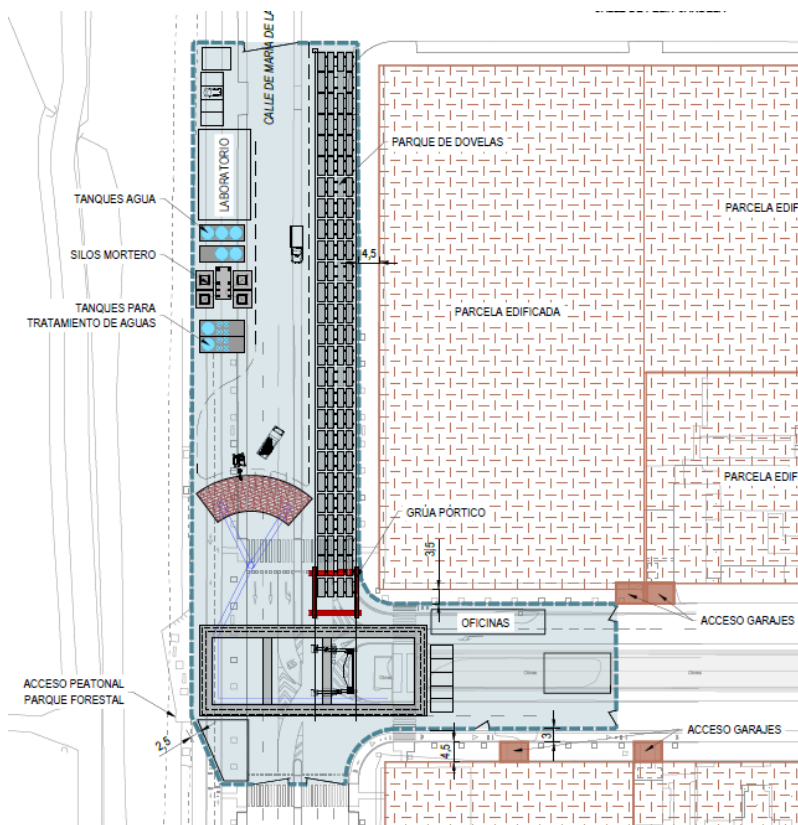


Figura nº 45. Zona de instalaciones de tuneladora PAT-2 (Alt. 1-3)

7.1.5. Pozos de extracción PET-1 (Alternativas 1-3 y 2-4)

Para todas las alternativas, Contrato 1, se prevé la extracción de la tuneladora en la zona de Mar de Cristal, mediante un pozo ejecutado mediante pilotes secantes de 1m de diámetro.

Para las alternativas 1-2 será necesario un pozo de casi 38m, y para las alternativas 3-4 de casi 36m de profundidad. La sección en planta, con un hueco libre de 15x15m, y el desarrollo en alzado de las dos estructuras son muy parecidos, con respectivamente 4 y 3 niveles de acodamiento intermedio, con una separación vertical entre 7 y 9 m. El empotramiento de las pantallas se estima entre 6 y 8 m.

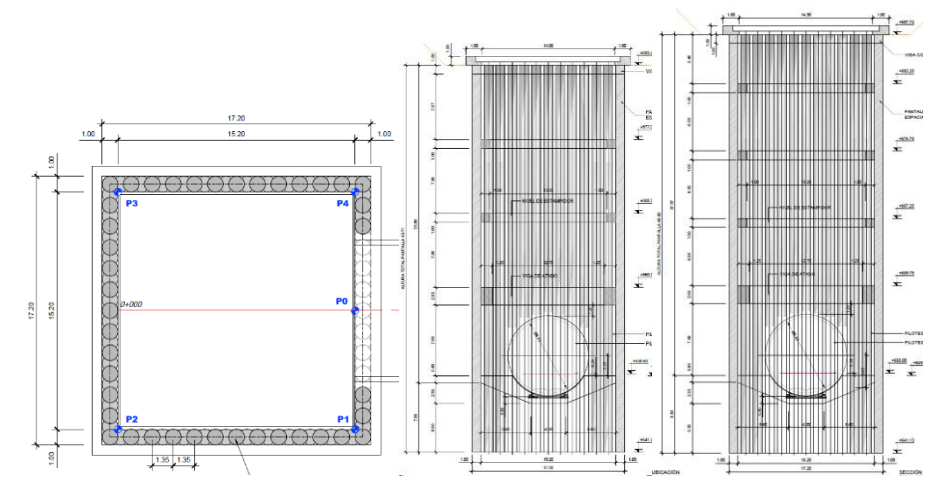


Figura nº 46. Planta y alzados PET-1 (Alt. 1-2 y 3-4)

7.1.6. Telescopio 1 y Pozo de extracción PET-2 (Alternativas 2-4)

La estructura del telescopio 1 se construirá cerca de la Estación Hospital Zenda, a la que se conectará mediante un tramo también ejecutado entre pantallas de unos 50m de longitud y 26m de profundidad, que tendrá un ancho de 9m. Como puede verse en la siguiente figura, a partir de punto, el telescopio se ensancha en una longitud de 83m hasta el PK 4+546, 24 para alcanzar una distancia entre pantallas de casi 32m.

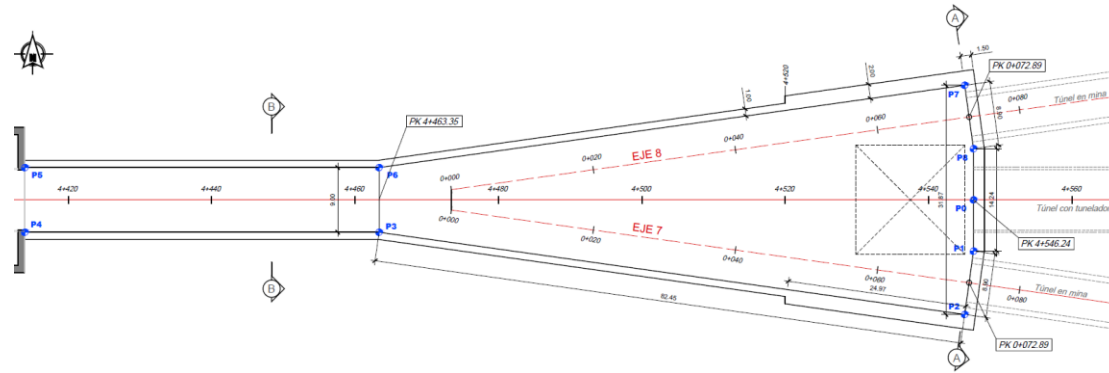


Figura nº 47. Planta Telescopio-1 y PET-2 (Alt. 2-4)

La pared frontal del PK 4+546, 24 se diseñará para permitir la salida de la tuneladora del Contrato 2 en las alternativas 2 y 4 en su parte central, y realizar los emboquilles de los túneles en mina de los ejes 7 y 8 de los ramales de conexión a cocheras.

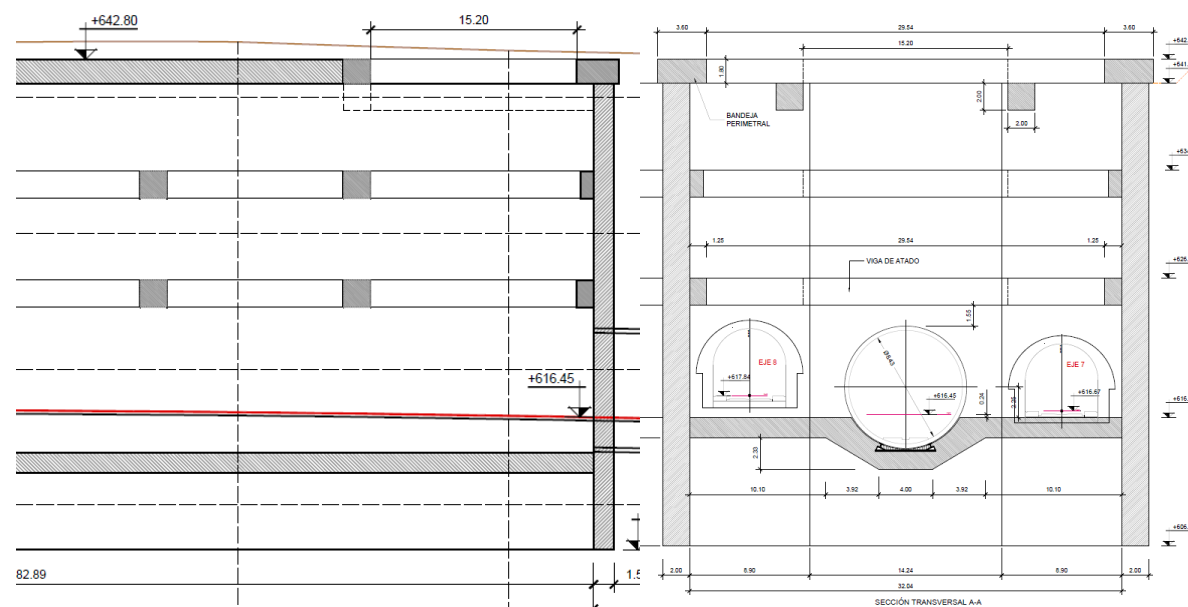


Figura nº 48. Sección transversal y longitudinal Telescopio 1 y PET-2 (Alt. 2-4)

La estructura de la mitad más ancha del telescopio se prevé realizarla con pantallas de 2m de canto. La losa de cubierta, que probablemente será postesada, alojará el hueco de extracción de la tuneladora en su parte más ancha, por lo que necesitará de unas vigas de refuerzo alrededor, que se plantean de 2m de canto.

El pozo tendrá una profundidad de 26m prácticamente constante y dos niveles de acodalamiento intermedios, con una separación vertical entre 7 y 9 m y una disposición en planta que permite

los huecos necesarios para la extracción de la tuneladora. El empotramiento de las pantallas se estima de 8 m.

7.1.7. Telescopio 2 de conexión a cocheras

El telescopio 2 se realizará entre pantallas y constituye la estructura de unión de los ejes 7 y 8 de los ramales a cocheras que salen del telescopio 1.

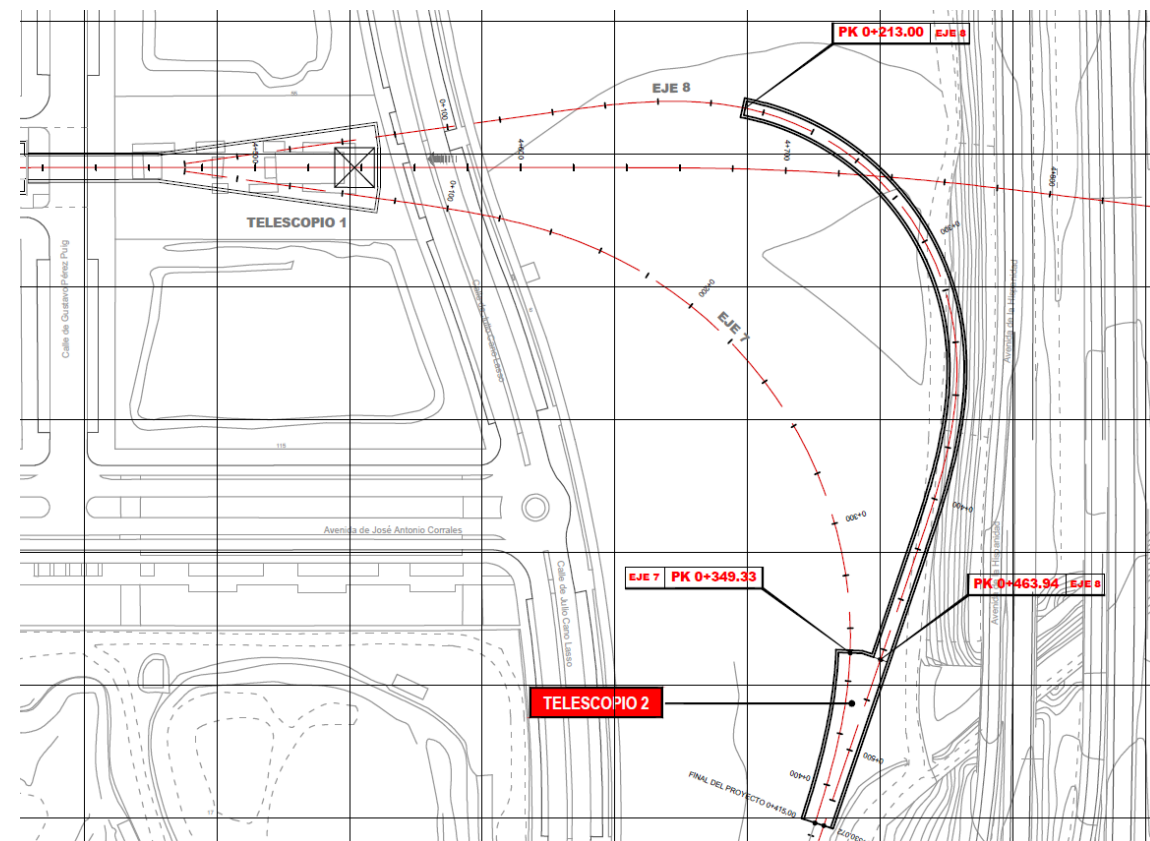


Figura nº 49. Vista en planta de la ubicación de Telescopio 1 y Telescopio 2 y ramales

Como puede verse en las siguientes figuras, el pozo tendrá un desarrollo en planta de 66m y una profundidad máxima de unos 20m.

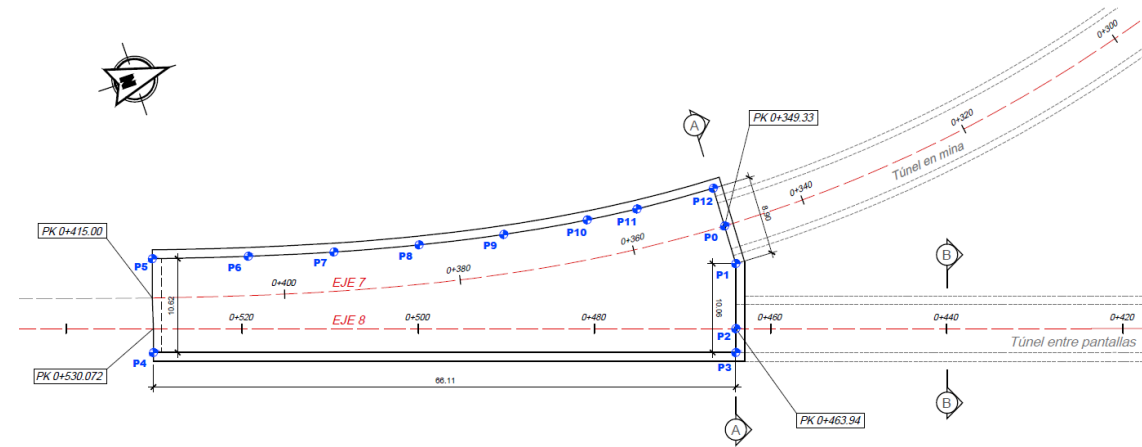


Figura nº 50. Vista en planta Telescopio 2

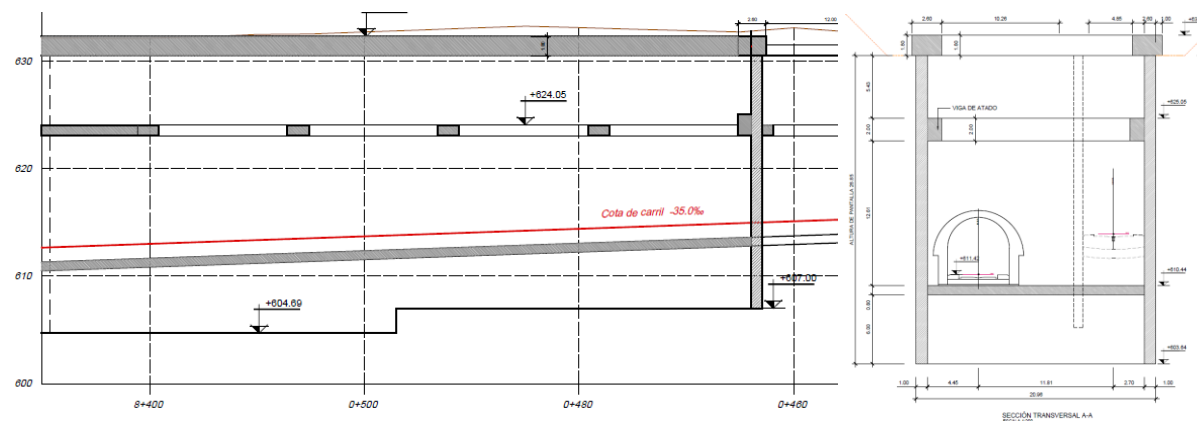


Figura nº 51. Sección transversal y longitudinal Telescopio 2

La pantalla frontal alojará el emboquille del túnel en mina y se tendrá que calcular para la conexión con el ramal entre pantallas del eje 8.

Se prevé un nivel de acodalamiento intermedio y un empotramiento de las pantallas de 6m.

7.2. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

7.2.1. Pozo de ataque PAT-1 (Alternativas 2-4)

Al ser coincidente el pozo de introducción de la tuneladora con la estación Hospital Zandal, el procedimiento de ejecución de la estación será diferente al que se emplea en otro tipo de estaciones.

- Reposición de servicios afectados
- Excavación previa y acondicionamiento de la plataforma de trabajo para caja de estación.

- Ejecución de muros-guía de las pantallas
- Excavación y hormigonado de pantallas
- Ejecución de pilas - pilote
- Ejecución de la viga de atado de pantallas
- Excavación hasta nivel de losa de cubierta, dejando la ventana para poder realizar el montaje de la tuneladora, y ubicar la cinta para extracción de material a las zonas de acopio hasta traslado a vertedero.
- Excavación de entreplantas, hormigonando la misma área que se hormigona en la losa de cubierta y aplicando el mismo criterio que el descrito anteriormente.
- Las losas que interfieran con el galibo de la tuneladora se dejarán sin hormigonar usando puntales temporales o estampidores, en caso de que sea necesario.
- Excavación hasta losa de fondo o contrabóveda, hormigonado de la misma, en su totalidad, ejecutando los elementos que se prevea incluir en ella.
- Una vez que la tuneladora haya acabado la perforación y se desmonten las instalaciones de la tuneladora en la estación, se cimbrarán de abajo hacia arriba todas aquellas losas que no se hayan ejecutado en las fases anteriores. Algunas losas embeberán los estampidores que se ejecutaron con anterioridad.
- Se concluye la estructura de la estación con la impermeabilización de la cubierta y el posterior relleno de tierras.

7.2.2. Pozos de extracción PET-1 (Alternativas 1-3 y 2-4)

En el caso del pozo de extracción, el método constructivo será la ejecución del pozo mediante pilotes secantes siguiendo el proceso siguiente:

- Desvío de servicios y preparación de la zona de trabajo
- Excavación hasta la cota inferior de las riostras superiores y ejecución de los muretes guía
- Ejecución de los pilotes sin armado.
- Ejecución de los pilotes armados secantes a los anteriores una vez estos han conseguido la resistencia requerida.
- Repicado de la parte superior de la pantalla y ejecución del marco superior de riostras.
- Excavación hasta nivel inferior de estampidores/puntales y ejecución del mismo
- Repetir el proceso con todos los niveles de estampidores.
- Excavación hasta losa inferior y ejecución de la misma incluyendo la estructura de apoyo de tuneladora.

7.2.3. Pozos de ataque y telescopios

El procedimiento de ejecución de los pozos entre pantallas será el siguiente.

- Reposición de servicios afectados
- Excavación previa y acondicionamiento de la plataforma de trabajo para caja del pozo.
- Ejecución de muros-guía de las pantallas
- Excavación y hormigonado de pantallas
- Ejecución de la viga de atado de pantallas
- Excavación hasta nivel de losa de cubierta, dejando las ventanas necesarias para poder realizar el montaje y/o la extracción de la tuneladora, y ubicar la cinta para extracción de material a las zonas de acopio hasta traslado a vertedero.
- Excavación de entreplantas y realización de estampidores.
- Preparación de emboquille con ejecución de paraguas de micropilotes y viga de atado.
- Excavación hasta losa de fondo o contrabóveda, hormigonado de la misma, en su totalidad, ejecutando los elementos que se prevea incluir en ella.
- Una vez que la tuneladora haya acabado la perforación y se desmonten las instalaciones de la tuneladora en la estación, se concluye la estructura completando la losa de cubierta y su impermeabilización y el posterior relleno de tierras.

Una vez cumplida la construcción del túnel, se desmonta y extrae la máquina tuneladora. El desmontaje y extracción en el denominado “pozo de extracción”. El “pozo de extracción” y su entorno requieren una ocupación mucho menor pues no necesita espacio de acopio de materiales, solamente el necesario en el fondo del pozo para el desmontaje progresivo de la máquina según va asomando a la vertical del pozo y para su izado posterior. En superficie, el espacio necesario para el posicionamiento de la grúa y el estacionamiento de los camiones de transporte de las piezas desmontadas a su destino.

7.2.4. Excavación con tuneladora

El trabajo de la tuneladora exige unas infraestructuras de obra civil e instalaciones que permitan:

- Montar la tuneladora y posicionarla para atacar la perforación de túnel.
- Suministrar la energía necesaria para el trabajo de la máquina de perforación.
- Acopiar y aprovisionar continuamente a la máquina de los materiales necesarios para construir el túnel: dovelas prefabricadas, mortero de relleno del trasdós de dovelas, espumas para fluidificación de tierras excavadas, etc.
- Aportar la ventilación necesaria para mantener condiciones de salubridad a los trabajadores dentro del túnel
- Dotar a la tuneladora de una estructura reacción que permita perforar los primeros metros de túnel. (una vez alcanzada una longitud mínima, resulta superflua pues la reacción la ejerce el rozamiento con el terreno del tramo de túnel ya construido)
- Acopiar provisionalmente y evacuar los terrenos excavados



APÉNDICE