

## CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DEL AVE EN GIRONA

**Víctor PUJOL BALDELLOU**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
BRIDGE TECHNOLOGIES, SL  
INGENIERO

[Victor.Pujol@btechno.es](mailto:Victor.Pujol@btechno.es)

**Joan TOMÁS ACOSTA**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
BRIDGE TECHNOLOGIES, SL  
INGENIERO

[Joan.Tomas@btechno.es](mailto:Joan.Tomas@btechno.es)

**Caterina RAMOS MORENO**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
BRIDGE TECHNOLOGIES, SL  
INGENIERO

[Caterina.Ramos@btechno.es](mailto:Caterina.Ramos@btechno.es)

**Gonzalo RAMOS SHNEIDER**

DR. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
UPC

CATEDRÁTICO

[gonzalo.ramos@upc.edu](mailto:gonzalo.ramos@upc.edu)

**Ángel APARICIO BENGOCHEA**

DR. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
UPC

CATEDRÁTICO

[angel.carlos.aparicio@upc.edu](mailto:angel.carlos.aparicio@upc.edu)

### RESUMEN

La futura estación de la línea de alta velocidad española en Girona se trata de un recinto de pantallas de aproximadamente 600 metros de longitud, 55 metros de ancho y una profundidad de excavación de unos 25 metros. La sección transversal alberga una estación de autobuses y dos plantas de aparcamiento de vehículos, además de la estación de alta velocidad, constituyendo una estación intermodal. Los diferentes forjados se apoyan en las pantallas exteriores y en las pilas-batache de la zona central de la estación. Por motivos constructivos, la tuneladora que realiza el túnel previo y posterior a la estación debe pasar por ésta cuando aún no ha finalizado su ejecución. Es por ello que se realiza una pantalla de pilotes en la alineación de las pilas-batache con el objetivo de excavar únicamente la parte central desde la cota del forjado de parking superior y de este modo no retrasar la obra con el paso de la tuneladora.

**PALABRAS CLAVE:** estación, pantallas, pilotes, pilas-batache, proceso constructivo, estación, construcción, hormigón, pretensado, contrabóvedas.

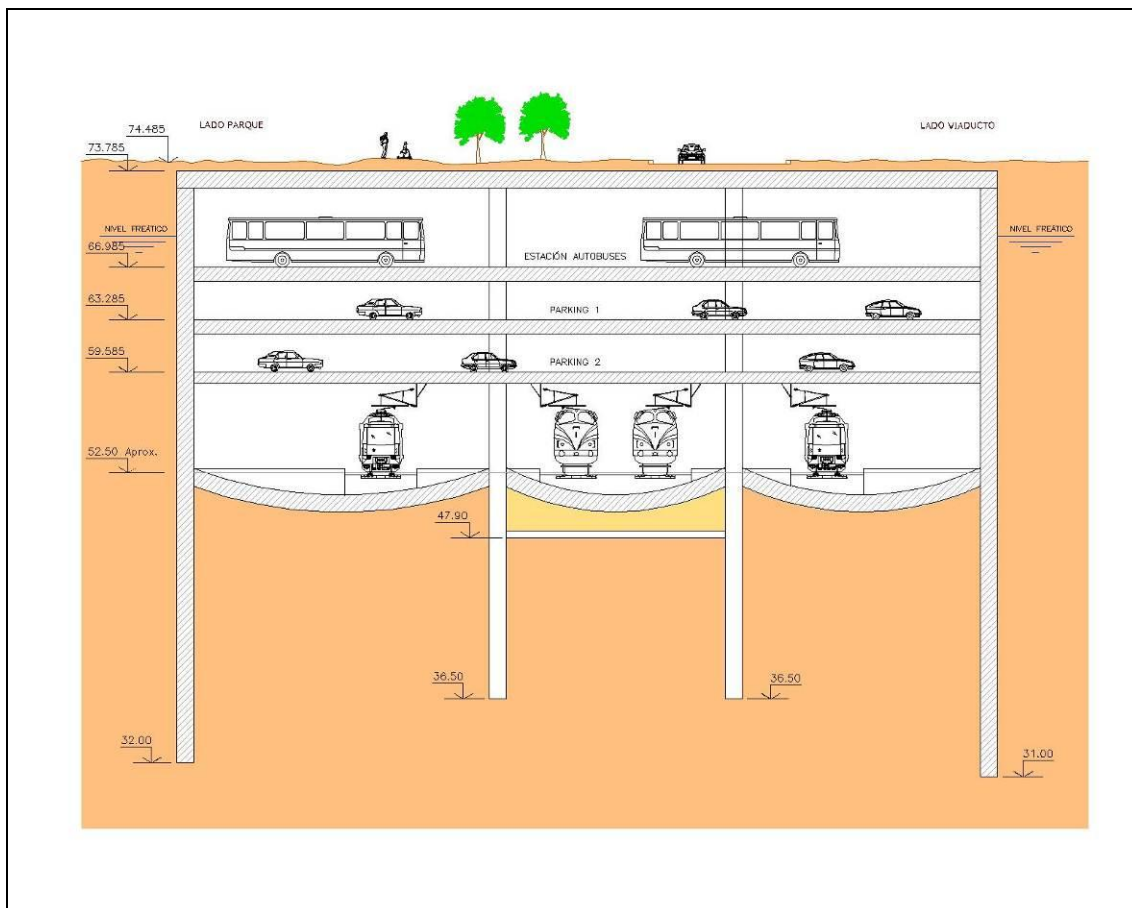
## 1. Introducción

La futura estación de la línea de alta velocidad española en Girona se trata de un recinto de pantallas de aproximadamente 600 metros de longitud, 55 metros de ancho y una profundidad de excavación de unos 25 metros.

La estación se orienta de norte a sur alineada con el actual viaducto de la línea de ferrocarril de RENFE. La distancia entre las zapatas del viaducto y la alineación de las pantallas es en algunas zonas de tan solo 5 metros.

La geología de la zona está compuesta por una capa superficial de rellenos antrópicos, una capa de gravas y bolos y capas alternadas del plioceno granular o cohesivo. El nivel freático se encuentra a unos 5 metros de la superficie.

Durante su ejecución se han planteado algunas modificaciones dando lugar a la sección transversal que se muestra en la figura 1. Así, la estación alberga una estación de autobuses y dos plantas de aparcamiento de vehículos, además de la estación de alta velocidad, constituyendo una estación intermodal.



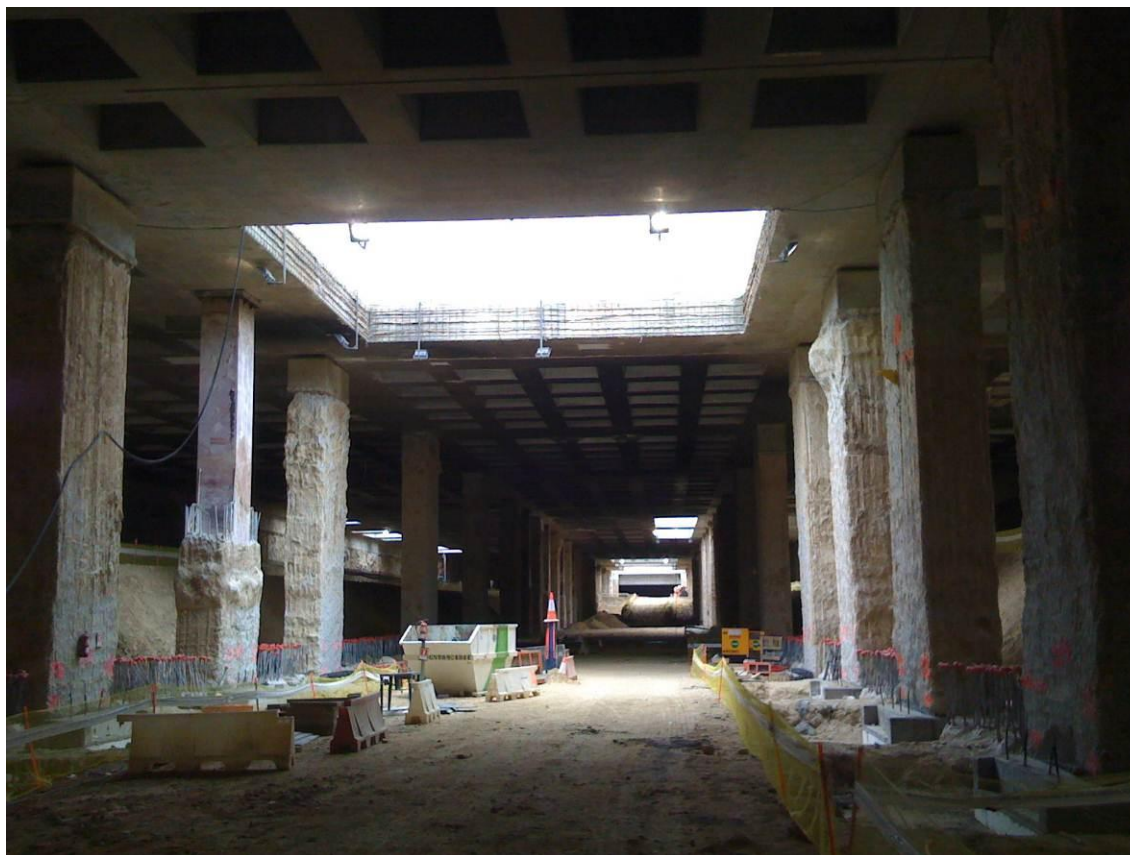
**Figura 1: Nueva sección transversal de la estación de LAV de Girona.**

Los diferentes forjados se apoyan en las pantallas exteriores y en las pilas-batache de la zona central de la estación dando lugar a tres recintos o vanos: el recinto lado parque, el recinto lado viaducto y el recinto central.

Por motivos constructivos, la tuneladora que realiza el túnel previo y posterior a la estación debe pasar por ésta cuando aún no ha finalizado su ejecución. Es por ello que se realiza una pantalla de pilotes en la alineación de las pilas-batache con el objetivo de excavar únicamente la parte central desde la cota del forjado de parking superior y de este modo no retrasar la obra con el paso de la tuneladora. Posteriormente se excavan los recintos laterales.

La pantalla de pilotes ejecutada para la situación provisional del paso de la tuneladora se demuele hasta la cota inferior de las contrabóvedas anclando los pilotes a éstas con el objetivo de resistir por fuste parte de la subpresión correspondiente a los 20 metros de columna de agua.

En la fotografía 1 se muestra una fotografía de la situación de la obra en agosto de 2010



**Fotografía 1: Situación de la obra en agosto de 2010.**

Entre los elementos singulares, que se resaltarán en la comunicación, están, las pilas-bataches interiores, en hormigón armado y mixtas, los grandes forjados de cubierta, la resolución de la elevada subpresión en contrabóvedas, etc.

## **2. Procedimiento constructivo de la estación.**

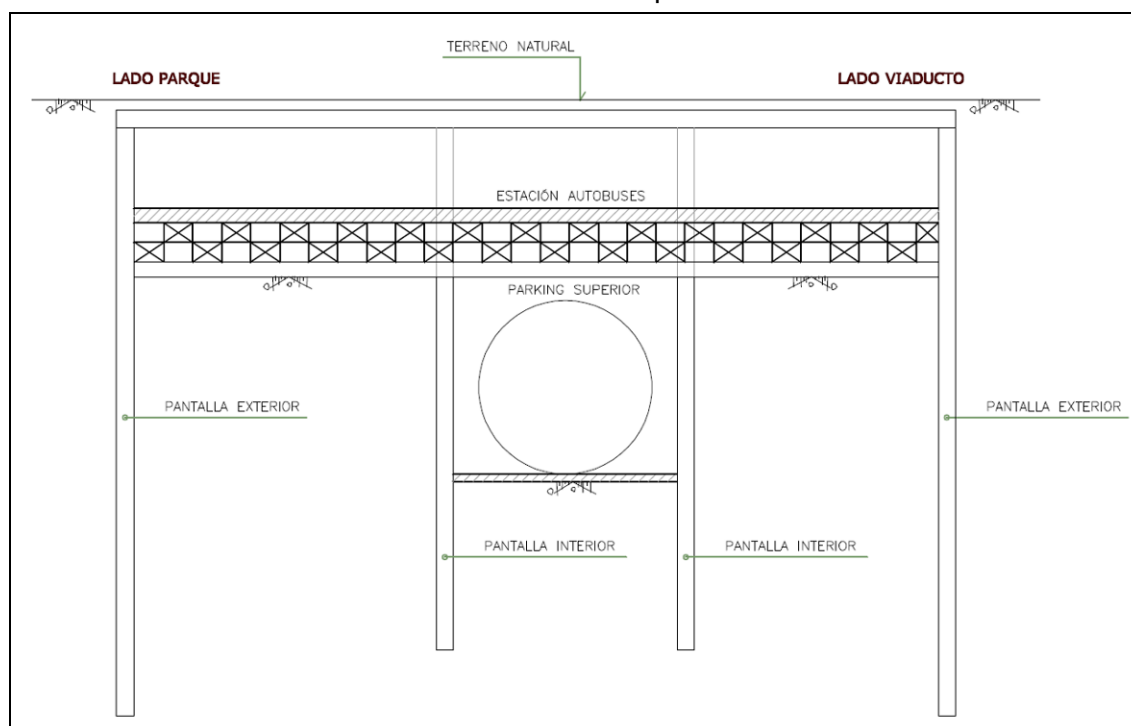
La línea de alta velocidad en su paso por Girona, se realiza mediante un túnel ejecutado con tuneladora tipo EPB debido a la geología de la zona. Ésta debe interrumpir su ejecución del túnel en la zona de la estación, en la que se han dispuesto un corralito en la entrada y otro en la salida de la estación para que la máquina pueda perder la presión del frente al llegar a la estación por el sur y ganar presión en el frente en la salida de la estación por el norte.

El procedimiento constructivo de la estación se ha adecuado a la urgencia del paso de la tuneladora por la estación parcialmente excavada con el objetivo de que el túnel se ejecute lo más rápido posible y se acabe de excavar la estación mientras termina la segunda parte del túnel en su paso por la ciudad de Girona.

En el momento de ejecutar las pantallas exteriores de la estación y las pilas-batache desde la plataforma de trabajo, se realiza una pantalla de pilotes en la alineación de las pilas-batache.

Posteriormente se realiza la cubierta de la estación sobre el terreno y una vez endurecida se excava por debajo de ésta en un primer momento unos 5 metros y medio hasta la cota del forjado de autobuses y a posteriori (una vez observada la mejora de los parámetros geológicos respecto a los parámetros que se tenían de los ensayos del proyecto) se excava unos 4 metros más hasta la cota del forjado de parking superior. A medida que progresa en la excavación se demuelen los pilotes de la pantalla interior hasta dejarlos a la cota del forjado de parking superior.

En este momento de la excavación se ejecuta la totalidad del forjado de parking superior en su sección transversal y una vez endurecido se procede a la excavación únicamente del recinto central de la estación para realizar la solera de fondo y la cuna para el paso de la tuneladora. En esta fase de obra se ejecuta el forjado de la estación de autobuses cimbrado sobre el forjado de parking superior. En la figura 2 se muestra esta situación de la obra y en la fotografía 2 se muestra una vista de esta fase desde el recinto central de pantallas.



**Figura 2: Fase de paso de la tuneladora por el recinto central de la estación.**





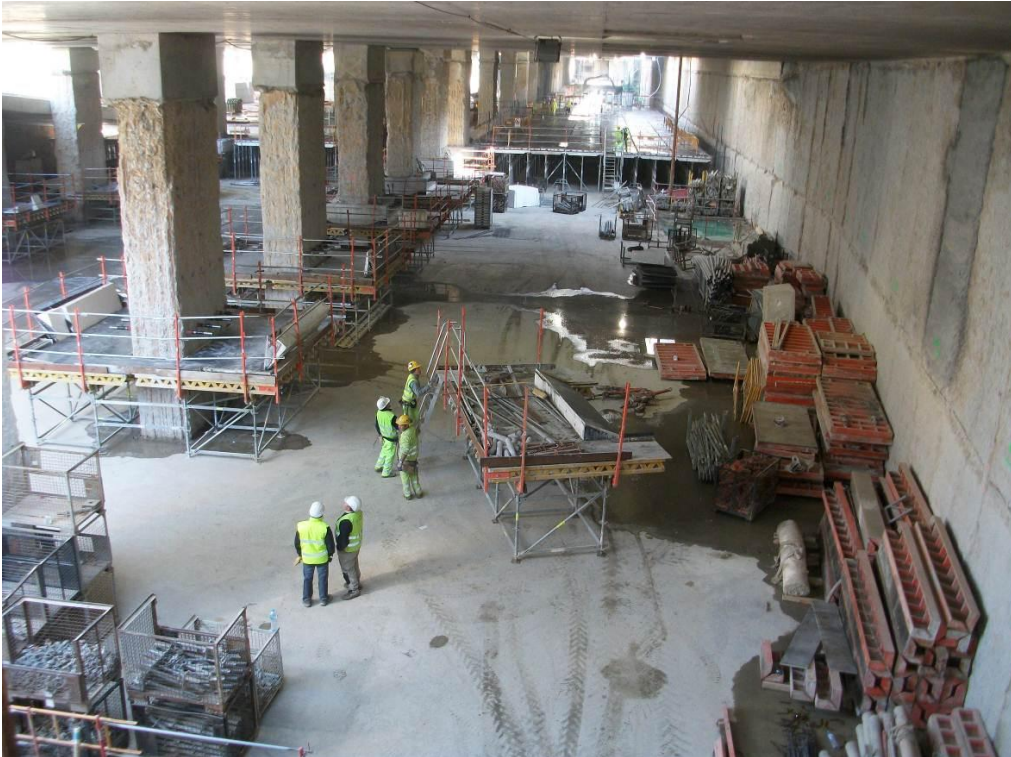
**Fotografía 2: Vista del túnel central con la tuneladora al fondo arrastrándose por la cuna en construcción justo por delante de ésta.**

En la fotografía 3 se muestra otra imagen de la estación en esta misma fase de construcción en la que puede observarse los múltiples agujeros que hay en los forjados y la cubierta destinados a los accesos a la futura estación.



**Fotografía 3: Vista de la estación desde el forjado de parking superior en la que se ve el back-up de la tuneladora pasando por el recinto central de pantallas de pilotes y en el que se pueden observar los múltiples agujeros destinados para los accesos de la estación.**

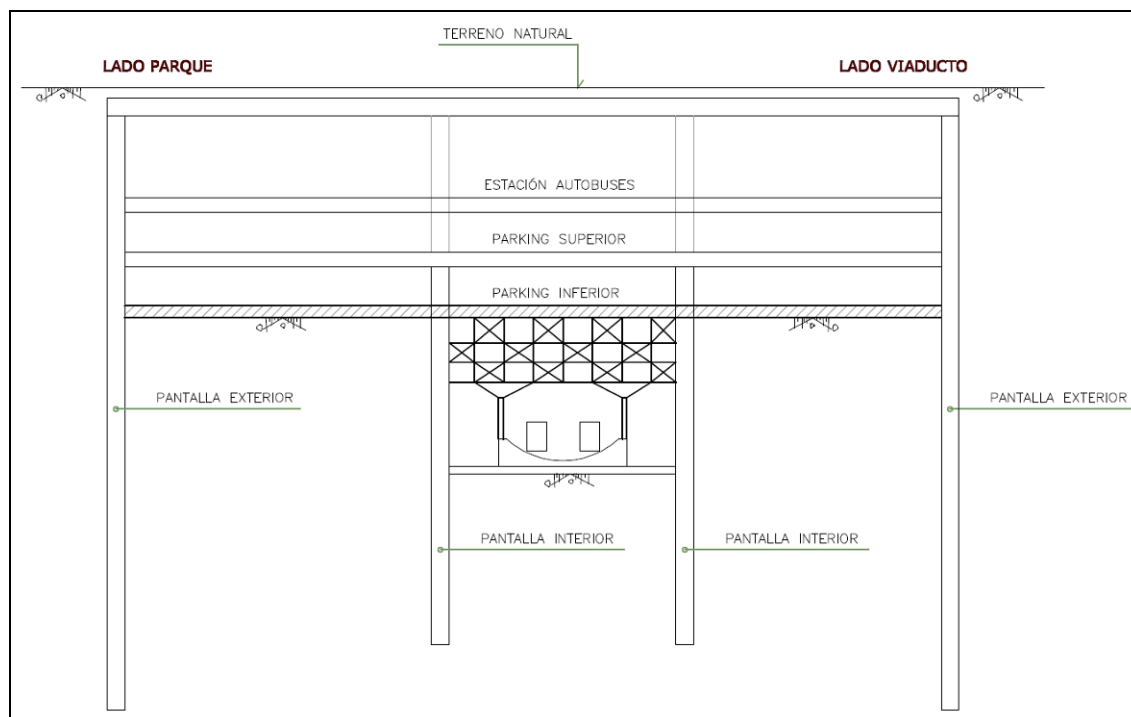
En la fotografía 4 se muestra la ejecución del forjado de autobuses cimbrado sobre el forjado de parking superior, que es la fase constructiva de la estación en abril de 2011.



**Fotografía 4: Vista del forjado de autobuses cimbrado sobre el parking superior.**

Mientras la tuneladora atraviesa la estación avanzando ella misma mediante la colocación de únicamente 2 dovelas encima de la cuna y ya se ha ejecutado el forjado de autobuses en su totalidad, es posible proceder a la excavación de los recintos laterales hasta llegar a la cota del parking inferior, excavación de unos 3 metros y medio.

En esta fase de la ejecución de la estación es posible ejecutar los vanos laterales del forjado de parking inferior y completar el forjado en su parte central mediante carros de encofrado a la vez que se ejecuta el túnel y por lo tanto está en pleno funcionamiento la cinta de extracción de tierras así como el suministro de dovelas y mortero al frente del túnel. En la figura 3 se muestra esta fase de la ejecución de la estación.



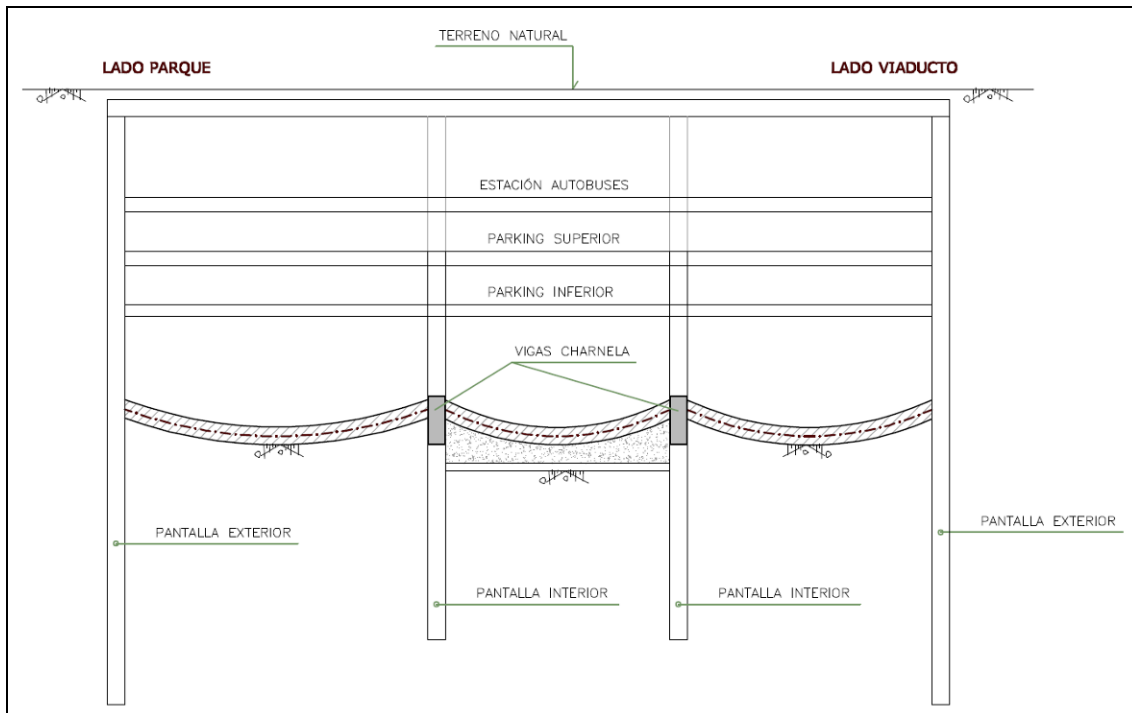
**Figura 3: Fase de ejecución del forjado de parking inferior.**

En esta fase de ejecución se debe asegurar el arriostramiento del pilote a la cota del forjado de parking inferior puesto que han de demolerse parcialmente los pilotes para poder pasar la armadura del forjado de parking inferior.

Posteriormente se excavan los recintos laterales hasta pocos metros de la cota de máxima excavación y una vez finalizada la explotación del túnel es cuando es posible realizar la contrabóveda central sobre tierras y de este modo poder excavar por bataches hasta la cota de máxima excavación en los recintos laterales, cerrando de este modo las tres contrabóvedas.

La unión de la contrabóveda central con las contrabóvedas laterales, tal y como puede verse en la figura 4, debe hacerse mediante una biga charnela que tiene dos objetivos principales: el primero es el de hacer de viga de atado de las contrabóvedas y de todos los pilotes que se han demolido hasta la cota de contrabóveda una vez se han excavado los recintos laterales; y el segundo objetivo es el de traspasar la cantidad de reacción vertical generada por la subpresión en las contrabóvedas que no pueden absorber los pilotes mediante rozamiento a las pilas-batache de la estación.



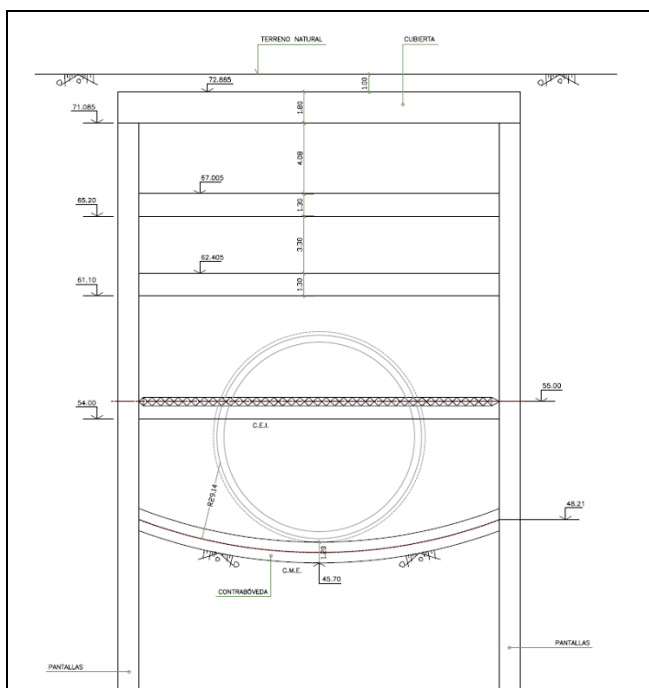


**Figura 4: Fase final de ejecución previa a la retirada del bombeo de la estación.**

### 3. Procedimiento constructivo en telescopios.

Las zonas extremas de la estación en el norte y en el sur se les llaman telescopios por ser una sección de ancho variable que varía entre 30 metros y el estricto para el cale y emboquille de los túneles por el sur y el norte respectivamente.

Tal y como puede verse en la figura 5, no hay pilas intermedias entre las pantallas exteriores. Esta sección está constituida por la cubierta, uno o dos forjados intermedios y la contrabóveda.



**Figura 5: Sección transversal del telescopio.**



El procedimiento constructivo de la estación en la sección de telescopios consiste en una vez ejecutadas las pantallas exteriores ir construyendo los diferentes niveles de forjados a medida que se va excavando para ejecutar éstos sobre el terreno. Para llegar a la cota de máxima excavación es necesaria la colocación de un nivel de apuntalamiento provisional a una cota intermedia tal y como puede verse en la fotografía 5.



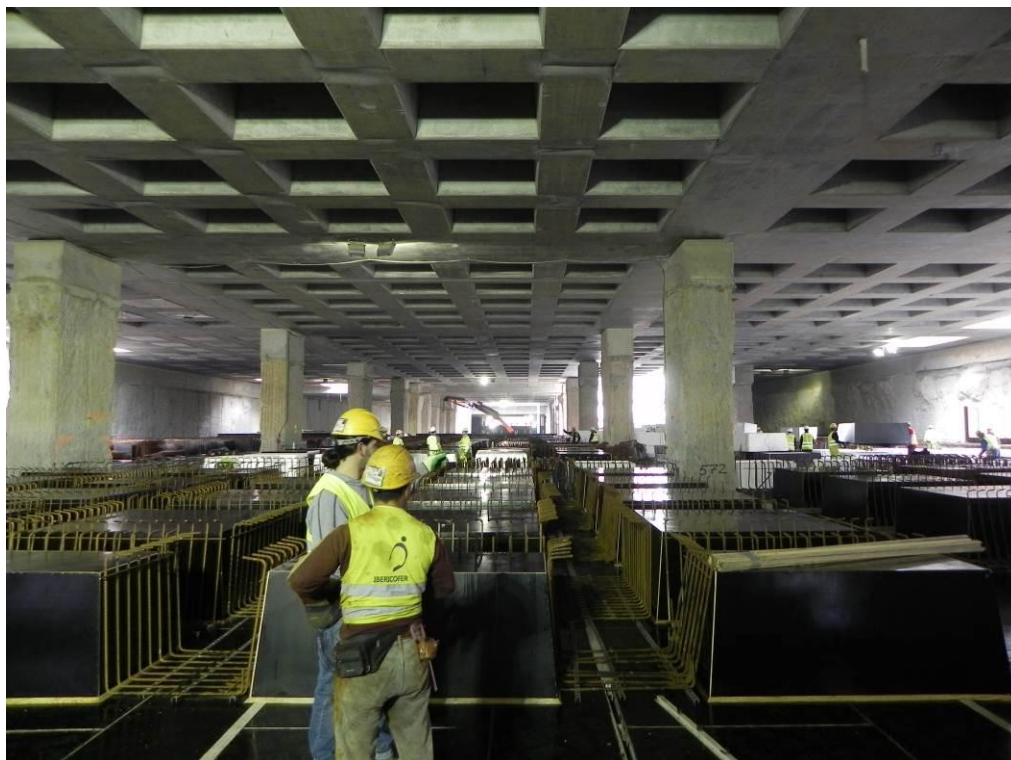
**Fotografía 5:** Vista del telescopio sur de la estación en la fase en la que se está ferrallando la contrabóveda.

#### **4. Tipologías estructurales.**

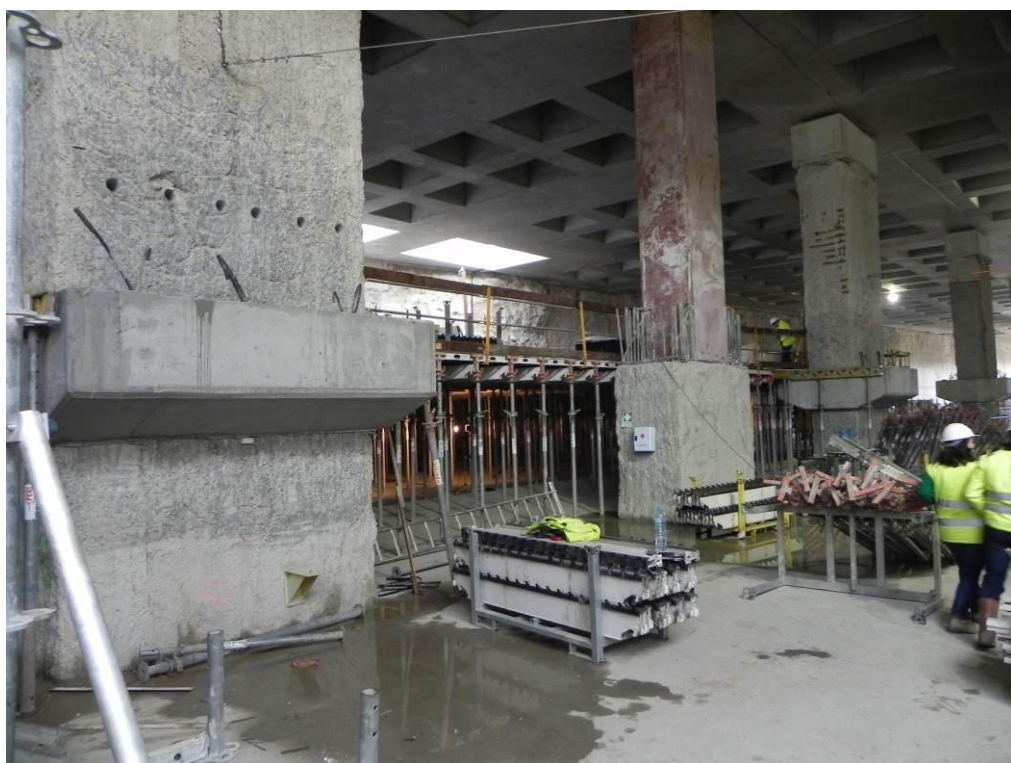
Los forjados de la estación se han realizado de hormigón armado con aligeramientos en forma de casetón de dimensiones en planta de 2x2 metros. Concretamente la cubierta, de canto 1'20 metros, se realiza únicamente con armadura pasiva. Sin embargo, los forjados de autobuses y de parking (de canto 1'00 metros y 0'80 metros el forjado de parking inferior) llevan armadura pasiva y un pretensado mediante cables en las vigas transversales en su unión con las pilas-batache con el objetivo de realizar el mínimo número de perforaciones sobre las pilas-batache.

En fotografía 6 se muestra el encofrado de los forjados con el gran tamaño de los aligeramientos. Para resistir las cargas verticales sobre la pila-batache, es necesario disponer unos capiteles en las pilas-batache de modo que mediante un pretensado en barra es capaz de resistir la reacción vertical nada despreciable debido al canto del forjado, las luces de cálculo y las sobrecargas a tener en cuenta, en especial para la estación de autobuses de  $10 \text{ kN/m}^2$ .

Debido a la funcionalidad necesaria en la estación de autobuses, es necesario disponer pilas-batache mixtas con el objetivo de aumentar en ciertas zonas de la estación la distancia libre entre pilas para el aparcamiento de autobuses. En la fotografía 7 se muestran tanto los capiteles como la pila mixta en situación constructiva.



**Fotografía 6: Encofrado de uno de los forjados de la estación y vista de la cubierta acabada.**



**Fotografía 7: Pila-batache con capitel y pila-batache mixta.**