



TÍTULO DEL CONTRATO:	CONTRACTE D'ASSISTÈNCIA PER A L' "ASSISTÈNCIA TÈCNICA PER A AL CONTROL Y SEGUIMENT DE LA EXECUCIÓ DE LES OBRES DEL PERLLONGAMENT DELS FGC A SABADELL.
TIPO DE PROYECTO:	FERROCARRIL URBANO EN TÚNEL
CLIENTE:	GISA. DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURAS. GENERALITAT DE CATALUÑA (GOBIERNO DE CATALUÑA).
SITUACIÓN:	SABADELL. CATALUÑA. ESPAÑA.
DURACIÓN:	2009 – 2011 (en desarrollo)
PRESUPUESTO DEL CONTRATO:	1.160.000 € (US\$ 1.508.000)
PRESUPUESTO DEL PROYECTO:	236.397.892 € (US\$ 307.300.000)
ACTIVIDADES DESARROLLADAS:	ASESORAMIENTO TÉCNICO PARA INSTRUMENTACIÓN, AUSCULTACIÓN Y CONTROL DE LA EJECUCIÓN DE LOS TÚNELES Y ESTACIONES SUBTERRÁNEAS

1.- Descripción del proyecto.

La ciudad de Sabadell es la capital de la comarca del Vallés Occidental en Cataluña y cuenta con una población de unos 200.000 habitantes. Como capital de la comarca y por su proximidad a Barcelona tiene actividad comercial e industrial notable.

En la actualidad Sabadell tiene una conexión ferroviaria con Barcelona a través de la línea del Ferrocarril de la Generalitat de Cataluña (FGC). Esta línea discurre en superficie y cuenta con dos estaciones en Sabadell (Sabadell Estació y Sabadell Rambla). El trayecto Sabadell – Barcelona es de unos 42 minutos.

Aunque Sabadell tiene ya una buena comunicación por ferrocarril con Barcelona no ocurre lo mismo con las localidades situadas en la periferia de Sabadell. Estas localidades, que también cuentan con una población importante, acuden a Sabadell para poder acceder a Barcelona con mayor facilidad y rapidez.

El proyecto consiste en básicamente en soterrar y prolongar la línea de FC actual, construyendo cinco nuevas estaciones, con un objetivo doble: mejorar la integración urbana del FC y facilitar el acceso al servicio al prolongar la línea y dotarla de nuevas estaciones.

Con la prolongación prevista la actual estación Sabadell Estació se conectará con el centro comercial y financiero de la ciudad, situado en la zona del Eix Macia, con la estación del ferrocarril de Cercanías Renfe de Sabadell Nord y con la zona residencial de Can Oriac. La longitud total de la prolongación es de unos 4,7 km.

Los procedimientos constructivos previstos para la construcción de los túneles y estaciones son los siguientes:

- Tuneladora de tipo EPB (Sabadell Estació and Sabadell Rambla) para la construcción de la mayor parte de los túneles (los túneles son de tipo bitubo).
- Recintos de pantallas (cut & cover), con varios niveles de forjados y losas, para la ejecución de las estaciones y varios tramos del túnel.

El terreno donde se excavan los túneles está constituido por suelos que, desde un punto de vista geotécnico, se han clasificado en los siguientes grupos:



- Cuaternario granular: 20% arcilla, 30% arena y 50% gravas.
- Cuaternario cohesivo: 60% arcilla, 25% arena y 15% gravas.
- Mioceno granular: 25% finos, 52% arenas and 23% gravas.

El túnel se excavará principalmente en la unidad miocena.

2. Principales magnitudes del proyecto

Túnel bitubo con Tuneladora EPB:

- Diámetro interior/exterior de cada tubo: 5,90 / 6,65 m
- Separación mínima entre tubos: 10 m
- Longitud máxima de túnel entre estaciones: 2,1 km.
- Distancia entre galerías transversales de conexión entres tubos: 250 m.
- Profundidad del túnel: 20 a 30 m

Túnel con pantallas:

- Longitud total: 2,48 km

Estación de Can N'Oriach:

- Doble vía con andén central de 120 x 9 m
- Dos niveles de forjados bajo rasante
- Conexión directa con una zona de aparcamiento disuasorio de 400 plazas.

Estación de Plaça Espanya:

- Doble vía con andén central de 120 x 9 m
- Cuatro niveles de forjados bajo rasante, dos de ellos son de parking.
- Conexión con la línea de cercanías de *Renfe* en la estación de Sabadell Nord

Estación de Eix Macia:

- Doble vía con andén central de 115 x 8 m
- Dos niveles de forjados bajo rasante

Estación de Plaça Major:

- Doble vía con andén central de 120 x 8 m
- Cuatro niveles de forjados bajo rasante, dos de ellos son de parking.

Estación de Sabadell:

- Tres vías con dos andenes de 120 m de longitud
- Sustituye a la actual estación en superficie

3. Retos Técnicos del Proyecto.

Los métodos de construcción elegidos, por su naturaleza subterránea, permiten minimizar la interferencia de las obras con el ritmo de la ciudad. Al desarrollarse la totalidad del proyecto en un entorno densamente urbanizado este aspecto ha sido determinante para su elección.



La construcción de los túneles presenta sin embargo el inconveniente de que puede producir asentamientos y distorsiones en los edificios, servicios o infraestructuras situados en las cercanías de la traza y estos a su vez provocar daños en los mismos.

Por este motivo, en estas obras subterráneas, es fundamental medir los movimientos inducidos en superficie, o subsidencias, con el fin de comprobar que en todo momento se encuentran por debajo de los valores previstos y en caso contrario para implementar las medidas correctoras que sean necesarias. La determinación de los valores previstos y los admisibles para cada edificio, la elección del tipo de instrumentación a instalar, la situación de la misma, la frecuencia de lectura, el método de lectura, la precisión a alcanzar con las mediciones, las acciones a llevar a cabo de superación de los umbrales admisibles, etc. normalmente viene establecidos en el denominado Plan de Auscultación.

El reto técnico que GINPROSA afronta en este proyecto es conseguir que el Plan de Auscultación se redacte con el alcance y definición necesarios para la problemática real que se plantea y que luego se lleve a cabo correctamente. Para ello GINPROSA actúa:

- como Asesor de la Dirección de Obra, de la empresa constructora y de la empresa adjudicataria de la de supervisión y control de las obras
- como Dirección de Obra controlando, de una forma independiente, el trabajo de la contrata y la empresa de supervisión y control

El objetivo de todo ello es reducir al mínimo la probabilidad de que se causen daños en los edificios, servicios e infraestructuras situados en el entorno de la obra.

4.- Soluciones Propuestas

GINPROSA ha jugado un papel fundamental en la selección de los métodos empleados para realizar la medición de las subsidencias. La experiencia de GINPROSA en trabajos similares le ha permitido establecer métodos y procedimientos de medición con los que se han alcanzado precisiones de tipo submilimétrico (de 0,2-0,3 mm) con costes de implementación reducidos.

Los edificios situados cerca de la traza del túnel se controlan mediante nivelación de precisión. Se aplican métodos similares a los utilizados en la Jubilee Line Extension (Londres) aunque mejorados y complementados con nuevos procedimientos. Las mejoras introducidas consisten en el establecimiento de procedimientos más rigurosos de medición, la duplicación de ciertas medidas cruzando itinerarios de medición con el fin de dar al conjunto de datos grados de libertad adicionales. Estos grados de libertad permiten, mediante algoritmos numéricos de minimización de errores, determinar objetivamente y sistemáticamente la calidad de las mediciones.

El método de auscultación propuesto ha permitido controlar la evolución diaria de las subsidencias transversales y longitudinales con una precisión de 0,30 mm. Adicionalmente, por la buena calidad de los datos obtenidos durante la ejecución de los primeros tramos de túnel, se ha conseguido el ajuste de los parámetros de comportamiento geotécnico del terreno y con ello la optimización de los procedimientos constructivos. Todo ello ha redundado en la disminución de los costes de auscultación y de la ejecución de las obras.









