



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior
de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN SANT FELIU DE LLOBREGAT. ALTERNATIVA DEPRIMIDA.

GEOLOGÍA Y ESTUDIO DE MATERIALES PARA OBRA, GEOTECNIA,
ESTRUCTURAS, PLAN DE OBRA, PLANOS CORRESPONDIENTES, PLIEGO
Y PRESUPUESTO.

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Civil

AUTOR: *Álvaro Rubén Serrano Chacón*

TUTOR: *D. Ricardo Insa Franco*

CURSO ACADÉMICO: 2013/14

FECHA DE PRESENTACIÓN: Junio 2014

TOMO I / II: Memoria y anejos.

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA.

AUTORES:

BONO MATA, Inés

FERNÁNDEZ GONZALVO, Miriam Inmaculada

SERRANO CHACÓN, Álvaro Rubén

ÍNDICE

	Pág.		
1.		ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS.....	3
2.		OBJETO DEL PROYECTO Y SOLUCIÓN ADOPTADA.....	3
	2.1	Situación actual	
	2.2	Objeto del proyecto	
	2.3	Alcance del proyecto	
	2.4	Justificación de la solución adoptada	
3.		DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
	3.1	Descripción general	
	3.2	Geología. Estudio de materiales	
	3.3	Climatología e hidrología	
	3.4	Tráfico	
	3.5	Geotecnia	
	3.6	Drenaje	
	3.7	Trazado geométrico	
	3.8	Estructuras	
	3.9	Vía	
	3.10	Firmes y pavimentos	
	3.11	Edificio apeadero	
	3.12	Situaciones provisionales	
	3.13	Reposición de servidumbres	
	3.14	Servicios afectados	
	3.15	Expropiaciones	
	3.16	Justificación de precios	
	3.17	Obras complementarias	
4.		CONDICIONES CONTRACTUALES.....	13
	4.1	Plazo de ejecución	
	4.2	Plan de obra	
	4.3	Recepción de la obra y periodo de garantía	
5.		DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO.....	13
6.		CONCLUSIONES.....	15

1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

La integración del ferrocarril en Sant Feliu de Llobregat ha venido siendo objeto de estudio por diferentes Organismos a lo largo de muchos años.

Con fecha 29 de Julio de 1998 se aprobó, por parte de la Secretaria de Estado del Ministerio de Fomento, la "Orden de Estudio para la elaboración de estudios técnicos relativos a la integración del ferrocarril en Sant Feliu de Llobregat (Barcelona)". En ella se define el alcance, estableciendo una primera fase de estudio de soluciones, para después, y una vez seleccionada la alternativa idónea, proceder a desarrollarla a nivel de proyecto constructivo.

Con fecha 27 de Octubre de 1998 se realizó el Concurso Público para la adjudicación de la Asistencia Técnica para la redacción de los citados estudios, una vez que ya habían sido redactados y aprobados los Pliegos de Cláusulas Administrativas Particulares y de Prescripciones Técnicas Particulares aplicables al mismo. Del resultado del citado concurso fue adjudicada a Euroestudios, S.A. la Asistencia Técnica con fecha 7 de Diciembre de 1998, y firmado el contrato el día 29 del mismo mes.

Con motivo del inicio de los trabajos y por parte de la Dirección del Estudio, se solicitó a Renfe la elaboración del correspondiente "Proyecto Funcional", en el que se recogen las actuaciones necesarias y los requisitos que deben cumplirse, todo ello desde su perspectiva como empresa gestora de la infraestructura. El citado Proyecto Funcional se redactó en Mayo de 1999.

A 2 de Enero de 2001 la Dirección General de Ferrocarriles a través de la Secretaría de Estado de Infraestructuras del Ministerio de Fomento redacta una nueva aprobación de orden de estudio de proyecto: "Integración del Ferrocarril en Sant Feliu de Llobregat".

En relación con el estudio de soluciones técnicas del soterramiento hay que señalar las siguientes:

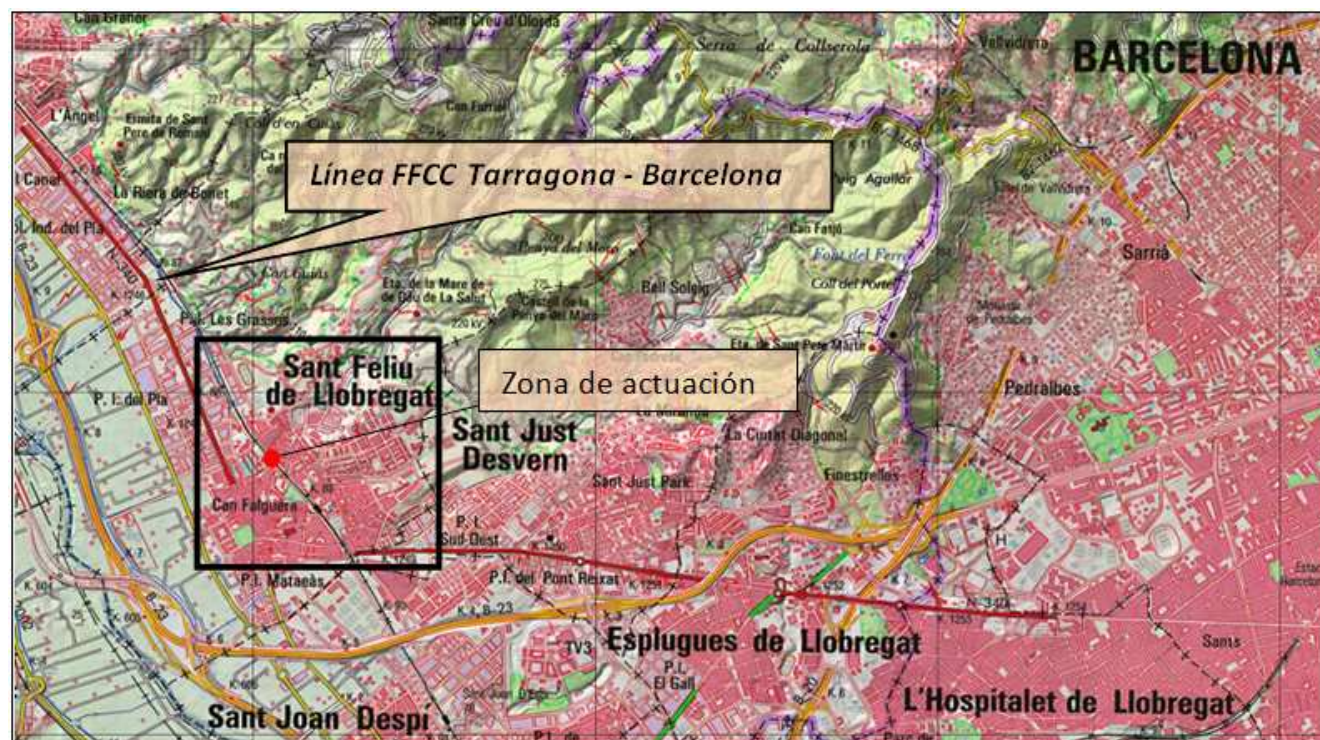
- Estudio comparativo de soluciones (1981). Dirección General de Transportes de la Generalitat de Catalunya (estudia tres soluciones: soterramiento, creación de pasos inferiores, y la solución elevada).
- Proyecto de soterramiento (1985). Dirección General de Transportes de la Generalitat de Catalunya (desarrolla una solución semisoterrada).

- Anteproyecto de soterramiento (1989). Redactado por INECO para Renfe (no contempla la velocidad de 160 km/h, y en la estación se plantean 4 vías con andenes de 400 m de longitud. Se le achaca no haber considerado suficientemente los aspectos urbanísticos).
- Anteproyecto de Soterramiento del ferrocarril en Sant Feliu de Llobregat (1994) redactado por el Ayuntamiento de San Feliu de Llobregat.
- Estudio de integración urbana del ferrocarril en Sant Feliu de Llobregat (1995). Dirección General de Actuaciones concertadas en las ciudades (MOPTMA).
- Problemas y oportunidades de integración urbana de los trazados ferroviarios (noviembre de 1996). Ministerio de Fomento. Secretaria de Estado de Infraestructuras y Transportes (proponía una solución semielevada).
- Proyecto de Trazado del Soterramiento de la vía del tren en Sant Feliu de Llobregat (enero de 1997). Ayuntamiento de Sant Feliu de Llobregat (desarrolla la solución del soterramiento a escala 1:500).
- Estudio del Soterramiento del Ferrocarril y renovación urbana en Sant Feliu de Llobregat (Documento Provisional, 1997). Barcelona Regional junto con el Ayuntamiento (se plantea desde una óptica prioritaria de la ordenación urbana, buscando un máximo aprovechamiento de las superficies liberadas para su edificación).
- Estudio sobre la integración del Ferrocarril en zonas urbanas. Informe de Sant Feliu de Llobregat (1998). Ministerio de Fomento.
- Estudio técnico relativo a la integración del ferrocarril en Sant Feliu de Llobregat. Estudio de alternativas (noviembre 1999). Ministerio de Fomento.
- Proyecto constructivo de integración del Ferrocarril en Sant Feliu de Llobregat (2000).

2. OBJETO DEL PROYECTO Y SOLUCIÓN ADOPTADA

2.1 Situación actual

Sant Feliu de Llobregat es una población del Área Metropolitana de Barcelona y de la comarca del Baix Llobregat, que mantiene una intensa relación con otros municipios y fundamentalmente con la ciudad de Barcelona, por lo cual, el ferrocarril es un importantísimo medio de transporte para sus habitantes. Dispone de una población aproximada de 43.000 habitantes, teniendo previsto un gran crecimiento en virtud de las nuevas actuaciones urbanísticas en marcha.



En la actualidad, la línea ferroviaria Tarragona – Barcelona (por Villafranca del Penedés) discurre a lo largo de todo el núcleo urbano de la ciudad de Sant Feliu de Llobregat generando una barrera que afecta a la conectividad y la calidad de vida de los ciudadanos de esta localidad. En este sentido, cabe señalar especialmente la existencia de un paso a nivel, a la altura de P/ Compte de Vilardaga, que actualmente reviste una alta peligrosidad para peatones y vehículos.

La estructura de la población se halla dividida aproximadamente por la mitad, quedando unos 26.000 habitantes en la zona superior a la vía (lado montaña), y el resto, 17.000 en el lado inferior (lado río).

Las comunicaciones entre ambos lados son claramente deficientes, y son las siguientes:

- Paso inferior de la carretera de Sansón (P.K. 88+310).
- Pasarela peatonal sobre las vías (P.K. 88+510).
- Paso inferior de gálibo reducido (P.K. 88+710).
- Pasarela peatonal sobre las vías (P.K. 88+890). Dada la altura que es preciso superar, y al estar junto al paso a nivel, prácticamente no es utilizada.

- Paso a nivel con barreras (P.K. 88+900). Permite el tráfico peatonal y rodado en ambos sentidos, si bien, dada la gran frecuencia de circulación, ocasiona numerosos momentos de congestión.
- Paso inferior peatonal de conexión entre andenes (P.K. 89+060). No sirve a la ciudad, al ser interior a las instalaciones de la estación.
- Doble paso inferior de gálibo reducido (P.K. 89+200). Permite el tráfico alternativo de vehículos ligeros por uno de los lados, y el peatonal por el otro.
- Pasarela peatonal sobre las vías (P.K. 89+440).
- Cruce de la N-340 sobre las vías (P.K. 89+590).
- Cruce de un camino sobre el ferrocarril (89+630).

Del análisis de la exhaustiva relación anterior se observa que para la población de Sant Feliu de Llobregat, los cruces de los extremos, carretera de Sansón y N-340, son los únicos completamente válidos. Todos los demás resultan insuficientes, son sólo peatonales o son el resultado de aprovechar viejas obras de drenaje del ferrocarril para el cruce por debajo de las vías.

En otro orden de cosas, existe una red de drenaje y saneamiento que supone un fuerte condicionante de cara al planteamiento de soluciones. De esta forma, los principales cauces que atraviesan ortogonalmente a la línea del ferrocarril, se sitúan en la Riera de la Salut, C/ Verge de Montserrat, C/ Terrisser, y, finalmente, la Riera Pahissa. Cada uno de ellos tiene su peculiaridad, y en todos los casos existe un encauzamiento o colector que recoge los caudales hasta un determinado volumen, insuficiente en general si se consideran los criterios de diseño que se emplean en la actualidad.

En relación con el ferrocarril, la línea está tipificada como tipo A, y dispone de vía convencional doble electrificada, con trazado correspondiente a velocidad de 140 km/h, si bien existen dos limitaciones a 120 y 130 km/h por motivos del trazado en planta.

La estación de Sant Feliu es actualmente un apeadero y está gestionada por la U.N. de Cercanías, contando con andenes de 0,68 m de altura sobre el carril, y longitud mayor de 240 m, comunicados entre sí por un paso inferior peatonal.

2.2 Objeto del proyecto

El presente proyecto de construcción tiene como objeto la definición de las obras y de los bienes y derechos afectados por las mismas, que serán necesarias realizar para la ejecución de la integración urbana de la línea férrea Tarragona - Barcelona - Francia a su paso por el término municipal de Sant Feliu de Llobregat, en la provincia de Barcelona, con la consiguiente eliminación del paso a nivel existente hoy en día.

2.3 Alcance del proyecto

El marco de la zona de actuación se sitúa entre el P.K. 88+350 (tras el cruce sobre la carretera de Sansón) y el P.K. 89+560 (antes del cruce bajo la N-340) de la línea actual.

La longitud del tramo de estudio es, por tanto, de unos mil doscientos metros, afectando únicamente al Término Municipal de Sant Feliu de Llobregat.



2.4 Justificación de la solución adoptada

Inicialmente, cabe destacar que el profesor tutor definió dos condicionantes de partida para la realización de este proyecto:

- Alternativa deprimida
- Desarrollar la solución para que en un futuro sea viable cubrirla totalmente, en forma de túnel artificial.

Partiendo de la base anterior, se valoraron dos posibilidades:

1. Mantener el trazado en planta por el centro de la localidad.
2. Crear un nuevo trazado por el exterior de Sant Feliu de Llobregat.

El desarrollo de la segunda opción planteaba la necesidad de llevar a cabo numerosas expropiaciones. Además, se consideró que no estaba justificado el coste de deprimir el trazado y posterior cobertura, siendo en este caso viable la solución en superficie.

Por lo tanto, la solución adoptada es la primera alternativa, es decir, deprimir la vía conservando el trazado en planta. En este caso no es necesario realizar expropiaciones.

En este proyecto se ha planteado ejecutar muros pantalla para deprimir el trazado y construir únicamente la losa de cobertura en zonas puntuales para dar continuidad a los viales existentes. Esto constituye la primera fase de actuación para la creación del túnel artificial.

Respecto al tipo de superestructura, se adopta vía en placa por los siguientes motivos:

- Mayor seguridad y facilidad de evacuación en caso de accidente.
- Menor necesidad de mantenimiento.
- Se evita la generación de polvo derivado de los trabajos de bateo.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 Descripción general

El trazado se inicia en el P.K. 88+350, pasada la carretera de Sansón, mediante un radio en planta a izquierdas de valor 1.200 m hasta alcanzar un tramo en recta que comienza en el P.K. 88+615 y finaliza en el P.K. 89+158. Se continúa con un radio en planta a derechas de 1.000 m que termina en el P.K. 89+500. El último tramo de la traza, hasta el P.K. 89+560, se desarrolla en recta.

Atendiendo al perfil longitudinal, la rasante proyectada presenta una pendiente de 2‰ a lo largo de los 1210 m afectados.

Previamente, hacia el P.K. 88+710 la traza cruza sobre la Riera de la Salut. En la actualidad existe un colector de 3,25 m de diámetro enterrado a gran profundidad, que canaliza las aguas de la riera junto con las aguas fecales de una amplia zona de aguas arriba del ferrocarril. La profundidad a la que discurre el colector no permite disponer el soterramiento por encima de él y sin afectarle, si no se quiere interferir en superficie con el vial que discurre por el antiguo cauce. Es por ello que se hace preciso rectificar la sección hidráulica y el perfil longitudinal de este colector, para aumentar su capacidad y permitir rebajar al máximo posible la rasante del ferrocarril, y conseguir con ello que la estructura no sobresalga excesivamente en superficie.

Será necesario rectificar la rasante de un colector que, con origen en la C/ Terrisser, conduce las aguas pluviales hacia dicha riera. La longitud que se verá afectada es de unos 90 m que habrá que construir de nuevo.

3.2 Geología. Estudio de materiales

Este anejo se basa en la información disponible en el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), complementada con una serie de sondeos llevados a cabo en estudios anteriores para confirmar y precisar dicha información geológica.

La zona objeto del proyecto está ubicada dentro de la Unidad Geológica denominada "Catalánides", concretamente pertenece a la Cordillera Litoral, que linda con el mar y corre de noreste a suroeste. Se distinguen en ella dos sectores muy diferentes separados por el valle del río Llobregat: un macizo paleozoico al Noreste de naturaleza pizarreña y al Suroeste el macizo de Garraf de carácter calizo o dolomítico.

Los materiales afectados por esta obra corresponden en su totalidad a suelos de naturaleza coluvial, formando un conjunto heterogéneo compuesto por sedimentos interdigitados de diferente granulometría. Se distinguen gravas y arenas arcillosas con cantos de pizarra, así como potentes depósitos formados por arcillas y limos con paleocanales interestratificados a base de arenas arcillosas y limosas. Además existen rellenos antrópicos generados por la actividad humana (industrial, constructora, etc.). Los más importantes se sitúan al inicio del trazado, en la zona de la Riera de la Salut y en las inmediaciones de la C/Laureá Miró.

En ninguno de los sondeos realizados se ha detectado presencia de agua, de lo que se deduce que el nivel freático se encuentra a cotas mucho más profundas de las que afectan a este proyecto. La posición del nivel freático se sitúa sobre los suelos de terraza o aluviales del río Llobregat.

La necesidad de materiales se reduce a:

- Material para relleno de zanjas.
- Zahorra artificial para ejecución de viales.

Estos materiales necesarios deberán proceder de cantera, por lo que se han inventariado un total de 11 posibles fuentes de materiales situadas en las inmediaciones de Sant Feliu de Llobregat.

Debido a las malas características geológico-geotécnicas de los materiales excavados, no podrán ser aprovechados, por lo que deberán ser depositados en vertederos autorizados, siendo el exceso de material resultante estimado de 121.550 m³. Se han localizado un total de 7 vertederos próximos a la zona de actuación.

3.3 Climatología e hidrología

El objetivo de este apartado es definir las características climatológicas de la zona de Sant Feliu de Llobregat, capital de la comarca del Baix Llobregat de la provincia de Barcelona, y el estudio hidrológico de los cauces interceptados por el trazado del proyecto.

Para el estudio climatológico se ha realizado un análisis detallado de los datos existentes (estaciones pluviométricas y termométricas), obteniéndose los valores característicos de los parámetros más comunes.

En base a estos parámetros, la clasificación climática resultante ha sido tipo marítimo cálido según Papadakis y prehúmedo según Thorntwaite.

Hidrológicamente, el núcleo urbano de Sant Feliu de Llobregat está enclavado entre la sierra de Collserola y la plana del río Llobregat, a su paso por el Bajo Llobregat. Esta situación hace que el núcleo esté atravesado por una serie de rieras, canalizadas en la parte urbana.

La topografía de grandes pendientes que caracteriza a las cuencas de esta zona hace que los caudales de drenaje en épocas de lluvia sean muy importantes, convirtiendo estas rieras en ejes fundamentales de drenaje.

El río Llobregat discurre paralelo al eje del trazado y por tanto este último corta perpendicularmente a todas las rieras, habiéndose resuelto estos cruces con las estructuras correspondientes.

Además, el soterramiento afecta a varios cruces de drenaje ya existentes bajo la vía actual, situados en las calles: Passeig Comte de Vilardaga, Montserrat y Terrisser. También se ha estudiado el drenaje existente en la urbanización Torreblanca por su cercanía a la traza de la vía.

Para la obtención de los caudales en las cuencas, se ha realizado un estudio detallado de las precipitaciones máximas en las estaciones de que dispone el Instituto Nacional de Meteorología.

La metodología empleada para la obtención de estos caudales máximos de cada cuenca es:

- Delimitación de las cuencas
- Evaluación de las características físicas de las cuencas
- Selección del método de cálculo
- Selección del período de retorno
- Estimación del umbral de escorrentía
- Determinación de la máxima precipitación diaria
- Obtención del coeficiente de escorrentía
- Leyes de intensidad-duración
- Caudales de referencia de cada cuenca

El método de cálculo empleado para la obtención de los caudales de las cuencas es el método Hidrometeorológico, expuesto en la Instrucción 5.2-IC: "Drenaje Superficial". Los resultados de los caudales para cada cuenca y para el período de retorno de 500 años se muestran en la siguiente tabla:

NÚMERO DE CUENCA	IDENTIFICACIÓN	SUPERFICIE (Km ²)	Q _{500 años} (m ³ /s)
1	Riera de Pahissa	6,575	104,63
2	Riera de la Salut	5,950	105,43
3	Intercuenca Sant Feliu	0,600	19,97
4	Urbanización Torreblanca	0,550	23,15

Con estos caudales se diseñarán las obras de drenaje y se estimarán los posibles riesgos de inundación de la infraestructura.

3.4 Tráfico

Según los datos suministrados por RENFE el tramo objeto del estudio soporta un tráfico que combina cercanías y mercancías, con un número total de trenes de 187 al día, de los cuales 37 son de mercancías.

Dado que los parámetros empleados en el diseño del soterramiento permiten mantener la velocidad de 140 km/h, que la variación del trazado es pequeña (el soterramiento se realiza prácticamente bajo la traza actual) y que la zona afectada es menor a 1.5 km, variará muy poco la capacidad de la línea y los tiempos de recorrido.

3.5 Geotecnia

Características geotécnicas

El estudio geotécnico de este proyecto se ha centrado en el análisis del terreno en dos zonas del trazado, con diferentes características en lo relativo a la disposición de los estratos y las propiedades de los materiales.

A raíz de las campañas previas de sondeos y ensayos realizados, se han elaborado dos perfiles transversales, uno en cada zona de estudio.

El primer perfil transversal se ubica en la zona de la Riera de La Salut (P.K. 88+655 – P.K. 88+700) y los sondeos que se han utilizado para elaborarlo son: B-8 y S-2. El segundo perfil transversal se localiza en la intersección de las calles Terrisser y Germans Lladó (P.K. 89+464 – P.K. 89+507) y los sondeos que se han utilizado son: SE-5 y S-3.

En ambos perfiles transversales se han encontrado estratos de materiales finos y granulares. Además en el perfil 1 se ha identificado un estrato de pequeña potencia de relleno antrópico en la zona superior y en el perfil 2 una capa de hormigón en masa también en la parte superior.

A continuación se detallan las propiedades geotécnicas de los estratos identificados en cada perfil.

PROPIEDADES GEOTÉCNICAS PERFIL TRANSVERSAL 1				
MATERIAL	γ_{sec} (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kPa)	R _u (kPa)
Relleno antrópico	18	28	0	-
G1	17.2	32	0	-
F1	18.4	28	15	200
G2	17.8	31.5	0	-
F2	17	28	15	200

PROPIEDADES GEOTÉCNICAS PERFIL TRANSVERSAL 2				
MATERIAL	γ_{sec} (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kPa)	R _u (kPa)
Hormigón	22	45	400	-
F1	17.6	28	15	200
G1	18.5	34	0	-
F2	17.5	28	15	200
G2	18.5	32	0	-
F3	16.9	28	15	200

Pantallas

Para este tipo de obra en zona urbana el sistema más adecuado es el tradicional de excavar al abrigo de pantallas continuas de hormigón armado.

Inicialmente estaba pensado que las pantallas estuvieran en voladizo pero se observó que esta solución no era viable desde un punto de vista estructural. Posteriormente, se estudió la posibilidad de colocar anclajes pretensados pero esta solución también se desechó ya que la distancia entre los muros pantalla y las edificaciones no era suficiente para los anclajes. Finalmente se ha optado por disponer puntales metálicos entre las cabezas de las pantallas que sirven como arriostramiento. En aquellas zonas donde se ha previsto la construcción de losas de cobertura para dar continuidad a los viales, son dichas losas las que funcionan como arriostramiento. Por lo tanto, el cálculo geotécnico se realiza con arriostramiento en la cabeza de las pantallas.

El método constructivo propuesto consiste en la ejecución previa de pantallas continuas desde superficie con sus correspondientes arriostramientos y posterior excavación del terreno contenido entre las mismas hasta la cota prevista en los planos de proyecto. La excavación de los materiales afectados podrá realizarse mediante métodos convencionales, pudiendo llegar a excavar la totalidad de las unidades descritas mediante retroexcavadora.

Debido a que el material excavado está compuesto por suelos arcillosos firmes-muy firmes o granulares medianamente densos a densos, será necesario el uso de lodos bentoníticos que aseguren la estabilidad de los elementos de la pantalla.

Aún cuando los parámetros de resistencia tienen influencia en los esfuerzos sobre las pantallas, la componente más crítica para el dimensionamiento viene determinada por el empuje del agua freática, sobre todo cuando las pantallas presentan longitudes importantes. En este caso, la posición del nivel freático se sitúa sobre los suelos de terraza o aluviales del río Llobregat, a cotas mucho más profundas de las que se afectarán durante las obras.

Por lo que respecta a las acciones exteriores se estima una sobrecarga de tráfico en superficie de 10 kN/m^2 . Además debida a las edificaciones próximas se toma 5 kN/m^2 , teniendo en cuenta que los edificios son en general de 3 plantas y están situados a una distancia mínima de 6 m respecto a las pantallas.

Tras los cálculos realizados se concluye que en el perfil transversal 1 es necesario pantallas con una longitud total de 12.5 m, mientras que en el perfil transversal 2 es suficiente con pantallas de 12 m.

Instrumentación y control

La complejidad del proceso constructivo hace que los análisis efectuados tengan grandes dosis de incertidumbre, que sólo un control exhaustivo del comportamiento real del terreno puede eliminar. Para cumplir tales objetivos se instalarán los instrumentos y sistemas de auscultación que, en cada momento, informen de las reacciones con que el terreno, estructuras e instalaciones responden a las distintas operaciones que se lleven a cabo.

Cada unidad de control deberá estar dotada de un cierto número de elementos de auscultación. Esto se aplicará cuando la naturaleza de la unidad de control aconseje medir varios parámetros, pero aun cuando esto no sea necesario, se instalarán unidades independientes de elementos de medidas redundantes preferentemente a la comprobación de algunos parámetros.

Debido a la presencia cercana de edificios próximos a las pantallas, que pueden ser afectados por las diferentes excavaciones, se llevará a cabo un inventario notarial con fotografías de las fisuras y grietas existentes en los edificios próximos a la traza. En aquellas grietas en que se hayan producido variaciones en lo que respecta a su longitud, se deberá estudiar la posibilidad de colocar testigos de yeso.

Por regla general, se colocarán escalas graduadas de nivelación sobre los edificios más próximos. En los edificios singulares y los que presenten grietas actualmente, se colocarán tantas escalas graduadas como se estimen oportunas.

Con la finalidad de conocer los movimientos, que como consecuencia de las excavaciones se generen en la superficie del terreno, se colocarán sobre la calzada o acera arquetas de nivelación. El número de estas arquetas dependerá del ancho de la calle y de la distancia a los edificios próximos.

Las arquetas para control de subsidencia vertical, deberán colocarse en el trasdós de la pantalla a un metro, situando al tresbolillo una cada 30 metros aproximadamente, en cada una de las dos alineaciones de pantallas.

Los equipos anteriores se combinan en secciones determinadas, elegidas en función de la estratigrafía del terreno, la proximidad de edificios singulares, etc. En principio, se instrumentarán dos secciones en el tramo diseñado entre pantallas.

En el tramo de pantallas, la sección tipo consta de las unidades que a continuación se describen, variando el número de unidades en algunas de ellas según el estado de la obra y de la distancia a los edificios próximos:

- a) Se instrumenta cada sección con 14 células de presión total de cuerda vibrante, distribuidas en trasdós de pantalla, intradós en zona de pasivos y, eventualmente la unión de la losa inferior con la pantalla.

- b) Se instalan en cada sección 13 pares de extensómetros de cuerda vibrante incluidas en las pantallas.
- c) Se colocan en cada sección 2 tuberías inclinométricas, bien en el eje de las pantallas o a corta distancia por el exterior de las mismas.
- d) Se instalan los tubos para control sónico de integridad de paneles de pantalla.
- e) Por lo que respecta a la superficie del terreno, se coloca una sección de subsidencia para control de movimientos verticales y transversales coincidiendo con la sección instrumentada, con un número de hitos para control de movimientos combinados variables, función del espaciado existente entre la pantalla y los edificios. Como media podrá tomarse un número de seis arquetas por sección.

3.6 Drenaje

En este anejo se van a estudiar las rieras y obras de drenaje que resultan afectadas por la ejecución del Proyecto. Tanto en la fase de construcción como en la fase de explotación, las obras de drenaje deben funcionar correctamente para el caudal de diseño correspondiente.

En el Estudio Hidrológico del anejo Nº 05, se han considerado las cuencas que afectan al municipio: las principales (Riera de la Salut y Riera Pahissa) vertientes a sus respectivos cauces bien definidos; y dos cuencas secundarias cuyo punto de concentración de aguas se halla disperso (drenaje de la intercuenca delimitada entre las dos principales) y la cuenca vertiente a la Urbanización Torreblanca.

Las obras de drenaje y rieras afectadas son:

- Riera de la Salut (P.K. 88+720)
- Paso a nivel (P.K. 88+897)
- C/ Verge de Montserrat (P.K. 89+200)
- C/ Terrisser (residuales P.K. 89+200 y pluviales P.K. 89+610)

En cada caso, se impermeabilizarán las juntas y superficies para evitar la entrada de agua.

DRENAJE TRANSVERSAL

Riera de la Salut

Actualmente, la Riera de la Salut se encuentra canalizada subterráneamente mediante un colector que presenta tramos diferenciados, según las diferentes secciones y pendientes que se van

sucedido. En su cruce con la infraestructura del ferrocarril que se pretende soterrar, presenta una sección circular hincada de 3,25 m. de diámetro interior y una pendiente del 3,075 %.

En la zona de cruce de la Riera de la Salut con el soterramiento del ferrocarril se ha adoptado una sección formada por dos cajones rectangulares de 4,25 x 2,25 m., cada uno, con pendiente del 1 %. Cada una de estas dos secciones es capaz de llevar, en régimen uniforme, la mitad del caudal de avenida obtenido para el periodo de retorno de 500 años (53,50 m³/s), con un resguardo de 36 cm (el 16% de la sección libre).

En el diseño de las transiciones del colector proyectado a los colectores existentes se han tenido en cuenta las recomendaciones hidráulicas que minimizan los problemas en el flujo, ciñendo los ángulos de los paramentos y desviaciones del eje a valores entre 13º y 15º.

Paso a nivel

En el P.K. 88+897 se halla un colector de 60 cm. En el tramo atravesado dicho colector, será sujeto mediante una estructura rígida apoyada en las pantallas laterales.

Al mantener las condiciones hidráulicas en el diseño final, no se modificará el modo de funcionamiento, ni la capacidad hidráulica del colector.

C/ Verge de Montserrat

La sección diseñada es de dos células de 1,50x1,00 m que atraviesa transversalmente la vía, respetando el gálibo mínimo de 6,50 m.

Respecto al comportamiento hidráulico, la capacidad de la doble sección de 1.0x0.6 m, es capaz de desaguar 4.88 m³/s del área total, mucho mayor que la actual capacidad (1.94 m³/s).

C/ Terrisser

La red de aguas residuales atraviesa transversalmente la línea de ferrocarril (P.K. 89+520), mientras que el colector de pluviales está dispuesto longitudinalmente al trazado del ferrocarril, pasando transversalmente bajo las vías unos 10 m antes de desaguar a la Riera Pahissa (P.K. 89+610).

- AGUAS RESIDUALES

Se mantendrá la alineación y rasante actuales en el diseño definitivo, aunque la intersección con la traza obliga a rectificar la sección. El colector actual de sección útil 0,80x1,80 m se sustituirá por otro de 1,50x1,00 m. La capacidad final del colector será de 5,50 m³/s; mayor que el caudal de desagüe actual (4.67 m³/s)

- AGUAS PLUVIALES

El colector de aguas pluviales capta las aguas de C/ Germans Lladó desde C/ Santiago Rusinyol. La modificación principal consiste en variar el recorrido haciéndolo pasar por la actual trinchera del ferrocarril y alineado con el mismo junto al paramento lado montaña. En el punto de desagüe en la riera Pahissa, se orientará sensiblemente el eje del mismo, de modo que las aguas viertan en el sentido del cauce. Además, en la sección de desagüe, se vierte con 80 cm de altura, evitando la entrada de las aguas de la Riera Pahissa.

La sección será rectangular de 2,50x2,00 m con accesibilidad al personal de mantenimiento. La pendiente será del 0,60% desde la C/ Terrisser hasta la Riera Pahissa, provocando un desnivel que evitará flujos de retorno.

DRENAJE LONGITUDINAL

El drenaje longitudinal es resuelto por una canaleta, cuyo eje coincide con el eje de la plataforma, a lo largo de todo el trazado, y cuyas dimensiones son de 0.5 m de ancho y 0.2 m de profundidad.

Dicha canaleta se cubrirá con una rejilla tipo “Tramex”, y tendrá acceso tanto para su limpieza como para su mantenimiento.

BOMBEO

Debido al soterramiento del ferrocarril, lo que hace inviable la evacuación natural del caudal longitudinal que discurre por su traza, es necesaria la instalación de un pozo de bombeo en las inmediaciones de la vía. El pozo se ubicará en el punto más bajo del trazado, aproximadamente en el P.K. 88+350.

Para éste se han previsto dos cuadros eléctricos ubicados en el propio pozo de bombeo, uno para las dos bombas alternativas y el otro para la bomba de emergencia.

SITUACIONES PROVISIONALES

Riera de la Salut

En la ejecución de las pantallas, se respeta el colector circular existente (tubo hincado de diámetro 3,25 m), de modo que no se interrumpe el drenaje. Una vez ejecutadas las pantallas, se procede a la colocación del colector definitivo.

C/ Montserrat

Durante la construcción de pantallas se hace necesaria la construcción de un by-pass para las aguas del colector de fecales, puesto que se interrumpe éste. Ese colector provisional, se ejecuta con

tubos de PVC DN 600 mm. Los extremos se conectan al colector actual mediante la demolición parcial del mismo.

C/ Terrisser

En la C/ Terrisser, se dan dos casos: colector de fecales (desagüe en C/ Joan Maragall) y colector de pluviales (desagüe en Riera Pahissa).

Para el colector de aguas fecales, se realizará un by-pass provisional (PVC DN 600 mm). Para no interrumpir el flujo de aguas, se desviarán primero las aguas a este colector provisional, mientras se ejecutan las pantallas del tramo en que se demuele el colector actual. Posteriormente, se construirá el colector definitivo, dando paso al agua por él; momento en el cual, podemos ya demoler el provisional.

El colector de pluviales definitivo se construirá paralelamente a la traza del ferrocarril.

3.7 Trazado geométrico

Para el diseño del trazado geométrico se han adoptado los parámetros correspondientes a una velocidad igual a 140 Km/h de acuerdo con las Normas Técnicas de Renfe.

Dichos parámetros se muestran en la siguiente tabla resumen:

Vida útil previsible	>100 años
Distancia entre ejes de vía	4400 mm
Ancho de vía	1668 mm
Anchura plataforma entre pantallas (mínima)	11,00 m
Cierre de línea	Total
Forma de la infraestructura	N.R.V 7.1.3.1
Tipo de carril	U.I.C 54, dureza 90
Tipo de carril (hilo alto)	U.I.C. 54, extraduro – 110 A
Traviesa vía en placa	Bloque monolíticas B 355 M
Sujeción de vía en placa	SKL-1
Aparato de dilatación	Tipo A
Rampa máxima	20 ‰
Radio mínimo curva	1.000 m
Peralte máximo	160 mm
Tipo de curva de transición	Clotoide
Aceleración sin compensar	< 0,65 m/s ²
Insuficiencia de peralte	115 mm
Velocidad mínima en mercancías	75/60

Velocidad máxima en viajeros	140 km/h
Diagrama de peraltes en curva de transición	Lineal
Relación entre peraltes y la curvatura	Lineal
Máxima pendiente del diagrama de peraltes	1,1 mm
Máxima variación del peralte	45 mm/s
Máxima variación de la insuficiencia de peralte	35 mm/s
Máxima variación de la aceleración sin compensar	< 0,20 m/s ²
Longitud de transición mínima	133 m
Longitud mínima de las alineaciones de curvatura constante	≥ 60 m
Anchura andenes *	4 m
Longitud de andenes *	240 m
Altura de andenes *	0,68 m
Gálibo vertical sobre carril (mínimo)	7 m
Juntas aislantes	Encoladas

*Aunque no se haya llevado a cabo un estudio de las dimensiones de los andenes a adoptar en las estaciones, se han querido definir unas dimensiones orientativas en la memoria.

En el Anejo Nº 05. Trazado, se incluyen los listados de cálculos analíticos para la definición del eje en planta y alzado de la vía.

3.8 Estructuras

Desde el punto de vista estructural se puede decir que para realizar el soterramiento del ferrocarril ha primado como objetivo la menor afección a la población.

Como suele ser habitual en zonas urbanas, se han empleado pantallas continuas de hormigón, lo que disminuye enormemente la afección en planta. Las pantallas se ejecutarán desde el P.K. 88+350 hasta el P.K. 89+560.

Para el diseño de los muros pantalla se han barajado diferentes posibilidades, las cuales se han analizado y comprobado su viabilidad hasta llegar a la solución adoptada.

Inicialmente se pensó en pantallas en voladizo, sin ningún tipo de arriostramiento. Esta solución se descartó porque desde el punto de vista estructural no era viable ya que para unas dimensiones de la pantalla racionales no cumplía con la abertura máxima de fisura en el estado límite de servicio.

Posteriormente se estudió la posibilidad de colocar anclajes pretensados. Esta solución también se descartó ya que en un predimensionamiento se obtuvo que dichos anclajes tendrían una longitud total de unos 10-12 m, superior a la separación entre los muros pantalla y las edificaciones. En ciertos puntos del trazado dicha separación es solo de 5 m.

Finalmente se ha optado por disponer puntales metálicos entre las cabezas de las pantallas que sirven como arriostramiento. En ciertos puntos del trazado, para dar continuidad a los viales existentes, se llevará a cabo un cerramiento superior mediante losas de hormigón armado empotradas en las pantallas que además sirven como apuntalamiento. El vaciado entre pantallas tendrá lugar una vez que se hayan dispuesto los puntales y la losa de cobertura en los puntos correspondientes.

Cabe destacar, que el actual proyecto se ha diseñado teniendo en cuenta que en un futuro se ejecutará la losa de cobertura en todo el tramo de muros pantalla, quedando el ferrocarril soterrado mediante túnel artificial. En esta segunda fase, se retirarán los puntales metálicos conforme se vaya ejecutando la losa de cobertura que también servirá de arriostramiento.

Para el dimensionamiento de las pantallas, la losa inferior y los puntales metálicos, se han analizado solamente dos secciones tipo ubicadas en la zona de la Riera de la Salut (P.K. 88+655 – P.K. 88+700) y en la intersección de las calles Terrisser y Germans Lladó (P.K. 89+464 – P.K. 89+507). Se han elegido estas dos zonas porque el terreno presenta diferentes características. No obstante, para una mayor optimización del diseño se deberían analizar más secciones a lo largo del tramo en cuestión.

Respecto a las dimensiones, la distancia horizontal entre pantallas va a ser de 11 m y la distancia vertical entre el fondo de la excavación y la cabeza de las pantallas de 8.50 m. La geometría de la pantalla obtenida en la zona de la Riera de la Salut es de 0.95 m de espesor y 12.5 m de longitud total, además se colocan puntales tipo HEB280 cada 5 m. En la zona de la intersección de las calles Terrisser y Germans Lladó las pantallas tienen un espesor de 0.75 m y una longitud total de 12 m y se disponen puntales del mismo tipo pero con una separación de 8.5 m.

Los puntales metálicos se protegerán de la corrosión mediante una capa de pintura destinada a este fin.

La superestructura ferroviaria se ha proyectado con vía en placa mediante sistema Rheda 2000 sobre una losa inferior de hormigón armado situada a la cota -8.50 m. Dicha losa se empotra en los muros pantalla y se ejecuta sobre una capa de hormigón de limpieza colocada sobre el fondo de la excavación. La losa tiene un espesor de 0.40 m y su armado variará en función de la zona.

El método de cálculo utilizado en los muros pantalla es el de “pie libre” o “método americano”. Por otro lado, la losa inferior entre pantallas se ha modelado como una viga flotante biempotrada.

3.9 Vía

La superestructura ferroviaria se proyecta con vía en placa mediante el sistema Rheda 2000. Este sistema se compone de traviesas bloque B 355 M que se integran en una estructura monolítica de hormigón armado.

El carril será U.I.C - 54 y se montará en barra larga soldada (B.L.S.) formada en taller a partir de barras elementales de 90 m.

3.10 Firmes y pavimentos

Para la reposición de las servidumbres de los viales afectados por las obras, se ha tomado la sección de firme 231 para tráfico T-2 compuesta por las siguientes capas de mezcla bituminosa en caliente:

- 6 cm de capa de rodadura
- 6 cm de capa intermedia
- 8 cm de base bituminosa
- 25 cm de zahorra artificial

En aquellos pavimentos que puedan ser dañados superficialmente y sobre las losas de cerramiento, se colocará una capa de rodadura de 5 cm de mezcla bituminosa en caliente.

Por tratarse de un tramo urbano y con gran importancia de tráfico peatonal, se dispondrá un pavimento de baldosa hidráulica en todas las aceras para peatones.

3.11 Edificio apeadero

En el presente proyecto no se desarrolla lo relativo al edificio apeadero. No obstante, se prevé demoler la estación actual y crear un espacio "apeadero" soterrado entre pantallas.

3.12 Situaciones provisionales

Durante el periodo de ejecución de las obras, el servicio ferroviario será cortado en la zona afectada. Para dar continuidad a la línea de ferrocarril Tarragona – Barcelona, se dispondrá un servicio continuo de autobús, ya que no se dispone de espacio suficiente para desviar la vía.

El proyecto se llevará a cabo en tres fases no simultáneas, por lo tanto, la comunicación entre ambas partes de la población se producirá por aquellas zonas que en ese momento no estén afectadas.

El perímetro de la obra permanecerá delimitado mediante un cerramiento provisional a lo largo de la ejecución de los trabajos.

3.13 Reposición de servidumbres

El soterramiento del ferrocarril precisa una adecuación del entorno existente a la nueva situación en superficie. Por esta razón se han repuesto las calles que han sido afectadas y se han creado nuevas conexiones.

Se han utilizado dos tipos de firme, uno en el que únicamente se ha repuesto la capa de rodadura con un espesor de 5 cm a modo de refuerzo del existente y sobre las losas de cobertura, y un segundo con una sección 231, según la instrucción 6.1-I.C. Secciones de Firme.

La señalización proyectada se ha diseñado analizando la existente en la actualidad en las vías afectadas y adecuándola a la Norma de Carreteras 8.2.-IC Marcas Viales, a la Norma de la Dirección General de Carreteras, a la Instrucción 8.1-IC Señalización Vertical y a las Normas de Senyalització Vertical Urbana del Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya.

Los detalles de los viales, el firme utilizado y la señalización proyectada se recogen en el Anejo Nº 08. Reposición de Servidumbres.

3.14 Servicios afectados

El anejo Nº 09 del presente proyecto se ha elaborado con el objeto de conocer los servicios públicos o privados que pueden ser afectados por el Proyecto Constructivo de Integración del Ferrocarril en Sant Feliu de Llobregat (Barcelona). Además se propone una solución para aquellos que tengan que ser modificados o repuestos.

El estudio se ha realizado en una franja de terreno a lo largo de la traza definitiva.

Todos aquellos servicios que cruzan la traza de ferrocarril lo van a hacer por las zonas donde se ejecute el cerramiento superior, es decir, el paso de servicios se va a centralizar en los puntos donde se cubra la vía.

La información necesaria para realizar este anejo procede de diferentes fuentes:

- Inspección visual de la franja de terreno mencionada en el epígrafe anterior con el objeto de reconocer los servicios existentes y sus características visibles.
- Datos obtenidos de estudios anteriores como el "Proyecto Constructivo de Integración de Ferrocarril de en Sant Feliu de Llobregat" de EUROESTUDIOS, S.A.

Se ha detectado que podrían verse afectados servicios de los siguientes tipos:

- Abastecimiento de agua potable

- Alumbrado público
- Líneas eléctricas
- Líneas telefónicas y telegráficas
- Conducciones de gas
- Comunicaciones

La documentación resultante también queda recogida en el documento N° 2. Planos.

3.15 Expropiaciones

Los terrenos afectados por el Proyecto se encuentran ubicados en el término municipal de Sant Feliu de Llobregat.

Como el trazado en planta proyectado es muy similar al actual, no existe la necesidad de expropiar terrenos particulares.

3.16 Justificación de precios

En el anejo N° 10 se incluye la justificación de precios de las unidades de obra del proyecto.

3.17 Obras complementarias

Se incluyen como obras complementarias el cerramiento definitivo de la vía y la reposición de mobiliario urbano afectado por las obras. El cerramiento está formado por malla metálica de torsión simple.

4. CONDICIONES CONTRACTUALES

4.1 Plazo de ejecución

El plazo previsto para la ejecución de las obras relativas a la integración del ferrocarril en Sant Feliu de Llobregat es de 23 meses.

4.2 Plan de obra

El plan de obra se presenta en el anejo N° 11, y en él se incluye un diagrama de Gantt que contiene las distintas actividades a realizar durante la ejecución de las obras.

4.3 Recepción de la obra y periodo de garantía

Será de aplicación lo establecido en el Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.

5. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

El índice general de Proyecto es el siguiente:

INDICE GENERAL

TOMO I / II: Memoria y anejos

DOCUMENTO N° 1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

- *BONO MATA, Inés*
- *FERNÁNDEZ GONZALVO, Miriam Inmaculada*
- *SERRANO CHACÓN, Álvaro Rubén*

ANEJOS A LA MEMORIA

- Anejo N° 01. Anejo fotográfico.
- *BONO MATA, Inés*
- Anejo N° 02. Geología. Estudio de materiales.
- *BONO MATA, Inés*
- *SERRANO CHACÓN, Álvaro Rubén*
- Anejo N° 03. Climatología e Hidrología
- *FERNÁNDEZ GONZALVO, Miriam Inmaculada*
- Anejo N° 04. Geotecnia
- *BONO MATA, Inés*
- *SERRANO CHACÓN, Álvaro Rubén*
- Anejo N° 05. Drenaje
- *FERNÁNDEZ GONZALVO, Miriam Inmaculada*
- Anejo N° 06. Trazado
- *FERNÁNDEZ GONZALVO, Miriam Inmaculada*
- Anejo N° 07. Estructuras
- *BONO MATA, Inés*
- *SERRANO CHACÓN, Álvaro Rubén*
- Anejo N° 08. Reposición de servidumbres
- *BONO MATA, Inés*

Anejo Nº 09. Servicios afectados
- BONO MATA, Inés

Anejo Nº 10. Justificación de precios
- BONO MATA, Inés

Anejo Nº 11. Plan de obra
- SERRANO CHACÓN, Álvaro Rubén

4.6 Perfiles transversales (6)
- FERNÁNDEZ GONZALVO, Miriam Inmaculada

4.7 Perfiles transversales (7)
- FERNÁNDEZ GONZALVO, Miriam Inmaculada

5.1 Drenaje y saneamiento. Plantas generales
- FERNÁNDEZ GONZALVO, Miriam Inmaculada

6.1 Muro pantalla - Perfil Transversal 1. Armado
- BONO MATA, Inés
- SERRANO CHACÓN, Álvaro Rubén

6.2 Muro pantalla - Perfil Transversal 2. Armado
- BONO MATA, Inés
- SERRANO CHACÓN, Álvaro Rubén

6.3 Muro pantalla. Detalles
- BONO MATA, Inés
- SERRANO CHACÓN, Álvaro Rubén

7.1 Losa inferior - Perfil Transversal 1. Armado
- BONO MATA, Inés
- SERRANO CHACÓN, Álvaro Rubén

7.2 Losa inferior - Perfil Transversal 2. Armado
- BONO MATA, Inés
- SERRANO CHACÓN, Álvaro Rubén

7.3 Losa inferior. Detalles
- BONO MATA, Inés
- SERRANO CHACÓN, Álvaro Rubén

8.1 Reposición de servidumbres. Plantas generales y ordenación del tráfico viario
- BONO MATA, Inés

8.2 Reposición de servidumbres. Secciones tipo
- BONO MATA, Inés

8.3 Reposición de servidumbres. Señalización
- BONO MATA, Inés

9.1 Reposición de servicios afectados. Abastecimiento
- BONO MATA, Inés

TOMO II / II: Planos. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Presupuesto.

DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

1. Situación
 - BONO MATA, Inés
 - FERNÁNDEZ GONZALVO, Miriam Inmaculada
 - SERRANO CHACÓN, Álvaro Rubén
- 2.1 Trazado de la vía. Plantas generales
 - FERNÁNDEZ GONZALVO, Miriam Inmaculada
- 2.2 Trazado de la vía. Perfiles longitudinales
 - FERNÁNDEZ GONZALVO, Miriam Inmaculada
3. Sección tipo
 - FERNÁNDEZ GONZALVO, Miriam Inmaculada
- 4.1 Perfiles transversales (1)
 - FERNÁNDEZ GONZALVO, Miriam Inmaculada
- 4.2 Perfiles transversales (2)
 - FERNÁNDEZ GONZALVO, Miriam Inmaculada
- 4.3 Perfiles transversales (3)
 - FERNÁNDEZ GONZALVO, Miriam Inmaculada
- 4.4 Perfiles transversales (4)
 - FERNÁNDEZ GONZALVO, Miriam Inmaculada
- 4.5 Perfiles transversales (5)
 - FERNÁNDEZ GONZALVO, Miriam Inmaculada

9.2 Reposición de servicios afectados. Alumbrado

- *BONO MATA, Inés*

9.3 Reposición de servicios afectados. Líneas eléctricas

- *BONO MATA, Inés*

9.4 Reposición de servicios afectados. Líneas telefónicas y telegráficas

- *BONO MATA, Inés*

9.5 Reposición de servicios afectados. Conducciones de gas

- *BONO MATA, Inés*

9.6 Reposición de servicios afectados. Comunicaciones

- *BONO MATA, Inés*

DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

- *SERRANO CHACÓN, Álvaro Rubén*

DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO

- *BONO MATA, Inés*

- *FERNÁNDEZ GONZALVO, Miriam Inmaculada*

- *SERRANO CHACÓN, Álvaro Rubén*

1. MEDICIONES

2. CUADROS DE PRECIOS

2.1 Cuadro de precios Nº 1

2.2 Cuadro de precios Nº 2

3. PRESUPUESTO

3.1 Presupuestos parciales

6. CONCLUSIONES

Las conclusiones que aquí se recogen tienen un carácter meramente académico.

Una vez desarrollado el trabajo completo, se ha llegado a la conclusión de que la solución adoptada para la integración del ferrocarril en Sant Feliu de Llobregat, *Alternativa deprimida con cobertura parcial para restitución de viales*, no es la óptima para la situación urbana en la que se ubica el proyecto.

Las razones por las que dicha alternativa no es la más adecuada son las siguientes:

- Seguridad: a pesar de que se han dispuesto medidas de seguridad para evitar la caída de vehículos y peatones a las vías, existe un potencial riesgo de caída en altura.
- Impacto visual.
- Economía: el coste de los puntales metálicos se podría evitar si desde un inicio se ejecutaran las losas de cobertura.

Teniendo en cuenta estos motivos, se deduce que sería mejor una solución en túnel artificial.