



TRABAJO FIN DE MÁSTER
Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Proyecto de Construcción: Variante oeste de Zafra. Tramo: EX 101 a N 432. Provincia de Badajoz

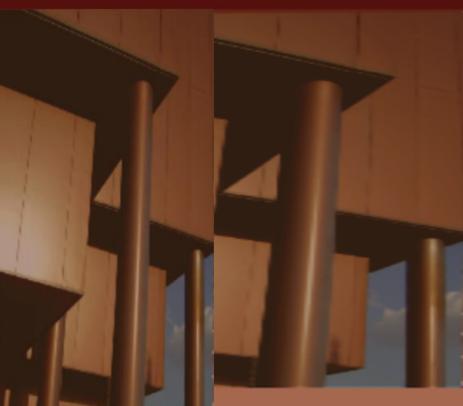
Autor: Germán Cerrato Rodríguez

Tutor: D. Francisco Manuel Baena Ureña

Dep. Ingeniería y Ciencia de los Materiales y del Transporte
Ingeniería e Infraestructura de los Transportes

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Sevilla, 2019



DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA	i	1.10 Trazado	9
Índice	ii	1.10.1 Trazado en planta.....	9
1. Memoria	5	1.10.2 Trazado en alzado.....	9
1.1 Objeto	5	1.10.3 Sección tipo.....	9
1.2 Antecedentes	5	1.11 Movimiento de tierras	9
1.3 Tramo objeto del proyecto	5	1.12 Firmes y pavimentos	10
1.4 Cartografía	6	1.13 Drenaje	10
1.5 Estudio geológico y del entorno	6	1.13.1 Drenaje transversal.....	10
1.5.1 Canteras.....	6	1.13.2 Drenaje longitudinal.....	10
1.5.2 Plantas de hormigón.....	6	1.14 Estructuras	10
1.5.3 Plantas de mezclas bituminosas.....	6	1.14.1 Documentación empleada.....	11
1.6 Estudio geotécnico del corredor	6	1.14.2 Solución adoptada.....	11
1.6.1 Ensayos realizados.....	6	1.15 Señalización, Balizamiento y defensas	11
1.6.2 Calidad de la base de la explanada.....	7	1.15.1 Elementos de señalización.....	11
1.6.3 Taludes de desmonte y terraplenes.....	7	1.15.2 Elementos de balizamiento.....	12
1.7 Climatología e hidrología	7	1.15.3 Elementos de defensa.....	12
1.8 Afección al planeamiento urbano	7	1.16 Reposición de servicios afectados	12
1.9 Estudio de tráfico	8	1.17 Soluciones propuestas al tráfico durante las obras	12
1.9.1 Prognosis de tráfico.....	8	1.18 Expropiaciones	12
1.9.2 Categoría de tráfico de la vía.....	9	1.19 Justificación de precios	12
1.9.3 Nivel de servicio de la vía.....	9	1.20 Programación de las obras	12
		1.21 Estudio de seguridad y salud	12

1.22	Gestión de residuos.....	12
1.23	Medidas protectoras y correctoras	13
1.23.1	Medidas protectoras y correctoras	13
1.24	Presupuestos.....	13
1.25	Documentos que integran el proyecto.....	13

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Listado de canteras con su localización, material, estado y uso.....	6
Tabla 1-2. Listado de plantas de hormigón con su localización, material, distancia y producto	6
Tabla 1-3. de plantas de MBC con su localización, material, distancia y producto	6
Tabla 1-4. Caudales de diseño para las cuencas	7
Tabla 1-5. Matriz de viajes entre zonas actualizada	8
Tabla 1-6. Prognosis de tráfico.....	8
Tabla 1-7. Resumen de movimiento de tierras en la obra lineal	9
Tabla 1-8. ODT proyectadas en la obra lineal.....	10
Tabla 1-9. Valoración total de las expropiaciones	12

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Comienzo de nuevo trazado viario, glorieta de confluencia entre viarios EX 321 y EX 101	5
Ilustración 2. Tramo final del trazado viario, unión con glorieta de entrada al sur de Zafra	5
Ilustración 3. Glorieta proyectada en la confluencia del nuevo trazado con el viario BA 160, en el P.K. 1+390.00	5
Ilustración 4. Extracto plano sectorización Plan General de Ordenación Urbana de Zafra	7
Ilustración 5. Extracto Plan General de Ordenación Urbana de Zafra en trámite	8
Ilustración 6. Solución adoptada para obra de paso superior sobre ferrocarril en el P.K. 1+886.51.....	11

1. MEMORIA

1.1 Objeto

El presente proyecto tiene por objeto la definición y valoración de todas las obras necesarias para la realización del “Proyecto de Construcción. Variante oeste de Zafra. Tramo EX 101 a N 432. Provincia de Badajoz”.

1.2 Antecedentes

Se redacta el presente proyecto con el objeto de proyectar un viario que sirva como variante poblacional al municipio de Zafra, para disminuir el tránsito de flujo por el interior de municipio. Como antecedentes podemos destacar:

- “Estudio Informativo EI.1-E-C.25 “Carretera N-432, de Badajoz a Granada. Variante de Zafra (Badajoz)”
- Proyecto de Trazado. Variante de Zafra. Carretera N-432 de Badajoz a Granada, pk 69,400 al 78,300. Provincia de Badajoz. Clave: 23-BA-4110

A continuación se muestran las condiciones que debe cumplir el presente proyecto:

- Velocidad de proyecto: $V_p=100$ km/h
- Calzada 7,00 m
- Arcenes 1,50 m
- Longitud aproximada 2,37 km

1.3 Tramo objeto del proyecto

El tramo objeto comienza en la glorieta de confluencia entre el viario EX 321 (categoría local, perteneciente a la Junta de Extremadura) y EX 101 (categoría básica, perteneciente a la Junta de Extremadura) uniéndose con la glorieta de entrada al Sur de Zafra.



Ilustración 1. Comienzo de nuevo trazado viario, glorieta de confluencia entre viarios EX 321 y EX 101



Ilustración 2. Tramo final del trazado viario, unión con glorieta de entrada al sur de Zafra

El nuevo trazado viario cuenta con una longitud de 2372 m a lo largo de los cuales se proyecta una glorieta en el P.K. 1+390.00, en la intersección con el viario BA 160 (carretera provincial, perteneciente a la Diputación de Badajoz).



Ilustración 3. Glorieta proyectada en la confluencia del nuevo trazado con el viario BA 160, en el P.K. 1+390.00

La glorieta posee un diámetro exterior de 60,00 m, con un único carril de 5,00 m con arcén exterior de 1,50 m, provista con un gorjal de 0,50 m.

Se proyectan un total de 6 caminos que sirven para reordenar los numerosos accesos directos existentes a lo largo de la carretera. Dichos caminos de servicio están distribuidos a lo largo del tramo comprendido entre el P.K. 0+000.00 hasta el P.K. 1+200.00 del tronco principal, con una longitud total de 464.17 m.

1.4 Cartografía

Para la definición del trazado viario, se ha empleado la cartografía en formato dwg obtenida de las hojas 0854_2-2 y 0854_2-3 de la cartografía topográfica a escala 1/10000 del Geoportel Sitex, publicada por la Junta de Extremadura en proyección U.T.M huso 29. Se han tenido en cuenta también el conjunto de capas en formato shp proporcionadas por el mismo. La cartografía se entrega en el sistema de referencia ETRS89 UTM en el huso 29.

La descripción detallada de las bases cartográficas se muestra en el Anejo nº2: Cartografía.

1.5 Estudio geológico y del entorno

La descripción detallada sobre la geología y las características geotécnicas de los materiales que afectan a la obra lineal se muestran en el Anejo nº5: “Geología, geotecnia y procedencia de los materiales”.

Para el estudio se ha considerado la siguiente documentación:

- Mapa geotécnico de España a escala 1:200.000 hoja 67-68 (Cheles-Villafranca de los Barros), editado por el IGME.
- Mapa geológicos de España a escala 1:50.000 hoja 854 (Zafra), editado por el IGME.
- Mapa de Rocas Industriales a escala 1:200.000 hoja 67-68 (Cheles-Villafranca de Los Barros), editado por el IGME.
- Estudio previo de terrenos. Itinerario Badajoz-Sevilla, tramo: Almendralejo-F. de Cantos 90-03.
- Proyecto de Trazado. Variante de Zafra. Carretera N-432 de Badajoz a Granada, P.K. 69,400 al 78,300. Provincia de Badajoz. Clave: 23-BA-4110

En la zona de trabajo distinguimos los siguientes materiales desde el punto de vista geológico:

- Precámbrico: de naturaleza fundamentalmente detrítica
- Cámbricos: fundamentalmente arenosos y pizarrosos
- Devónicos y Carboníferos
- Cuaternarios

1.5.1 Canteras

Se han identificado las siguientes canteras en el entorno de la traza:

Tabla 1-1. Listado de canteras con su localización, material, estado y uso

ID	NOMBRE	MATERIAL	LOCALIZACIÓN	DISTANCIA	USO POTENCIAL
C-1	Cantera "Los Valles I y II"	Caliza y Basalto	Bienvenida	22 km	Capas granulares MBC Hormigones
C-2	Cantera Los Ceriales	Caliza	Villagarcía de la Torre	35 km	Capas granulares
C-3	Cantera Sierra del Castillo	Caliza	Los Santos de Maimona	6 km	Capas granulares MBC Hormigones
C-4	Cantera San Carlos	Granito	Jerez de los Caballeros	40 km	Capas granulares MBC Hormigones

1.5.2 Plantas de hormigón

Se han detectado las siguientes plantas de hormigón en el entorno de la traza:

Tabla 1-2. Listado de plantas de hormigón con su localización, material, distancia y producto

NOMBRE	LOCALIZACIÓN	DISTANCIA	PRODUCTO
Grupo Empresarial Manuel de la Cruz	Los Santos de Maimona	8 km	Hormigón
Hormigones Campiña Sur	Bienvenida	20 km	Hormigón
Hormigones Extremeños Luna, S.L.	Zafra	2 km	Hormigón

1.5.3 Plantas de mezclas bituminosas

Se han identificado las siguientes plantas para las mezclas bituminosas en el entorno de la traza:

Tabla 1-3. de plantas de MBC con su localización, material, distancia y producto

NOMBRE	LOCALIZACIÓN	DISTANCIA	PRODUCTO
Asfaltos Los Santos	Los Santos de Maimona	6 km	MBC
Mezclas y Firmes de Extremadura, S.A.	Bienvenida	20 km	MBC

1.6 Estudio geotécnico del corredor

La descripción detallada sobre la geología y las características geotécnicas de los materiales que afectan a la obra lineal se muestran en el Anejo nº5: “Geología, geotecnia y procedencia de los materiales”.

Se han tomado como referencia datos del estudio geotécnico procedente de Proyecto de Trazado. Variante de Zafra. Carretera N-432 de Badajoz a Granada, P.K. 69,400 al 78,300. Provincia de Badajoz. Clave: 23-BA-4110

1.6.1 Ensayos realizados

Ensayos de identificación

- Análisis granulométrico por tamizado
- Límites de Atterberg

Ensayos de deformación, compactación, expansividad y colapso

- Próctor Modificado
- Índice CBR
- Hinchamiento Libre
- Colapso

Ensayos químicos

- Contenido en Sales Solubles
- Contenido en Materia Orgánica
- Contenido en Carbonatos

1.6.2 Calidad de la base de la explanada

A través de los datos obtenidos en el anejo citado anteriormente, se establece un suelo subyacente a efectos de dimensionamiento de explanada del tipo “0”.

1.6.3 Taludes de desmonte y terraplenes

A través de los datos obtenidos en el anejo citado anteriormente, se establecen tanto para desmontes como terraplenes taludes 3H/2V a lo largo de todo el trazado viario.

1.7 Climatología e hidrología

La descripción detallada de la climatología e hidrología del entorno de la traza se muestra en el Anejo nº6: “Climatología e hidrología” del presente proyecto.

La zona objeto del proyecto viene caracterizada por un clima Mediterráneo Subtropical, de acuerdo con las especificaciones de Papadakis, con el invierno de tipo Citrus (Ci), verano de tipo Algodón (G), el régimen térmico Subtropical (SU) y el régimen de humedad Mediterráneo Seco (Me).

La precipitación media anual muestra un valor cercano a los 558 mm, considerando la estación más lluviosa el invierno.

Los caudales de diseño de las cuencas que afectan a la obra lineal son los siguientes:

Tabla 1-4. Caudales de diseño para las cuencas

CUENCA	CAUDAL Q (m3/s)						
	T=2	T=5	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
C1	0.12	0.19	0.24	0.34	0.42	0.51	0.75
C2	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.06
C3	0.09	0.14	0.18	0.26	0.32	0.39	0.57
C4	0.11	0.17	0.23	0.32	0.39	0.48	0.70
C5	0.49	0.78	1.02	1.43	1.77	2.14	3.17
C6	0.02	0.03	0.03	0.05	0.06	0.07	0.10
C7	0.23	0.37	0.49	0.68	0.84	1.02	1.51
C8	0.16	0.26	0.34	0.48	0.60	0.72	1.06
C9	0.41	0.65	0.85	1.19	1.48	1.78	2.64
C10	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.18
C11	0.12	0.20	0.26	0.36	0.44	0.53	0.79
C12	0.18	0.29	0.38	0.53	0.66	0.80	1.18
C-CUN1	0.13	0.18	0.22	0.28	0.33	0.38	0.51
C-CUN2	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.07
C-CUN3	0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.21
C-CUN4	0.03	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.13
C-CUN5	0.07	0.10	0.12	0.15	0.18	0.20	0.27

CUENCA	CAUDAL Q (m3/s)						
	T=2	T=5	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
C-CUN6	0.06	0.09	0.11	0.14	0.16	0.18	0.24
C-CUN7	0.07	0.10	0.12	0.15	0.17	0.20	0.27
C-CUN8	0.07	0.10	0.12	0.15	0.18	0.20	0.27
C-CUN9	0.04	0.06	0.08	0.10	0.11	0.13	0.18
C-CT10	0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.20
C-CUN11	0.05	0.07	0.09	0.12	0.14	0.16	0.21
CCD2	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
CCD5	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.05
CCD6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CT-7	0.07	0.11	0.14	0.20	0.24	0.30	0.44
C-9.1	0.06	0.10	0.13	0.18	0.22	0.27	0.40
AUX-ODT4	0.10	0.14	0.17	0.21	0.25	0.29	0.38

1.8 Afección al planeamiento urbano

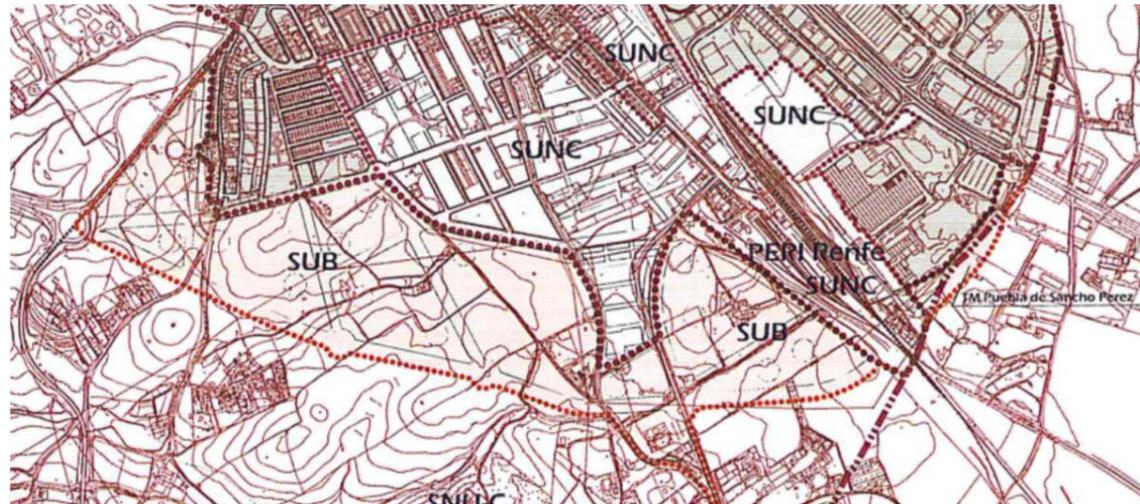
La descripción detallada de la afección al planeamiento urbano de la traza se muestra en el Anejo nº3: “Afección al planeamiento urbano” del presente proyecto.

El trazado propuesto se encuentra en su totalidad en el término municipal de Zafra, cuya figura de planeamiento vigente que ordena este municipio es el Plan General de Ordenación Urbana de Zafra, revisada en diciembre de 1.988 (BOP 16/06/1989) que sustituye al anterior PGOU de julio de 1.978. Desde su entrada en vigor esta revisión ha sufrido diversas modificaciones que se encuentran en distintos estados de tramitación (última modificación en 2012).



Ilustración 4. Extracto plano sectorización Plan General de Ordenación Urbana de Zafra

La variante establecida se adecúa al plan vigente, además de al que se encuentra actualmente en tramitación desde 2014:



ORDENACION ESTRUCTURAL

- Delimitación del Término Municipal
- Delimitación del Suelo Urbano
- Delimitación del Suelo Urbano No Consolidado
- Delimitación del Suelo Urbanizable
- Delimitación del Planeamiento Diferido
- Modificaciones de Planeamiento en tramitación
- Delimitación de Distritos

CLASIFICACION DEL SUELO

- [SUC] Suelo Urbano
- [SUNC] Suelo Urbano No Consolidado
- [SUB] Suelo Urbanizable
- [SNU] Suelo No Urbanizable

Ilustración 5. Extracto Plan General de Ordenación Urbana de Zafra en trámite

El futuro plan propone un suelo calificado como urbanizable (SUB), delimitado por una red viaria cuya situación es coincidente con la propuesta de trazado que se muestra en el presente proyecto.

El objeto por tanto de la nueva actuación es el de funcionar como variante poblacional previo al crecimiento urbano, para posteriormente pasar a formar parte del la red de articulación interna del municipio, quedando así justificada desde el punto de vista funcional.

1.9 Estudio de tráfico

La descripción detallada de la afección al planeamiento urbano de la traza se muestra en el Anejo nº7: “Estudio de tráfico” del presente proyecto.

Para el estudio de tráfico se parte de una matriz origen destino elaborada en el “Proyecto de Trazado. Variante de Zafra. Carretera N-432 de Badajoz a Granada, pk 69,400 al 78,300. Provincia de Badajoz.”, que será actualizada:

Tabla 1-5. Matriz de viajes entre zonas actualizada

Matriz de viajes entre zonas					
Zonas	A	B	C	D	E
A	0	488	1262	270	944
B	488	0	585	1180	2705
C	1262	585	0	395	1327
D	270	1180	395	0	1055
E	944	2705	1327	1055	0

Donde:

- Zona A: Recoge el tráfico de la N-432 desde Zafra hacia Badajoz
- Zona B: Recoge el tráfico de la EX-101 desde Zafra hacia Villafranca de los Barros
- Zona C: Recoge el tráfico de la N-432 desde Zafra hacia Sevilla
- Zona D: Recoge el tráfico de la EX-101 desde Zafra hacia Burguillos del Cerro
- Zona E: Corresponde al municipio de Zafra

1.9.1 Prognosis de tráfico

Para la obtención de los tráficos de puesta en servicio del nuevo trazado viario se considera la tasa de crecimiento establecida en la “Nota de Servicio 5/2014, de prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudios de tráfico de los Estudios Informativos, Anteproyectos y Proyectos de Carreteras”, que establece 1.44 %. Se estudiarán también las tasas de valores 2.50 % y 3.50 %. Será considerada además una inducción adicional de tráfico repartida en los tres primeros años de puesta en servicio de la carretera.

Tabla 1-6. Prognosis de tráfico

Año	Escenario 1.44 %		Escenario 2.50 %		Escenario 3.50 %	
	IMD	IMDp	IMD	IMDp	IMD	IMDp
2019	3315	440	3315	440	3315	440
Inducción 3.33 %	3425	455	3425	455	3425	455
2020	3475	461	3511	466	3545	471
Inducción 3.33 %	3590	477	3628	482	3663	486
2021	3642	483	3719	494	3792	503
Inducción 3.33 %	3763	500	3842	510	3918	520
2022	3818	507	3939	523	4055	538
2023	3873	514	4037	536	4197	557
2024	3928	521	4138	549	4344	577
2025	3985	529	4241	563	4496	597
2026	4042	537	4347	577	4653	618
2027	4100	544	4456	591	4816	639
2028	4160	552	4567	606	4985	662
2029	4219	560	4682	621	5159	685
2030	4280	568	4799	637	5340	709
2031	4342	576	4919	653	5526	734
2032	4404	585	5042	669	5720	759
2033	4468	593	5168	686	5920	786
2034	4532	602	5297	703	6127	813
2035	4597	610	5429	721	6342	842
2036	4664	619	5565	739	6564	871
2037	4731	628	5704	757	6793	902
2038	4799	637	5847	776	7031	933
2039	4868	646	5993	795	7277	966

1.9.2 Categoría de tráfico de la vía

La categoría de tráfico establecida para el tronco principal y para los ramales de la glorieta existente en el P.K. 1+390.00 es **T2**, de acuerdo con las indicaciones de la Instrucción 6.1 IC

1.9.3 Nivel de servicio de la vía

La metodología empleada responde a las especificaciones propuestas por el Manual de Capacidad de 2010 (HCM 2010).

Se obtienen los niveles de servicio del tronco principal para los años de vida útil, considerando las tasas de crecimiento de tráfico anteriormente mencionadas. Para todos los casos se obtiene un **nivel de servicio A**

1.10 Trazado

La descripción detallada del trazado geométrico de la variante proyectada se muestra en el Anejo nº8: "Trazado" del presente proyecto, y responde a las indicaciones impuestas por la Norma 3.1-IC Trazado.

1.10.1 Trazado en planta

La longitud del trazado en planta del nuevo viario es de 2.372,19 m, comprendidos entre su origen en la glorieta de confluencia entre la EX 321 y la EX 101, y su final en el sur del núcleo urbano de Zafra, en la intersección de confluencia con la N 432.

El trazado en planta del tronco principal comienza un tramo recto que se extiende desde el P.K. 0+000.00 hasta el P.K. 0+974.85. Posteriormente se extiende curva de radio 350,00 m y clotoides con parámetros A de 151 tanto para la entrada como para la salida, hasta el P.K. 1+169.92.

Continúa con tramo recto hasta el P.K. 1+571.14, para posteriormente seguir con curva a izquierda de radio 350,00 m y clotoides de entrada y salida con parámetro A de 151, hasta el P.K. 1866.09.

Tras la curva se extiende un tramo recto hasta el P.K. 1+959.80, para proseguir con curva a izquierda con radio de 350,00 m y clotoides de entrada y salida con parámetro A de 151, hasta el P.K. 2+184.77.

Finalmente se extiende tramo recto hasta el final del trazado, en el P.K. 2+372.19.

1.10.2 Trazado en alzado

El trazado en alzado comienza con una pendiente descendente de -0.50 % desde el P.K. 0+000.00 hasta el P.K. 0+054.25 (cota 483.004 m), donde comienza un acuerdo vertical convexo con parámetro K de 252.98, que se extiende hasta el P.K. 0+145.15 (cota 482.386 m) con una pendiente de salida de -0.86 %.

Se extiende tramo con pendiente constante de -0.86% hasta el P.K. 0+211.04 (cota 481.820 m) donde comienza acuerdo vertical cóncavo de parámetro K de 26.73, que se extiende hasta el P.K. 0+343.76 (cota 483.973 m) con pendiente de salida de 4.10 % ascendente. Se origina punto bajo en el P.K. 0+234.02 (cota 481.721 m).

Se extiende tramo con pendiente constante de 4.10 % hasta el P.K. 0+477.60 (cota 489.467 m) donde comienza acuerdo vertical convexo de parámetro K de 57.50, que se extiende hasta el P.K. 0+583.57 (cota 492.84 m) con pendiente de salida de 2.26 %.

Continúa tramo con pendiente constante de 2.26 % hasta el P.K. 0+985.75 (cota 501.93 m) donde comienza acuerdo vertical convexo de parámetro K de 34.35, hasta el P.K. 1+082.39 (cota 502.76 m) con pendiente de salida de -0.55% descendente, originándose un punto alto en el P.K. 1+063.47 (cota 502.82 m).

Prosigue tramo con pendiente constante de -0.55% hasta el P.K. 1+127.97 (cota 502.51 m) donde comienza acuerdo vertical cóncavo de parámetro K de 27.41, hasta el P.K. 1+292.89 (cota 506.57 m) con pendiente de salida de 5.47 % ascendente originando punto bajo en el P.K. 1+143.07 (cota 502.472 m).

Se extiende tramo de pendiente constante de 5.47 % hasta el P.K. 1+304.21 (cota 507.185 m) donde comienza acuerdo vertical cóncavo de parámetro K de 906.03, que se extiende hasta el P.K. 1+461.40 (cota 515.912 m) con pendiente de salida de 5.64 %.

Posteriormente continúa con tramo de pendiente constante de 5.64 % hasta el P.K. 1+669.51 (cota 527.65 m) donde comienza acuerdo vertical convexo de parámetro K de 35.18, que se extiende hasta el P.K. 1+885.50 (cota 533.19 m) con pendiente ascendente de salida de -0.50 %. Se origina punto alto en el P.K. 1+867.91 (cota 533.24 m).

Continúa tramo de pendiente constante de -0.50 % hasta el P.K. 1+921.65 (cota 533.02 m) donde comienza acuerdo vertical convexo de parámetro K de 38.29, que se extiende hasta el P.K. 2+072.93 (cota 529.27 m) con pendiente de salida de -4.45 %. Se origina punto alto en el P.K. 1+921.65 (cota 533.01 m).

Prosigue tramo de pendiente constante de -4.45 % hasta el P.K. 2+074.87 (cota 529.18 m) donde comienza acuerdo vertical cóncavo de parámetro K de 31.44, que se extiende hasta el P.K. 2+230.54 (cota 526.11 m) con pendiente de salida de 0.50 %. Se origina punto bajo en el P.K. 2+214.82 (cota 526.07 m). Se extiende la pendiente de salida de 0.50 % hasta el final del trazado viario.

1.10.3 Sección tipo

La sección transversal del tronco principal y de los ramales de la glorieta proyectada está formada por calzada de 7,00 m (2 carriles de 3,50 m cada uno), arcenes de 1,50 metros y bermas de 1,00 metros.

La sección transversal del tramo de obra de paso superior sobre ferrocarril consta de de 7,00 m (2 carriles de 3,50 m cada uno), arcenes de 1,50 metros e impostas a cada lado de 0.65 m, conformando un tablero con un ancho total de 11.30 m.

La glorieta posee un diámetro exterior de 60,00 m, cuya calzada anular consta de un único carril de 5,00 m con arcén exterior de 1,50 m, provista con un gorjal de 0,50 m.

1.11 Movimiento de tierras

La descripción detallada de los apartados en referencia al movimiento de tierras se muestra en el Anejo nº9: "Movimiento de tierras" del presente proyecto.

A continuación se muestra un breve resumen de movimiento de tierras de la obra lineal conjunta:

Tabla 1-7. Resumen de movimiento de tierras en la obra lineal

RESUMEN DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS (m3)	
DESBROCE DE TERRENO VEGETAL DESARBOLADO	30,302.17
EXCAVACIÓN EN DESMONTE	128,290.37
TERRAPLÉN O RELLENO CON MATERIAL PROCEDENTE EXCAVACION	127,595.58
SUELO SELECCIONADO DE PRÉSTAMO	14,235.69
SUELO ESTABILIZADO "IN SITU" CON CEMENTO, TIPO S-EST3	12,162.78

La explanada finalmente considerada es del tipo E3, cuyas capas de formación son las siguientes:

- 0.30 m de suelo estabilizado S-EST 3
- 0.30 m de suelo seleccionado (2)

Se considerará que la totalidad del material de la excavación podrá ser utilizado para la formación terraplenes, además de que el material de desmonte será excavado en su totalidad a través de ripper.

El balance de tierras se establece con una diferencia de 682.29 m³ de desmonte, que serán transportados a vertedero.

1.12 Firmes y pavimentos

En función de la categoría de tráfico T2 y la explanada seleccionada del tipo E3, se escoge la sección 232 del catálogo de firmes existente en la a 6.1-IC “Secciones de Firme” de la Instrucción de Carreteras, aprobada por Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre.

La sección seleccionada se aplicará también a los ramales de la glorieta pertenecientes a la BA-160 (norte y sur). El firme queda constituido por:

Calzada

- 3 cm de m.b.d.c. BBTM 11B PMB 45/80-60 en rodadura
- Riego de Adherencia C60BP3 ADH (ECR-1)
- 5 cm de m.b.c. AC22 bin BC50/70 S en capa intermedia
- Riego de Adherencia C60B3 ADH (ECR-1)
- 7 cm de m.b.c. AC32 base BC50/70 G en capa de base
- Riego de curado C60B3 CUR (ECR-1) y riego de adherencia C60B3 ADH (ECR-1)
- 20 cm de Suelocemento

Arcenes

- 3 cm de m.b.d.c. BBTM 11B PMB 45/80-60 en rodadura
- Riego de Adherencia C60BP3 ADH (ECR-1)
- 5 cm de m.b.c. AC22 bin BC50/70 S en capa intermedia
- Riego de curado C60B3 CUR (ECR-1) y riego de adherencia C60B3 ADH (ECR-1)
- 27 cm de Suelocemento

La sección del firme adoptada sobre el tablero de la estructura existente en el tronco es el siguiente:

- 3 cm de m.b.d.c. BBTM 11B PMB 45/80-60 en rodadura
- Riego de Adherencia C60BP3 ADH (ECR-1)
- 5 cm de m.b.c. AC22 bin BC50/70 S en capa intermedia
- Riego de Adherencia C60B3 ADH (ECR-1) sobre impermeabilización de tablero

1.13 Drenaje

La definición detallada del conjunto de elementos que conforman el drenaje se muestra en el Anejo nº11: “Drenaje” del presente Proyecto.

Para el dimensionamiento de los elementos que definen el drenaje de la traza se ha considerado la Norma 5.2-IC “Drenaje superficial”, del Ministerio de Fomento, aprobada por Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero.

Los periodos de retorno considerados para el cálculo de los distintos elementos son los siguientes:

- Drenaje longitudinal: 25 años
- Drenaje transversal: 100 años

1.13.1 Drenaje transversal

La totalidad de las obras de drenaje transversal están constituidas por tubos de hormigón armado.

Considerando los caudales para cada periodo de retorno de las cuencas mostradas en la tabla 1.4, se proyectan las siguientes obras de drenaje transversal:

Tabla 1-8. ODT proyectadas en la obra lineal

ODT	CAUDAL DE DISEÑO DE ODTs (m ³ /s)						
	L (m)	J (%)	Q (T=100)	Tipo	Dimensiones (mm)	Aportación	P.K.
ODT1	40.56	1.55	1.84	Tubo Hormigón	1800.00	C1,C2,C3,C-CUN1,C4,CUN2	0+220.00
ODT2	23.97	4.42	2.41	Tubo Hormigón	1500.00	C5,C6,C-CUN5	0+530.00
ODT3	23.02	4.58	2.03	Tubo Hormigón	1800.00	C7,C8,CT7	1+030.00
ODT4	80.26	4.99	2.60	Tubo Hormigón	1800.00	C9,C11,AUX-ODT4	1+425.00
ODT5	19.00	0.74	0.27	Tubo Hormigón	600.00	C9.1	1+370.00
ODT6	7.06	0.61	0.99	Tubo Hormigón	1200.00	C9.1,C8	1+210.00
ODT7	6.26	1.63	0.05	Tubo Hormigón	450.00	C-CUN2	1+275.00

1.13.2 Drenaje longitudinal

Con el objeto de facilitar y uniformizar la puesta en obra, se ha tratado de definir cunetas tipo a lo largo del corredor, tratando de respetar las especificaciones de taludes mostradas en la norma 5.2-IC. Se definen por tanto las siguientes cunetas:

- Cunetas de pie de desmonte: se proyectarán a lo largo de todo el tronco principal cunetas triangulares con talud interior de 6H:1V y talud exterior de 4H:1V revestidas de hormigón en 30 cm de altura. Para los caminos se emplearán cunetas con talud tanto externo como interno de dimensiones 3H:2V sin revestimiento con dimensiones totales de 1.00 m en planta.
- Cunetas de pie de terraplén: se proyectarán lo largo de todo el tronco principal cunetas triangulares con talud tanto externo como interno de dimensiones 3H:2V revestidas de hormigón en 30 cm de altura. En los caminos se emplearán sin revestimiento con las mismas dimensiones.
- Cunetas de coronación de desmonte: se proyectarán lo largo de todo el tronco principal y caminos cunetas trapeziales revestidas de hormigón, con ancho de base de 0.50 m, taludes 1H:1V y 0.50 m de altura.

1.14 Estructuras

La definición detallada de las estructuras proyectadas en el nuevo trazado se muestra en el Anejo nº12: “Estructuras” del presente Proyecto.

A lo largo de la obra lineal se proyectará únicamente una obra de paso superior sobre ferrocarril, con una longitud de 30 m que se extiende desde el P.K. 1+886.51 hasta el P.K. 1+917.51.



Ilustración 6. Solución adoptada para obra de paso superior sobre ferrocarril en el P.K. 1+886.51

1.14.1 Documentación empleada

El conjunto de documentos empleados para la conformación de la obra de paso superior se muestra a continuación:

- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08)
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11). Ministerio de Fomento
- Obras de paso de nueva construcción. Conceptos generales. Ministerio de Fomento
- Criterios a tener en cuenta en el proyecto y construcción de puentes con elementos prefabricados de hormigón estructural (OC 11/2002), Ministerio de Fomento
- Nota Técnica sobre aparatos de apoyo para puentes de carretera. Ministerio de Fomento.
- Orden Circular 1/2019 sobre aplicación de Eurocódigos a proyectos de carreteras
- Orden Circular 35/2014 sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos
- Instrucciones y recomendaciones sobre estructuras IGP-5 de ADIF
- Puentes: Apuntes para su diseño y construcción (2007) Tomo I. Javier Manterola

1.14.2 Solución adoptada

La obra de paso superior sobre ferrocarril está compuesta por un tablero de vigas prefabricadas de hormigón (ante la imposibilidad de un cimbrado que afecte al estado de servicio de la red ferroviaria) con losa in situ de 0.25 m de espesor.

El tablero se compone por 5 vigas prefabricadas con 1.30 m de canto, sobre las que apoya la losa de anchura de 11.30 m, compuesto por dos carriles de 3.50 m con arcones de 1.50 m e impostas de 0.65 m.

La obra de paso superior se dispone con un gálibo de 7 m cumpliendo las especificaciones impuestas por ADIF en la IGP-5.

Serán dispuestos estribos con muros de tierra armada, con el objeto de reducir la luz de la obra de paso, justificando su tipología estructural.

El proceso constructivo consistirá en la construcción de los estribos, colocación de las vigas, colocación de las prelosas colaborantes y hormigonado de la losa de compresión in situ.

1.15 Señalización, Balizamiento y defensas

La descripción detallada de los elementos que conforman la señalización, balizamiento y defensas de la obra lineal se muestran en el Anejo nº13: "Señalización, balizamiento y defensas" del presente Proyecto.

1.15.1 Elementos de señalización

Marcas viales

La tipología de las marcas viales es la correspondiente a la Norma 8.2-IC Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras, aprobada por Orden Ministerial de 16 de julio de 1987 (BOE del 4 de agosto y del 29 de septiembre de 1987).

Las marcas viales a emplear serán del tipo P-RR, es decir, permanentes por su utilización y diseñadas específicamente para mantener la retrorreflexión en seco, con humedad y lluvia.

Conforme a la clase de durabilidad obtenida a partir del factor de desgaste de cada una de las marcas viales proyectadas, y siendo el soporte mezcla bituminosa de nueva ejecución, los productos a utilizar en las marcas viales permanentes a ejecutar son los que se indican a continuación:

- Marcas longitudinales y transversales:
 - ~ Termoplástico de aplicación en caliente mediante pulverización.
- Flechas y símbolos:
 - ~ Plástico en frío de dos componentes aplicado mediante extrusión.
- Cebreados:
 - ~ Plástico en frío de dos componentes aplicado mediante pulverización.

Señalización vertical

Las señales verticales proyectadas se ajustan a lo establecido en la Norma 8.1-IC Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras, aprobada por Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo.

Los materiales retrorreflectantes utilizados en la fabricación de las señales y carteles verticales de circulación a instalar en este proyecto serán de clase RA-2 de los especificados en la vigente Norma 8.1-IC Señalización vertical.

Las señales verticales proyectadas son las siguientes:

- Advertencia de peligro: tipo "P"
- Reglamentación: tipo "R"
- Indicación: tipo "S"

En cuanto a dimensiones, color, tipo de alfabeto y altura característica de los mensajes, se adoptan los correspondientes para carretera convencional con arcén.

Las dimensiones de las placas para señales de los tipos "P" y "R" serán de 1.350 mm de lado las triangulares, 900 mm de diámetro las circulares y 900 mm de doble apotema las octogonales.

Los carteles y señales de destino se proyectan según los nombres y mensajes que en ellos se indican, teniendo en cuenta los criterios sobre composición de señales de indicación de la Norma 8.1-IC.

1.15.2 Elementos de balizamiento

Como elementos de balizamiento se proyectan hitos de arista tipo I y captafaros reflectantes a dos caras en pavimento y en barrera de seguridad.

1.15.3 Elementos de defensa

El sistema de contención a instalar será barrera de seguridad metálica tipo N2/A/W3/1,0/S, contención clase normal y nivel N2, índice de severidad del impacto clase A, anchura de trabajo clase W3 y deflexión dinámica menor o igual a 1,0 m, simple y con postes de 2 m de longitud.

Desde el 1 de enero de 2011 es obligatorio el marcado CE, por lo que, independientemente de los materiales constituyentes, o de su situación en cuanto a propiedad industrial (tanto sistemas libres como bajo patente), los modelos de sistemas de contención a emplear deberán disponer del correspondiente certificado de conformidad CE según la norma UNE-EN 1317-5, emitido por un organismo de certificación acreditado a tal fin, donde se incluirán los valores de los parámetros que caracterizan el comportamiento de cada sistema.

El sistema a instalar deberá tener la conformidad de la Dirección Facultativa, de manera que de los posibles modelos con las características exigidas de nivel de contención, deflexión, anchura de trabajo, etc., dicha Dirección Facultativa podrá descartar aquellos que considere no idóneos en relación con las características de la carretera y de las márgenes del tramo de actuación.

No se admitirán sistemas de contención que contengan postes con aristas cortantes en las caras expuestas al tráfico.

Se deberá entregar el manual de instalación del sistema y sus características de instalación serán adecuadas al terreno existente.

Se preferirán sistemas que cuenten con separadores a los que carecen de ellos.

El sistema a colocar será compatible con los sistemas instalados con los que conecte.

1.16 Reposición de servicios afectados

La reposición de los servicios se muestra de forma detallada en el Anejo nº19: "Reposición de servicios afectados" del presente proyecto..

La obra proyectada afecta a los siguientes servicios:

- Tendido aéreo de línea telefónica que discurre perpendicularmente a la traza, en los P.K. 0+280.00 y P.K. 1+210.00

Las líneas aéreas de línea telefónica que se ven afectadas discurren perpendicularmente a la traza, en los P.K. 0+280.00 y P.K. 1+210.00.

1.17 Soluciones propuestas al tráfico durante las obras

La descripción de las soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras se muestran de forma detallada en el Anejo nº 15: "Programación y soluciones al tráfico durante las obras" del presente proyecto.

Se definen tres fases de ejecución mostradas detalladamente en el anejo correspondiente.

Las medidas de seguridad a adoptar en lo que se refiere a la ordenación del tráfico durante la ejecución de las obras se ajustarán a lo indicado en la "Instrucción 8.3-IC sobre Señalización de obras y en el Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas".

1.18 Expropiaciones

La descripción detallada en materia de expropiación se muestra en el Anejo nº17: "Expropiaciones" del presente proyecto.

Se establecerán como criterios base para la fijación de los límites de expropiación los definidos en la Ley de Carreteras. (Ley 37/2015 de carreteras de 29 de septiembre).

Se considera el límite de expropiación a 3 metros de la arista exterior de la explanación, al tratarse la totalidad de los terrenos expropiados del tipo rural. Se han considerado que la totalidad de las expropiaciones serán del tipo permanente, obviando expropiaciones temporales.

El presupuesto total para expropiación se muestra a continuación:

Tabla 1-9. Valoración total de las expropiaciones

Valoración total de expropiaciones	
Precio total de expropiación (€)	21.556,44

1.19 Justificación de precios

En el Anejo nº 20 se justifican los precios de las distintas unidades que componen el presente Proyecto.

1.20 Programación de las obras

En cumplimiento de lo establecido en el artículo 132 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre), se ha incluido en el Anejo nº 20: "Programación y soluciones al tráfico durante las obras" un programa de desarrollo de los trabajos en tiempo y coste óptimo, siendo su carácter indicativo.

El plazo estimado de ejecución de la obra se eleva a catorce (14) meses.

1.21 Estudio de seguridad y salud

De acuerdo con el artículo 4.1 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, se incluye en el Anejo nº 21 un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Su presupuesto es de 48.778,28 euros y está incluido dentro del Presupuesto de Ejecución Material del Proyecto.

1.22 Gestión de residuos

Las obras proyectadas requieren el desmontaje de elementos de equipamiento vial (señales y carteles verticales) y de la gestión de residuos procedentes de demolición y excedentes de excavación.

Estas unidades de obra generan residuos que han de ser gestionados de acuerdo a lo establecido en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.

Dicho Real Decreto establece en su artículo 4.a la obligatoriedad de contemplar en los proyectos de ejecución de obra un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, el cual se incluye como Anejo nº 16 de esta memoria.

Se contempla dentro del Presupuesto de Ejecución Material del Proyecto un capítulo propio a tal efecto, cuyo importe asciende a la cantidad de 39.021,88 euros.

1.23 Medidas protectoras y correctoras

Se incluyen en proyecto el conjunto de actuaciones necesarias para la protección del entorno durante la ejecución de las obras, la restauración vegetal de las superficies generadas por las mismas y el seguimiento ambiental de la actuación.

Los trabajos se han estructurado a partir del análisis de las afecciones ambientales básicas, tras cuya identificación se ha planteado un conjunto de actuaciones, las cuales se resumen seguidamente.

1.23.1 Medidas protectoras y correctoras

Se trata de un conjunto de medidas que abarca actuaciones generalmente concentradas en la fase de construcción, y cuyos objetivos son minimizar los posibles impactos generados y la integración ambiental y paisajística de las obras proyectadas.

A continuación se resumen dichas medidas:

- Protección de la calidad del aire, previendo la realización de riegos periódicos, con camión cuba, de las superficies de actuación y caminos de acceso.
- Jalonamiento temporal de la zona de ocupación estricta de las obras.
- Actuaciones en zona de instalaciones de obra, consistentes en la disposición de una balsa de retención-decantación, la impermeabilización de los terrenos destinados al parque de maquinaria y la aplicación de un Plan de Gestión de Residuos.
- Protección y conservación de los suelos, que incluye la retirada, acopio y reutilización de la tierra vegetal procedente de las superficies ocupadas, definiéndose las condiciones de ejecución de dichas labores.

Se prestará especial cuidado en la retirada de tierra vegeta en zonas de potencial existencia de especies de interés, para lo cual se seguirán los procedimientos suficientemente detallados en los artículos correspondientes de este pliego y en el documento ambiental del proyecto.

- Restauración vegetal y paisajística.

Se han definido un conjunto de actuaciones a desarrollar sobre las diferentes superficies generadas, concretamente en taludes de terraplén y desmonte, zonas interiores de las gloriets, tramos residuales de carretera y zona de instalaciones auxiliares.

Estas actuaciones tienen por objeto corregir impactos, mejorar aspectos relacionados con la defensa contra la erosión, la restauración de la cubierta vegetal y la integración paisajística de la actuación.

El conjunto de labores consideradas en los trabajos de restauración vegetal es el siguiente:

- Preparación del terreno.

- Extendido de tierra vegetal.
- Siembras.
- Plantaciones.
- Labores de conservación y mantenimiento.

Programa de seguimiento y vigilancia ambiental

Todos los trabajos definidos se someterán al correspondiente programa de seguimiento y vigilancia ambiental.

1.24 Presupuestos

En el Documento nº4 Presupuestos, se detalla tanto las mediciones de las distintas unidades de obra, como los Cuadros de Precios nº1 y nº2 y los presupuestos parciales por capítulos que componen el presente proyecto.

El resumen de Presupuesto del proyecto se muestra a continuación:

RESUMEN DE PRESUPUESTOS

CAP.	DESCRIPCION	IMPORTE
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES	918,326.37
2	DRENAJE	139,150.14
3	FIRMES Y PAVIMENTOS	514,713.54
4	ESTRUCTURAS	251,646.44
5	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	318,429.28
6	SOLUCIONES AL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS	28,652.75
7	REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS	24,765.36
8	VARIOS	182,342.05
	PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL	2,378,025.93
	GASTOS GENERALES 13%	309,143.37
	BENEFICIO INDUSTRIAL 6%	142,681.56
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACION SIN I.V.A.	2,829,850.86
	I.V.A 21%	594,268.68
	PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACION	3,424,119.54

El presupuesto final de las obras asciende a la cantidad de TRES MILLONES CUATROCIENTOS VEINTICUATRO MIL CIENTO DIECINUEVE EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CENTIMOS (3.424.119,54 €).

1.25 Documentos que integran el proyecto

A continuación se muestran el conjunto de documentos que integran el presente proyecto:

Documento nº 1: Memoria y Anejos

1. Antecedentes
2. Cartografía

3. Afección al Planeamiento Urbano
4. Análisis multicriterio de alternativas
5. Geología, Geotecnia y procedencia de los materiales
6. Climatología e Hidrología
7. Estudio de Tráfico
8. Trazado
9. Movimiento de Tierras
10. Firmes y pavimentos
11. Drenaje
12. Estructuras
13. Señalización, balizamiento y defensas
14. Reposición de caminos y accesos
15. Planificación y Soluciones al tráfico durante las obras
16. Gestión de residuos
17. Expropiaciones
18. Reposición de servicios
19. Justificación de Precios
20. Estudio de Seguridad y Salud

Documento nº 2: Planos

1. Situación e índice de planos
2. Planta General
3. Planta Trazado. Tronco principal
4. Planta caminos y glorieta
5. Perfiles Longitudinales
6. Perfiles Transversales
7. Secciones tipo y detalles
8. Planta Drenaje
9. Detalles Drenaje
10. Planta Señalización
11. Detalles Señalización, balizamiento y defensas
12. Estructuras

Documento nº3: Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

Documento nº4: Presupuesto

1. Mediciones
2. Cuadros de Precios

2.1 Cuadro de Precios nº1

2.2 Cuadro de Precios nº2

3. Presupuesto

3.1 Presupuestos Parciales

3.2 Presupuesto Final

Sevilla, julio de 2019

El autor del Trabajo Fin de Máster

Germán Cerrato Rodríguez

