

ANEJO Nº 10. FIRMES Y PAVIMENTOS

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	DATOS DE PARTIDA.....	1
2.1.	ESTUDIO DE TRÁFICO	1
2.1.1.	Tráfico en el tronco.....	2
2.1.2.	Tráfico en ramales de enlace	2
2.1.3.	Tráfico en glorietas	3
2.1.4.	Proyecto BA-160. Conexión Puebla de Sancho Pérez con N-432.	3
2.2.	CONDICIONANTES CLIMÁTICOS.....	3
3.	EXPLANADA	4
4.	SECCIONES TIPO ESTUDIADAS.....	7
5.	COMPARACIÓN ECONÓMICA Y TÉCNICA.....	8
5.1.	ANÁLISIS ECONÓMICO	8
5.1.1.	Coste de ejecución de las secciones de firme	8
5.1.2.	Coste combinado de ejecución explanada – firme.....	15
5.1.3.	Costes de mantenimiento y rehabilitación	17
5.1.4.	Valor residual	18
5.1.5.	Costes totales.....	19
5.2.	ANÁLISIS TÉCNICO - ECONÓMICO	19
5.2.1.	FORMACIÓN DE LA EXPLANADA	19
5.2.2.	SECCIONES DE FIRME PARA EL TRONCO	23
6.	DISPONIBILIDAD DE MATERIALES.....	24
7.	ESTRUCTURA DEL FIRME	26
7.1.	TRONCO DE LA VARIANTE	26
7.2.	FIRMES EN RAMALES DE ENLACE	27
7.3.	GLORIETAS.....	28
7.4.	CAMINOS AGRÍCOLAS Y VÍAS PECUARIAS	29
7.5.	CARRETERAS CONVENCIONALES.....	30
7.6.	PAVIMENTO EN ESTRUCTURAS.....	31
7.7.	RELACIÓN DE EJES Y SECCIONES DE FIRME	32
8.	MATERIALES, DENSIDADES Y DOSIFICACIONES.	32

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente apartado es el de determinar la más adecuada entre las alternativas de la sección del paquete de firme del tronco, con los datos recopilados hasta la presente Fase 3 de Proyecto.

Esta sección debe ser adecuada a los condicionantes propios de la zona, tales como disponibilidad de materiales, calidad de la explanada y climatología, y debe soportar las cargas transmitidas por el tráfico estimado para la puesta en servicio y la vida útil.

Por otra parte, dada la gran importancia que las unidades de obra correspondientes al firme tienen en el presupuesto, el paquete de firme debe ser el más adecuado desde el punto de vista económico.

En los apartados que se adjuntan a continuación, se estudian detenidamente los condicionantes antes citados, y se procede al dimensionamiento de las diferentes secciones tipo del paquete de firme de acuerdo con los siguientes documentos:

- Norma 6.1-IC "Secciones de Firme" de la Instrucción de Carreteras, aprobada por Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre.
- La Orden Circular 10/2002 sobre Secciones de Firme y Capas Estructurales de Firme.
- El Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3/75), aprobado por O.M. de 6 de febrero de 1976, y sus modificaciones posteriores.
- La Orden Circular 5/2001, de 15 de junio de 2001, sobre riegos auxiliares, mezclas bituminosas y pavimentos de hormigón.
- La Orden Ministerial de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Norma 6.3-IC "Rehabilitación de Firmes" de la Instrucción de Carreteras, aprobada por Orden FOM/3459/03, de 28 de noviembre.

- Orden Circular 21/2007 sobre el uso y especificaciones que deben cumplir los ligantes y mezclas bituminosas que incorporen caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU).

Como datos básicos de partida para el dimensionamiento del firme se han considerado las conclusiones que, sobre el tráfico, explanada y materiales, se exponen en los Anejos nº 6 "Planeamiento y tráfico", Anejo nº 7 "Estudio geotécnico del corredor" y Anejo nº 3 "Geología y procedencia de materiales".

2. DATOS DE PARTIDA

2.1. ESTUDIO DE TRÁFICO

En este apartado se resumen y analizan los datos contenidos en el Estudio de Tráfico y su relación con el dimensionamiento de la sección tipo del paquete de firme.

La Orden FOM/3460/2003 del 28 de noviembre por la que se aprueba la norma 6.1 IC sobre Secciones de Firme de la Instrucción de Carreteras establece las diferentes categorías de tráfico pesado (8 categorías), en función de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMD_p) que se prevea para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Estas categorías son las que se indican a continuación:

Categorías de Tráfico Pesado	IMD _p
T00	IMD _p ≥ 4.000
T0	4.000 > IMD _p ≥ 2.000
T1	2.000 > IMD _p ≥ 800
T2	800 > IMD _p ≥ 200
T31	200 > IMD _p ≥ 100
T32	50 ≤ IMD _p < 100
T41	25 ≤ IMD _p < 50
T42	IMD _p < 25

2.1.1. Tráfico en el tronco

El tráfico de vehículos pesados en cada tramo se deriva de los tráficos obtenidos en el Documento nº 6 Planeamiento y Tráfico, suponiendo como año de puesta en servicio 2019, con un porcentaje de pesados del 12,30%, igual al porcentaje de pesados observado en el aforo automático realizado durante el trabajo de campo para el año 2014.

Considerando la IMD del tronco en el año de puesta en servicio (2019), de los dos tramos correspondiente al escenario de la Orden de Eficiencia FOM/3317/2010, con un 12,30% de pesados en la media anual observado en los aforos, y que en carreteras convencionales de un carril por sentido, incide sobre cada carril el 50% de los vehículos pesados que circulan por la vía.

Se tiene la siguiente IMDp y categoría de tráfico pesado:

TRAMO	IMD _p	Categoría
Tramo 1: Inicio del proyecto-Enlace EX-101	254	T2
Tramo 2: Enlace EX101- Fin del proyecto	260	T2

2.1.2. Tráfico en ramales de enlace

El cálculo de categorías de tráfico de pesados en ramales de enlaces se ha realizado basándose en el estudio de los datos obtenidos en el anejo nº 6 "Estudio del Tráfico".

Se han proyectado tres enlaces, denominados:

- Enlace de Zafra Norte.
- Enlace con la EX101.
- Enlace de Zafra Sur.

En ellos, el volumen de vehículos pesados para el año 2019 de puesta en servicio sería:

- Enlace de Zafra Norte.

RAMAL (Sentidos)	IMD _p 2019	CATEGORÍA TRÁFICO	CATEGORÍA TRÁFICO ADOPTADA
Ramal 1. Glorieta 1- N-432 Norte	122	T31	T31
Ramal 2. N-432 Norte - Glorieta 1	23	T42	T42
Ramal 3. Glorieta 2- N-432 Sur	23	T42	
Ramal 4. N-432 Sur - Glorieta 2	122	T31	T31
Ramal 5. Glorieta 1 – Glorieta 2	145	T31	T31

- Enlace con la EX101.

RAMAL (Sentidos)	IMD _p 2019	CATEGORÍA TRÁFICO	CATEGORÍA TRÁFICO ADOPTADA
Ramal 1. Glorieta - N-432 Norte	104	T31	T31
Ramal 2. N-432 Norte - Glorieta	116	T31	
Ramal 3. Glorieta- N-432 Sur	116	T31	
Ramal 4. N-432 Sur - Glorieta	104	T31	
Ramal EX101 Villafranca de los Barros	591	T2	T2
Ramal EX101 Zafra	302	T2	
Ramal Polígono Industrial	239	T2	

- Enlace de Zafra Sur.

RAMAL (Sentidos)	IMD _p 2019	CATEGORÍA TRÁFICO	CATEGORÍA TRÁFICO ADOPTADA
Ramal 1. Glorieta 1- N-432 Norte	6	T42	T42
Ramal 2. N-432 Norte - Glorieta 1	166	T31	T31
Ramal 3. Glorieta 2- N-432 Sur	166	T31	
Ramal 4. N-432 Sur - Glorieta 2	6	T42	T42
Ramal 5. N-432-Zafra	172	T31	T31

2.1.3. Tráfico en glorietas

En el año 2019 de puesta en servicio de la autovía, se considera que la categoría de tráfico pesado en las glorietas será la misma que la más restrictiva de los ramales que dan acceso a las mismas.

ENLACE	Glorieta	IMD _p 2019	CATEGORÍA TRÁFICO	CATEGORÍA TRÁFICO ADOPTADA
Enlace de Zafra Norte.	Glorieta 1	145	T31	T31
	Glorieta 2	145	T31	T31
Enlace con la EX101	Glorieta	670	T2	T2
	Glorieta polígono	670	T2	T2
Enlace de Zafra Sur.	Glorieta 1	172	T31	T31
	Glorieta 2	172	T31	T31

2.1.4. Proyecto BA-160. Conexión Puebla de Sancho Pérez con N-432.

En el Anejo nº6 Planeamiento y Tráfico, se han analizado las convergencias y divergencias en el enlace sur, debido a la afección que provocaría en el mismo la futura conexión de la carretera proyectada BA-160.

Se ha determinado un incremento en el tráfico en los diferentes ramales del enlace 3, sin embargo, se mantienen los niveles de servicio obtenidos en el escenario sin conexión Puebla de Sancho Pérez con la N-432, es decir, no se presentan problemas de congestión.

Se tiene la siguiente IMD_p y categoría de tráfico pesado en el enlace sur:

RAMAL (Sentidos)	IMD _p 2019	IMD _p - 2019 + conexión BA-160	CATEGORÍA TRÁFICO	CATEGORÍA TRÁFICO ADOPTADA
Ramal 1. Glorieta 1- N-432 Norte	6	37	T41	T41
Ramal 2. N-432 Norte - Glorieta 1	166	181	T31	T31
Ramal 3. Glorieta 2- N-432 Sur	166	181	T31	
Ramal 4. N-432 Sur - Glorieta 2	6	37	T41	T41
Ramal 5. N-432-Zafra	172	218	T2	T2

2.2. CONDICIONANTES CLIMÁTICOS

El presente apartado resume y analiza los posibles condicionantes climáticos que pudieran existir para la elección de un tipo determinado de firme.

De acuerdo con la Instrucción 6.1.-I.C. el área en estudio se corresponde con la zona térmica estival cálida.

La zona pluviométrica definida por la misma Instrucción correspondiente al área en estudio es poco lluviosa, ya que se corresponde con la zona 5 del mapa de las zonas pluviométricas definido en ésta.

3. EXPLANADA

A los efectos de definir la estructura del firme en cada caso, la Norma 6.1-IC “Secciones de firme”, establece tres categorías de explanada denominadas respectivamente E1, E2 y E3.

La formación de las explanadas de las distintas categorías depende del tipo de suelo de la explanación (en el caso de los desmontes), o de la obra de tierra subyacente (en el caso de los terraplenes), y de las características y espesores de los materiales disponibles.

La Norma 6.1-IC admite explanadas tipo E3 para las categorías de tráfico T00 y T0, y explanadas tipo E2 o E3 para la categoría de tráfico T1. Para tráficos inferiores admite cualquiera de los tres tipos de explanada (E1, E2 o E3).

En el tronco de la variante de Zafra proyectada tiene una categoría de tráfico T2 por lo que admite los tres tipos de explanada.

Por lo tanto se analizarán las diferentes formas de obtener explanada tipo E1, E2 y E3, en función de los materiales disponibles y según lo indicado en la Figura 1.- “Formación de la explanada” de la referida Norma, determinando el coste que alcanzaría la obtención de cada una de las explanadas, por metro cuadrado de sección adoptada.

En el Anejo Nº 7.- “Estudio Geotécnico del Corredor” se establecen los tipos de suelos sobre los que se va a construir la explanada.

A partir de la tramificación geológica y de los resultados obtenidos en los ensayos realizados a la cota de rasante, se obtiene que los materiales que se encuentran en los fondos de desmonte podrán ser clasificados como tolerables y roca.

Los rellenos del núcleo de los terraplenes se ejecutarán con materiales procedentes de la excavación, fundamentalmente suelos tolerables, pizarras y calizas procedentes de las zonas rocosas. Necesariamente la coronación de los rellenos se deberá construir con material con un índice CBR mayor o igual a 5, preferentemente un suelo seleccionado, pero no necesariamente, según se indica en el apartado 330.4.1.1 del Artículo 330 del PG-3. Para garantizar la capacidad soporte requerida se dispondrá de una capa de 0,5m de espesor con material procedente de la excavación, compactada a la máxima densidad del Proctor Modificado, de tal manera que la calidad de la coronación del relleno se supone como mínimo de calidad suelo Tolerable (0).

En los cuadros que aparecen a continuación se presenta un análisis económico de las diferentes formas de conseguir las explanadas E1, E2 y E3 partiendo de los siguientes datos:

- En el caso de los desmontes, la plataforma descansa sobre suelos clasificados en su mayoría como tolerables o roca.
- Los rellenos están formados por suelos tolerables, pizarras y calizas. Realizando la coronación del terraplén con material tolerable, compactado a la máxima densidad del Proctor Modificado (de manera que cumpla con el apartado 330.4.1.1 del PG-3, índice CBR ≥5). La calidad de la coronación del relleno se supone como mínimo de calidad suelo Tolerable (0).
- No se obtienen suelos seleccionados ni adecuados en los desmontes del trazado proyectado.
- Los materiales a emplear para la formación de las capas superiores de la explanada (suelo adecuado, seleccionado o estabilizado) necesariamente serán procedentes de los préstamos de Zafra y Aceuchal, definidos en el anejo de Geología.

Partiendo de estos datos, se han estudiado las diferentes formas de conseguir las explanadas E1, E2 y E3 sobre suelo tolerable.

- Explanada E-1 Sobre suelo Tolerable:

CATEGORÍA EXPLANADA	E1	Adecuado (1)	60
SOBRE SUELO:	TOLERABLE	TOLERABLE (0)	

EN DESMONTE		Superficies m²	Espesor m	Densidad	Dotación	Medición por / m²	Precio €	Coste €/m²
Código CP DGC	Descripción							
3.200.020	EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS SIN EXPLOSIVOS	1	0,6			0,6	1,95	1,17
3.300.040	SUELO ADECUADO PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACIÓN DE EXPLANADA	1	0,6			0,6	5,87	3,52
TOTAL								4,69

EN TERRAPLEN		Superficies m²	Espesor m	Densidad	Dotación	Medición por / m²	Precio €	Coste €/m²
Código CP DGC	Descripción							
3.300.040	SUELO ADECUADO PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACIÓN DE EXPLANADA	1	0,6			0,6	5,87	3,52
TOTAL								3,52

EN DESMONTE	4,69 €/m²
EN TERRAPLEN	3,52 €/m²

• Explanada E-2 Sobre suelo Tolerable:

CATEGORÍA EXPLANADA **E1** **Seleccionado (2)** 45
 SOBRE SUELO: **TOLERABLE** TOLERABLE (0)

EN DESMONTE		Superficies m²	Espesor m	Densidad	Dotación	Medición por / m³	Precio €	Coste €/m³
Codigo CP DGC	Descripción							
3.200.020	EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS SIN EXPLOSIVOS	1	0,45			0,45	1,95	0,88
3.300.050	SUELO SELECCIONADO PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACION DE EXPLANADA	1	0,45			0,45	6,67	3,00
TOTAL								3,88

EN TERRAPLEN		Superficies m²	Espesor m	Densidad	Dotación	Medición por / m³	Precio €	Coste €/m³
Codigo CP DGC	Descripción							
3.300.050	SUELO SELECCIONADO PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACION DE EXPLANADA	1	0,45			0,45	6,67	3,00
TOTAL								3,00

EN DESMONTE	3,88 €/m³
EN TERRAPLEN	3,00 €/m³

CATEGORÍA EXPLANADA **E2** **Seleccionado (2)** 75
 SOBRE SUELO: **TOLERABLE** TOLERABLE (0)

EN DESMONTE		Superficies m²	Espesor m	Densidad	Dotación	Medición por / m³	Precio €	Coste €/m³
Codigo CP DGC	Descripción							
3.200.020	EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS SIN EXPLOSIVOS	1	0,75			0,75	1,95	1,46
3.300.050	SUELO SELECCIONADO PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACION DE EXPLANADA	1	0,75			0,75	6,67	5,00
TOTAL								6,46

EN TERRAPLEN		Superficies m²	Espesor m	Densidad	Dotación	Medición por / m³	Precio €	Coste €/m³
Codigo CP DGC	Descripción							
3.300.050	SUELO SELECCIONADO PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACION DE EXPLANADA	1	0,75			0,75	6,67	5,00
TOTAL								5,00

EN DESMONTE	6,46 €/m³
EN TERRAPLEN	5,00 €/m³

CATEGORÍA EXPLANADA **E1** **S-EST 1** 25
 SOBRE SUELO: **TOLERABLE** TOLERABLE (0)

EN DESMONTE		Superficies m²	Espesor m	Densidad	Dotación	Medición por / m³	Precio €	Coste €/m³
Codigo CP DGC	Descripción							
3.200.020	EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS SIN EXPLOSIVOS	1	0,25			0,25	1,95	0,49
5.120.040	SUELO ESTABILIZADO "IN SITU" CON CEMENTO O CAL, TIPO S-EST1, TIERRAS DE PRÉSTAMO	1	0,25			0,25	7,25	1,81
2.020.020	CEMENTO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, SUELO-CEMENTO O GRAVA-CEMENTO	1	0,25	1,85	0,02	0,00925	71,18	0,66
TOTAL								2,96

EN TERRAPLEN		Superficies m²	Espesor m	Densidad	Dotación	Medición por / m³	Precio €	Coste €/m³
Codigo CP DGC	Descripción							
5.120.040	SUELO ESTABILIZADO "IN SITU" CON CEMENTO O CAL, TIPO S-EST1, TIERRAS DE PRÉSTAMO	1	0,25			0,25	7,25	1,81
2.020.020	CEMENTO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, SUELO-CEMENTO O GRAVA-CEMENTO	1	0,25	1,85	0,02	0,00925	71,18	0,66
TOTAL								1,81

EN DESMONTE	2,96 €/m³
EN TERRAPLEN	1,81 €/m³

CATEGORÍA EXPLANADA **E2** **Seleccionado (2)** 40
Adecuado (1) 50
 SOBRE SUELO: **TOLERABLE** TOLERABLE (0)

EN DESMONTE		Superficies m²	Espesor m	Densidad	Dotación	Medición por / m³	Precio €	Coste €/m³
Codigo CP DGC	Descripción							
3.200.020	EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS SIN EXPLOSIVOS	1	0,9			0,9	1,95	1,76
3.300.040	SUELO ADECUADO PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACION DE EXPLANADA	1	0,5			0,5	5,87	2,94
3.300.050	SUELO SELECCIONADO PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACION DE EXPLANADA	1	0,4			0,4	6,67	2,67
TOTAL								7,36

EN TERRAPLEN		Superficies m²	Espesor m	Densidad	Dotación	Medición por / m³	Precio €	Coste €/m³
Codigo CP DGC	Descripción							
3.300.040	SUELO ADECUADO PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACION DE EXPLANADA	1	0,5			0,5	5,87	2,94
3.300.050	SUELO SELECCIONADO PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACION DE EXPLANADA	1	0,4			0,4	6,67	2,67
TOTAL								5,60

EN DESMONTE	7,36 €/m³
EN TERRAPLEN	5,60 €/m³

• Explanada E-3 Sobre suelo Tolerable:

CATEGORÍA EXPLANADA: E2
SOBRE SUELO: TOLERABLE

EN DESMONTE		Superficies m²	Espesor m	Densidad	Dotación	Medición por / m³	Precio €	Coste €/m²
3.200.020	EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS SIN EXPLOSIVOS	1	0,5			0,5	1,95	0,98
5.120.040	SUELO ESTABILIZADO "IN SITU" CON CEMENTO O CAL, TIPO S-EST1, TIERRAS DE PRÉSTAMO	1	0,25			0,25	7,25	1,81
2.020.020	CEMENTO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, SUELO-CEMENTO O GRAVA-CEMENTO	1	0,25	1,85	0,02	0,00925	71,18	0,66
5.310.010	EMULSIÓN C60B4 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B4 CUR EN RIEGOS DE CURADO	1			0,00058	0,00058	369,70	0,21
5.120.050	SUELO ESTABILIZADO "IN SITU" CON CEMENTO O CAL, TIPO S-EST2, TIERRAS DE PRÉSTAMO	1	0,25			0,25	8,02	2,01
2.020.020	CEMENTO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, SUELO-CEMENTO O GRAVA-CEMENTO	1	0,25	1,85	0,02	0,00925	71,18	0,66
5.310.010	EMULSIÓN C60B4 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B4 CUR EN RIEGOS DE CURADO	1			0,00058	0,00058	369,70	0,21
TOTAL								6,54

EN TERRAPLEN		Superficies m²	Espesor m	Densidad	Dotación	Medición por / m³	Precio €	Coste €/m²
5.120.040	SUELO ESTABILIZADO "IN SITU" CON CEMENTO O CAL, TIPO S-EST1, TIERRAS DE PRÉSTAMO	1	0,25			0,25	7,25	1,81
2.020.020	CEMENTO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, SUELO-CEMENTO O GRAVA-CEMENTO	1	0,25	1,85	0,02	0,00925	71,18	0,66
5.310.010	EMULSIÓN C60B4 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B4 CUR EN RIEGOS DE CURADO	1			0,00058	0,00058	369,70	0,21
5.120.040	SUELO ESTABILIZADO "IN SITU" CON CEMENTO O CAL, TIPO S-EST1, TIERRAS DE PRÉSTAMO	1	0,25			0,25	7,25	1,81
2.020.020	CEMENTO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, SUELO-CEMENTO O GRAVA-CEMENTO	1	0,25	1,85	0,02	0,00925	71,18	0,66
5.310.010	EMULSIÓN C60B4 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B4 CUR EN RIEGOS DE CURADO	1			0,00058	0,00058	369,70	0,21
TOTAL								5,37

EN DESMONTE: 6,54 €/m²
EN TERRAPLEN: 5,37 €/m²

CATEGORÍA EXPLANADA: E3
SOBRE SUELO: TOLERABLE

EN DESMONTE		Superficies m²	Espesor m	Densidad	Dotación	Medición por / m³	Precio €	Coste €/m²
3.200.020	EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS SIN EXPLOSIVOS	1	0,6			0,6	1,95	1,17
3.300.050	SUELO SELECCIONADO PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACIÓN DE EXPLANADA	1	0,3			0,3	6,67	2,00
5.120.060	SUELO ESTABILIZADO "IN SITU" CON CEMENTO, TIPO S-EST3, TIERRAS DE PRÉSTAMO	1	0,3			0,3	8,26	2,48
2.020.020	CEMENTO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, SUELO-CEMENTO O GRAVA-CEMENTO	1	0,3	1,85	0,02	0,0111	71,18	0,79
5.310.010	EMULSIÓN C60B4 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B4 CUR EN RIEGOS DE CURADO	1			0,00058	0,00058	369,70	0,21
TOTAL								6,65

EN TERRAPLEN		Superficies m²	Espesor m	Densidad	Dotación	Medición por / m³	Precio €	Coste €/m²
3.300.050	SUELO SELECCIONADO PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACIÓN DE EXPLANADA	1	0,3			0,3	6,67	2,00
5.120.060	SUELO ESTABILIZADO "IN SITU" CON CEMENTO, TIPO S-EST3, TIERRAS DE PRÉSTAMO	1	0,3			0,3	8,26	2,48
2.020.020	CEMENTO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, SUELO-CEMENTO O GRAVA-CEMENTO	1	0,3	1,85	0,02	0,0111	71,18	0,79
5.310.010	EMULSIÓN C60B4 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B4 CUR EN RIEGOS DE CURADO	1			0,00058	0,00058	369,70	0,21
TOTAL								5,48

EN DESMONTE: 6,65 €/m²
EN TERRAPLEN: 5,48 €/m²

CATEGORÍA EXPLANADA: E2
SOBRE SUELO: TOLERABLE

EN DESMONTE		Superficies m²	Espesor m	Densidad	Dotación	Medición por / m³	Precio €	Coste €/m²
3.200.020	EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS SIN EXPLOSIVOS	1	0,5			0,5	1,95	0,98
3.300.050	SUELO SELECCIONADO PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACIÓN DE EXPLANADA	1	0,25			0,25	6,67	1,67
5.120.040	SUELO ESTABILIZADO "IN SITU" CON CEMENTO O CAL, TIPO S-EST1, TIERRAS DE PRÉSTAMO	1	0,25			0,25	7,25	1,81
2.020.020	CEMENTO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, SUELO-CEMENTO O GRAVA-CEMENTO	1	0,25	1,85	0,02	0,00925	71,18	0,66
5.310.010	EMULSIÓN C60B4 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B4 CUR EN RIEGOS DE CURADO	1			0,00058	0,00058	369,70	0,21
TOTAL								5,33

EN TERRAPLEN		Superficies m²	Espesor m	Densidad	Dotación	Medición por / m³	Precio €	Coste €/m²
3.300.050	SUELO SELECCIONADO PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACIÓN DE EXPLANADA	1	0,25			0,25	6,67	1,67
5.120.040	SUELO ESTABILIZADO "IN SITU" CON CEMENTO O CAL, TIPO S-EST1, TIERRAS DE PRÉSTAMO	1	0,25			0,25	7,25	1,81
2.020.020	CEMENTO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, SUELO-CEMENTO O GRAVA-CEMENTO	1	0,25	1,85	0,02	0,00925	71,18	0,66
5.310.010	EMULSIÓN C60B4 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B4 CUR EN RIEGOS DE CURADO	1			0,00058	0,00058	369,70	0,21
TOTAL								4,35

EN DESMONTE: 5,33 €/m²
EN TERRAPLEN: 4,35 €/m²

CATEGORÍA EXPLANADA: E3
SOBRE SUELO: TOLERABLE

EN DESMONTE		Superficies m²	Espesor m	Densidad	Dotación	Medición por / m³	Precio €	Coste €/m²
3.200.020	EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS SIN EXPLOSIVOS	1	0,8			0,8	1,95	1,56
3.300.040	SUELO ADECUADO PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACIÓN DE EXPLANADA	1	0,5			0,5	5,87	2,94
5.120.060	SUELO ESTABILIZADO "IN SITU" CON CEMENTO, TIPO S-EST3, TIERRAS DE PRÉSTAMO	1	0,3			0,3	8,26	2,48
2.020.020	CEMENTO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, SUELO-CEMENTO O GRAVA-CEMENTO	1	0,3	1,85	0,02	0,0111	71,18	0,79
5.310.010	EMULSIÓN C60B4 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B4 CUR EN RIEGOS DE CURADO	1			0,00058	0,00058	369,70	0,21
TOTAL								7,98

EN TERRAPLEN		Superficies m²	Espesor m	Densidad	Dotación	Medición por / m³	Precio €	Coste €/m²
3.300.040	SUELO ADECUADO PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACIÓN DE EXPLANADA	1	0,5			0,5	5,87	2,94
5.120.060	SUELO ESTABILIZADO "IN SITU" CON CEMENTO, TIPO S-EST3, TIERRAS DE PRÉSTAMO	1	0,3			0,3	8,26	2,48
2.020.020	CEMENTO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, SUELO-CEMENTO O GRAVA-CEMENTO	1	0,3	1,85	0,02	0,0111	71,18	0,79
5.310.010	EMULSIÓN C60B4 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B4 CUR EN RIEGOS DE CURADO	1			0,00058	0,00058	369,70	0,21
TOTAL								6,42

EN DESMONTE: 7,98 €/m²
EN TERRAPLEN: 6,42 €/m²

Atendiendo a los resultados obtenidos se puede observar que las explanadas más ventajosas en términos económicos son:

RESUMEN		DESMONTE	TERRAPLEN		
E1	60	Adecuado (1)	4,69	3,52	MÍNIMO
	45	Seleccionado (2)	3,88	3,00	
	25	S-EST 1	2,96	1,81	
E2	75	Seleccionado (2)	6,46	5,00	MÍNIMO
	40	Seleccionado (2)	7,36	5,60	
	50	Adecuado (1)			
	25	S-EST 2	6,54	5,37	
	25	S-EST 1			
	25	Seleccionado (3)	5,33	4,35	
E3	30	S-EST 3	6,65	5,48	MÍNIMO
	30	Seleccionado (2)			
	30	S-EST 3	7,98	6,42	
	50	Adecuado (1)			

Las dotaciones de conglomerante (cemento o cal) empleadas en las estabilizaciones, serán las definidas en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

4. SECCIONES TIPO ESTUDIADAS

De los apartados anteriores se deduce que para el dimensionamiento del firme se consideran las siguientes categorías de tráfico:

- T2 Tronco principal de la variante, y en el Enlace con la EX-101 los ejes 15 y 16 (EX101), eje 10 (Glorieta enlace con la EX101) y eje 17 (acceso al polígono industrial).
- T31 glorietas y ramales de los Enlaces Zafra Norte, Zafra Sur y Enlace con la EX101, a excepción de los indicados en el punto anterior y en el punto superior.
- T42 ramales 2 y 3 (ejes 6 y 7) del enlace Zafra Norte y ramales 1 y 4 (ejes 21 y 24) del enlace Zafra Sur.

Las secciones de firme a disponer quedan por justificar en función de los resultados del análisis económico y técnico realizado a continuación.

Los criterios adoptados para llevar a cabo el estudio de las secciones de firme son:

- Diferentes categorías según los ejes T2 y T31. No se realiza el análisis de los firmes con tráfico T42 dado lo escasa repercusión que tienen estos ejes en el presupuesto del proyecto.
- Explanadas E1, E2 y E3.
- Los materiales utilizados en las capas de firme cumplirán con las limitaciones sobre espesores especificadas en la Tabla 5 de la Norma 6.1-IC.
- Se tendrá en cuenta la zona térmica estival media para la elección del tipo de ligante bituminoso, así como para la relación entre su dosificación en masa y la del polvo mineral.
- Los espesores de las capas de mezcla bituminosa en caliente cumplirán lo especificado en la Tabla 6 de la Norma 6.1-IC.
- Para la capa de rodadura de las secciones de firme con tráfico T2, se emplearán mezclas bituminosas discontinuas en caliente tipo BBTM11B, ya que el tramo a proyectar se encuentra en zona pluviométrica poco lluviosa.
- Se descartan del estudio las secciones rígidas debido a las mayores limitaciones que presentan estas unidades a la hora de ser ejecutadas, las peores condiciones de rodadura y su mayor coste de ejecución.

Las secciones tipo a estudiar para las diferentes categorías de tráfico, según lo indicado en el "Catálogo de secciones de firme para las categorías de tráfico pesado T00 a T4, en función de la categoría de explanada" de la Norma 6.1-IC, serán las siguientes:

- Para tráfico T2 y explanada E1
 Sección Nº211
 Sección Nº212
- Para tráfico T2 y explanada E2
 Sección Nº221
 Sección Nº222

Sección Nº223

- Para tráfico T2 y explanada E3

Sección Nº231

Sección Nº232

- Para tráfico T31 y explanada E1

Sección Nº3111

Sección Nº3112

- Para tráfico T31 y explanada E2

Sección Nº3121

Sección Nº3122

- Para tráfico T31 y explanada E3

Sección Nº3131

Sección Nº3132

5. COMPARACIÓN ECONÓMICA Y TÉCNICA

5.1. ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1.1. Coste de ejecución de las secciones de firme

A continuación se presentan las tablas de cálculo con la medición de materiales y el coste por metro cuadrado de sección considerada, tanto para la calzada como para los arceles en el caso de que estos sean mayores de 1,25 m.

En el presente apartado se estiman unos costes orientativos de construcción de las posibles secciones tipo de firme a disponer. Los precios utilizados se consideran aproximados y orientativos del precio real, si bien no tienen por finalidad valorar la obra, sino servir como argumento de discriminación entre unas secciones y otras.

• Tráfico T2 - Explanada E1

PRECIO DE M² DE FIRME FORMADO POR:

SECCIÓN 211

TRAFICO T2

EXPLANADA E1

CALZADA Y ARCELEN < 1,25m

ESPESORES CAPA	
RODADURA	0,03
MB INTERMEDIA	0,10
BASE	0,15
ZAHORA ARTIFICIAL	0,40
ESPESOR DEL FIRME	0,68

CAPAS DE FIRME		Largo	Ancho	Espesor	Desidad/dotación	Medición	Precio	Importe
CAPA DE RODADURA								
5.430.020	m2							
2.150.020	t							
5.420.110	t							
5.310.040	t							
CAPA INTERMEDIA								
5.420.050	t							
2.110.050	t							
5.420.110	t							
5.310.020	t							
CAPA BASE								
5.420.100	t							
2.110.050	t							
5.420.110	t							
ZAHORA ARTIFICIAL								
5.300.030	t							
5.100.010	m3							
							Total	40,508

ARCEN > 1,25m

ESPESORES CAPA	
MB RODADURA	0,03
INTERMEDIA	0,10
SC	0,25
ZAHORA ARTIFICIAL	0,30
ESPESOR DEL FIRME	0,68

CAPAS DE FIRME		Largo	Ancho	Espesor	Desidad/dotación	Medición	Precio	Importe
CAPA DE RODADURA								
5.430.020	m2							
2.150.020	t							
5.420.110	t							
5.310.040	t							
CAPA INTERMEDIA								
5.420.050	t							
2.110.050	t							
5.420.110	t							
5.310.020	t							
SUELO CEMENTO								
5.310.020	t							
5.130.010	m3							
2.020.020	t							
ZAHORA ARTIFICIAL								
5.300.030	t							
5.100.010	m3							
							Total	29,2646

COSTE POR m ² DE FIRME	
CALZADA Y ARCELEN < 1,25m	40,51 €
ARCEN > 1,25m	29,26 €

PRECIO DE M² DE FIRME FORMADO POR:

SECCIÓN 222
TRFICO T2
EXPLANADA E2

CALZADA Y ARCCN < 1,25m

ESPESORES CAPA	
MB RODADURA	0,03
INTERMEDIA	0,05
BASE	0,10
SUELO CEMENTO	0,22
ESPEJOR DEL FIRME	0,40

Calzada	Arcén
19 cm MB	8 cm MB
22 cm SC	20 cm SC
	12 cm ZA

EXPLANADA E2

CAPAS DE FIRME	Largo	Ancho	Espeor	Desidad/dotación	Medición	Precio	Importe
CAPA DE RODADURA							
5.430.020	m2						
2.150.020	t						
5.420.110	t						
5.310.040	t						
CAPA INTERMEDIA							
5.420.050	t						
2.110.050	t						
5.420.110	t						
5.310.020	t						
CAPA BASE							
5.420.100	t						
2.110.050	t						
5.420.110	t						
5.310.020	t						
SUELO CEMENTO							
5.310.020	t						
5.130.010	m3						
2.020.020	t						
Total							
							28,12

ARCEN > 1,25m

ESPESORES CAPA	
MB RODADURA	0,03
INTERMEDIA	0,05
SC	0,20
ZAHORA ARTIFICIAL	0,12
ESPEJOR DEL FIRME	0,40

CAPAS DE FIRME	Largo	Ancho	Espeor	Desidad/dotación	Medición	Precio	Importe
CAPA DE RODADURA							
5.430.020	m2						
2.150.020	t						
5.420.110	t						
5.310.040	t						
CAPA INTERMEDIA							
5.420.050	t						
2.110.050	t						
5.420.110	t						
5.310.020	t						
SUELO CEMENTO							
5.310.020	t						
5.130.010	m3						
2.020.020	t						
ZAHORA ARTIFICIAL							
5.300.030	t						
5.100.010	m3						
Total							
							18,728161

COSTE POR m ² DE FIRME		
CALZADA Y ARCCN < 1,25m	28,12 €	
ARCEN > 1,25m	18,73 €	

PRECIO DE M² DE FIRME FORMADO POR:

SECCIÓN 223
TRFICO T2
EXPLANADA E2

CALZADA Y ARCCN < 1,25m

ESPESORES CAPA	
MB RODADURA	0,03
INTERMEDIA	0,05
BASE	0,07
GRAVA CEMENTO	0,20
SUELO CEMENTO	0,20
ESPEJOR DEL FIRME	0,55

Calzada	Arcén
15 cm MB	8 cm MB
20 cm GC	20 cm SC
	12 cm ZA
	12 cm ZA

EXPLANADA E2

CAPAS DE FIRME	Largo	Ancho	Espeor	Desidad/dotación	Medición	Precio	Importe
CAPA DE RODADURA							
5.430.020	m2						
2.150.020	t						
5.420.110	t						
5.310.040	t						
CAPA INTERMEDIA							
5.420.050	t						
2.110.050	t						
5.420.110	t						
5.310.020	t						
CAPA BASE							
5.420.100	t						
2.110.050	t						
5.420.110	t						
5.310.020	t						
GRAVA CEMENTO CEMENTO							
5.310.020	t						
5.130.020	m3						
2.020.020	t						
SUELO CEMENTO							
5.310.020	t						
5.130.010	m3						
2.020.020	t						
ZAHORA ARTIFICIAL							
5.300.030	t						
5.100.010	m3						
Total							
							30,95

ARCEN > 1,25m

ESPESORES CAPA	
MB RODADURA	0,03
INTERMEDIA	0,05
SC	0,20
ZAHORA ARTIFICIAL	0,27
ESPEJOR DEL FIRME	0,55

CAPAS DE FIRME	Largo	Ancho	Espeor	Desidad/dotación	Medición	Precio	Importe
CAPA DE RODADURA							
5.430.020	m2						
2.150.020	t						
5.420.110	t						
5.310.040	t						
CAPA INTERMEDIA							
5.420.050	t						
2.110.050	t						
5.420.110	t						
5.310.020	t						
SUELO CEMENTO							
5.310.020	t						
5.130.010	m3						
2.020.020	t						
ZAHORA ARTIFICIAL							
5.300.030	t						
5.100.010	m3						
Total							
							21,549025

COSTE POR m ² DE FIRME		
CALZADA Y ARCCN < 1,25m	30,95 €	
ARCEN > 1,25m	21,55 €	

• Tráfico T2 - Explanada E3

PRECIO DE M² DE FIRME FORMADO POR:

SECCIÓN 231

TRFICO T2
EXPLANADA E3

CALZADA Y ARCEN < 1,25m

ESPERORES CAPA	
RODADURA	0,03
MB INTERMEDIA	0,05
BASE	0,12
ZAHORA ARTIFICIAL	0,25
ESPEJOR DEL FIRME	0,45

Calzada	20 cm MB	Arcén	8 cm MB
	25 cm ZA		20 cm SC
			17 cm ZA

EXPLANADA E3

CAPAS DE FIRME		Largo	Ancho	Espesor	Desidad/dotación	Medición	Precio	Importe
CAPA DE RODADURA								
5.430.020	m2	MBC TIPO B8TM 11B (M-10) EN CAPA DE RODADURA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL	1	1	0,03	2,2 t/m ³	1,00000	1,93
2.150.020	t	BETÚN MODIFICADO CON POLÍMEROS (CON O SIN CAUCHO) TIPO PMB 45/80-60				5%	0,00330	530,00
5.420.110	t	POLVO MINERAL DE APORTACIÓN UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DE MEZCLAS BITUMIN				1,2	0,00396	49,27
5.310.040	t	EMULSIÓN C60B3 ADH, MODIFICADA CON POLÍMEROS, EN RIEGO DE ADHERENCIA	1	1		0,0005 t/m ²	0,00050	447,59
CAPA INTERMEDIA								
5.420.050	t	MBC TIPO AC22 BIN S (S-20 INTERMEDIA), EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL	1	1	0,05	2,45 t/m ³	0,12250	26,44
2.110.050	t	BETÚN MEJORADO CON CAUCHO PROCEDENTE DE POLVO DE NFS, TIPO BC50/70				4%	0,00490	480,00
5.420.110	t	POLVO MINERAL DE APORTACIÓN UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DE MEZCLAS BITUMIN				0,5	1,1	0,00270
5.310.020	t	EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS DE CURADO	1	1		0,0005 t/m ²	0,00050	369,70
CAPA BASE								
5.420.100	t	MBC TIPO AC32 BASE G (G-25 BASE), EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL	1	1	0,12	2,42 t/m ³	0,29040	26,47
2.110.050	t	BETÚN MEJORADO CON CAUCHO PROCEDENTE DE POLVO DE NFS, TIPO BC50/70				4%	0,01162	480,00
5.420.110	t	POLVO MINERAL DE APORTACIÓN UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DE MEZCLAS BITUMIN				0,5	1	0,00581
ZAHORA ARTIFICIAL								
5.300.030	t	EMULSIÓN C60B5 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN	1	1		0,0015 t/m ³	0,00150	379,23
5.100.010	m3	ZAHORRA ARTIFICIAL	1	1		0,25	0,25000	18,19
Total								28,67

ARCEN > 1,25m

ESPERORES CAPA	
MB RODADURA	0,03
INTERMEDIA	0,05
SC	0,20
ZAHORA ARTIFICIAL	0,17
ESPEJOR DEL FIRME	0,45

CAPAS DE FIRME		Largo	Ancho	Espesor	Desidad/dotación	Medición	Precio	Importe
CAPA DE RODADURA								
5.430.020	m2	MBC TIPO B8TM 11B (M-10) EN CAPA DE RODADURA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL	1	1	0,03	2,2 t/m ³	1,00000	1,93 €
2.150.020	t	BETÚN MODIFICADO CON POLÍMEROS (CON O SIN CAUCHO) TIPO PMB 45/80-60				5%	0,00330	530,00 €
5.420.110	t	POLVO MINERAL DE APORTACIÓN UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DE MEZCLAS BITUMIN				1,2	0,00396	49,27 €
5.310.040	t	EMULSIÓN C60B3 ADH, MODIFICADA CON POLÍMEROS, EN RIEGO DE ADHERENCIA	1	1		0,0005 t/m ²	0,00050	447,59 €
CAPA INTERMEDIA								
5.420.050	t	MBC TIPO AC22 BIN S (S-20 INTERMEDIA), EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL	1	1	0,05	2,45 t/m ³	0,12250	26,44 €
2.110.050	t	BETÚN MEJORADO CON CAUCHO PROCEDENTE DE POLVO DE NFS, TIPO BC50/70				4%	0,00490	480,00 €
5.420.110	t	POLVO MINERAL DE APORTACIÓN UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DE MEZCLAS BITUMIN				0,5	1,1	0,00270
5.310.020	t	EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS DE CURADO	1	1		0,0005 t/m ²	0,00050	369,70 €
SUELO CEMENTO								
5.310.020	t	EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS DE CURADO	1	1		0,00075 t/m ²	0,00075	369,70 €
5.130.010	m3	SUELO-CEMENTO FABRICADO EN CENTRAL	1	1	0,20		0,20000	21,81 €
2.020.020	t	CEMENTO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, SUELO-CEMENTO O GRAVA-CEMENTO	1	1	0,20	0,1	0,02000	71,18 €
ZAHORA ARTIFICIAL								
5.300.030	t	EMULSIÓN C60B5 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN	1	1		0,0015 t/m ³	0,00150	379,23 €
5.100.010	m3	ZAHORRA ARTIFICIAL	1	1	0,17		0,17000	18,19 €
Total								19,730065

COSTE POR m ² DE FIRME	
CALZADA Y ARCEN < 1,25m	28,67 €
ARCEN > 1,25m	19,73 €

PRECIO DE M² DE FIRME FORMADO POR:

SECCIÓN 232

TRFICO T2
EXPLANADA E3

CALZADA Y ARCEN < 1,25m

ESPERORES CAPA	
RODADURA	0,03
MB INTERMEDIA	0,05
BASE	0,07
SUELO CEMENTO	0,20
ESPEJOR DEL FIRME	0,35

Calzada	15 cm MB	Arcén	8 cm MB
	20 cm SC		27 cm SC

EXPLANADA E3

CAPAS DE FIRME		Largo	Ancho	Espesor	Desidad/dotación	Medición	Precio	Importe
CAPA DE RODADURA								
5.430.020	m2	MBC TIPO B8TM 11B (M-10) EN CAPA DE RODADURA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL	1	1	0,03	2,2 t/m ³	1,00000	1,93
2.150.020	t	BETÚN MODIFICADO CON POLÍMEROS (CON O SIN CAUCHO) TIPO PMB 45/80-60				5%	0,00330	530,00
5.420.110	t	POLVO MINERAL DE APORTACIÓN UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DE MEZCLAS BITUMIN				1,2	0,00396	49,27
5.310.040	t	EMULSIÓN C60B3 ADH, MODIFICADA CON POLÍMEROS, EN RIEGO DE ADHERENCIA	1	1		0,0005 t/m ²	0,00050	447,59
CAPA INTERMEDIA								
5.420.050	t	MBC TIPO AC22 BIN S (S-20 INTERMEDIA), EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL	1	1	0,05	2,45 t/m ³	0,12250	26,44
2.110.050	t	BETÚN MEJORADO CON CAUCHO PROCEDENTE DE POLVO DE NFS, TIPO BC50/70				4%	0,00490	480,00
5.420.110	t	POLVO MINERAL DE APORTACIÓN UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DE MEZCLAS BITUMIN				0,5	1,1	0,00270
5.310.020	t	EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS DE CURADO	1	1		0,0005 t/m ²	0,00050	369,70
CAPA BASE								
5.420.100	t	MBC TIPO AC32 BASE G (G-25 BASE), EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL	1	1	0,07	2,42 t/m ³	0,16940	26,47
2.110.050	t	BETÚN MEJORADO CON CAUCHO PROCEDENTE DE POLVO DE NFS, TIPO BC50/70				4%	0,00678	480,00
5.420.110	t	POLVO MINERAL DE APORTACIÓN UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DE MEZCLAS BITUMIN				0,5	1	0,00339
5.310.020	t	EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS DE CURADO	1	1		0,0005 t/m ²	0,00050	369,70
SUELO CEMENTO								
5.310.020	t	EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS DE CURADO	1	1		0,00075 t/m ²	0,00075	369,70
5.130.010	m3	SUELO-CEMENTO FABRICADO EN CENTRAL	1	1	0,20		0,20000	21,81
2.020.020	t	CEMENTO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, SUELO-CEMENTO O GRAVA-CEMENTO	1	1	0,20	0,1	0,02000	71,18
Total								24,16

ARCEN > 1,25m

ESPERORES CAPA	
MB RODADURA	0,03
INTERMEDIA	0,05
SC	0,27
ZAHORA ARTIFICIAL	0,00
ESPEJOR DEL FIRME	0,35

CAPAS DE FIRME		Largo	Ancho	Espesor	Desidad/dotación	Medición	Precio	Importe
CAPA DE RODADURA								
5.430.020	m2	MBC TIPO B8TM 11B (M-10) EN CAPA DE RODADURA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL	1	1	0,03	2,2 t/m ³	1,00000	1,93 €
2.150.020	t	BETÚN MODIFICADO CON POLÍMEROS (CON O SIN CAUCHO) TIPO PMB 45/80-60				5%	0,00330	530,00 €
5.420.110	t	POLVO MINERAL DE APORTACIÓN UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DE MEZCLAS BITUMIN				1,2	0,00396	49,27 €
5.310.040	t	EMULSIÓN C60B3 ADH, MODIFICADA CON POLÍMEROS, EN RIEGO DE ADHERENCIA	1	1		0,0005 t/m ²	0,00050	447,59 €
CAPA INTERMEDIA								
5.420.050	t	MBC TIPO AC22 BIN S (S-20 INTERMEDIA), EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL	1	1	0,05	2,45 t/m ³	0,12250	26,44 €
2.110.050	t	BETÚN MEJORADO CON CAUCHO PROCEDENTE DE POLVO DE NFS, TIPO BC50/70				4%	0,00490	480,00 €
5.420.110	t	POLVO MINERAL DE APORTACIÓN UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DE MEZCLAS BITUMIN				0,5	1,1	0,00270
5.310.020	t	EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS DE CURADO	1	1		0,0005 t/m ²	0,00050	369,70 €
SUELO CEMENTO								
5.310.020	t	EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS DE CURADO	1	1		0,00075 t/m ²	0,00075	369,70 €
5.130.010	m3	SUELO-CEMENTO FABRICADO EN CENTRAL	1	1	0,27		0,27000	21,81 €
2.020.020	t	CEMENTO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, SUELO-CEMENTO O GRAVA-CEMENTO	1	1	0,27	0,1	0,02700	71,18 €
ZAHORA ARTIFICIAL								
5.300.030	t	EMULSIÓN C60B5 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN	0	1		0,0015 t/m ³	0,00000	379,23 €
5.100.010	m3	ZAHORRA ARTIFICIAL	1	1	0,00		0,00000	18,19 €
Total								18,0942836

COSTE POR m ² DE FIRME	
CALZADA Y ARCEN < 1,25m	24,16 €
ARCEN > 1,25m	18,09 €

• Tráfico T31 - Explanada E1

PRECIO DE M² DE FIRME FORMADO POR:

SECCIÓN 3111

TRFICO T31
EXPLANADA E1

CALZADA Y ARCEN < 1,25m

ESPESORES CAPA	
RODADURA	0,05
MB INTERMEDIA	0,07
BASE	0,08
ZAHORA ARTIFICIAL	0,40
ESPEJOR DEL FIRME	0,60

CAPAS DE FIRME	Largo	Ancho	Espesor	Desidad/dotación	Medición	Precio	Importe
CAPA DE RODADURA							
5.420.010 t		1	1	0,05	2,45 t/m ³	0,12250	26,50
2.150.020 t				5%		0,00613	530,00
5.420.110 t			0,5	1,2	0,00368	49,27	0,18
5.310.040 t		1	1	0,0005 t/m ²	0,00050	447,59	0,22
CAPA INTERMEDIA							
5.420.050 t		1	1	0,07	2,45 t/m ³	0,17150	26,44
2.110.050 t				4%	0,00686	480,00	3,293
5.420.110 t			0,5	1,1	0,00377	49,27	0,186
5.310.020 t		1	1	0,0005 t/m ²	0,00050	369,70	0,185
CAPA BASE							
5.420.090 t		1	1	0,08	2,42 t/m ³	0,19360	26,47
2.110.050 t				4%	0,00774	480,00	3,717
5.420.110 t			0,5	1	0,00387	49,27	0,191
ZAHORA ARTIFICIAL							
5.300.030 t		1	1	0,0015	0,00150	379,2256	0,569
5.100.010 m ³		1	1	0,40		18,1896	7,276
Total							31,972

ARCEN > 1,25m

ESPESORES CAPA	
MB RODADURA	0,05
INTERMEDIA	0,07
SC	0,20
ZAHORA ARTIFICIAL	0,30
ESPEJOR DEL FIRME	0,62

CAPAS DE FIRME	Largo	Ancho	Espesor	Desidad/dotación	Medición	Precio	Importe
CAPA DE RODADURA							
5.420.010 t		1	1	0,05	2,45 t/m ³	0,12250	26,50
2.150.020 t				5%		0,00613	530,00
5.420.110 t			0,5	1,2	0,00368	49,27	0,18
5.310.040 t		1	1	0,0005 t/m ²	0,00050	447,59	0,22
CAPA INTERMEDIA							
5.420.050 t		1	1	0,07	2,45 t/m ³	0,17150	26,44
2.110.050 t				4%	0,00686	480,00	3,29
5.420.110 t			0,5	1,1	0,00377	49,27	0,19
5.310.020 t		1	1	0,0005 t/m ²	0,00050	369,70	0,18
SUELO CEMENTO							
5.310.020 t		1	1	0,00075 t/m ²	0,00075	369,70	0,28
5.130.010 m ³		1	1	0,20	0,20000	21,81	4,36
2.020.020 t		1	1	0,20	0,1	0,02000	71,18
ZAHORA ARTIFICIAL							
5.300.030 t		1	1	0,0015	0,00150	379,23	0,57
5.100.010 m ³		1	1	0,30	0,30000	18,19	5,46
Total							27,1843

COSTE POR m ² DE FIRME	
CALZADA Y ARCEN < 1,25m	31,97 €
ARCEN > 1,25m	27,18 €

COSTE POR m ² DE FIRME	
CALZADA Y ARCEN < 1,25m	27,33 €
ARCEN > 1,25m	24,42 €

PRECIO DE M² DE FIRME FORMADO POR:

SECCIÓN 3112

TRFICO T31
EXPLANADA E1

CALZADA Y ARCEN < 1,25m

ESPESORES CAPA	
RODADURA	0,05
MB INTERMEDIA	0,10
BASE	0,30
ESPEJOR DEL FIRME	0,45

CAPAS DE FIRME	Largo	Ancho	Espesor	Desidad/dotación	Medición	Precio	Importe
CAPA DE RODADURA							
5.420.010 t		1	1	0,05	2,45 t/m ³	0,12250	26,50
2.150.020 t				5%		0,00613	530,00
5.420.110 t			0,5	1,2	0,00368	49,27	0,18
5.310.040 t		1	1	0,0005 t/m ²	0,00050	447,59	0,22
CAPA INTERMEDIA							
5.420.050 t		1	1	0,00	2,45 t/m ³	0,00000	26,44
2.110.050 t				4%	0,00000	480,00	0,000
5.420.110 t				1,1	0,00000	49,27	0,000
5.310.020 t		0	1	0,0005 t/m ²	0,00000	369,70	0,000
CAPA BASE							
5.420.090 t		1	1	0,10	2,42 t/m ³	0,24200	26,47
2.110.050 t				4%	0,00968	480,00	4,646
5.420.110 t			0,5	1	0,00484	49,27	0,238
5.310.020 t		1	1	0,0005 t/m ²	0,00050	369,70	0,185
SUELO CEMENTO							
5.310.020 t		1	1	0,00075	0,00075	369,6962	0,277
5.130.010 m ³		1	1	0,30	0,30000	21,8148	6,544
2.020.020 t		1	1	0,30	0,1	0,03000	71,18
Total							27,33

ARCEN > 1,25m

ESPESORES CAPA	
MB RODADURA	0,05
BASE	0,10
SC	0,30
ZAHORA ARTIFICIAL	0,30
ESPEJOR DEL FIRME	0,45

CAPAS DE FIRME	Largo	Ancho	Espesor	Desidad/dotación	Medición	Precio	Importe
CAPA DE RODADURA							
5.420.010 t		1	1	0,05	2,45 t/m ³	0,12250	26,50
2.150.020 t				5%		0,00613	530,00
5.420.110 t			0,5	1,2	0,00368	49,27	0,18
5.310.040 t		1	1	0,0005 t/m ²	0,00050	447,59	0,22
CAPA BASE							
5.420.090 t		1	1	0,10	2,42 t/m ³	0,24200	26,47
2.110.050 t				4%	0,00968	480,00	4,65
5.420.110 t			0,5	1,1	0,00532	49,27	0,26
5.310.020 t		1	1	0,0005 t/m ²	0,00050	369,70	0,18
SUELO CEMENTO							
5.310.020 t		0	1	0,00075 t/m ²	0,00000	369,70	0,00
5.130.010 m ³		1	1	0,00	0,00000	21,81	0,00
2.020.020 t		1	1	0,00	0,1	0,00000	71,18
ZAHORA ARTIFICIAL							
5.300.030 t		1	1	0,0015	0,00150	379,23	0,57
5.100.010 m ³		1	1	0,30	0,30000	18,19	5,46
Total							24,42

COSTE POR m ² DE FIRME	
CALZADA Y ARCEN < 1,25m	27,33 €
ARCEN > 1,25m	24,42 €

COSTE POR m ² DE FIRME	
CALZADA Y ARCEN < 1,25m	27,33 €
ARCEN > 1,25m	24,42 €

Tráfico T31 - Explanada E2

Table for section 3121: TRAFICO T31 EXPLANADA E2. Includes cross-section diagram (Calzada: 16cm MB, 40cm ZA; Arcén: 8cm MB, 20cm SC, 28cm ZA) and material lists for CAPAS DE FIRME, CAPA DE RODADURA, CAPA INTERMEDIA, CAPA BASE, SUELO CEMENTO, and ZAHORRA ARTIFICIAL.

Table for section 3122: TRAFICO T2 EXPLANADA E2. Includes cross-section diagram (Calzada: 12cm MB, 30cm SC; Arcén: 12cm MB, 30cm SC) and material lists for CAPAS DE FIRME, CAPA DE RODADURA, CAPA INTERMEDIA, CAPA BASE, SUELO CEMENTO, and ZAHORRA ARTIFICIAL.

• Tráfico T31 - Explanada E3

PRECIO DE M² DE FIRME FORMADO POR:

SECCIÓN 3131		Calzada	Arcén
TRFICO T2		16 cm MB	8 cm MB
EXPLANADA E3		25 cm ZA	20 cm SC
			13 cm ZA
		EXPLANADA E3	

Calzada y Arcén < 1,25m

ESPERORES CAPA	
RODADURA	0,05
MB INTERMEDIA	0,05
BASE	0,06
ZAHORA ARTIFICIAL	0,25
ESPEJOR DEL FIRME	0,41

CAPAS DE FIRME	Largo	Ancho	Espesor	Desidad/dotación	Medición	Precio	Importe
CAPA DE RODADURA							
5.420.010 t			1	1	0,05	2,45 t/m ³	0,12250 26,50 3,25
2.150.020 t						5%	0,00613 530,00 3,25
5.420.110 t					0,5	1,2	0,00368 49,27 0,18
5.310.040 t			1	1	0,0005	t/m ²	0,00050 447,59 0,22
CAPA INTERMEDIA							
5.420.050 t			1	1	0,05	2,45 t/m ³	0,12250 26,44 3,238
2.110.050 t						4%	0,00490 480,00 2,352
5.420.110 t					0,5	1,1	0,00270 49,27 0,133
5.310.020 t			1	1	0,0005	t/m ²	0,00050 369,70 0,185
CAPA BASE							
5.420.090 t			1	1	0,06	2,42 t/m ³	0,14520 26,47 3,843
2.110.050 t						4%	0,00581 480,00 2,788
5.420.110 t					0,5	1	0,00290 49,27 0,143
ZAHORA ARTIFICIAL							
5.300.030 t			1	1		0,0015	0,00150 379,23 0,569
5.100.010 m ³			1	1	0,25		0,25000 18,19 4,547
Total							24,695773

ARCEN > 1,25m

ESPERORES CAPA	
MB RODADURA	0,05
INTERMEDIA	0,05
SC	0,20
ZAHORA ARTIFICIAL	0,11
ESPEJOR DEL FIRME	0,41

CAPAS DE FIRME	Largo	Ancho	Espesor	Desidad/dotación	Medición	Precio	Importe
CAPA DE RODADURA							
5.420.010 t			1	1	0,05	2,45 t/m ³	0,12250 26,50 3,25
2.150.020 t						5%	0,00613 530,00 3,25
5.420.110 t					0,5	1,2	0,00368 49,27 0,18
5.310.040 t			1	1	0,0005	t/m ²	0,00050 369,70 0,18
CAPA INTERMEDIA							
5.420.060 t			1	1	0,05	2,45 t/m ³	0,12250 26,51 3,25
2.110.050 t						4%	0,00490 480,00 2,35
5.420.110 t					0,5	1,1	0,00270 49,27 0,13
5.310.020 t			1	1	0,0005	t/m ²	0,00050 369,70 0,18
SUELO CEMENTO							
5.310.020 t			1	1		0,00075 t/m ²	0,00075 369,70 0,28
5.130.010 m ³			1	1	0,20		0,20000 21,81 4,36
2.020.020 t			1	1	0,20	0,1	0,02000 71,18 1,42
ZAHORA ARTIFICIAL							
5.300.030 t			1	1		0,0015 t/m ³	0,00150 379,23 0,57
5.100.010 m ³			1	1	0,11		0,11000 18,19 2,00
Total							21,4090925

COSTE POR m ² DE FIRME	
CALZADA Y ARCEN < 1,25m	24,70 €
ARCEN > 1,25m	21,41 €

PRECIO DE M² DE FIRME FORMADO POR:

SECCIÓN 3132		Calzada	Arcén
TRFICO T2		12 cm MB	12 cm MB
EXPLANADA E3		22 cm SC	22 cm SC
		EXPLANADA E3	

Calzada y Arcén < 1,25m

ESPERORES CAPA	
RODADURA	0,05
MB INTERMEDIA	0,00
BASE	0,07
SUELO CEMENTO	0,22
ESPEJOR DEL FIRME	0,34

CAPAS DE FIRME	Largo	Ancho	Espesor	Desidad/dotación	Medición	Precio	Importe
CAPA DE RODADURA							
5.420.010 t			1	1	0,05	2,45 t/m ³	0,12250 26,50 3,25
2.150.020 t						5%	0,00613 530,00 3,25
5.420.110 t					0,5	1,2	0,00368 49,27 0,18
5.310.040 t			1	1	0,0005	t/m ²	0,00050 447,59 0,22
CAPA INTERMEDIA							
5.420.050 t			1	1	0,00	2,45 t/m ³	0,00000 26,44 0,000
2.110.050 t						4%	0,00000 480,00 0,000
5.420.110 t					0,5	1,1	0,00000 49,27 0,000
5.310.020 t			0	1		0,0005 t/m ²	0,00000 369,70 0,000
CAPA BASE							
5.420.090 t			1	1	0,07	2,42 t/m ³	0,16940 26,47 4,484
2.110.050 t						4%	0,00678 480,00 3,252
5.420.110 t					0,5	1	0,00339 49,27 0,167
5.310.020 t			1	1		0,0005 t/m ²	0,00050 369,70 0,185
SUELO CEMENTO							
5.310.020 t			1	1		0,00075	0,00075 369,70 0,277
5.130.010 m ³			1	1	0,22		0,22000 21,81 4,799
2.020.020 t			1	1	0,22	0,1	0,02200 71,18 1,57
Total							21,63

ARCEN > 1,25m

ESPERORES CAPA	
MB RODADURA	0,05
Base	0,07
SC	0,22
ZAHORA ARTIFICIAL	0,00
ESPEJOR DEL FIRME	0,34

CAPAS DE FIRME	Largo	Ancho	Espesor	Desidad/dotación	Medición	Precio	Importe
CAPA DE RODADURA							
5.420.010 t			1	1	0,05	2,45 t/m ³	0,12250 26,50 3,25
2.150.020 t						5%	0,00613 530,00 3,25
5.420.110 t					0,5	1,2	0,00368 49,27 0,18
5.310.040 t			1	1	0,0005	t/m ²	0,00050 447,59 0,22
CAPA BASE							
5.420.090 t			1	1	0,07	2,42 t/m ³	0,16940 26,47 4,48
2.110.050 t						4%	0,00678 480,00 3,25
5.420.110 t					0,5	1,1	0,00373 49,27 0,18
5.310.020 t			1	1		0,0005 t/m ²	0,00050 369,70 0,18
SUELO CEMENTO							
5.310.020 t			1	1		0,00075 t/m ²	0,00075 369,70 0,28
5.130.010 m ³			1	1	0,22		0,22000 21,81 4,80
2.020.020 t			1	1	0,22	0,1	0,02200 71,18 1,57
ZAHORA ARTIFICIAL							
5.300.030 t			0	1		0,0015 t/m ³	0,00000 379,23 0,00
5.100.010 m ³			1	1	0,00		0,00000 18,19 0,00
Total							21,6444763

COSTE POR m ² DE FIRME	
CALZADA Y ARCEN < 1,25m	21,63 €
ARCEN > 1,25m	21,64 €

5.1.2. Coste combinado de ejecución explanada – firme

Los resultados del análisis económico de secciones indican que la sección más ventajosa en términos económicos es la formada por mezcla bituminosa sobre suelo cemento (secciones acabadas en 2).

Combinando los datos obtenidos en los puntos anteriores se obtiene que para las categorías de tráfico, las secciones de firme más económicas serían:

- TRÁFICO T2

Sobre suelo tolerable, la sección 232, sobre explanada E3.

COSTE COMBINADO			SECCIÓN Nº 211		SECCIÓN Nº 212		SECCIÓN Nº 221		SECCIÓN Nº 222		SECCIÓN Nº 223		SECCIÓN Nº 231		SECCIÓN Nº 232	
			CALZADA Y ARCÉN < 1,25m	ARCÉN > 1,25m	CALZADA Y ARCÉN < 1,25m	ARCÉN > 1,25m	CALZADA Y ARCÉN < 1,25m	ARCÉN > 1,25m	CALZADA Y ARCÉN < 1,25m	ARCÉN > 1,25m	CALZADA Y ARCÉN < 1,25m	ARCÉN > 1,25m	CALZADA Y ARCÉN < 1,25m	ARCÉN > 1,25m	CALZADA Y ARCÉN < 1,25m	ARCÉN > 1,25m
			40,51	29,26	30,44	20,41	34,31	20,64	28,12	18,73	30,95	21,55	28,67	19,73	24,16	18,09
E1	DESMONTE	2,96	43,47	32,22	33,40	23,37										
	TERRAPLÉN	1,81	42,32	31,08	1,81	22,22										
E2	DESMONTE	5,33					39,64	25,97	33,45	24,06	36,28	26,88				
	TERRAPLÉN	4,35					38,67	24,99	32,47	23,08	35,30	25,90				
E3	DESMONTE	6,65											35,32	26,38	30,81	24,75
	TERRAPLÉN	5,48											34,15	25,21	29,64	23,58

- TRÁFICO T31

Sobre suelo tolerable, la sección nº 3132, sobre una explanada E3.

COSTE COMBINADO			SECCIÓN Nº 3111		SECCIÓN Nº 3112		SECCIÓN Nº 3121		SECCIÓN Nº 3122		SECCIÓN Nº 3131		SECCIÓN Nº 3132	
			CALZADA Y ARCÉN < 1,25m	ARCÉN > 1,25m	CALZADA Y ARCÉN < 1,25m	ARCÉN > 1,25m	CALZADA Y ARCÉN < 1,25m	ARCÉN > 1,25m	CALZADA Y ARCÉN < 1,25m	ARCÉN > 1,25m	CALZADA Y ARCÉN < 1,25m	ARCÉN > 1,25m	CALZADA Y ARCÉN < 1,25m	ARCÉN > 1,25m
			31,97	27,18	27,33	24,42	27,42	24,17	23,94	23,96	24,70	21,41	21,63	21,64
E1	DESMONTE	2,96	34,93	30,14	30,29	27,38								
	TERRAPLÉN	1,81	33,78	29,00	29,14	26,23								
E2	DESMONTE	5,33					32,75	29,49	29,27	29,29				
	TERRAPLÉN	4,35					31,78	28,52	28,29	28,31				
E3	DESMONTE	6,65									31,35	28,06	28,28	28,30
	TERRAPLÉN	5,48									30,18	26,89	27,11	27,13

ANEJO Nº 10.FIRMES Y PAVIMENTOS.

Se presente a continuación el estudio comparativo efectuado por unidad de longitud de la vía, incluyendo arcenes.

CARACTERÍSTICAS	EJE PRINCIPAL	GLORIETA	RAMALES BIDIRECCIONALES	RAMALES UNIDIRECCIONALES
Nº DE CALZADAS	1	1	1	1
Nº DE CARRILES	2	2	2	1
ANCHURA CARRIL (m)	3,5	4,5	3,5	3,5
ANCHURA ARCÉN INTERIOR (m)	-	0,5	-	1
ANCHURA ARCÉN EXTERIOR (m)	1,5	1,5	1,5	1,5
SUPERFICIE TOTAL (m ² / m)	10	11	10	6
CALZADA Y ARCÉN < 1,25m	10	10,5	10	6
ARCÉN > 1,25m		0,5		

SECCIONES PARA TRAFICO PESADO T2	COSTE POR m ² DE FIRME		COSTE POR m DE FIRME				COSTE COMBINADO POR METRO DE FIRME			
	CALZADA Y ARCÉN < 1,25m	ARCÉN > 1,25m	EJE PRINCIPAL	GLORIETA	RAMALES BIDIRECCIONALES	RAMALES UNIDIRECCIONALES	EJE PRINCIPAL	GLORIETA	RAMALES BIDIRECCIONALES	RAMALES UNIDIRECCIONALES
EXPLANADA E1	2,96	2,96	29,59	32,54	29,59	17,75				
SECCIÓN Nº 211	40,51	29,26	405,08	439,97	405,08	243,05	434,67	472,51	434,67	260,80
SECCIÓN Nº 212	30,44	20,41	304,37	329,80	304,37	182,62	333,96	362,34	333,96	200,38
EXPLANADA E2	5,33	5,33	53,27	58,60	53,27	31,96				
SECCIÓN Nº 221	34,31	20,64	343,15	370,62	343,15	205,89	396,42	429,23	396,42	237,85
SECCIÓN Nº 222	28,12	18,73	281,23	304,65	281,23	168,74	334,50	363,25	334,50	200,70
SECCIÓN Nº 223	30,95	21,55	309,50	335,75	309,50	185,70	362,77	394,35	362,77	217,66
EXPLANADA E3	6,65	6,65	66,52	73,17	66,52	39,91				
SECCIÓN Nº 231	28,67	19,73	286,70	310,90	286,70	172,02	353,22	384,07	353,22	211,93
SECCIÓN Nº 232	24,16	18,09	241,57	262,70	241,57	144,94	308,09	335,87	308,09	184,85

SECCIONES PARA TRAFICO PESADO T31	COSTE POR m ² DE FIRME		COSTE POR m DE FIRME			COSTE COMBINADO POR METRO DE FIRME		
	CALZADA Y ARCÉN < 1,25m	ARCÉN > 1,25m	GLORIETA	RAMALES BIDIRECCIONALES	RAMALES UNIDIRECCIONALES	GLORIETA	RAMALES BIDIRECCIONALES	RAMALES UNIDIRECCIONALES
EXPLANADA E1	2,96	2,96	32,54	29,59	17,75			
SECCIÓN Nº 3111	31,972	27,184	349,29	319,72	191,83	381,84	349,30	209,58
SECCIÓN Nº 3112	27,329	24,422	299,17	273,29	163,98	331,71	302,88	181,73
EXPLANADA E2	5,33	5,33	58,60	53,27	31,96			
SECCIÓN Nº 3121	27,424	24,167	300,04	274,24	164,55	358,64	327,52	196,51
SECCIÓN Nº 3122	23,942	23,959	263,37	239,42	143,65	321,98	292,70	175,62
EXPLANADA E3	6,65	6,65	73,17	66,52	39,91			
SECCIÓN Nº 3131	24,696	21,409	270,01	246,96	148,17	343,18	313,48	188,09
SECCIÓN Nº 3132	21,628	21,644	237,91	216,28	129,77	311,09	282,80	169,68

5.1.3. Costes de mantenimiento y rehabilitación

A la hora de calcular los costes totales de las secciones de firme hay que tener en cuenta los costes de ejecución, los costes de mantenimiento y/o rehabilitación y el valor residual del firme como consecuencia de su rehabilitación. Por lo tanto el coste total será igual al coste de ejecución más el coste de mantenimiento y/o rehabilitación y menos el valor residual, descontando para cada una de las soluciones el valor residual a los 20 años.

Se analizarán los costes de rehabilitación y mantenimiento para el tronco de la variante (Tráfico T2), y el resultado se hará extensivo al resto de secciones.

Para el cálculo de los costes de rehabilitación y/o mantenimiento se ha considerado un período de servicio de 20 años para todos los firmes analizados.

A efectos de comparación económica entre las diferentes secciones y soluciones se van a considerar los costes debidos a mantenimiento y/o rehabilitación del firme, considerados éstos como extraordinario, no teniendo en cuenta los costes debido a las actuaciones periódicas de conservación al estimar que su coste va a ser igual en todas ellas.

Partiendo de la publicación de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento "Rehabilitación de firmes" (Norma 6.3-IC), y según lo indicado en las tablas 5A y 5B

TABLA 5 - ESPESOR(*) (cm) DE RECRECIMIENTO CON MEZCLA BITUMINOSA

5. A - FIRMES FLEXIBLES Y SEMIFLEXIBLES

DEFLEXION DE CALCULO (d _c) (10 ⁻² mm)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T00	T0	T1	T2	T3	T4
0 - 40	10	ZONA DE ACTUACIÓN PREVENTIVA				
40 - 60	12	10	8	ZONA DE ACTUACIÓN PREVENTIVA		
60 - 80	15	12	10	8	ZONA DE ACTUACIÓN PREVENTIVA	
80 - 100	18	15	12	10	5	ZONA DE ACTUACIÓN PREVENTIVA
100 - 125	ZONA DE ESTUDIO ESPECIAL		18	15	12	8
125 - 150	ZONA DE ESTUDIO ESPECIAL		18	15	10(**)	6(**)
150 - 200	ZONA DE ESTUDIO ESPECIAL		ZONA DE ESTUDIO ESPECIAL		18	12(**)
> 200	ZONA DE ESTUDIO ESPECIAL					

5. B - FIRMES SEMIRRÍGIDOS

DEFLEXION DE CALCULO (d _c) (10 ⁻² mm)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T00	T0	T1	T2	T3	T4
0 - 40	8	6	ZONA DE ACTUACIÓN PREVENTIVA			
40 - 50	15	12	10	ZONA DE ACTUACIÓN PREVENTIVA		
50 - 80	18	15	12	10	8	ZONA DE ACTUACIÓN PREVENTIVA
80 - 125	ZONA DE ESTUDIO ESPECIAL		15	12	8	5
125 - 150	ZONA DE ESTUDIO ESPECIAL		18	15	10(**)	6(**)
150 - 200	ZONA DE ESTUDIO ESPECIAL		ZONA DE ESTUDIO ESPECIAL		18	12(**)
> 200	ZONA DE ESTUDIO ESPECIAL					

Se obtiene que los espesores de refuerzo, en función del análisis deflectométrico que se realice, varían:

- Para firmes flexibles
 - entre 8 y 18 cm
- Para firmes semirrígidos.
 - entre 10 y 18 cm

En este estudio se analizan secciones semiflexibles y semirrígidas para las cuales escogemos el espesor mínimo de refuerzo en cada caso, que será:

8 cm Para firmes flexibles

10 cm Para firmes semirrígidos

Estos refuerzos los distribuimos en dos capas de mezcla bituminosa, una intermedia tipo AC22bin S y la otra de rodadura discontinua tipo BBTM11B según los espesores indicados en las tablas para cada tipo de firme (semiflexible o semirrígido).

Se ha considerado un refuerzo del firme a los 10 años de su puesta en servicio. Su coste se ha actualizado al inicio de la obra considerando una tasa de actualización del 6%, como se establece en las “Recomendaciones para la evaluación económica, coste – beneficio, de estudios y Proyectos de Carreteras” de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento. La fórmula para la evaluación de la inversión a euros constantes del presente año tiene el siguiente aspecto: $\text{Coste} / (1+0,06)^n$, euros/m², siendo n el número de años que pasa desde el año actual hasta el que se realiza la inversión evaluada.

Con todo lo indicado anteriormente se obtiene la siguiente tabla, en la que aparecen los costes de mantenimiento y rehabilitación de las secciones tipo estudiadas.

CAPA	DENSIDAD	PRECIO(euro/Ton)
BBTM 11 B	2,2	62,08
AC 22 bin	2,5	47,26

COSTES DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN											
SECCIÓN TIPO	TIPO DE FIRME	REFUERZOS								TOTAL (euro/m ²)	ACTUALIZACIÓN 6% (euros/m ²)
		CAPA DE RODADURA				CAPA INTERMEDIA					
		ESPOSOR (m)	MEDICIÓN (t/m ²)	PRECIO (euro/t)	TOTAL (euro/m ²)	ESPOSOR (m)	MEDICIÓN (t/m ²)	PRECIO (euro/t)	TOTAL (euro/m ²)		
SECCIONES PARA TRAFICO T2											
211	Semiflexible	0,03	0,066	62,08	4,097	0,05	0,125	47,26	5,908	10,005	5,587
212	Semirrígida	0,03	0,066	62,08	4,097	0,07	0,175	47,26	8,271	12,368	6,906
221	Semiflexible	0,03	0,066	62,08	4,097	0,05	0,125	47,26	5,908	10,005	5,587
222	Semirrígida	0,03	0,066	62,08	4,097	0,07	0,175	47,26	8,271	12,368	6,906
223	Semirrígida	0,03	0,066	62,08	4,097	0,07	0,175	47,26	8,271	12,368	6,906
231	Semiflexible	0,03	0,066	62,08	4,097	0,05	0,125	47,26	5,908	10,005	5,587
232	Semirrígida	0,03	0,066	62,08	4,097	0,07	0,175	47,26	8,271	12,368	6,906

5.1.4. Valor residual

Se ha definido valor residual de un firme como la diferencia entre el coste de este firme nuevo, y la operación de rehabilitación necesaria para ampliar la vida de dicho firme en tiempo análogo al inicial.

De esta forma, se ha tomado como coste de firme nuevo, la suma de costes de ejecución y los costes de mantenimiento y rehabilitación definidos para cada una de las secciones estudiadas.

Para la estimación del coste de la operación de rehabilitación, se ha considerado que el conjunto de capas de firme antiguo, adoptando las medidas precisas antes de preceder al refuerzo para asegurar que constituye un asiento suficientemente estable para las nuevas capas, equivale a cada sección, a su correspondiente capa de base.

A efectos comparativos, el valor residual de la sección (a los 20 años), se actualizará al inicio de la obra, considerando al igual que antes, una tasa de actualización del 6%.

SECCIÓN TIPO	TIPO DE FIRME	COSTE DE EJECUCIÓN €/m ²	COSTE REHABILITACIÓN (euro/m ²)	TOTAL EJEC. + REHABILITACIÓN (euro/m ²)
SECCIONES PARA TRAFICO T2				
211	Semiflexible	40,508	10,005	50,514
212	Semirígida	30,437	12,368	42,806
221	Semiflexible	34,315	10,005	44,320
222	Semirígida	28,123	12,368	40,491
223	Semirígida	30,950	12,368	43,318
231	Semiflexible	28,670	10,005	38,675
232	Semirígida	24,157	12,368	36,525

SECCIÓN TIPO	TIPO DE FIRME	COSTES DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN								TOTAL (euro/m ²)	ACTUALIZACIÓN 6% (euros/m ²)	TOTAL EJEC. + REHABILITACIÓN (euro/m ²)	VALOR RESIDUAL (euro/m ²)	ACTUALIZACIÓN 6% (euros/m ²)
		REFUERZOS				CAPA INTERMEDIA								
		CAPA DE RODADURA		CAPA INTERMEDIA		CAPA DE RODADURA		CAPA INTERMEDIA						
ESPESOR (m)	MEDICIÓN (t/m ²)	PRECIO (euro/t)	TOTAL (euro/m ²)	ESPESOR (m)	MEDICIÓN (t/m ²)	PRECIO (euro/t)	TOTAL (euro/m ²)	ESPESOR (m)	MEDICIÓN (t/m ²)	PRECIO (euro/t)	TOTAL (euro/m ²)			
SECCIONES PARA TRAFICO T2														
211	Semiflexible	0,03	0,066	62,08	4,097	0,05	0,125	47,26	5,908	10,005	5,587	50,514	40,508	12,631
212	Semirrigida	0,03	0,066	62,08	4,097	0,07	0,175	47,26	8,271	12,368	6,906	42,806	30,437	9,490
221	Semiflexible	0,03	0,066	62,08	4,097	0,05	0,125	47,26	5,908	10,005	5,587	44,320	34,315	10,699
222	Semirrigida	0,03	0,066	62,08	4,097	0,07	0,175	47,26	8,271	12,368	6,906	40,491	28,123	8,769
223	Semirrigida	0,03	0,066	62,08	4,097	0,07	0,175	47,26	8,271	12,368	6,906	43,318	30,950	9,650
231	Semiflexible	0,03	0,066	62,08	4,097	0,05	0,125	47,26	5,908	10,005	5,587	38,675	28,670	8,939
232	Semirrigida	0,03	0,066	62,08	4,097	0,07	0,175	47,26	8,271	12,368	6,906	36,525	24,157	7,532

5.1.5. Costes totales

El coste total será igual al coste de ejecución más el coste de mantenimiento y/o rehabilitación, menos el valor residual, descontando para cada una de las soluciones el valor residual a los 20 años.

SECCIÓN TIPO	TIPO DE FIRME	COSTE DE EJECUCIÓN €/m ²	COSTE DE REHABILITACIÓN €/m ²	COSTE RESIDUAL €/m ²	TOTAL €/m ²
SECCIONES PARA TRAFICO T2					
211	Semiflexible	40,508	5,587	12,631	33,464
212	Semirrigida	30,437	6,906	9,490	27,853
221	Semiflexible	34,315	5,587	10,699	29,202
222	Semirrigida	28,123	6,906	8,769	26,260
223	Semirrigida	30,950	6,906	9,650	28,206
231	Semiflexible	28,670	5,587	8,939	25,317
232	Semirrigida	24,157	6,906	7,532	23,531

Se aprecia que la sección estructural más económica corresponde con la sección 232, para tráfico T2, que corresponde a mezcla bituminosa sobre suelo- cemento.

5.2. ANÁLISIS TÉCNICO - ECONÓMICO

Todas las secciones estudiadas están incluidas en el catálogo de la Norma 6.1-IC "Secciones de firme" y por tanto son todas ellas válidas desde el punto de vista técnico y todas ellas justificadas por la propia instrucción.

5.2.1. FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

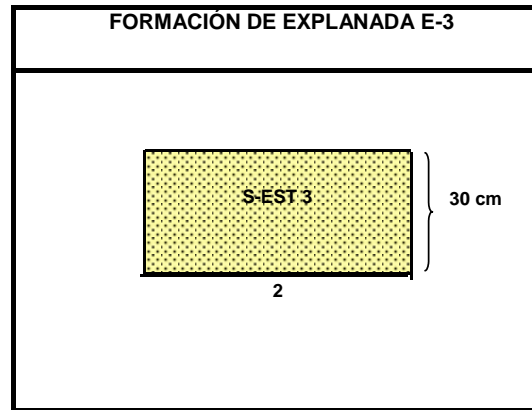
Para determinar del tipo de explanada se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- La Norma 6.1-IC recomienda: "Con carácter general, para la capa superior utilizada en la formación de explanadas, por razones de durabilidad y uniformidad de la capacidad estructural en toda la traza, se recomienda al ingeniero proyectista la consideración preferente de los suelos estabilizados in situ, con cal o cemento, frente a una aportación directa de suelos sin tratar".
- Para la formación de la explanada, será necesario la aportación de materiales de préstamos o canteras, razón que conlleva a seleccionar una categoría de explanada que requiera el menor espesor posible. La explanada E-3 cumple el requisito mencionado y permite la formación de paquetes de firme de menor espesor y menor coste.
- En general, a mayor categoría de explanada, es necesario un menor espesor del paquete de firme para responder con garantías frente a una misma categoría de tráfico pesado solicitante. Las capas que conforman el paquete de firme, suelen tener, en general, un precio superior a las que conforman la explanada
- El análisis económico anterior.

Teniendo en cuenta estos factores se opta por **proyectar una explanada E-3** estabilizada, para lo cual se tendrá presente la obra de tierra subyacente.

FONDOS DE DESMONTE:

En los fondos de desmonte excavados en la Unidad 1, sustrato rocoso cámbrico II-I, la explanada natural obtenida será, fundamentalmente, de tipo roca, "R", por lo que la explanada tipo E3 está garantizada directamente. Sin embargo la solución propuesta en la norma 6.1 IC Secciones de firme (regularización del fondo de excavación con rellenos localizados con hormigón tipo HM-20), de acuerdo a la experiencia, presenta problemas tanto de ejecución como de definición, por lo que se ha optado por rebajar la categoría del suelo subyacente a un suelo Tipo 2, formado así la explanada E-3 mediante una capa de 30cm de suelo estabilizado. Además, esta solución presenta la ventaja de establecer una capa homogénea al resto del trazado, bajo el paquete de firme.



A continuación se compara el coste de ejecución de la explanada E3, conforme a la Norma 6.1 IC frente a la propuesta. Se estima que en el caso de regularizar el fondo de excavación con hormigón, sería necesario una capa de entre 5 y 10 cm de hormigón (tomando para el cálculo 8cm de espesor). Como resultado de esta comparativa se obtiene un menor coste en la solución propuesta (1,07 €/m² más barata). Por tanto, a los motivos técnicos expuestos, se añaden las consideraciones económicas para justificar la elección de la explanada con suelo estabilizado.

SUELO SUBYACENTE: **ROCA**

CATEGORÍA EXPLANADA **E3**
 SOBRE SUELO: **ROCA**



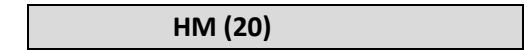
30

ROCA (R)

EN DESMONTE		Superficies m ²	Espesor m	Densidad	Dotación	Medición por / m ²	Precio €	Coste €/m ²
Codigo CP DGC	Descripción							
3.200.040	EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN ROCA CON EMPLEO DE EXPLOSIVOS	1	0,3			0,3	5,73	1,72
5.120.060	SUELO ESTABILIZADO "IN SITU" CON CEMENTO, TIPO S-EST3, TIERRAS DE PRÉSTAMO	1	0,3			0,3	8,26	2,48
2.020.020	CEMENTO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, SUELO-CEMENTO O GRAVA-CEMENTO	1	0,3	1,85	0,02	0,0111	71,18	0,79
5.310.010	EMULSIÓN C60B4 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B4 CUR EN RIEGOS DE CURADO	1			0,00058	0,00058	369,70	0,21
							TOTAL	5,20

EN DESMONTE 5,20 €/m²

CATEGORÍA EXPLANADA **E3**
 SOBRE SUELO: **ROCA**



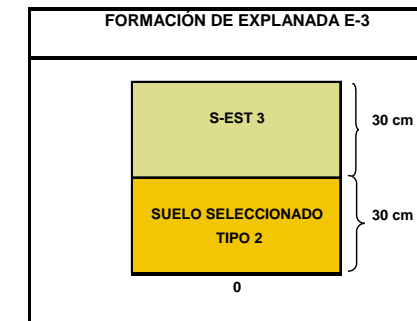
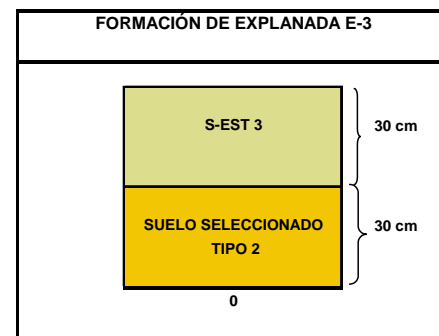
ROCA (R)

EN DESMONTE		Superficies m ²	Espesor m	Densidad	Dotación	Medición por / m ²	Precio €	Coste €/m ²
Codigo CP DGC	Descripción							
3.200.040	EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN ROCA CON EMPLEO DE EXPLOSIVOS	1	0,08			0,08	5,73	0,46
6.100.020	HORMIGÓN EN MASA HM-20 VERTIDO	1	0,08			0,08	69,93	5,59
5.310.010	EMULSIÓN C60B4 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B4 CUR EN RIEGOS DE CURADO	1			0,00058	0,00058	369,70	0,21
							TOTAL	6,27

EN DESMONTE 6,27 €/m²

En el caso de los desmontes excavados en suelo, unidades 2, 4, 5 y 6, la calidad del fondo del desmonte es de Suelo Tolerable (explanada tipo "0").

Para la formación de la explanada tipo E3, cuando el suelo de explanación o de la obra de tierra subyacente presente características de suelo tipo "0", se establece la disposición de un paquete de 30 cm de suelo seleccionado con CBR superior a 10 bajo 30 cm de suelo estabilizado "in situ" S EST3, según los criterios definidos en la Norma 6.1.-IC "Secciones de Firme":



RELLENOS:

Los materiales con los que se construirán los rellenos proceden del material obtenido en la excavación de los desmontes, fundamentalmente suelos tolerables y pizarras y calizas procedentes de las zonas rocosas.

Necesariamente la coronación de los rellenos se deberá construir con material con un índice CBR mayor o igual a 5, preferentemente un suelo seleccionado, pero no necesariamente, según se indica en el apartado 330.4.1.1 del Artículo 330 del PG-3.

Para garantizar la capacidad soporte requerida se dispondrá de una capa de 0,5m de espesor con material procedente de la excavación, compactada a la máxima densidad del Proctor Modificado. La calidad de la coronación del relleno se supone como mínimo de calidad suelo Tolerable (0).

De las posibles alternativas marcadas por la instrucción de firmes para configurar la explanada, se ha optado por aquella constituida por suelos estabilizados con cemento y suelo seleccionado tipo 2 (explanada E-3), que permiten disminuir tanto el espesor de la explanada como del paquete de firme, resultando la opción más económica en el conjunto explanada más firme.

De acuerdo con la clasificación definida en la Norma 6.1.-IC "Secciones de Firme", se recoge en la siguiente tabla la clasificación de la base de la explanada en cada tramo de la obra proyectada del presente estudio:

Desmonte /Relleno	PK i	PK f	Longitud	Calidad del terreno	Calidad del suelo subyacente a la explanada	Tipo de explanada a disponer	Composición de la explanada
D-1	0+000	1+020	1020,00	Suelo Tolerable	0	E3	30 cm S-EST3 30 cm S-Seleccionado tipo 2
R-1	1+020	1+240	220,00	Suelo Tolerable	0	E3	30 cm S-EST3
	1+240	1+360	120,00	Roca	0	E3	30 cm S-Seleccionado tipo 2
D-2	1+360	1+720	360,00	Roca	R ---> 2 *	E3	30 cm S-EST3
	1+720	1+880	160,00	Suelo Tolerable	0	E3	30 cm S-EST3 30 cm S-Seleccionado tipo 2
R-2	1+880	3+240	1360,00	Suelo Tolerable	0	E3	30 cm S-EST3
	3+240	3+330	90,00	Roca	0	E3	30 cm S-Seleccionado tipo 2
	3+330	3+380	50,00	Suelo Tolerable	0	E3	30 cm S-Seleccionado tipo 2
D-3	3+380	3+490	110,00	Suelo Tolerable	0	E3	30 cm S-EST3 30 cm S-Seleccionado tipo 2
R-3	3+490	3+900	410,00	Suelo Tolerable	0	E3	30 cm S-EST3
	3+900	4+040	140,00	Roca	0	E3	30 cm S-Seleccionado tipo 2
D-4	4+040	4+210	170,00	Suelo Tolerable	0	E3	30 cm S-EST3 30 cm S-Seleccionado tipo 2
R-4	4+210	4+760	550,00	Suelo Tolerable	0	E3	30 cm S-EST3 30 cm S-Seleccionado tipo 2
D-5	4+760	5+080	320,00	Roca	R ---> 2 *	E3	30 cm S-EST3
	5+080	5+230	150,00	Suelo Tolerable	0	E3	30 cm S-EST3 30 cm S-Seleccionado tipo 2
R-5	5+230	8+420	3190,00	Suelo Tolerable	0	E3	30 cm S-EST3 30 cm S-Seleccionado tipo 2

* De acuerdo a la experiencia de la Dirección de Obra se ha rebajado la categoría del suelo subyacente a un suelo Tipo 2

En el Anejo nº3 de Geología y procedencia de materiales, se puede consultar con más detalle los estudios realizados para la categorización de la explanada mostrada en el cuadro anterior.

5.2.2. SECCIONES DE FIRME PARA EL TRONCO

Para el dimensionamiento de las secciones de firme y el planteamiento de alternativas se ha hecho uso de los del catálogo de secciones de firme de la versión de 2003 de la Instrucción 6.1.-I.C. Como consideraciones iniciales se han hecho las siguientes:

- Categoría de tráfico en el tronco T2.
- Explanada de categoría E3.
- Se descartan del estudio las secciones rígidas debido a las mayores limitaciones que presentan estas unidades a la hora de ser ejecutadas, las peores condiciones de rodadura y su mayor coste de ejecución.
- En lo que respecta a la capa de rodadura, de acuerdo con la Norma 6.1.-I.C. (en vías con tráfico T2) la capa de rodadura estará formada por: una mezcla bituminosa discontinua en caliente, mezcla bituminosa continua en caliente o por una mezcla drenante.

Si se atiende a la figura 4 de mencionada norma, la zona de proyecto se enmarca dentro de la zona lluviosa 5, es decir dentro de la zona poco lluviosa, por lo que se desestima el uso de mezclas drenantes.

En cuanto al uso de mezclas bituminosas continuas o discontinuas en la capa de rodadura, según la figura 3 de la citada norma 6.1 IC, el proyecto se localiza en zona cálida, por lo que el empleo de mezclas continuas exige más precauciones en su dosificación (por la posible sensibilidad a las deformaciones plásticas, o en vías de alta velocidad por la posible falta de macrotextura). Por otro lado las mezclas discontinuas han mostrado ser una buena solución para capa de rodadura ya que pueden compactarse en pequeños espesores, presentan una gran macrotextura, y por tanto una buena resistencia al deslizamiento a velocidades altas, y permiten introducir dotaciones elevadas de betún, y aumentar por tanto la durabilidad, sin problemas de formación de roderas. Además, al poderse colocar en capas de pequeño espesor permiten minimizar la necesidad de áridos de calidad para la rodadura. Por otro lado tienen una mejor capacidad de drenaje de agua gracias a su macrotextura y menor sonoridad que las mezclas continuas.

Por lo tanto, para la capa de rodadura del tronco de la variante se ha considerado una mezcla discontinua tipo BBTM 11B.

Para las capas intermedia y base se emplearan mezclas bituminosas continuas, de acuerdo a la tabla 542.9 del PG3.

- En la elección del betún a emplear en la capa de rodadura para la fabricación de mezclas bituminosas se ha tenido en cuenta que el proyecto se localiza en zona térmica cálida y el tráfico previsto en la variante (IMD superior a 5000 vehículos por día), por lo que se considera que los betunes más adecuados son los modificados con polímeros, optando por el PMB 45/80-60.

Este tipo de betunes cuentan con mayor elasticidad aumentando la resistencia al envejecimiento de las mezclas bituminosas, alargando por tanto su vida de servicio. Al sufrir menos cambios en sus propiedades que los betunes convencionales retrasan la aparición de patologías en las capas superiores del firme (baches, peladuras, grietas, y piel de cocodrilo entre otras). Además poseen buena adhesividad a los áridos, baja susceptibilidad térmica y confiere a la mezcla mayor resistencia a la fatiga y deformaciones plásticas.

- En la elección del betún a emplear en las capas intermedia y base, así como en la capa de rodadura para los ejes con tráfico T41 ha tenido en cuenta las tablas 542.1.a y 542.1.b. Para disminuir el número de betunes a emplear y mejorar la operatividad desde el punto de vista de ejecución de la obra, se emplea el betún BC 50/70 para todas ellas.

De este modo, se considera que las secciones a tener en cuenta en el tronco de la variante serán aquellas formadas por mezclas bituminosas en capa de rodadura, intermedia y base, con subbase de suelocemento o zahorra artificial. Las únicas secciones que cumplen estas condiciones son las secciones estructurales 231 y 232 de la Norma 6.1.-I.C.

A la vista del estudio económico realizado, se observa que la sección de la Norma 6.1. I-C que resulta más económica es la **sección 232**. Dicha sección se describen de forma resumida en la siguiente tabla.

Hipótesis	Sección 232	
Instrucción 6.1. I.C. 2003	SECCIÓN 232	
Capa	Espesor (m)	Material
Rodadura	0,03	BBTM 11B PMB 45/80-60
Intermedia	0,05	AC22 bin BC50/70 S
Base	0,07	AC32 base BC50/70 G
Subbase	0,20	Suelocemento
Explanada	Explanada E-3	

Entre capas bituminosas se dispondrá siempre un riego de adherencia del tipo C60BP3 ADH (bajo capa de rodadura) o C60B3 ADH, entre capas de mezclas bituminosas y suelocemento se dispondrá de un riego de adherencia C60B3 ADH y un riego de curado tipo C60B3 CUR , y entre capas de mezclas bituminosas y de zahorras artificiales se dispondrá de un riego de imprimación C60BF4 IMP (ECI).

Igualmente del estudio económico realizado, se observa que la sección de la Norma 6.1. I-C que resulta más económica para los ejes con tráfico T31 es la sección 3132. Dicha sección se describen de forma resumida en la siguiente tabla.

Hipótesis	Sección 3132	
Instrucción 6.1. I.C. 2003	SECCIÓN 3132	
Capa	Espesor (m)	Material
Rodadura	0,05	AC 16 surf PMB 45/80-60
Base	0,07	AC22 base BC50/70 G
Subbase	0,22	Suelocemento
Explanada	Explanada E-3	

6. DISPONIBILIDAD DE MATERIALES

Generalmente, la disponibilidad de materiales en el entorno de las obras a proyectar es el factor que más condiciona el diseño del firme. Estos materiales, pueden ser, bien los excavados en los desmontes de la traza, o bien los provenientes de las canteras y zonas de préstamo próximas.

A partir de los criterios de diseño expuestos en el Anejo nº3 de Geología y procedencia de materiales, como son la inclinación de los taludes en desmonte y en relleno o la sección tipo de la

explanada, se ha hecho una estimación de los volúmenes de relleno y firme que van a ser necesarios. Dado el tamaño de las estructuras, no se tienen grandes volúmenes de hormigón. En la Tabla siguiente se resume el movimiento de tierras de la obra:

Tipo de Material	Cuantificación	Unidades
Mezcla bituminosa caliente	44.874,17	T
Suelo cemento	34.104,60	m ³
Zahorra	18.575,90	m ³
Suelo estabilizado con cemento tipo EST-3 (sin incluir el cemento)	50.967,400	m ³
Suelo seleccionado	52.465,200	m ³
Desbroce	447.312,64	m ²
Demolición	18.205,031	m ²
Excavación	482.476,598	m ³
Rellenos con material procedente de la obra	482.476,598	m ³
Rellenos con material procedente de préstamo o cantera	60.146,702	m ³
Tierra Vegetal	142.937,80	m ³

- Materiales para firmes.

En el Anejo nº3 Geología y procedencia de materiales, se concluye que todos los materiales que no sean para el cuerpo de los rellenos deberán aportarse desde canteras o préstamos exteriores al trazado. La opción de traer materiales de graveras se ha desestimado debido a que las más próximas se encuentran a más de 60 km en el entorno de la ciudad de Mérida procedentes de las terrazas del río Guadiana y por tanto se propone traer este material de canteras próximas. Serán necesarias las siguientes cantidades de materiales procedentes de canteras o préstamos para la realización de la infraestructura:

Tipo de Material	Cuantificación	Unidades
Mezcla bituminosa caliente	44.874,17	T
Suelo cemento	34.104,60	m ³
Zahorra	18.575,90	m ³

PRESTAMOS

Tras las numerosas visitas técnicas a la zona de estudio, y un exhaustivo reconocimiento de las posibles zonas susceptibles de formar parte de los préstamos necesarios para la ejecución de la obra, en el entorno de la misma, se ha llegado a la conclusión de que las dos zonas más idóneas para tal fin son las que se citan a continuación.

La primera de ellas estaría situada en el margen izquierdo del trazado, en el entorno del P.K. 5+000, a unos escasos metros del mismo. Lo hemos denominada Préstamo Zafra.

La otra zona de préstamo está situada en la Carretera Solana, entre Aceuchal y Solana de los Barros. Se trata de una serie de parcelas de las que podría extraerse material gneísico más o menos alterado.

A continuación se recogen los resultados obtenidos para cada préstamo.3

PRÉSTAMO	INICIO (m)	FINAL (m)	UNIDAD	Granulometría			Límites Atterbeg			S.U.C.S.	Ensayos químicos		Próctor modificado	wph (%)	CBR Índice	Clasificación PG-3
				<0,08	0,08<2	>2	LL	LP	IP		M.O. %	S. Solubles %				
ZAFRA	1,2	1,4	2 Sus. Rocosó Cámbrico IV-III 6 S. Carbonatado	31,8	54	61	29,9	21,9	8,1	SC	0,57	0,1	2	10,7	28	ADECUADO
ZAFRA	1,8	2	6, Suelo Carbonatado	62,2	16,8	21	35,8	21,5	14,3	CL	1,45	0,14	1,82	16,01	5	TOLERABLE
ZAFRA	1	1,3	2, Sus. Rocosó Cámbrico IV-III	33,2	11,8	55	34,8	23,7	11,1	SC	0,49	0,09	1,9	8,7	19	ADECUADO
ACEUCHAL	1,2	1,3	Gneis	7,1	22,9	71	29,5	21,4	8,1	SC	0,17	0,03	2,12	7,4	43	SELECCIONADO
ACEUCHAL	1,6	1,8	Gneis	3,5	25,5	71			NP	SP	0,13	0,02	2,14	7,2	46	SELECCIONADO
ACEUCHAL	0,9	1,1	Gneis	11	26	63	38,8	22,2	16,6	SC	0,13	0,03	2,05	8	33	ADECUADO

CANTERAS

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

- Áridos para hormigón hidráulico.

Los áridos para hormigón pueden ser obtenidos de la cantera "Los Valles I y II", "Sierra del Castillo" o "San Carlos".

Además se han localizado tres plantas de hormigón cercanas al proyecto:

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

7. ESTRUCTURA DEL FIRME

De acuerdo con la Orden Circular 17/03: Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera y la vigente norma 5.2 - IC Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras (Orden FOM/298/2016), se requiere el revestimiento de las bermas dado que por las características geométricas de la sección no es posible disponer de los espesores mínimos indicados de: material drenante sobre la explanada y relleno para la impermeabilización de bermas. A tal efecto se ha dispuesto la prolongación de la capa de rodadura sobre la superficie de la berma.

A continuación se describe el paquete de firme a disponer en cada uno de los ejes del Proyecto.

7.1. TRONCO DE LA VARIANTE

La sección 232 es la que se adopta como sección de firme para el tronco. Esta sección está constituida por las siguientes capas:

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.

7.2. FIRMES EN RAMALES DE ENLACE

En la siguiente tabla se especifica en función del tráfico de vehículos pesados, la sección adoptada en los ramales y reposiciones de carreteras:

ENLACE	EJE	DESCRIPCIÓN	TIPOLOGÍA	TRAFICO	SECCIÓN FIRME
ENLACE ZAFRA NORTE	4	Ramal 5	Bidireccional	T31	3132
	5	Ramal 4	Unidireccional	T31	3132
	6	Ramal 3	Unidireccional	T42	4132
	7	Ramal 2	Unidireccional	T42	4132
	8	Ramal 1	Unidireccional	T31	3132
ENLACE CON LA EX101	11	Ramal 4	Unidireccional	T31	3132
	12	Ramal 3	Unidireccional	T31	3132
	13	Ramal 2	Unidireccional	T31	3132
	14	Ramal 1	Unidireccional	T31	3132
	17	Carretera a polígono los Caños	Bidireccional	T2	232
	85	Conexión 2, Calzada con glorieta polígono	Bidireccional	T2	232
ENLACE ZAFRA SUR	86	Conexión 1, Calzada con glorieta polígono	Bidireccional	T31	3132
	20	Ramal 5	Bidireccional	T2	232
	21	Ramal 4	Unidireccional	T41	4132
	22	Ramal 3	Unidireccional	T31	3132
	23	Ramal 2	Unidireccional	T31	3132
24	Ramal 1	Unidireccional	T41	4132	

Con objeto de disminuir el número de secciones de firme para mejorar la operatividad desde el punto de vista de ejecución de la obra. En la tabla anterior se optado por sustituir la sección 4232 en el Ramal 2 y Ramal 3 del enlace Norte por la sección 4132. Esto supone el aumento en tres centímetros de la mezcla bituminosa en estos dos ramales unidireccionales.

A continuación, se especifica para cada tipo de eje y sección de firme las capas que lo componen.

Ramales bidireccionales, Acceso a polígono industrial: Sección 232

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.

Ramales bidireccionales: Sección 3132

Calzada

- 5 cm de m.b.c. AC16 surf PMB 45/80-60 S en rodadura.
- Riego de Adherencia C60BP3 ADH (ECR-1).
- 7 cm de m.b.c. AC22 base BC50/70 G en capa base.
- Riego de curado C60B3 CUR (ECR-1) y riego de adherencia C60B3 ADH (ECR-1).
- 22 cm de Suelocemento.

Arcenes

- 5 cm de m.b.c. AC16 surf PMB 45/80-60 S en rodadura.
- Riego de curado C60BP3 CUR (ECR-1) y riego de adherencia C60B3 ADH (ECR-1).
- 29 cm de Suelocemento.

Ramales unidireccionales: Sección 3132Calzada

- 5 cm de m.b.c. AC16 surf PMB 45/80-60 S en rodadura.
- Riego de Adherencia C60BP3 ADH (ECR-1).
- 7 cm de m.b.c. AC22 base BC50/70 G en capa base
- Riego de curado C60B3 CUR (ECR-1) y riego de adherencia C60B3 ADH (ECR-1).
- 22 cm de Suelocemento.

Arcén

- 5 cm de m.b.c. AC16 surf PMB 45/80-60 S en rodadura.
- Riego de curado C60BP3 CUR (ECR-1) y riego de adherencia C60B3 ADH (ECR-1).
- 29 cm de Suelocemento.

Ramales unidireccionales: Sección 4132Calzada y arcenes

- 8 cm de m.b.c. AC16 surf BC50/70 S en rodadura.
- Riego de curado C60B3 CUR (ECR-1) y riego de adherencia C60B3 ADH (ECR-1).
- 20 cm de Suelocemento.

7.3. GLORIETAS

De acuerdo con lo establecido en el apartado 2.3, se adopta una explanada E3. El paquete de firmes que se adopta en cada glorieta depende del tráfico de los ramales que enlazan con ella. Dimensionándose siempre con el de mayor tráfico.

ENLACE	EJE	DESCRIPCIÓN	TIPOLOGÍA	TRAFICO	SECCIÓN FIRME
ENLACE ZAFRA NORTE	2	Glorieta 1	Unidireccional	T31	3132
	3	Glorieta 2	Unidireccional	T31	3132
ENLACE CON LA EX101	10	Glorieta	Unidireccional	T2	232
	84	Glorieta polígono	Unidireccional	T2	232
ENLACE ZAFRA SUR	18	Glorieta 1	Unidireccional	T31	3132
	19	Glorieta 2	Unidireccional	T31	3132

Glorietas: Sección 232Calzada y arcén interior

- 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.

Arcén exterior

- 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.

Glorietas: Sección 3132

Calzada y arcén interior

- 5 cm de m.b.c. AC16 surf PMB 45/80-60 S en rodadura.
- Riego de Adherencia C60BP3 ADH (ECR-1).
- 7 cm de m.b.c. AC22 base BC50/70 G en capa de base
- Riego de curado C60B3 CUR (ECR-1) y riego de adherencia C60B3 ADH (ECR-1).
- 22 cm de Suelocemento.

Arcén exterior

- 5 cm de m.b.c. AC16 surf PMB 45/80-60 S en rodadura.
- Riego de curado C60BP3 CUR (ECR-1) y riego de adherencia C60B3 ADH (ECR-1).
- 29 cm de Suelocemento.

7.4. CAMINOS AGRÍCOLAS Y VÍAS PECUARIAS

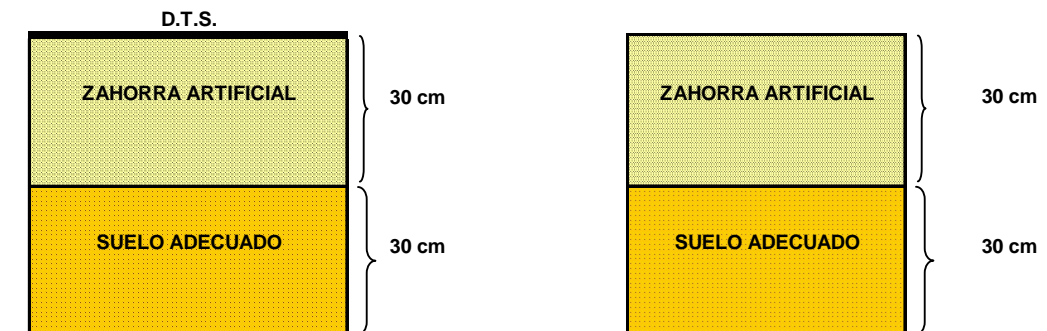
La sección adoptada para los caminos está constituida por 30 cm de zahorra artificial sobre 30 cm de suelo adecuado siendo conforme a la Orden Ministerial de 16 de diciembre de 1997 sobre "Accesos a las Carreteras del Estado, Vías de Servicio y Construcción de Instalaciones de Servicios".

Los caminos agrícolas con pendientes superiores al 7 % tendrán un doble tratamiento superficial (D.T.S.) sobre 30cm de zahorra artificial y 30cm de suelo adecuado.

Además del criterio de disponer el doble tratamiento superficial cuando la inclinación supera el 7%, cuando un camino se conecta con un vial perteneciente a la red estatal, autonómica o local, se ha dispuesto igualmente de un doble tratamiento superficial en una longitud de veinticinco metros (25,00 m) a medir desde la arista superior de la calzada.

SECCIÓN DE FIRME EN CAMINOS CON D.T.S.

SECCIÓN DE FIRME EN CAMINOS



En la tabla mostrada a continuación se muestran los tramos en los que los caminos se proyectan con una pendiente superior al 7%:

EJE CAMINO	P. inicial	P. final	LONGITUD D.T.S. (m)
en pendientes >7%			
26	0+489	0+498.6	9.6
	0+720	0+737	17
	0+820	0+850	30
	0+930	0+974.8	39.8
31	0+064	0+154	90
	0+254	0+334.2	80.2
46	0+082.4	0+144.2	61.8
48	0+043.4 (*)	0+059	15.6
	0+077.6	0+090.8	13.2
49	0+028.3	0+052.8	24.5
68	0+000	0+025	25
69	0+015	0+047	32
	0+156	0+255	99
	0+368	0+517	149
92	0+227.4	0+376	148.6
	0+426.1	0+439	12.9

EJE CAMINO	P. inicial	P. final	LONGITUD D.T.S. (m)
en conexiones			
26	0+885	0+910	25
30	0+030	0+055	25
36	0+000	0+025	25
37	0+000	0+025	25
	0+625	0+650	25
40	0+232.093	0+257.093	25
48	0+033	0+43.4 (*)	13.4
49	0+132.2	0+157.2	25
50	0+000	0+018	18
	0+025	0+050	25
88	0+000	0+025	25
	0+075	0+100	25
92	0+750	0+775	25

(*) continuación del D.T.S.

En el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto se definen las características del doble tratamiento superficial a emplear, cumpliendo en cualquier caso lo descrito en el artículo 533 Tratamientos Superficiales Mediante Riegos Con Gravilla del PG3.

Se pavimentará el Camino 3, Entrada hotel (eje 28) y el Camino 14 (eje 39), la sección de firme a emplear es la 3132, dando continuidad al firme proyectado en las glorietas de las que parten.

Camino 3. Entrada hotel (eje 28)**Calzada (7,0m)**

- 5 cm de m.b.c. AC16 surf BC50/70 S en rodadura.
- Riego de Adherencia C60B3 ADH (ECR-1).
- 7 cm de m.b.c. AC22 base BC50/70 G en capa de base
- Riego de curado C60B3 CUR (ECR-1) y riego de adherencia C60B3 ADH (ECR-1).
- 22 cm de Suelocemento.

Arcenes (1,50 m)

- 5 cm de m.b.c. AC16 surf BC50/70 S en rodadura.
- Riego de curado C60B3 CUR (ECR-1) y riego de adherencia C60B3 ADH (ECR-1).
- 29 cm de Suelocemento.

Camino 14 (eje 39)**Calzada (6,0m, sin arcén)**

- 5 cm de m.b.c. AC16 surf BC50/70 S en rodadura.
- Riego de Adherencia C60B3 ADH (ECR-1).
- 7 cm de m.b.c. AC22 base BC50/70 G en capa de base
- Riego de curado C60B3 CUR (ECR-1) y riego de adherencia C60B3 ADH (ECR-1).
- 22 cm de Suelocemento.

7.5. CARRETERAS CONVENCIONALES

Las carreteras convencionales tienen la categoría de tráfico y sección de firme que se muestra a continuación.

ENLACE	EJE	DESCRIPCIÓN	TIPOLOGÍA	TRAFICO	SECCIÓN FIRME
ENLACE ZAFRA NORTE	9	N-432 Zafra	Bidireccional	T31	3132
ENLACE CON LA EX101	15	EX101a	Bidireccional	T2	232
	16	EX101b	Bidireccional	T2	232
ENLACE ZAFRA SUR	25	N-432 Zafra	Bidireccional	T31	3132

EX - 101: Sección 232**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.

N-432: Sección 3132

Calzada

- 5 cm de m.b.c. AC16 surf PMB 45/80-60 S en rodadura.
- Riego de Adherencia C60BP3 ADH (ECR-1).
- 7 cm de m.b.c. AC22 base BC50/70 G en capa de base
- Riego de curado C60B3 CUR (ECR-1) y riego de adherencia C60B3 ADH (ECR-1).
- 22 cm de Suelocemento.

Arcenes

- 5 cm de m.b.c. AC16 surf PMB 45/80-60 S en rodadura.
- Riego de curado C60BP3 CUR (ECR-1) y riego de adherencia C60B3 ADH (ECR-1).
- 29 cm de Suelocemento.

7.6. PAVIMENTO EN ESTRUCTURAS

La sección de firme a disponer sobre los tableros de estructuras en el tronco es:

- 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.

En el paso superior, PS-0+740, situado en el Enlace de Zafra Norte

- 5 cm de m.b.c. AC16 surf BC50/70 S en rodadura.

- Riego de Adherencia C60B3 ADH (ECR-1) sobre impermeabilización de tablero.

En el resto de estructuras la sección a disponer es:

- 5 cm de M.B.C., tipo AC16 surf BC50/70 S, para capa de rodadura.
- Riego de Adherencia C60B3 ADH (ECR-1) sobre impermeabilización de tablero.

Se dispondrá una impermeabilización con anterioridad a la extensión del pavimento. La impermeabilización del tablero se proyecta mediante imprimación con emulsión bituminosa y posterior colocación de una lámina termosoldable de betún elastómero (4 mm de espesor y 6 kg/m²) armada con geotextil de 200 g/m² y autoprottegida en superficie por una capa de gránulos minerales de naturaleza silícea.

7.7. RELACIÓN DE EJES Y SECCIONES DE FIRME

EJE	DESCRIPCIÓN	TIPOLOGÍA	TRAFICO	SECCIÓN FIRME
TRONCO VARIANTE				
1	Tronco		T2	232
ENLACE ZAFRA NORTE				
2	Glorieta 1	Unidireccional	T31	3132
3	Glorieta 2	Unidireccional	T31	3132
4	Ramal 5	Bidireccional	T31	3132
5	Ramal 4	Unidireccional	T31	3132
6	Ramal 3	Unidireccional	T41	4132
7	Ramal 2	Unidireccional	T41	4132
8	Ramal 1	Unidireccional	T31	3132
9	N-432 Zafra	Bidireccional	T31	3132
ENLACE CON LA EX101				
10	Glorieta	Unidireccional	T2	232
11	Ramal 4	Unidireccional	T31	3132
12	Ramal 3	Unidireccional	T31	3132
13	Ramal 2	Unidireccional	T31	3132
14	Ramal 1	Unidireccional	T31	3132
15	EX101a	Bidireccional	T2	232
16	EX101b	Bidireccional	T2	232
17	Carretera a polígono los Caños	Bidireccional	T2	232
84	Glorieta polígono	Unidireccional	T2	232
85	Conexión 2 glorieta polígono	Bidireccional	T2	232
86	Conexión 1 glorieta polígono	Bidireccional	T31	3132
ENLACE ZAFRA SUR				
18	Glorieta 1	Unidireccional	T31	3132
19	Glorieta 2	Unidireccional	T31	3132
20	Ramal	Bidireccional	T2	232
21	Ramal 4	Unidireccional	T41	4132
22	Ramal 3	Unidireccional	T31	3132
23	Ramal 2	Unidireccional	T31	3132

EJE	DESCRIPCIÓN	TIPOLOGÍA	TRAFICO	SECCIÓN FIRME
24	Ramal 1	Unidireccional	T41	4132
25	N-432 Zafra	Bidireccional	T31	3132

8. MATERIALES, DENSIDADES Y DOSIFICACIONES.

Los materiales, densidades y dosificaciones empleadas son las siguientes:

Capa de Rodadura:	BBTM 11b PMB 45/80-60, densidad 2,2 t/m ³ , 5,0% en peso de betún modificado PMB 45/80-60.
Capa Intermedia:	AC22 bin S 50/70, densidad 2,45 t/m ³ , 4,0% en peso de betún 50/70.
Capa Base:	AC32 base G 50/70, densidad 2,42 t/m ³ , 4,0% en peso de betún.
Capa de Rodadura:	AC16 surf S PMB 45/80-60, densidad 2,45 t/m ³ , 5,0% en peso de betún modificado PMB 45/80-60.
Capa Base:	AC22 base G 50/70, densidad 2,42 t/m ³ , 4,0% en peso de betún 50/70.
Capa de Rodadura:	AC16 surf S 50/70, densidad 2,45 t/m ³ , 5,0% en peso de betún 50/70.
Ligante Bituminoso:	Betún tipo 50/70 mejorado con caucho de NFU.
Ligante bituminoso en BBTM 11 b:	Betún modificado con polímeros tipo PMB 45/80-60.
Riego de Curado:	0,75 kg/m ² de emulsión C60B3 ADH.
Riego de Adherencia:	0,50 kg/m ² de emulsión C60B3 ADH.
R. de Adherencia bajo BBTM 11b:	0,80 Kg/m ² de emulsión bituminosa modificada con polímeros C60BP3 ADH,
Riego de Imprimación	1,5 kg/m ² de emulsión C50BF5 IMP
Cemento en suelo cemento:	100 kg/m ³