

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	1
<b>10. ANEJO 10. FIRMES Y PAVIMENTOS.....</b>	<b>3</b>
10.1. INTRODUCCIÓN .....	3
10.2. NORMATIVA.....	3
10.3. CATEGORÍA DE TRÁFICO .....	4
10.3.1. TRONCO .....	4
10.3.2. ENLACES .....	4
10.4. TRATAMIENTO DEL FIRME EXISTENTE.....	5
10.5. EXPLANADA .....	7
10.5.1. CONSIDERACIONES PREVIAS.....	7
10.5.2. EXPLANADA ADOPTADA .....	7
10.6. SELECCIÓN DE LA SECCIÓN DE FIRME .....	7
10.6.1. Condicionantes .....	7
10.6.2. Estudio de la sección de firme.....	7
10.7. SECCIONES DE FIRME ADOPTADAS .....	8
10.7.1. TRONCO N-II.....	8
10.7.2. RAMALES DE ENLACE, GLORIETAS Y OTRAS CARRETERAS.....	9
10.7.3. CAMINOS PAVIMENTADOS .....	12
10.7.4. CAMINOS NO PAVIMENTADOS .....	12
10.7.5. ESTRUCTURAS .....	13
APÉNDICE 1: COMPARATIVA ECONÓMICA DE LAS SECCIONES DE FIRME.....	14



## 10. ANEJO 10. FIRMES Y PAVIMENTOS

### 10.1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto el estudio y dimensionamiento del firme a disponer en el tronco de la N-II y en los ramales de los enlaces, así como en los caminos y viales afectados en el proyecto, considerando los posibles tramos de aprovechamiento del firme actual.

Se partirá de los factores de dimensionamiento que establece la norma vigente, el tráfico pesado y tipo de explanada, y por tanto se han considerado como datos de partida las conclusiones que, sobre tráfico, explanada y materiales, se exponen en los Anejos de Tráfico y del Estudio Geotécnico del corredor.

### 10.2. NORMATIVA

El estudio de firmes se ha realizado de acuerdo con los siguientes normativas y prescripciones:

- Orden FOM/3460/2003 Norma 6.1-IC “Secciones de Firmes” de la Instrucción de Carreteras, de 28 de noviembre de 2003.
- Orden FOM/3459/2003, Norma 6.3-IC “Rehabilitación de firmes” de la Instrucción de Carreteras, de 28 de noviembre de 2003.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3/75) de la Dirección General de Carreteras aprobado por O.M. de 6 de febrero de 1976, modificado por las siguientes órdenes:

Capítulo	Artículo	Título	Orden Ministerial
Parte 2ª Materiales Básicos. Capítulo I. Conglomerantes	200	Cales	FOM 2523/2014 FOM 510/2018
	202	Cementos	FOM 2523/2014 FOM 510/2018
Parte 2ª Materiales Básicos. Capítulo II. Ligantes bituminosos	211	Betunes Asfálticos	FOM 2523/2014 FOM 510/2018
	212	Betunes modificados con polímeros	FOM 2523/2014 FOM 510/2018
	214	Emulsiones bituminosas	FOM 2523/2014 FOM 510/2018

Capítulo	Artículo	Título	Orden Ministerial
Parte 5ª Firmes. Capítulo I. Capas granulares	510	Zahorras	FOM 2523/2014 FOM 510/2018
Parte 5ª Firmes. Capítulo II. Suelos estabilizados y gravas tratadas	512	Suelos estabilizados in situ	FOM 2523/2014 FOM 510/2018
	513	Materiales tratados con cemento	FOM 2523/2014 FOM 510/2018
Parte 5ª Firmes. Capítulo III. Riegos y Macadam bituminosos	530	Riegos de imprimación	FOM 2523/2014 FOM 510/2018
	531	Riegos de adherencia	FOM 2523/2014 FOM 510/2018
	532	Riegos de curado	FOM 2523/2014 FOM 510/2018
Parte 5ª Firmes. Capítulo IV. Mezclas bituminosas	540	Microaglomerados en frío	FOM 2523/2014 FOM 510/2018
	542	Mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso	FOM 2523/2014 FOM 510/2018
	543	Mezclas bituminosas para capas de rodadura. Mezclas drenantes y discontinuas	FOM 2523/2014 FOM 510/2018
Parte 5ª Firmes. Capítulo IV. Pavimentos de hormigón	550	Pavimentos de hormigón	FOM 2523/2014 FOM 510/2018
	551	Hormigón magro vibrado	FOM 2523/2014 FOM 510/2018

Tabla 1. Artículos de firmes del PG3

- Orden Circular 21bis/2007 sobre betunes mejorados y betunes modificados de alta viscosidad con caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU) y criterios a tener en cuenta para su fabricación in situ y almacenamiento en obra.
- Orden Circular 17/03. “Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera”

### 10.3. CATEGORÍA DE TRÁFICO

La instrucción 6.1.-IC sobre Secciones de Firme establece las diferentes categorías de tráfico pesado, en función de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Estas categorías son las que se indican a continuación.

Categoría de Tráfico Pesado	T00	T0	T1	T2
IMDp	4000	< 4000	< 2000	< 800
(vehículos pesados/día)		2000	800	200

Tabla 2. Categorías de tráfico T00 a T2

Categoría de Tráfico Pesado	T31	T32	T41	T42
IMDp	< 200	< 100	< 50	< 25
(vehículos pesados/día)	100	50	25	

Tabla 3. Categorías de tráfico T3 a T4

A continuación se presentan los vaores de las IMD extraidas del Anejo de Tráfico.

#### 10.3.1. TRONCO

Del Anejo de Tráfico se concluye que la Intensidad de tráfico pesado en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio será de 1.199 vhp/día, resultando una categoría de tráfico T1 (800 < IMDp < 2.000) .

#### 10.3.2. ENLACES

##### Enlace N-II/ C-31

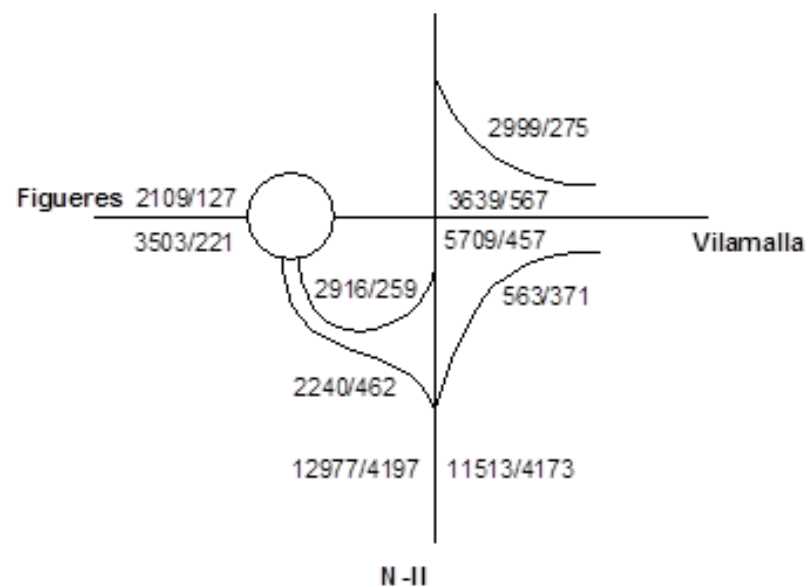


Figura 1: Enlace C-31. IMD/IMDp Año 2016

Subtramo	Eje nombre	2.016	2.022	IMD cálculo	Cat. tráfico pesado
		Pesados (IMD)	Pesados (IMD)		
Enlace C-31	E1 Ramal 1	371	410	410	T2
Enlace C-31	E1 Ramal 2	275	304	304	T2
Enlace C-31	E1 Ramal 3	259	286	286	T2
Enlace C-31	E1 Ramal 4	462	511	511	T2
Enlace C-31	E1 Vial 1 C-31 entrada	221	244	192	T2
Enlace C-31	E1 Vial 1 C-31 salida	127	140		
Enlace C-31	E1 Vial 2 C-31 entrada	567	627	566	T2
Enlace C-31	E1 Vial 2 C-31 salida	457	505		
Enlace C-31	E1 Glorieta	683	755	755	T2

Tabla 4. Categorías de tráfico en el enlace de la C-31

Se adopta para todos los ramales del enlace de la C-31 la categoría de tráfico T2.

##### Enlace N-II/ C-260

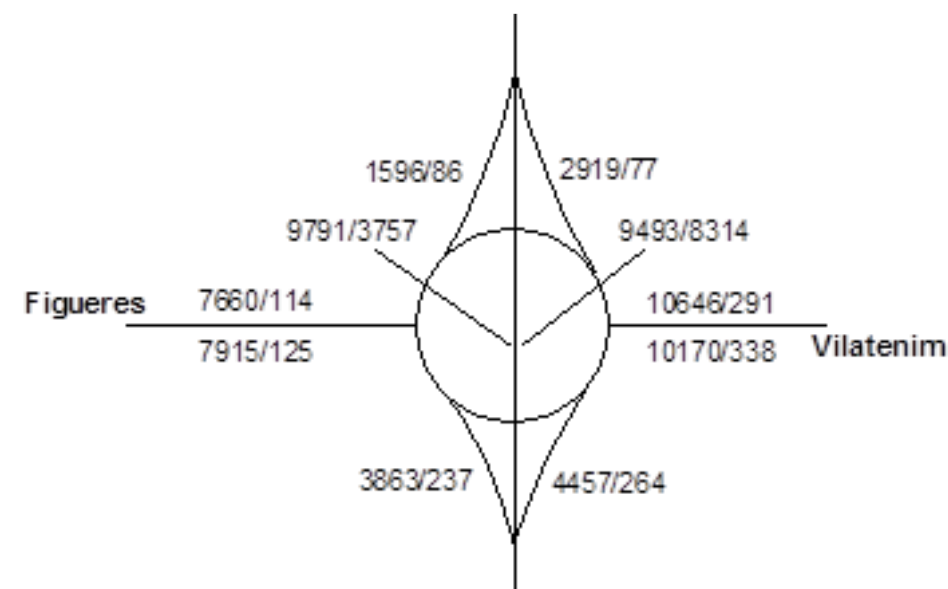


Figura 2: Enlace C-260. IMD/IMDp Año 2016

Subtramo	Eje nombre	2.016	2.022	IMD cálculo	Cat. tráfico pesado
		Pesados (IMD)	Pesados (IMD)		
Enlace C-260	E2 Ramal 1	264	292	292	T2
Enlace C-260	E2 Ramal 2	77	85	85	T32
Enlace C-260	E2 Ramal 3	86	95	95	T32
Enlace C-260	E2 Ramal 4	237	262	262	T2
Enlace C-260	E2 Vial 1 C-260 entrada	125	138	132	T31
Enlace C-260	E2 Vial 1 C-260 salida	114	126		
Enlace C-260	E2 Vial 2 C-260 entrada	291	322	348	T2
Enlace C-260	E2 Vial 2 C-260 salida	338	374		
Enlace C-260	E2 Glorieta	407	450	450	T2

Tabla 5. Categorías de tráfico en el enlace de la C-260

Se adopta para la glorieta, los dos ramales lado Girona y la N-260 lado Vilatenim la categoría de tráfico T2. Par el resto de ramales se adopta la categoría T31, ya que si bien la IMDp de los ramales lado frontera Francesa es de 85 y 95 y por tanto corresponden a una T32, estos valores son muy cercanos al límite de 100 que delimita la categoría T31.

**Enlace N-II/ N-260**

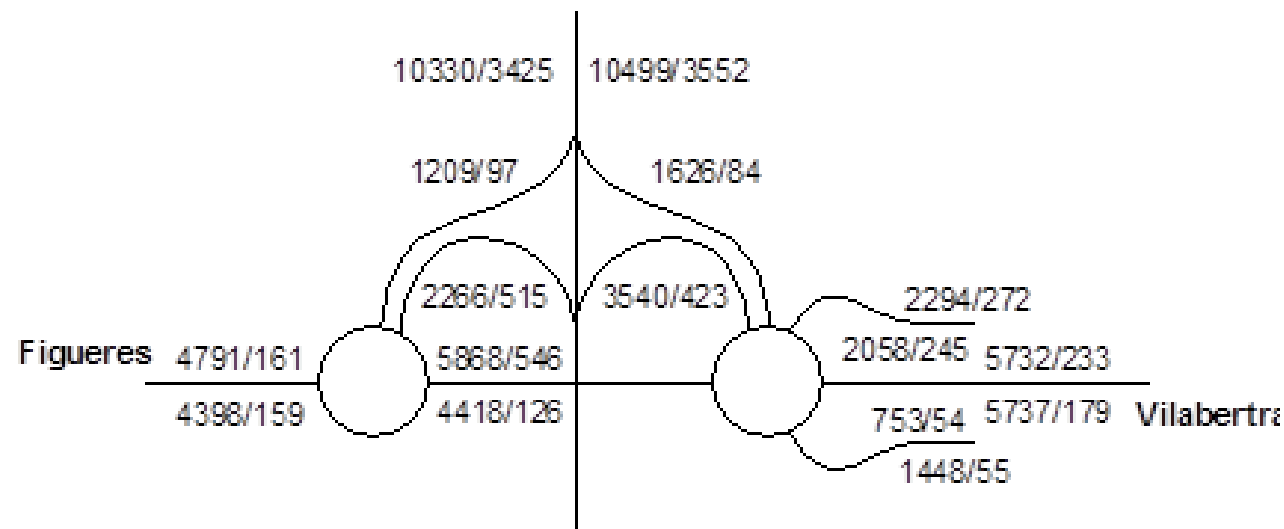


Figura 3: Enlace N-260. IMD/IMDp Año 2016

Subtramo	Eje nombre	2.016	2.022	IMD cálculo	Cat. tráfico pesado
		Pesados (IMD)	Pesados (IMD)		
Enlace N260	E3 Ramal 1	423	468	468	T2
Enlace N260	E3 Ramal 2	84	93	93	T32
Enlace N260	E3 Ramal 3	97	107	107	T31
Enlace N260	E3 Ramal 4	515	569	569	T2
Enlace N260	E3 Vial 1 N-260 sentido entrada a G1	546	604	372	T2
Enlace N260	E3 Vial 1 N-260 sentido salida de G1	126	139		
Enlace N260	E3 Vial 2 entrada	159	176	177	T31
Enlace N260	E3 Vial 2 salida	161	178		
Enlace N260	E3 Glorieta 1	620	686	686	T2
Enlace N260	E3 Vial 3 N-260 entrada	233	258	228	T2
Enlace N260	E3 Vial 3 N-260 salida	179	198		
Enlace N260	E3 Vial 4 entrada	54	60	61	T32
Enlace N260	E3 Vial 4 salida	55	61		
Enlace N260	E3 Vial 5 entrada	272	301	286	T2
Enlace N260	E3 Vial 5 salida	245	271		
Enlace N260	E3 Glorieta 2	923	1.021	1.021	T1

Tabla 6. Categorías de tráfico en el enlace de la N-260

Se adoptan las categorías de tráfico indicadas en la tabla anterior, a excepción del ramal 'E3 Ramal 2' para el cual se adopta la categoría T31 al estar la IMDp (93) muy cercana al límite de 100 que determina la categoría T31.

**10.4. TRATAMIENTO DEL FIRME EXISTENTE**

La rasante proyectada en todo el ámbito de proyecto transcurre prácticamente en todo el tramo por encima de la rasante actual de la N-II ya que las estructuras actuales no disponen del gálibo mínimo necesario. En el siguiente gráfico se muestra la diferencia de cota medida en las líneas blancas actuales entre la rasante actual y la nueva.

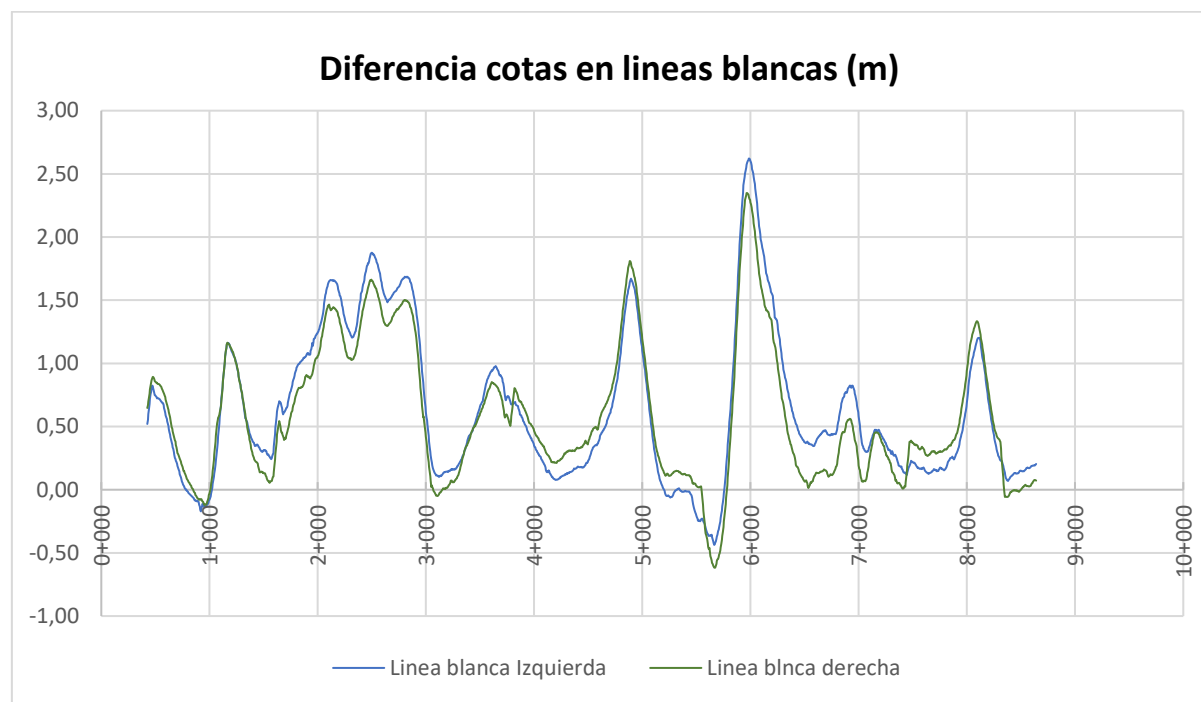


Figura 4: Diferencia de cotas entre la rasante proyectada y la calzada actual

Tramificando las diferencias de cota de la nueva rasante sobre la línea blanca actual en tramos de 10 cm, se obtienen los siguientes porcentajes de longitud de tronco correspondiente a cada incremento referidos a la longitud total del tramo de proyecto.

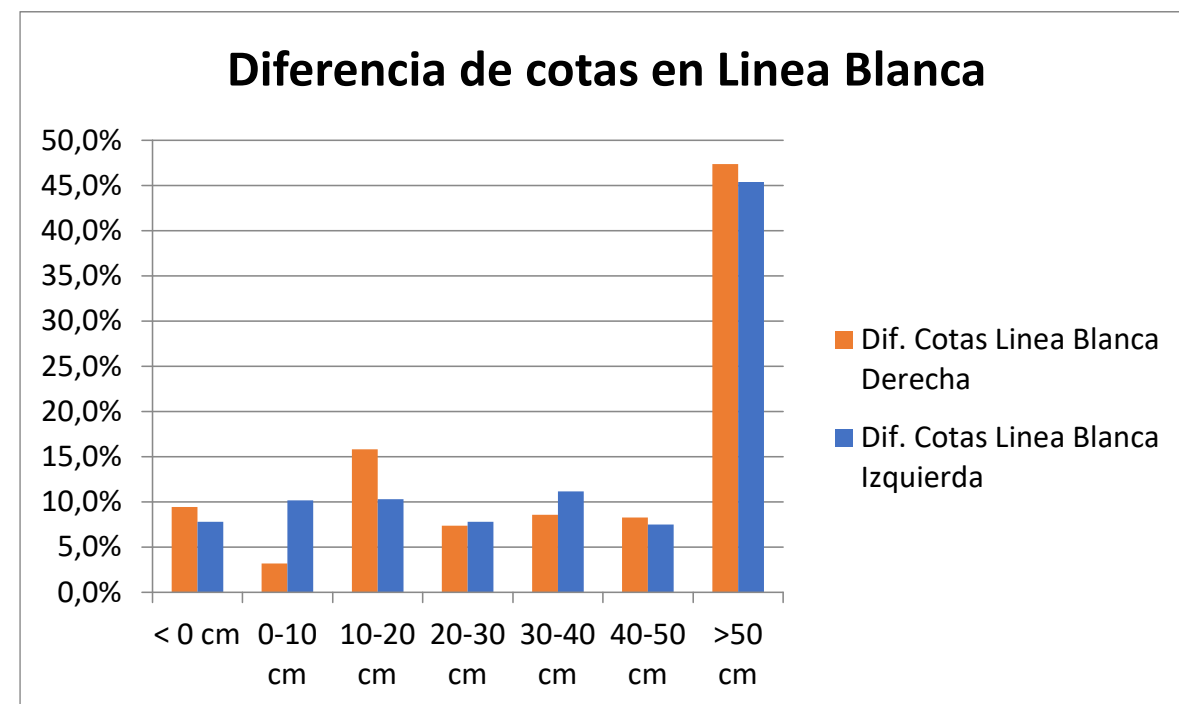


Figura 5: Tramificación de la diferencia de cotas entre la rasante proyectada y la calzada actual

Como se puede observar solo en un 8,6 % del trazado la rasante se sitúa por debajo de la actual N-II, en un 6,7 % se sitúa entre 0 y 10 cm, en un 13% entre 10 y 20 cm, en un 7,6 % entre 20 y 30 cm, en un 9,9 % entre 30 y 40 cm, en un 7,9 % entre 40 y 50 cm y en un 46,4 % por encima de los 50 cm. Además los tramos con menor diferencia de cota se sitúan dispersos con longitudes reducidas.

En consecuencia, en la mayor parte del tramo se debe disponer firme nuevo, ya sea porque la rasante va por debajo de la cota actual de la N-II (8,6 % del tramo) o por que va muy por encima (64,2 %).

En el siguiente gráfico se muestra la diferencia de cotas entre la cara inferior de las capas que conforman el firme (25 cm MB +30 cm SC) y la explanada (30 cm SEST3 + 50 cm suelo adecuado) respecto la superficie actual de la calzada.

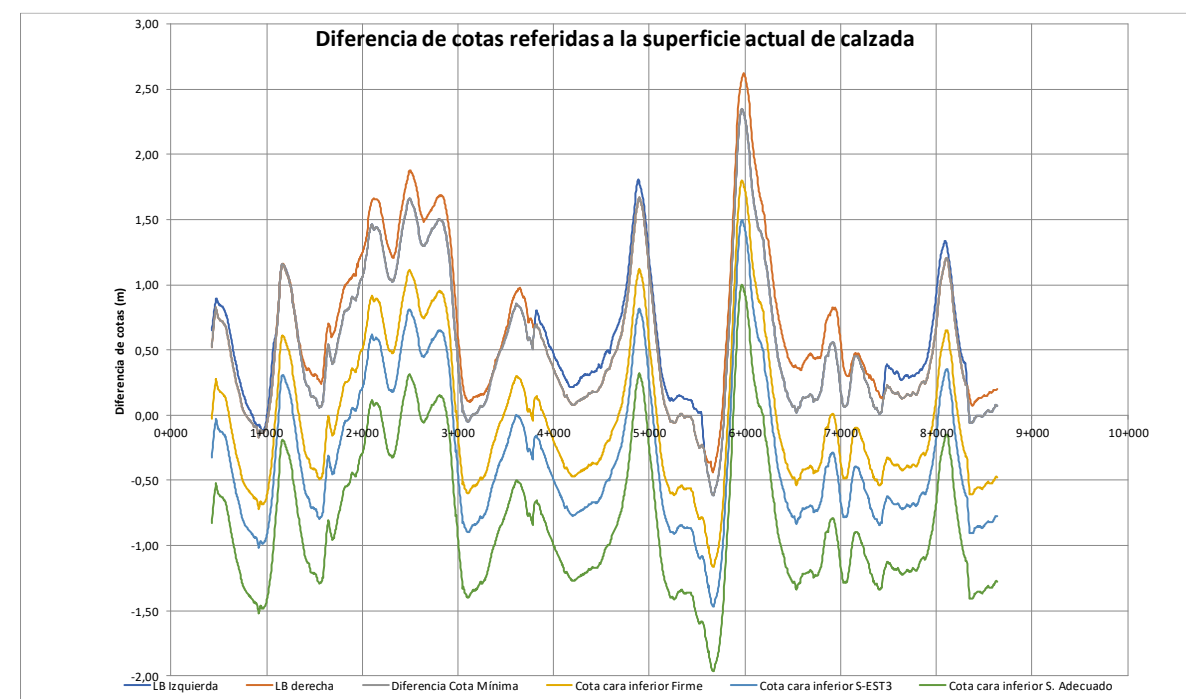


Figura 6: Diferencia de cotas de firme y la explanada respecto a la rasante actual

En base a la gráfica anterior se han establecido los tramos en que no se demuele el firme actual y se dispone todo el paquete de firme y explanada por encima (previa escarificación del firme) y los tramos en que se considera la demolición del firme bituminoso y la excavación de las capas granulares inferiores hasta la cota inferior de la nueva explanada.

PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	ACTUACIÓN
0+423,352	1+870	1.446,648	Demolición del firme bituminoso y excavación de las capas granulares hasta la cara inferior de la nueva explanada
1+870	2+945	1.075	Escarificación del firme actual para el apoyo del

PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	ACTUACIÓN
			terraplen, la explanada y el firme
2+945	4+760	1.815	Demolición del firme bituminoso y excavación de las capas granulares hasta la cara inferior de la nueva explanada
4+760	5+035	275	Escarificación del firme actual para el apoyo del terraplen, la explanada y el firme
5+035	5+845	810	Demolición del firme bituminoso y excavación de las capas granulares hasta la cara inferior de la nueva explanada
5+845	6+270	425	Escarificación del firme actual para el apoyo del terraplen, la explanada y el firme
6+270	8+655,021	2.385,021	Demolición del firme bituminoso y excavación de las capas granulares hasta la cara inferior de la nueva explanada

Tabla 7. Tramificación del tratamiento del pavimento actual

De esta forma se consigue dar continuidad transversal a la explanada y al firme. En este sentido hay que tener presente que la nueva calzada tampoco no se ajusta al borde de pavimento actual con lo que si se aprovechase parcialmente el firme actual sería necesario hacer recercados laterales del mismo de reducidas dimensiones tanto transversal como longitudinalmente, lo cual complica la construcción y facilita la aparición futura de fisuración. Igualmente la sustitución de las obras de drenaje y las estructuras implica la demolición del firme actual interrumpiendo la continuidad del firme existente.

## 10.5.EXPLANADA

### 10.5.1. CONSIDERACIONES PREVIAS

Para el tronco de la N-II en todo el ámbito de proyecto se ha considerado para la categoría de tráfico T1, una explanada de tipo E3 de acuerdo con la norma 3.1-IC que solo contempla esta posibilidad para dicha categoría de tráfico. Toda la explanada se prevé que apoye sobre la coronación del terraplén, la cual se prevé ejecutar con material adecuado, al disponer en la zona del ámbito del proyecto de préstamos de este tipo de material, los cuales han sido aprobados por la Declaración de Impacto Ambiental.

En la calzada que transcurre sobre la actual N-II, en aquellos tramos que se demuele el firme existente, se considera la colocación de 50 cm de suelo adecuado para asegurar la formación de la explanada E-3, ya que los materiales del núcleo del terraplén existente se han considerado como tolerables.

### 10.5.2. EXPLANADA ADOPTADA

Siguiendo la NORMA 6.1-IC "SECCIONES DE FIRME", de la Instrucción de Carreteras para obtener la explanada tipo E3, apoyada en suelo adecuado, se prevé la colocación de una capa de 30 cm de suelo estabilizado in situ Tipo 3 (S-EST3 Artículo 512 PG3). El suelo estabilizado 3 se apoya sobre la coronación del terraplén formado por materiales adecuados procedentes de préstamo.

En las zonas de desmonte o enrasadas con el terreno existente y en general cuando la capa subyacente sea de material tolerable se colocarán las siguientes capas para conseguir una explanada E3:

- 30 cm de suelo estabilizado tipo EST-3
- 50 cm de suelo adecuado

## 10.6. SELECCIÓN DE LA SECCIÓN DE FIRME

### 10.6.1. Condicionantes

La zona de proyecto se sitúa en Zona Térmica Estival Media de acuerdo con la Figura 3 de la Norma 6.1 IC. A efectos pluviométricos pertenece a la Zona pluviométrica 4 (lluviosa) con precipitación media anual superior a 600 mm según la Figura 4 de la Norma 6.1 IC.

Las secciones de firme adoptadas se han coordinado con los tramos anteriores y posteriores con el fin de unificar los criterios de diseño en todo el tramo cuando ello ha sido posible.

Por su parte la Declaración de Impacto Ambiental, en su apartado 5.3.a, establece la disposición de pavimento fonoabsorbente en aquellos tramos que sea necesario para alcanzar los objetivos de calidad acústica deseada. Esta medida ya se contemplaba en las medidas correctoras del estudio de Impacto Ambiental, en las que el estudio acústico del tramo de proyecto se realiza con esta consideración.

### 10.6.2. Estudio de la sección de firme

De acuerdo con la normativa 6.1 IC se definen 3 posibles secciones de firme a utilizar para la categoría de tráfico T1 con explanada E3, las cuales se muestran en la Figura 7, de las cuales solo se consideran las tres bituminosas.

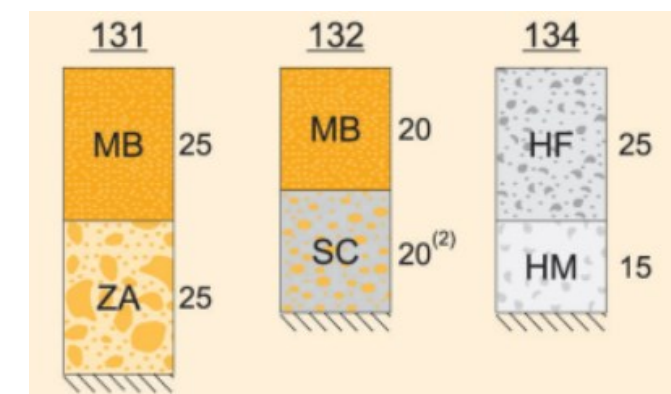


Figura 7: Secciones tipo de firme para categoría T1 y explanada E3

En el Apéndice nº1 se incluye una comparativa económica de las distintas secciones de firme para categoría de tráfico T1, sobre explanada tipo E3, considerando la base de precios de la Dirección General de Carreteras de fecha julio de 2022. La comparativa solamente tiene en cuenta los precios de construcción ya que los costes de conservación y mantenimiento son los mismos para las opciones estudiadas.

La comparativa de precios se ha realizado por sección completa y por metro lineal.

De dicho análisis se desprende que la sección 132 resulta ser la de menor coste, 754,61 €/m frente a los 907,75 €/m de la solución con zahorra (131).

Por lo que respecta a la capa de rodadura se adopta una mezcla bituminosa drenante ya que su porcentaje de huecos superior al 20% garantiza el efecto fonoabsorbente de acuerdo con la

Declaración de Impacto Ambiental. Este tipo de mezcla bituminosa puede utilizarse en la zona de proyecto ya que:

- No existen problemas de nieve o de formación de hielo.
- Los accesos están pavimentados
- Se sitúa en zona lluviosa lo cual facilita la limpieza.

### 10.7. SECCIONES DE FIRME ADOPTADAS

#### 10.7.1. TRONCO N-II

La sección estructural elegida es la 132, que para la calzada presenta las siguientes capas

SECCIÓN 132: Calzada N-II y arcenes ≤ 1,25 m		
Capa	Tipo	Espesor (cm)
Capa de Rodadura	PA 11 PMB 45/80-65C	4
Riego adherencia	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60BP3 ADH	-
Capa Intermedia	AC 22 bin BC 35/50 S	6
Riego adherencia	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 ADH	-
Capa de Base	AC32 base BC 35/50 G	10
Riego adherencia	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 ADH	-
Riego de curado	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 CUR	-
Subbase	Suelocemento	20
Riego de curado	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 CUR	-
EXPLANADA E3	S-EST3	30
	SUELO ADECUADO	50

Tabla 8. Sección de firme N-II en calzada

Para los arcenes del tronco de la N-II con anchura superior a 1,25 m:

SECCIÓN 132: Arcenes N-II > 1,25 m		
Capa	Tipo	Espesor (cm)
Capa de Rodadura	PA 11 PMB 45/80-65C	4
Riego adherencia	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60BP3 ADH	-
Capa Intermedia	AC 22 bin BC 35/50 S	6
Riego de adherencia	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 ADH	-
Riego de curado	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 CUR	-
Subbase	Suelocemento	30
Riego de curado	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 CUR	-
EXPLANADA E3	S-EST3	30
	SUELO ADECUADO	50

Tabla 9. Sección de firme N-II en arcenes >1,25 m

Para la capa de rodadura se adopta una mezcla bituminosa drenante según determina la Norma 6.1 IC con un espesor de 4 cm (espesor mínimo según artículo 513 del PG3).

Para esta capa, considerando la categoría de tráfico T1, se adopta el ligante hidrocarbonado tipo PMB 45/80-65C (tabla 543.1 del PG3), modificado con caucho para dar cumplimiento al apartado 8

del Plan Nacional Integrado de Residuos para fomentar el uso de polvo de caucho procedente de la trituración de neumáticos fuera de uso.

M.B.C. PA11 PMB 45/80-65 C	
Densidad (t/m <sup>3</sup> )	1,95
Tipo de betún	PMB 45/80-65C
Dotación mínima de betún (%)	4,3
Relación Filler-Betún	1
Filler de aportación	CEM ESP VI-1 32,5

Tabla 10. Características PA11

Para las capas bituminosas intermedia y base se adopta una mezcla bituminosa tipo hormigón bituminoso cuyo tipo y espesor se ha definido de acuerdo con la tabla 542.9 del PG3. Considerando la zona estival media y la categoría de tráfico T1 se adopta el ligante hidrocarbonado BC35/50 para la capa intermedia (tabla 542.1a del PG3) y el BC35/50 para la capa de base (tabla 542.1b del PG3).

M.B.C. AC22 BIN BC 35/50 S	
Densidad (t/m <sup>3</sup> )	2,35
Tipo de betún	BC 35/50
Dotación mínima de betún (%)	4
Relación Filler-Betún	1,1
Filler de aportación	CEM ESP VI-1 32,5

Tabla 11. Características AC22

M.B.C. AC32 BASE BC 35/50 G	
Densidad (t/m <sup>3</sup> )	2,3
Tipo de betún	BC 35/50
Dotación mínima de betún (%)	4
Relación Filler-Betún	1
Filler de aportación	CEM ESP VI-1 32,5

Tabla 12. Características AC32

En arcenes de anchura superior a 1,25 m se da continuidad a la capa de rodadura y la capa intermedia con un espesor de 10 cm, que se corresponde con el valor mínimo de mezcla bituminosa en arcenes que fija la Norma 6.1IC sobre suelocemento y para tráfico T1.

Al ser el tráfico T1 y la capa de rodadura discontinua se adopta para la capa de adherencia situada bajo esta capa, una emulsión modificada con polímeros tipo C60BP3 ADH. Sobre la capa de base se adopta una emulsión bituminosa convencional tipo C60B3. La dotación será de 0,5 kg/m<sup>2</sup>.



Sobre las capas tratadas con aglomerante hidráulico se contempla la disposición de un riego de curado tipo C60B3 CUR con una dotación de ligante hidrocarbonado de 0,5 kg/m<sup>2</sup>.

La capa de suelocemento deberá prefisurarse longitudinal y transversalmente según lo establecido en el artículo 513 del PG3.

### 10.7.2. RAMALES DE ENLACE, GLORIETAS Y OTRAS CARRETERAS

Para los ramales de enlace se adopta la misma solución estructural que para el tronco la N-II, es decir, la sección formada por mezcla bituminosa y suelocemento. En la tabla siguiente se detalla para cada ramal de enlace la solución sección estructural adoptada según la Norma 6.1 IC Secciones de firme:

Enlace	Nombre ramal	Cat. tráfico pesado adoptada	Sección de firma Norma 6.1 IC
Enlace C-31	E1 Ramal 1	T2	232
Enlace C-31	E1 Ramal 2	T2	232
Enlace C-31	E1 Ramal 3	T2	232
Enlace C-31	E1 Ramal 4	T2	232

Tabla 13. Secciones de firme en el enlace de la C-31

Enlace	Nombre ramal	Cat. tráfico pesado adoptada	Sección de firma Norma 6.1 IC
Enlace C-260	E2 Ramal 1	T2	232
Enlace C-260	E2 Ramal 2	T31	3132
Enlace C-260	E2 Ramal 3	T31	3132
Enlace C-260	E2 Ramal 4	T2	232
Enlace C-260	E2 Ramal 5	T2	232
Enlace C-260	E2 Vial 1 C-260	T31	3132
Enlace C-260	E2 Vial 2 C-260	T2	232
Enlace C-260	E2 Glorieta	T2	232

Tabla 14. Secciones de firme en el enlace de la C-260

Enlace	Nombre ramal	Cat. Tráfico pesado adoptada	Sección de firma Norma 6.1 IC
Enlace N260	E3 Ramal 1	T2	232
Enlace N260	E3 Ramal 2	T31	3132
Enlace N260	E3 Ramal 3	T31	3132
Enlace N260	E3 Ramal 4	T2	232
Enlace N260	E3 Ramal 5	T2	232
Enlace N260	E3 Vial 1 N-260	T2	232
Enlace N260	E3 Vial 2 N-260	T31	3132
Enlace N260	E3 Vial 3 N-260	T2	232
Enlace N260	E3 Glorieta 1	T2	232

Enlace	Nombre ramal	Cat. Tráfico pesado adoptada	Sección de firma Norma 6.1 IC
Enlace N260	E3 Vial 4	T32	3232
Enlace N260	E3 Vial 5	T2	232
Enlace N260	E3 Glorieta 2	T1	132

Tabla 15. Secciones de firme en el enlace de la N-260

#### 10.7.2.1 Sección 132

Para la calzada y arcenes menores de 1,25 m:

SECCIÓN 132: Calzada y arcenes ≤ 1,25 m		
Capa	Tipo	Espesor (cm)
Capa de Rodadura	PA 11 PMB 45/80-65C	4
Riego adherencia	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60BP3 ADH	-
Capa Intermedia	AC 22 bin BC 35/50 S	6
Riego adherencia	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 ADH	-
Capa de Base	AC32 base BC 35/50 G	10
Riego de adherencia	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 ADH	-
Riego de curado	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 CUR	-
Subbase	Suelocemento	20
Riego de curado	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 CUR	-
EXPLANADA E3	S-EST3	30
	SUELO ADECUADO	50

Tabla 16. Sección de firme en calzada y arcenes menores de 1,25 m

Para los arcenes con anchura superior a 1,25 m:

SECCIÓN 132: Arcenes > 1,25 m		
Capa	Tipo	Espesor (cm)
Capa de Rodadura	PA 11 PMB 45/80-65C	4
Riego adherencia	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60BP3 ADH	-
Capa Intermedia	AC 22 bin BC 35/50 S	6
Riego de adherencia	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 ADH	-
Riego de curado	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 CUR	-
Subbase	Suelocemento	30
Riego de curado	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 CUR	-
EXPLANADA E3	S-EST3	30
	SUELO ADECUADO	50

Tabla 17. Sección de firme en arcenes mayores de 1,25 m

Para la capa de rodadura se adopta una mezcla bituminosa drenante según determina la Norma 6.1 IC, con un espesor de 4 cm (espesor mínimo según artículo 513 del PG3).

Para esta capa, considerando la categoría de tráfico T1, se adopta el ligante hidrocarbonado tipo PMB 45/80-65C (tabla 543.1 del PG3), modificado con caucho para dar cumplimiento al apartado 8 del Plan Nacional Integrado de Residuos para fomentar el uso de polvo de caucho procedente de la trituración de neumáticos fuera de uso.

Para las capas bituminosas intermedia y base se adopta una mezcla bituminosa tipo hormigón bituminoso cuyo tipo y espesor se ha definido de acuerdo con la tabla 542.9 del PG3. Considerando la zona estival media y la categoría de tráfico T1 se adopta el ligante hidrocarbonado BC35/50 para la capa intermedia (tabla 542.1a del PG3) y el BC35/50 para la capa de base (tabla 542.1b del PG3).

En arcenes de anchura superior a 1,25 m se da continuidad a la capa de rodadura y la capa intermedia con un espesor de 10 cm, que se corresponde con el valor mínimo de mezcla bituminosa en arcenes que fija la Norma 6.11C sobre suelocemento y para tráfico T1. Debajo se dispone la capa de suelocemento (para poder mantener un espesor de 10 cm de bituminoso) de 30 cm de espesor. En este caso no cabe disponer 20 cm de espesor y 10 de zahorra ya que este espesor es inferior al espesor mínimo para capas de zahorra.

Al ser el tráfico T1 y la capa de rodadura discontinua se adopta para la capa de adherencia situada bajo esta capa, una emulsión modificada con polímeros tipo C60BP3 ADH. Sobre la capa de base se adopta una emulsión bituminosa convencional tipo C60B3. La dotación será de 0,5 kg/m<sup>2</sup>.

Sobre las capas tratadas con aglomerante hidráulico se contempla la disposición de un riego de curado tipo C60B3 CUR con una dotación de ligante hidrocarbonado de 0,5 kg/m<sup>2</sup>.

La capa de suelocemento deberá prefisurarse longitudinal y transversalmente según lo establecido en el artículo 513 del PG3.

#### 10.7.2.2 Sección 232

Para la calzada y arcenes menores de 1,25 m:

SECCIÓN 232: Calzada y arcenes ≤ 1,25 m		
Capa	Tipo	Espesor (cm)
Capa de Rodadura	PA 11 PMB 45/80-60C	4
Riego adherencia	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60BP3 ADH	-
Capa Intermedia	AC 22 bin BC 50/70 S	5
Riego adherencia	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 ADH	-
Capa de Base	AC32 base BC 50/70 G	7
Riego de adherencia	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 ADH	-
Riego de curado	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 CUR	-
Subbase	Suelocemento	20
Riego de curado	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 CUR	-
EXPLANADA E3	S-EST3	30
	SUELO ADECUADO	50

Tabla 18. Sección de firme en calzada y arcenes menores de 1,25 m

Para los arcenes con anchura superior a 1,25 m:

SECCIÓN 232: Arcenes > 1,25 m		
Capa	Tipo	Espesor (cm)
Capa de Rodadura	PA 11 PMB 45/80-60C	4
Riego adherencia	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60BP3 ADH	-
Capa Intermedia	AC 22 bin BC 50/70 S	5
Riego de imprimación	1,0 kg/m <sup>2</sup> C50BF4 IMP	-
Subbase	Zahorra artificial	27
Riego de curado	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 CUR	-
EXPLANADA E3	S-EST3	30
	SUELO ADECUADO	50

Tabla 19. Sección de firme en arcenes mayores de 1,25 m

La sección 232 se utiliza en la práctica totalidad de los ramales de enlace, por lo que para la capa de rodadura se ha optado por adoptar la mezcla bituminosa drenante dando continuidad a la capa de rodadura del tronco de la N-II. El espesor adoptado es de con un espesor de 4 cm (espesor mínimo según artículo 513 del PG3).

Para esta capa, considerando la categoría de tráfico T2, se adopta el ligante hidrocarbonado tipo PMB 45/80-60C (tabla 543.1 del PG3), modificado con caucho para dar cumplimiento al apartado 8 del Plan Nacional Integrado de Residuos para fomentar el uso de polvo de caucho procedente de la trituración de neumáticos fuera de uso.

M.B.C. PA11 PMB 45/80-60 C	
Densidad (t/m <sup>3</sup> )	1,95
Tipo de betún	PMB 45/80-60C
Dotación mínima de betún (%)	4,3
Relación Filler-Betún	1
Filler de aportación	CEM ESP VI-1 32,5

Tabla 20. Características PA11

Para las capas bituminosas intermedia y base se adopta una mezcla bituminosa tipo hormigón bituminoso cuyo tipo y espesor se ha definido de acuerdo con la tabla 542.9 del PG3. Considerando la zona estival media y la categoría de tráfico T2 se adopta el ligante hidrocarbonado BC50/70 para la capa intermedia (tabla 542.1a del PG3) y el BC50/70 para la capa de base (tabla 542.1b del PG3). Se adopta el espesor mínimo para cada tipo de capa con lo que resulta un espesor total de mezcla bituminosa de 16 cm, es decir, un centímetro más de lo que determina el catálogo de firmes.

M.B.C. AC22 BIN BC 50/70 S	
Densidad (t/m <sup>3</sup> )	2,35
Tipo de betún	BC 50/70
Dotación mínima de betún (%)	4
Relación Filler-Betún	1,1
Filler de aportación	CEM ESP VI-1 32,5

Tabla 21. Características AC22

M.B.C. AC32 BASE BC 50/70 G	
Densidad (t/m <sup>3</sup> )	2,3
Tipo de betún	BC 50/70
Dotación mínima de betún (%)	4
Relación Filler-Betún	1
Filler de aportación	CEM ESP VI-1 32,5

Tabla 22. Características AC32

En arcenes de anchura superior a 1,25 m se da continuidad a la capa de rodadura y la capa intermedia al ser la capa de rodadura discontinua. Debajo de estas dos capas se dispone una capa de zahorra artificial de 27 cm hasta llegar a la explanada.

Al ser la categoría de tráfico T2 y aunque la IMD no llega a la cifra de 5.000 vh/día, y la capa de rodadura discontinua se ha considerado adecuado adoptar para la capa de adherencia situada bajo dicha capa de rodadura, una emulsión modificada con polímeros tipo C60BP3 ADH. Sobre la capa de base se adopta una emulsión bituminosa convencional tipo C60B3. La dotación será de 0,5 kg/m<sup>2</sup>.

Sobre las capas tratadas con aglomerante hidráulico se contempla la disposición de un riego de curado tipo C60B3 CUR con una dotación de ligante hidrocarbonado de 0,5 kg/m<sup>2</sup>.

La capa de suelocemento deberá prefisurarse longitudinal y transversalmente según lo establecido en el artículo 513 del PG3.

Sobre la capa de zahorra artificial en los arcenes de anchura superior a 1,25 m se dispondrá una capa de imprimación tipo C50BF4 IMP con una dotación de ligante hidrocarbonado de 1,0 kg/m<sup>2</sup>.

### 10.7.2.3 Sección 3132

Para la calzada y arcenes menores de 1,25 m:

SECCIÓN 3132: Calzada y arcenes ≤ 1,25 m		
Capa	Tipo	Espesor (cm)
Capa de Rodadura	PA 11 BC50/70	4
Riego adherencia	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60BP3 ADH	-
Capa Intermedia	AC 22 bin BC 50/70 S	8
Riego adherencia	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 ADH	-
Riego de curado	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 CUR	-
Subbase	Suelocemento	22
Riego de curado	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 CUR	-
EXPLANADA E3	S-EST3	30
	SUELO ADECUADO	50

Tabla 23. Sección de firme en calzada y arcenes menores de 1,25 m

Para los arcenes con anchura superior a 1,25 m:

SECCIÓN 3132: Arcenes > 1,25 m		
Capa	Tipo	Espesor (cm)
Capa de Rodadura	PA 11 BC50/70	4
Riego adherencia	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60BP3 ADH	-
Capa Intermedia	AC 22 bin BC 50/70 S	8
Riego de imprimación	1,0 kg/m <sup>2</sup> C50BF4 IMP	-
Subbase	Zahorra artificial	22
Riego de curado	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 CUR	-
EXPLANADA E3	S-EST3	30
	SUELO ADECUADO	50

Tabla 24. Sección de firme en arcenes mayores de 1,25 m

La sección 3132 se utiliza únicamente en 4 ramales de enlace. Por homogeneización de adopta también una mezcla drenante para la capa de rodadura de 4 cm de espesor. Para esta capa, considerando la categoría de tráfico T31, se adopta el ligante hidrocarbonado tipo BC 50/70 (tabla 543.1 del PG3).

M.B.C. PA11 BC 50/70	
Densidad (t/m <sup>3</sup> )	1,95
Tipo de betún	BC 50/70
Dotación mínima de betún (%)	4,3
Relación Filler-Betún	1
Filler de aportación	CEM ESP VI-1 32,5

Tabla 25. Características PA11

Para la capa bituminosa intermedia se adopta una mezcla bituminosa tipo hormigón bituminoso cuyo tipo y espesor se ha definido de acuerdo con la tabla 542.9 del PG3. Considerando la zona estival media y la categoría de tráfico T2 se adopta el ligante hidrocarbonado BC50/70 (tabla 542.1a del PG3).

En arcenes de anchura superior a 1,25 m se da continuidad a la capa de rodadura y la capa intermedia al ser la capa de rodadura discontinua. Debajo de estas dos capas se dispone una capa de zahorra artificial de 27 cm hasta llegar a la explanada.

Para la capa de rodadura discontinua se adopta para el riego de adherencia situado bajo esta capa, una emulsión modificada con polímeros tipo C60BP3 ADH. Sobre la capa de base se adopta una emulsión bituminosa convencional tipo C60B3. La dotación será de 0,5 kg/m<sup>2</sup>.

Sobre las capas tratadas con aglomerante hidráulico se contempla la disposición de un riego de curado tipo C60B3 CUR con una dotación de ligante hidrocarbonado de 0,5 kg/m<sup>2</sup>.

Sobre la capa de zahorra artificial en los arcenes de anchura superior a 1,25 m se dispondrá una capa de imprimación tipo C50BF4 IMP con una dotación de ligante hidrocarbonado de 1,0 kg/m<sup>2</sup>.

#### 10.7.2.4 Sección 3232

Para la calzada y arcenes menores de 1,25 m:

SECCIÓN 3232: Calzada y arcenes ≤ 1,25 m		
Capa	Tipo	Espesor (cm)
Capa de Rodadura	AC16 surf BC50/70 S	4
Riego adherencia	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 ADH	-
Capa Intermedia	AC 22 bin BC 50/70 S	6
Riego de adherencia	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 ADH	-
Riego de curado	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 CUR	-
Subbase	Suelocemento	22
Riego de curado	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 CUR	-
EXPLANADA E3	S-EST3	30
	SUELO ADECUADO	50

Tabla 26. Sección de firme en calzada y arcenes menores de 1,25 m

Para los arcenes con anchura superior a 1,25 m:

SECCIÓN 3232: Arcenes > 1,25 m		
Capa	Tipo	Espesor (cm)
Capa de Rodadura	AC16 surf BC50/70 S	4
Riego de imprimación	1,0 kg/m <sup>2</sup> C50BF4 IMP	-
Subbase	Zahorra artificial	28
Riego de curado	0,5 kg/m <sup>2</sup> C60B3 CUR	-
EXPLANADA E3	S-EST3	30
	SUELO ADECUADO	50

Tabla 27. Sección de firme en arcenes mayores de 1,25 m

Para la capa bituminosa de rodadura e intermedia se adopta una mezcla bituminosa tipo hormigón bituminoso cuyo tipo y espesor se ha definido de acuerdo con la tabla 542.9 del PG3. Considerando la zona estival media y la categoría de tráfico T2 se adopta el ligante hidrocarbonado BC50/70 (tabla 542.1a del PG3).

M.B.C. AC16 SURF BC 50/70 S	
Densidad (t/m <sup>3</sup> )	2,37
Tipo de betún	BC 50/70
Dotación mínima de betún (%)	4,5
Relación Filler-Betún	1,2
Filler de aportación	CEM ESP VI-1 32,5

Tabla 28. Características AC16

En arcenes de anchura superior a 1,25 m se da continuidad únicamente a la capa de rodadura, al no ser esta discontinua. Debajo de esta capa se dispone una capa de zahorra artificial de 28 cm hasta llegar a la explanada.

Para los riegos de adherencia se adopta una emulsión bituminosa tipo C60B3 de acuerdo con la tabla 531.1 del PG3. La dotación será de 0,5 kg/m<sup>2</sup>.

Sobre las capas tratadas con aglomerante hidráulico se contempla la disposición de un riego de curado tipo C60B3 CUR con una dotación de ligante hidrocarbonado de 0,5 kg/m<sup>2</sup>.

#### 10.7.3. CAMINOS PAVIMENTADOS

En caminos pavimentados se dispone la siguiente sección estructural, que se corresponde con un tráfico T42 (<25 vhp/día) y explanada E1:

SECCIÓN CAMINOS PAVIMENTADOS		
Capa	Tipo	Espesor (cm)
Capa de Rodadura	AC16 surf BC50/70 S	5
Riego de imprimación	1,0 kg/m <sup>2</sup> C50BF4 IMP	-
Subbase	Zahorra artificial	15
Subbase	Zahorra artificial	20
EXPLANADA E1	Suelo adecuado	60

Tabla 29. Sección de firme en caminos pavimentados

#### 10.7.4. CAMINOS NO PAVIMENTADOS

En caminos no pavimentados se disponen 30 cm de zahorra artificial sobre 30 cm de suelo adecuado según la Orden Circular 306/89.

SECCIÓN CAMINOS NO PAVIMENTADOS		
Capa	Tipo	Espesor (cm)
Firme	Zahorra artificial	30
EXPLANADA	Suelo adecuado	30

Tabla 30. Sección de firme en caminos no pavimentados

#### **10.7.5. ESTRUCTURAS**

Las estructuras contempladas en el presente proyecto están ubicadas en el tronco de la N-II. Se contempla un espesor de pavimento sobre los tableros de 10 cm, que dará continuidad a la capa de rodadura (4 cm de PA 11 PMB 45/80-65C) y a la capa intermedia (6cm de AC22 bin BC 35/50 S); entre ambas capas se dispondrá un riego de adherencia.

Las capas de firme se extenderán directamente sobre el mástic de impermeabilización y adherencia que se colocará sobre el hormigón del tablero previa limpieza.

**APÉNDICE 1: COMPARATIVA ECONÓMICA DE LAS SECCIONES DE FIRME**

SECCIÓN 131 (25 MB + 25 ZA)				Espesor (cm)	Densidad (t/m3)	Medición	Precio unitario	Total
				(cm)	(t/m3)			
<b>MBC PA11</b>				4	1,95	0,96 0,080496 0,080496 0,00048	3,46 773,8 106 657,43	3,32 62,29 8,53 0,32
543.0030	m2	MBC PA11 (4 cm)						
215.0020	t	Betun PMB 45/80-60C (4,3%)						
542.0140	t	Polvo mineral (Relación filler betún=1,0)						
531.0040	t	Riego de adherencia (0,5 kg/m2 C60BP3 ADH)						
<b>MBC AC22 bin S</b>				7	2,35	4,888 0,19552 0,215072 0,014857	29,35 724,56 106 624,16	143,46 141,67 22,80 9,27
542.0050	t	MBC AC22BIN S						
211.0050	t	Betún BC50/70 (4%)						
542.0140	t	Polvo mineral (Relación filler betuún=1,1)						
531,0020	t	Riego de adherencia (0,5 kg/m2 C60B3 ADH)						
<b>MBC AC32 base G</b>				14	2,3	4,784 0,19136 0,19136 0,00743 0,02896	29,38 724,56 106 624,16 624,16	140,55 138,65 20,28 4,64 18,08
542.0100	t	MBC AC32 base G						
211.0050	t	Betún BC50/70 (4%)						
542.0140	t	Polvo mineral (Relación filler betún=1,0)						
531,0020	t	Riego de adherencia (0,5kg/m2 C60B3 ADH)						
531,0020	t	Riego de imprimación (1 kg/m2 C50BF4 IMP)						
510.0010	m3	ZAHORRA ARTIFICIAL	25		7,24	26,78	193,89	
Espesor total =				50			<b>TOTAL (€/m)</b>	<b>907,75</b>
SECCIÓN 132 (20 MB + 20 SC)				Espesor (cm)	Densidad (t/m3)	Medición	Precio unitario	Total
				(cm)	(t/m3)			
<b>MBC PA11</b>				4	1,95	0,96 0,080496 0,080496 0,00048	3,46 773,8 106 657,43	3,32 62,29 8,53 0,32
543.0030	m2	MBC PA11 (4 cm)						
215.0020	t	Betun PMB 45/80-60C (4,3%)						
542.0140	t	Polvo mineral (Relación filler betún=1,0)						
531.0040	t	Riego de adherencia (0,5 kg/m2 C60BP3 ADH)						
<b>MBC AC22 bin S</b>				6	2,35	3,431 0,13724 0,150964 0,012167	29,35 724,56 106 624,16	100,70 99,44 16,00 7,59
542.0050	t	MBC AC22BIN S						
211.0050	t	Betún BC50/70 (4%)						
542.0140	t	Polvo mineral (Relación filler betuún=1,1)						
531,0020	t	Riego de adherencia (0,5 kg/m2 C60B3 ADH)						
<b>MBC AC32 base G</b>				10	2,3	3,404 0,13616 0,13616 0,00740 0,00740	29,38 724,56 106 624,16 624,16	100,01 98,66 14,43 4,62 4,62
542.0100	t	MBC AC32 base G						
211.0050	t	Betún BC50/70 (4%)						
542.0140	t	Polvo mineral (Relación filler betún=1,0)						
531,0020	t	Riego de adherencia (0,5kg/m2 C60B3 ADH)						
531,0020	t	Riego de curado (0,5 kg/m2 C60B3 CUR)						
513.0011	m3	SUELO CEMENTO DE PRÉSTAMO	20		5,96	22,25	132,61	
202.0050	t	Conglomerante hidráulico (3,3 %)			0,39336	113,88	44,80	
330.0030	m3	TERRAPLÉN DE PRÉSTAMO	10		12,24	4,63	56,67	
Espesor total =				50			<b>TOTAL (€/m)</b>	<b>754,61</b>