

**ANEJO nº 8**  
**SECCIONES TIPO Y FIRMES**

---

## ANEJO SECCIONES TIPO Y FIRMES

### ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>SECCIONES TIPO</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>FIRMES</b> .....	<b>2</b>
3.1	Categoría de tráfico .....	2
3.2	Tipo de suelo de la explanación o de la obra de tierra subyacente .....	3
3.2.1	<i>Materiales tipo suelo</i> .....	3
3.2.2	<i>Materiales rocosos</i> .....	3
3.3	Estudio económico de los firmes y explanadas.....	7
3.3.1	<i>Partidas de obra y precios a considerar</i> .....	7
3.3.2	<i>Estudio económico de las formaciones de explanadas</i> .....	8
3.3.3	<i>Coste económico de secciones de firme</i> .....	10
3.3.4	<i>Costes del conjunto explanada + firmes. Selección del firme para el Estudio</i>	12
3.4	Sección de firme y formación de explanada considerados .....	14
3.4.1	<i>Tronco</i> .....	14
3.4.2	<i>Viaductos y túneles</i> .....	14
3.4.3	<i>Ramales de enlace y reposiciones de carreteras</i> .....	14
3.4.4	<i>Reposiciones de caminos</i> .....	15

## ANEJO SECCIONES TIPO Y FIRMES

### 1 INTRODUCCIÓN

En este anejo se definen las secciones de firme a considerar en el Estudio Informativo “Acondicionamiento de la carretera N-230 entre Sopeira y la boca sur del túnel de Viella”, con clave EI2-E-207, que se desarrolla según la Orden de Estudio de fecha 24 de octubre de 2011.

### 2 SECCIONES TIPO

Las dimensiones de la calzada y arcenes de la nueva carretera N-230 entre Sopeira y la boca sur del Túnel de Viella se han proyectado según lo exigido en la Orden de Estudio. En la misma se contempla una nueva carretera de 7 m de ancho de calzada (dos carriles de 3,5 m) y, de manera general, arcenes de 1,5 m con cuneta de seguridad adosada, dimensiones que verifican los mínimos establecidos en la Norma 3.1-IC para una carretera de velocidad de proyecto 80 km/h. En el tramo 7, los arcenes se han definido de 1,0 m por razones orográficas, siendo admitido por la Orden de Estudio.

Para tramos en terraplén se dispone de una berma de 0,75 m de ancho.

En tramos en desmonte se contempla una cuneta de pie de desmonte del tipo STR-15, que cuenta con un ancho de 1,5 m. Entre la cuneta y el talud de desmonte se dispone de una berma de 1 m.

En los tramos 4B, 4C, 6B y 6C (tramos 2+1) se prevé una sección de 3 carriles, 2 carriles de 3,50 m cada uno en un sentido de circulación y 1 carril de 3,50 m en el otro sentido separados por una mediana central de 2,00 m; con arcenes exteriores de 1,50 m. En las zonas en terraplén se dispone además de berma de 0,75 m y en las zonas en desmonte una cuneta a pie de desmonte de 1,50 m.

En lo que se refiere a la sección en viaductos (obras de paso), ésta será la misma que la contemplada en calzada a cielo abierto, es decir, dos carriles de 3,5 de ancho con arcenes de 1,5 m de ancho a cada lado, excepto en los viaductos de longitud superior a 100 m dónde el arcén se reduce a 1m. Esta sección es la que se exige en la Instrucción 3.1-IC para carreteras convencionales con velocidad de proyecto 80 km/h en obras de paso.

La sección considerada en túneles, tal y como se exige en la Norma 3.1-IC para carreteras convencionales C-80, consiste en dos carriles de 3,5 m de ancho, arcenes exteriores e interior (separador de carriles) 1,0 m de ancho y aceras de anchura 0,75 m a lado y lado de la calzada.

### 3 FIRMES

La sección de firme que se dispondrán en la nueva carretera N-230 dependerá de los factores siguientes:

- La categoría de tráfico en el año de puesta en servicio de la nueva carretera. Dicha categoría de tráfico es función de la intensidad media diaria de vehículos pesados en el carril de proyecto.
- El tipo de suelo de la explanación, en caso de desmontes, o de la obra de tierra subyacente, en el caso de terraplenes.
- Coste económico de cada uno de los firmes y las formaciones de explanada disponibles.

#### 3.1 Categoría de tráfico

La categoría de tráfico, como ya se ha citado anteriormente, se obtiene de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) en el carril de proyecto del año de puesta en servicio.

Según los datos estimados en el anejo de Estudio de Tráfico, se prevé para el año 2028 (año de puesta en servicio de la vía) una IMD de 4.335 veh/día en el tramo más

desfavorable (entre el Pont de Suert y el nudo L-500). Entonces, para el carril de proyecto se obtendrá la siguiente magnitud de intensidad media diaria de tráfico:

$$\text{IMD}_c = 0,5 \cdot 4.335 = 2.167,5 \text{ veh/día.}$$

$$\text{IMD}_c = 2.167,5 \text{ veh/día.}$$

Según el anejo de Estudio de Tráfico el porcentaje de vehículos pesados se puede considerar como del 13,9%. Entonces la intensidad media diaria de vehículos pesados por el carril de proyecto en el año de puesta en servicio (2028) es la siguiente:

$$\text{IMD}_{c,p} = 2.167 \cdot 0,139 = 301 \text{ veh/día.}$$

$$\text{IMD}_{c,p} = 301 \text{ veh/día.}$$

Consecuentemente, según lo recogido en la Tabla 1.A de la Norma 6.1-IC de Secciones de Firme, el valor de  $\text{IMD}_{c,p} = 301$  veh/día pertenece a una categoría de tráfico **T2**.

### 3.2 Tipo de suelo de la explanación o de la obra de tierra subyacente

En el anejo nº 4 geología y procedencia de los materiales se describen los materiales procedentes del trazado. A excepción de las formaciones Ty – Tcy que, por su alto contenido en yeso será necesario retirar a vertedero, todos los materiales que se extraigan del trazado son válidos para la construcción del núcleo del relleno y, en algunos casos, se podrá usar también para la explanada.

A grandes rasgos se puede dividir las formaciones en dos grupos: materiales ‘tipo suelo’ y materiales rocosos. Los materiales ‘tipo suelo’ engloban todas aquellas formaciones cuaternarias y depósitos eluviales. Los materiales rocosos engloban las rocas plutónicas, metamórficas y sedimentarias.

#### 3.2.1 Materiales tipo suelo

Los materiales de tipo suelo afectados por los desmontes de la obra proyectada serían fundamentalmente depósitos coluviales (Qcol), terrazas aluviales (Qt y Qal), conos de deyección (Qd) y, en menor parte, rellenos antrópicos (R) y roca meteorizada de la parte más superficial de los macizos (suelo eluvial).

De cara a su uso, los suelos que se van a excavar en el trazado se han clasificado según el artículo 330 (Terraplenes) del PG-3. La tabla siguiente resume los criterios de clasificación de cada formación, sin embargo, es probable que dentro de cada una existan situaciones intermedias en función de su grado de meteorización, cimentación, litología, etc.

Si se analizan las distintas muestras de cada formación se obtienen las proporciones siguientes:

Formación	Suelo seleccionado	Suelo adecuado	Suelo tolerable
Qcol	-	75%	25%
Qt	60%	20%	20%
Qal	8%	15%	78%
Qd	-	65%	35%
R	100%	-	-

#### 3.2.2 Materiales rocosos

Los materiales rocosos a excavar son predominantemente de 3 tipos: sedimentarios (formaciones Mesozoicas; cretácico, jurásico y triásico), metamórficos (formaciones Paleozoicas; carbonífero, devónico y silúrico) y finalmente materiales plutónicos (formaciones graníticas).

Las rocas plutónicas (Gd y Gr) aparecen a partir del PK 129+000, presentan una resistencia a compresión adecuada ( $RCS > 50 \text{ MPa}$ ), así como durabilidad elevada ( $STD > 98\%$ ) y resistencia al desgaste ( $CA < 26\%$ ). Representan materiales homogéneos, lo cual significa que son idóneos para su utilización en pedraplenes. También presentan buenas cualidades para ser usados como árido para hormigón ya que no presentan reactividad frente a los álcalis.

Las formaciones pizarrosas (Cae, Dp, Dc, Dcp y Sp) se presentan como poco adecuadas para su uso en pedraplenes de acuerdo con las indicaciones del Pliego de prescripciones técnicas para obras de carreteras PG-3.

Finalmente, las rocas sedimentarias cretácicas y triásicas (Cmmc, Cm, Ct, Ccar, Cd, Cc, Tv, Td y Tc) predominan desde el inicio de este trazado PK 95+000 hasta aproximadamente el PK 114+300. Se presentan como adecuadas para terraplén, pedraplén y todo-uno, según la heterogeneidad que presenten en cada caso. En función de su utilización, deberán cumplir siempre con las exigencias fijadas en el PG-3.

Los tipos de explanada según cada alternativa se detallan en los perfiles longitudinales del apartado *Planos: 2. Perfiles Geológicos*, del anejo nº4. *Geología y procedencia de los materiales*. A continuación se presenta una tabla resumen de lo indicado en los planos citados respecto a las explanadas:

TRAMO	PK		DESMONTE				TERRAPLÉN
	inicio	fin	MARGINAL	TOLERABLE	ADECUADO	ROCA	ADECUADO
1A	94+958	95+310		X			X
	95+310	95+705			X		
	95+705	99+200				X	
	99+200	99+570	X				
	99+570	102+800				X	
2A	102+800	103+235				X	X
	103+235	103+835			X		
	103+835	104+235				X	
	104+235	104+540			X		
	104+540	104+995				X	
	104+995	105+530			X		
3A	105+530	105+715			X		X
	105+715	106+665				X	
	106+665	106+920			X		
	106+920	106+965		X			
	106+965	108+062			X		
1B	95+203	95+245		X			X
	95+245	95+915			X		
	95+915	96+045		X			
	96+045	96+170				X	
	96+170	96+255			X		
	96+255	98+100				X	
	98+100	98+325			X		
	98+325	98+675				X	
	98+675	99+255			X		
	99+255	100+085	X				
	100+085	100+290				X	
	100+290	100+380	X				
	100+380	100+505				X	
	100+505	102+760				X	
102+760	103+375			X			
103+375	103+935				X		

TRAMO	PK		DESMONTE				TERRAPLÉN
	inicio	fin	MARGINAL	TOLERABLE	ADECUADO	ROCA	ADECUADO
2B	103+935	104+400				X	X
	104+400	105+040			X		
	105+040	105+290				X	
	105+290	105+760			X		
	105+760	106+045		X			
	106+045	106+225			X		
	106+225	106+550				X	
3B	106+550	107+090		X			X
	107+090	107+200		X			
	107+200	107+295	X				
	107+295	108+150				X	
	108+150	109+200			X		
4B	109+200	109+449	X				X
	109+388	109+520	X				
	109+520	109+665		X			
	109+665	114+800			X		
	114+800	115+200				X	
5B	115+200	115+490			X		X
	115+490	115+540			X		
	115+540	115+570				X	
	115+570	115+640		X			
	115+640	115+825				X	
	115+825	117+380			X		
	117+380	117+470				X	
	117+470	118+100		X			
	118+100	118+160			X		
	118+160	118+250				X	
118+250	118+308			X			
6B	118+308	120+260			X		X
	120+260	120+345				X	
	120+345	120+520			X		
	120+520	120+560				X	
	120+560	121+550			X		
	121+550	121+775				X	
	121+775	123+300			X		

TRAMO	PK		DESMONTE				TERRAPLÉN
	inicio	fin	MARGINAL	TOLERABLE	ADECUADO	ROCA	ADECUADO
4C	109+388	109+700	X				X
	109+700	110+400				X	
	110+400	110+988		X			
	110+988	111+260				X	
	111+260	111+313			X		
	111+313	112+079		X			
	112+079	112+175				X	
	112+175	114+848		X			
	114+848	115+200				X	
5C	115+200	115+490				X	X
	115+490	115+583		X			
	115+583	117+070				X	
	117+070	117+200		X			
	117+200	117+525				X	
	117+525	118+310		X			
	118+310	118+448			X		
6C	118+448	118+500				X	X
	118+500	120+375				X	
	120+375	120+557		X			
	120+557	122+920			X		
7B	122+920	123+472		X			X
	123+300	125+830			X		
	125+830	126+870				X	
7C	126+870	126+800			X		X
	123+300	124+800			X		
	124+800	125+258				X	
	125+258	125+525			X		
8A	125+525	126+796				X	X
	126+800	127+325				X	
	127+325	127+500			X		
	127+500	127+700				X	
	127+700	127+900			X		
	127+900	128+180				X	
	128+180	128+305			X		
	128+305	129+680				X	
	129+680	130+035			X		
	130+035	130+265				X	
	130+265	130+630			X		
130+630	130+980				X		
	130+980	131+380			X		

TRAMO	PK		DESMONTE				TERRAPLÉN
	inicio	fin	MARGINAL	TOLERABLE	ADECUADO	ROCA	ADECUADO
	131+380	131+765				X	
	131+765	135+348			X		

En la siguiente figura de la Instrucción 6.1. I.C. de firmes se presentan las posibilidades de formación de explanada en función del tipo de suelo subyacente.

		TIPOS DE SUELOS DE LA EXPLANACIÓN (DESMONTES) O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE (TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS TODO-UNO)				
		SUELOS INADECUADOS O MARGINALES (IN)	SUELOS TOLERABLES (0)	SUELOS ADECUADOS (1)	SUELOS SELECCIONADOS (2) y (3)	ROCA (R)
CATEGORIA DE EXPLANADA	E1 E <sub>v2</sub> 60MPa					
	E2 E <sub>v2</sub> 120MPa					
	E3 E <sub>v2</sub> 300MPa					

  

Suelo inadecuado o marginal (Art. 330 del PG-3)	Suelo tolerable (Art. 330 del PG-3)	Suelo adecuado (Art. 330 del PG-3)	Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)	Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)
Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)	Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)	Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)	Hormigón espesor mínimo: 15 cm (Art. 610 del PG-3)	

  

	tipo de material espesor mínimo en cm suelo de explanación o de la obra de tierra subyacente
--	--

### 3.3 Estudio económico de los firmes y explanadas

Con el fin de elegir la combinación de sección de firme y formación de explanada que resulte más económica se realiza un estudio económico que consiste en estimar el coste por m<sup>2</sup> de cada uno de los firmes y explanadas que se tienen a disposición. En los apartados anteriores se han determinado los condicionantes técnicos y estructurales para la elección de la tipología de firme y explanada. Los condicionantes a tener en cuenta eran los siguientes:

➤ Categoría de tráfico T2

- Mayoritariamente Suelo adecuado (1), bastante roca o muy pocos tramos de suelo marginal (IN) subyacente a la formación de la explanada. Así pues para el estudio económico se considerará la formación subyacente predominante en todo el trazado que corresponde a Suelo adecuado (1).

Estos condicionantes limitan el número de secciones de firme a analizar desde el punto de vista económico. En este sentido se estimará el coste económico por m<sup>2</sup> de las secciones de firme 211, 212, 214, 221, 222, 223, 224, 231, 232 y 234.

El número de formaciones de explanada a analizar vendrá limitado al hecho de una tipología de suelo adecuado (1) como material subyacente.

#### 3.3.1 Partidas de obra y precios a considerar

Los precios de que se han contemplado para llevar a cabo la estimación económica de los firmes y las formaciones de explanada han dependido, entre otros factores, de la proximidad a canteras y a empresas de suministro, del porcentaje de roca en el terreno, o del balance de tierras de la obra.

En este sentido, al presentarse una cantidad importante de tierras sobrantes, los suelos estabilizados se han considerado como realizados in situ.

En lo que se refiere a las capas de mezcla bituminosa se ha adoptado como capa de rodadura, en todo caso, la mezcla AC16 surf B50/70 S (antiguamente denominada S-12). Como capa intermedia se ha considerado disponer de la mezcla bituminosa AC22 base B50/70 S (antigua S-20). Como capa de base se ha considerado disponer de la mezcla bituminosa AC22 base B50/70 G (antigua G-20). No se han utilizado microaglomerados en la capa de rodadura, al encontrarse parte del trazado a cotas superiores a 1.200 m en zonas de heladas frecuentes se recomienda el uso de mezclas semidensas.

Los parámetros de cada una de las mezclas bituminosas proyectadas en función de la capa en la que se extienden son los siguientes:

- Capa de rodadura:
  - 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC16 surf S (artículo 542 del PG-3 incluido en FOM 2523/2014).
  - Densidad de la mezcla: 2,48 t/m<sup>3</sup>.
  - Tipo de ligante: B 50/70 (artículo 211 PG-3).
  - Dotación mínima de ligante:  $4.50 \cdot \left(\frac{2,65}{2,70}\right) \% = 4,42\%$  (% en masa sobre el total de la mezcla). Se consideran áridos graníticos con  $p_{d=2,70}$
  - Relación ponderal entre los contenidos de polvo mineral y ligante hidrocarbonado: 1, 1 por ser zona térmica estival templada (inicio proyecto es zona térmica media pero consideramos todo el proyecto zona templada).
- Capa intermedia:
  - 6 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S (artículo 542 del PG-3 incluido en FOM 2523/2014).
  - Densidad de la mezcla: 2,44 t/m<sup>3</sup>.
  - Tipo de ligante: B 50/70 (artículo 211 PG-3).
  - Dotación mínima de ligante:  $4.00 \cdot \left(\frac{2,65}{2,50}\right) \% = 4,24\%$  (% en masa sobre el total de la mezcla). Se consideran áridos calcáreos con  $p_{d=2,50}$

- Relación ponderal entre los contenidos de polvo mineral y ligante hidrocarbonado: 1,00 por ser zona térmica estival templada (inicio proyecto es zona térmica media pero consideramos todo el proyecto zona templada).
- Capa base:
  - 9 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 base G (artículo 542 del incluido en FOM 2523/2014).
  - Densidad de la mezcla: 2,40 t/m<sup>3</sup>.
  - Tipo de ligante: B 50/70 (artículo 211 PG-3).
  - Dotación mínima de ligante:  $4,00 \cdot \left(\frac{2,65}{2,50}\right)\% = 4,24\%$  (% en masa sobre el total de la mezcla). Se consideran áridos calcáreos con  $p_d=2,50$
  - Relación ponderal entre los contenidos de polvo mineral y ligante hidrocarbonado: 0,90 por ser zona térmica estival templada (inicio proyecto es zona térmica media pero consideramos todo el proyecto zona templada).

En todo caso se ha diferenciado entre el coste de los firmes y formaciones de explanada en el caso de terraplén y en el caso de desmonte (en donde se añadirá, además, un coste de excavación).

Los precios considerados en el estudio económico de firmes se han propuesto a partir del Banco de Precios de Referencia del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Nota de Servicio 7/2014) en los últimos años, dentro de la provincia de Lleida. Los mismos se adjuntan en la tabla siguiente:

COMPONENTES	UM	PRECIO [€]
Suelo tolerable procedente de la propia obra (terraplenado)	m <sup>3</sup>	1,09
Suelo adecuado procedente de préstamo	m <sup>3</sup>	5,87
Suelo seleccionado procedente de préstamo	m <sup>3</sup>	6,67
Suelo estabilizado in-situ S-EST1	m <sup>3</sup>	7,25
Suelo estabilizado in-situ S-EST2	m <sup>3</sup>	8,02
Suelo estabilizado in-situ S-EST3	m <sup>3</sup>	8,26
Mezcla bituminosa AC16 surf B60/70 S	t	26,50
Mezcla bituminosa AC22 bin B60/70 S	t	26,44
Mezcla bituminosa AC22 base B60/70 G	t	26,47
Pavimento de hormigón HF-4,5	m <sup>3</sup>	205,93
Base de zahorra artificial	m <sup>3</sup>	18,19
Base de suelo-cemento	m <sup>3</sup>	21,81
Base de grava-cemento	m <sup>3</sup>	23,68
Betún asfáltico tipo B-60/70, para mezclas bituminosas	t	440,00
Emulsión termoadherente tipo C50BF5 para riegos de imprimación	t	356,97
Emulsión termoadherente tipo C60B4 ADH para riegos de adherencia	t	291,50
Emulsión termoadherente tipo C60B4 CUR para riegos de curado	t	369,70
Excavación en desmonte en roca con empleo de explosivos	m <sup>3</sup>	5,73

Tabla 1: Cuadro de precios del estudio económico de firmes.

### 3.3.2 Estudio económico de las formaciones de explanadas

Si calculamos los costes de las formaciones de explanada de forma independiente (sin tener en cuenta los firmes en su parte superior) se obtienen resultados completamente lógicos y previsibles. Es decir, que el coste de la explanada en términos generales aumenta cuando aumenta la categoría de ésta.

Estos resultados no implican que se deba elegir una formación de explanada de categoría E1 el ser éstas las más económicas, ya que las mismas necesitarán una secciones de firme de mayores espesores produciendo un importante encarecimiento del conjunto.

Por este motivo deberemos encontrar los costes de combinaciones entre formaciones de explanada y firmes y elegir el conjunto que resulte más económico.

Los costes por m<sup>2</sup> obtenidos para las formaciones de explanada posibles sobre suelo adecuado (1) se muestran en la tabla siguiente.

PARTIDAS DE OBRA DE LA EXPLANADA			MEDICIONES E IMPORTES									
DESCRIPCIONES	UM	PRECIO [€]	Explanada E1		Explanada E2						Explanada E3	
			mín 100cm (1)		55cm (2)		25cm (SEST-2)		35cm (3)		30cm (S-EST3)	
			Med. [UA/m <sup>2</sup> ]	Imp. [€/m <sup>2</sup> ]	Med. [UA/m <sup>2</sup> ]	Imp. [€/m <sup>2</sup> ]	Med. [UA/m <sup>2</sup> ]	Imp. [€/m <sup>2</sup> ]	Med. [UA/m <sup>2</sup> ]	Imp. [€/m <sup>2</sup> ]	Med. [UA/m <sup>2</sup> ]	Imp. [€/m <sup>2</sup> ]
Suelo tolerable (0)	m3	1,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suelo adecuado (1)	m3	5,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suelo seleccionado (2)	m3	6,67	0,00	0,00	0,55	3,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suelo seleccionado (3)	m3	6,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	2,33	0,00	0,00
Suelo estabilizado in situ (S-EST1)	m3	7,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suelo estabilizado in situ (S-EST2)	m3	8,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	2,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Suelo estabilizado in situ (S-EST3)	m3	8,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	2,48
Riego de curado	m2	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,22	0,00	0,00	1,00	0,22
COSTE DE EXPLANADA EN TERRAPLÉN [€/m <sup>2</sup> ]				0,00		3,67		2,23		2,33		2,70
Excavación en desmonte	m3	5,43	0,00	0,00	0,55	2,99	0,25	1,36	0,35	1,90	0,30	1,63
COSTE DE EXPLANADA EN DESMONTE [€/m <sup>2</sup> ]				0,00		6,66		3,58		4,24		4,33

Tabla 2: Costes por m<sup>2</sup> de formaciones de explanadas posibles sobre suelo adecuado (1).

### 3.3.3 Coste económico de secciones de firme

Se ha llevado a cabo una estimación del coste de las posibles secciones de firme para una categoría de tráfico T2.

De entre las diez posibles secciones de firme, la sección que resultaría más económica, sin tener en cuenta la formación de explanada, sería la 232. Para elegir finalmente ésta primero se deberá conocer el coste estimado de la sección de firme combinada con la formación de explanada correspondiente. En este caso, la sección 232 debe ir acompañada de una explanada de categoría E3, las cuales acostumbran a ser las más caras.

Los costes por m<sup>2</sup> de las secciones de firme para categoría de tráfico T2 se adjuntan en la siguiente tabla.

PARTIDAS DE OBRA DEL FIRME					MEDICIONES E IMPORTES DE SECCIONES DE FIRME																				
DESCRIPCIONES	% betún	Den. [t/m3]	UA	PRECIO [€]	211			212			221			222			223			231			232		
					Esp. [m]	Med. [UA/m2]	Imp. [€/m2]	Esp. [m]	Med. [UA/m2]	Imp. [€/m2]	Esp. [m]	Med. [UA/m2]	Imp. [€/m2]	Esp. [m]	Med. [UA/m2]	Imp. [€/m2]	Esp. [m]	Med. [UA/m2]	Imp. [€/m2]	Esp. [m]	Med. [UA/m2]	Imp. [€/m2]	Esp. [m]	Med. [UA/m2]	Imp. [€/m2]
Mezcla bituminosa AC16 surf B60/70 S	4,5	2,48	t	26,50	0,05	0,12	3,29	0,05	0,12	3,29	0,05	0,12	3,29	0,05	0,12	3,29	0,05	0,12	3,29	0,05	0,12	3,29	0,05	0,12	3,29
Mezcla bituminosa AC22 bin B60/70 S	4,0	2,44	t	26,44	0,08	0,20	5,16	0,06	0,15	3,87	0,08	0,20	5,16	0,06	0,15	3,87	0,00	0,00	0,00	0,06	0,15	3,87	0,00	0,00	0,00
Mezcla bituminosa AC22 base B60/70 G	4,0	2,40	t	26,47	0,15	0,36	9,53	0,07	0,17	4,45	0,12	0,29	7,62	0,07	0,17	4,45	0,10	0,24	6,35	0,09	0,22	5,72	0,10	0,24	6,35
Base de zahorra artificial			m3	18,19	0,40	0,40	7,28	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	4,55	0,00	0,00	0,00
Base de suelocemento			m3	21,81	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30	6,54	0,00	0,00	0,00	0,22	0,22	4,80	0,20	0,20	4,36	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	4,36
Base de gravacemento			m3	23,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	4,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Betún asfáltico tipo B-60/70, para mezclas bituminosas			t	440,00		0,0278	12,23		0,0182	7,99		0,0249	10,96		0,0182	7,99		0,0152	6,68		0,0201	8,83		0,0152	6,68
Riego imprimación tipo C50BF4			m2	0,21		1,00	0,21		0,00	0,00		1,00	0,21		0,00	0,00		0,00	0,00		1,00	0,21		0,00	0,00
Riego de adherencia tipo C60B3 TER			m2	0,17		2,00	0,35		3,00	0,52		2,00	0,35		3,00	0,52		2,00	0,35		2,00	0,35		2,00	0,35
Riego de curado tipo C60B3 CUR			m2	0,22		0,00	0,00		1,00	0,22		0,00	0,00		1,00	0,22		2,00	0,44		0,00	0,00		1,00	0,22
<b>COSTE DE FIRME EN TERRAPLÉN [€/m2]</b>					<b>38,04</b>			<b>26,88</b>			<b>32,14</b>			<b>25,14</b>			<b>26,21</b>			<b>26,82</b>			<b>21,25</b>		
Excavación en desmonte			m3	5,43	0,68		3,69	0,48		2,61	0,50		2,72	0,40		2,17	0,55		2,99	0,45		2,44	0,35		1,90
<b>COSTE DE FIRME EN DESMONTE [€/m2]</b>					<b>41,74</b>			<b>29,49</b>			<b>34,86</b>			<b>27,31</b>			<b>29,20</b>			<b>29,26</b>			<b>23,15</b>		

Tabla 3: Costes por m<sup>2</sup> de las secciones de firme posibles para categoría de tráfico T2.

#### 3.3.4 Costes del conjunto explanada + firmes. Selección del firme para el Estudio

Como ya se ha comentado con anterioridad, para conseguir una correcta elección del firme se deberá estimar el coste económico del conjunto que forman la sección del firme y la formación de la explanada.

De esta forma se han calculado los costes de los distintos conjuntos existentes de secciones de firme para categoría de tráfico T2 con sus correspondientes explanadas compatibles. Los resultados que se han obtenido se muestran en la tabla siguiente:

EXPLANADAS			COSTES [€/m2]															
Suelo Subyacente	Componentes	Categ.	Explanada		Firme 211		Firme 212		Firme 221		Firme 222		Firme 223		Firme 231		Firme 232	
					Terr.	Desm.												
			Terr.	Desm.	211+Expl.		212+Expl.		221+Expl.		222+Expl.		223+Expl.		231+Expl.		232+Expl.	
					Terr.	Desm.												
(1)	mín 100cm (1)	E1	0,00	0,00	38,04	41,74	26,88	29,49										
(1)	55cm (2)	E2	3,67	6,66					35,81	41,52	28,81	33,97	29,88	35,86				
(1)	25cm (S-EST2)	E2	2,23	3,58					34,37	38,44	27,37	30,89	28,44	32,78				
(1)	35cm (3)	E2	2,33	4,24					34,47	39,10	27,47	31,55	28,54	33,44				
(1)	30cm (S-EST3)	E3	2,70	4,33											29,52	33,59	23,95	27,48

Tabla 4: Costes económicos de los distintos conjuntos posibles entre secciones de firme T2 y sus correspondientes formaciones de explanada compatibles.

De los resultados económicos que se muestran en la Tabla 4 se deduce que las secciones más económicas que se dispone son las que contienen suelocemento. Dichas secciones, sin embargo, se han evitado debido a sus mayores dificultades de ejecución, más teniendo en cuenta las numerosas interferencias que se producirán entre la nueva plataforma y la carretera actual, por la que circulará el tráfico durante las obras.

Dicho esto, las secciones restantes son las secciones 211, 221 y 231, que son las secciones con zahorra artificial. De estas, la más económica es la 231, junto con una explanada compuesta por 30 cm de suelo estabilizado con cemento S-EST3.

Además los datos demuestran que estas combinaciones de sección de firme + formación de explanada resultan las más económicas tanto en terraplén como en desmante.

### 3.4 Sección de firme y formación de explanada considerados

Según los resultados y los condicionantes que se han dado a conocer en los capítulos anteriores, para el presente Estudio Informativo se ha optado por considerar la disposición de una formación de explanada con los siguientes componentes para formar una explanada de categoría E3:

En terraplén:

- 30 cm de suelo estabilizado con cemento S-EST3.

En desmante sobre suelo adecuado:

- 30 cm de suelo estabilizado con cemento S-EST3.

En desmante sobre roca:

- Hormigón de regularización.

En desmante sobre suelo tolerable:

- 30 cm de suelo estabilizado con cemento S-EST3, como capa superior.
- 30 cm de suelo seleccionado tipo 2, como capa inferior.

En desmante sobre suelo marginal:

- 30 cm de suelo estabilizado con cemento S-EST3, como capa superior.
- 50 cm de suelo seleccionado tipo 2, como capa inferior.

#### 3.4.1 Tronco

Sobre la formación de explanada se dispondrá la **sección de firme 231**, cuyos componentes serán los siguientes:

- 20 cm de mezcla bituminosa en como capa superior, la cual se divide en las siguientes capas:
  - 5 cm de mezcla bituminosa en caliente AC16 surf B50/70 S (antigua mezcla S-12) como capa de rodadura.
  - 6 cm de mezcla bituminosa en caliente AC22 bin B50/70 S (antigua mezcla S-20) como capa de intermedia.
  - 9 cm de mezcla bituminosa en caliente AC22 base B50/70 G (antigua mezcla G-20) como capa de base.
- 25 cm de zahorra artificial debajo de las capas de mezcla bituminosa.
- Riego de adherencia con emulsión termoadherente tipo C60B3 TER sobre las capas de firme AC22 bin B50/70 S (capa de intermedia) y AC22 base B50/70 G (capa de base)
- Riego de imprimación tipo C50BF4IMP sobre la capa de zahorra artificial.

#### 3.4.2 Viaductos y túneles

En el caso de los tramos en viaducto, en el presente Estudio Informativo se adoptará una sección de firme consistente en una única capa de rodadura de 5 cm de la mezcla tipo AC22 surf B50/70 S.

Para los tramos en túnel, se dispondrá de una capa de 5 cm de rodadura de la mezcla AC16 surf B50/70 S. Ésta estará colocada sobre una capa de 25 cm de hormigón HF-4,5, la cual se colocará sobre el hormigón de limpieza.

#### 3.4.3 Ramales de enlace y reposiciones de carreteras

En el caso de los ramales de enlace, glorietas a distinto nivel y reposiciones de carreteras, se adoptará la **sección de firme 3131** de la norma 6.1-IC, que estará formada por:

- 16cm de mezcla bituminosa en como capa superior, la cual se divide en las siguientes capas:
  - **5 cm de mezcla bituminosa en caliente AC16 surf B50/70 S** (antigua mezcla S-12) como capa de rodadura.
  - **11 cm de mezcla bituminosa en caliente AC22 base B50/70 G** (antigua mezcla G-20) como capa de base.
- 25 cm de zahorra artificial debajo de las capas de mezcla bituminosa.
- *Riego de adherencia* con emulsión termoadherente tipo C60B3 TER sobre la capa de AC22 base B50/70 G (capa de base)
- *Riego de imprimación* tipo C50BF4IMP TER sobre la capa de zahorra artificial.

#### 3.4.4 *Reposiciones de caminos*

Se adoptará una capa de 25 cm de zahorra artificial.