

ÍNDICE	
1.- INTRODUCCIÓN.....	2
2.- NORMATIVA APLICADA.....	2
3.- CONDICIONANTES CLIMÁTICOS.....	2
4.- CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS. CATEGORÍA DE EXPLANADA	2
5.- CATEGORÍA DEL TRÁFICO PESADO	3
6.- ESTUDIO ECONÓMICO DE LAS ALTERNATIVAS DEL CONJUNTO FIRME Y EXPLANADA... 4	
6.1.- ESTUDIO SOBRE SUELO TOLERABLE	5
6.2.- ESTUDIO SOBRE SUELO ADECUADO	5
6.3.- SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	5
6.4.- PRECIOS PARA FORMACIÓN DE FIRMES Y EXPLANADAS	7
6.5.- VALORACIÓN DE LA EXPLANADA.....	7
6.6.- VALORACIÓN DEL FIRME.	7
6.6.1.- Sección 121	7
6.6.2.- Sección 122	8
6.6.3.- Sección 131	8
6.6.4.- Sección 142	8
6.7.- COMPARATIVA ECONÓMICA ENTRE SECCIONES.....	8
6.8.- CONCLUSIONES.....	9
7.- DEFINICIÓN DE LA SECCIÓN DE PROYECTO.....	9
7.1.- EXPLANADA	9
7.2.- SECCIÓN FIRME CALZADA TRONCO PRINCIPAL.....	9
7.3.- ARCENES	10
7.4.- ESTRUCTURAS.....	10
7.5.- RAMALES DE ENLACE Y GLORIETAS.....	10
7.6.- REPOSICIÓN DE CAMINOS RURALES.....	10
7.7.- CARRIL CICLOPEATONAL	11
7.8.- ACTUACIONES SOBRE CALZADA EXISTENTE EN TRAMO I	11

1.- INTRODUCCIÓN

El objeto del presente Anejo es realizar el cálculo del firme en el Proyecto Básico de conexión autovía CV-60 con la N-332, tramo Palma de Gandía - Gandía, a partir de la categoría del tráfico obtenida en el Anejo nº 7 Estudio del Tráfico, y de la naturaleza de los materiales sobre los que discurre la traza, caracterizados en el Anejo nº 2 Estudio Geológico y Geotécnico.

2.- NORMATIVA APLICADA

Para el dimensionamiento del firme se ha aplicado:

- La Orden de 28 de noviembre de 2008 de la Conselleria de Infraestructuras y Transporte, por la que se aprueba la Norma de Secciones de Firme de la Comunidad Valenciana.
- El Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3/75) de la Dirección General de Carreteras aprobado por la O.M. de 6 de febrero de 1976, y las modificaciones de éste hasta la fecha.

3.- CONDICIONANTES CLIMÁTICOS.

Según el mapa de zonas térmicas estivales incluido en la Norma de Secciones de Firme de la Comunidad Valenciana, los términos municipales por los que discurre el trazado se encuentran en la zona térmica ZT3 y en la Zona Pluviométrica ZP2.

4.- CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS. CATEGORÍA DE EXPLANADA

Para la realización del estudio del terreno en la traza de la carretera se contactó con la empresa SEG que ha redactado el estudio Geológico y Geotécnico que se acompaña en el Anejo nº 2 y que completa toda la información existente en toda la documentación de partida.

El **espesor de tierra vegetal** que es previsible encontrarse a lo largo de la traza será variable, siendo por lo habitual inferior a **1m** y los **rellenos antrópicos** con espesores inferiores a **1,25 m**, estos rellenos antrópicos han aparecido en catas realizadas en zonas próximas a las carreteras existentes. Para los cálculos del proyecto se ha considerado un espesor de 0,85 cm, de los cuales un 10% serán rellenos antrópicos y un 90% será tierra vegetal.

Por debajo del relleno vegetal, el terreno existente está clasificado como Tolerable, excepto en algún tramo, en los que los ensayos de los materiales extraídos en las calicatas los califican como Tolerable con $CBR \leq 3$. A continuación, se presenta una tabla con la ubicación de la calicata en la que el terreno

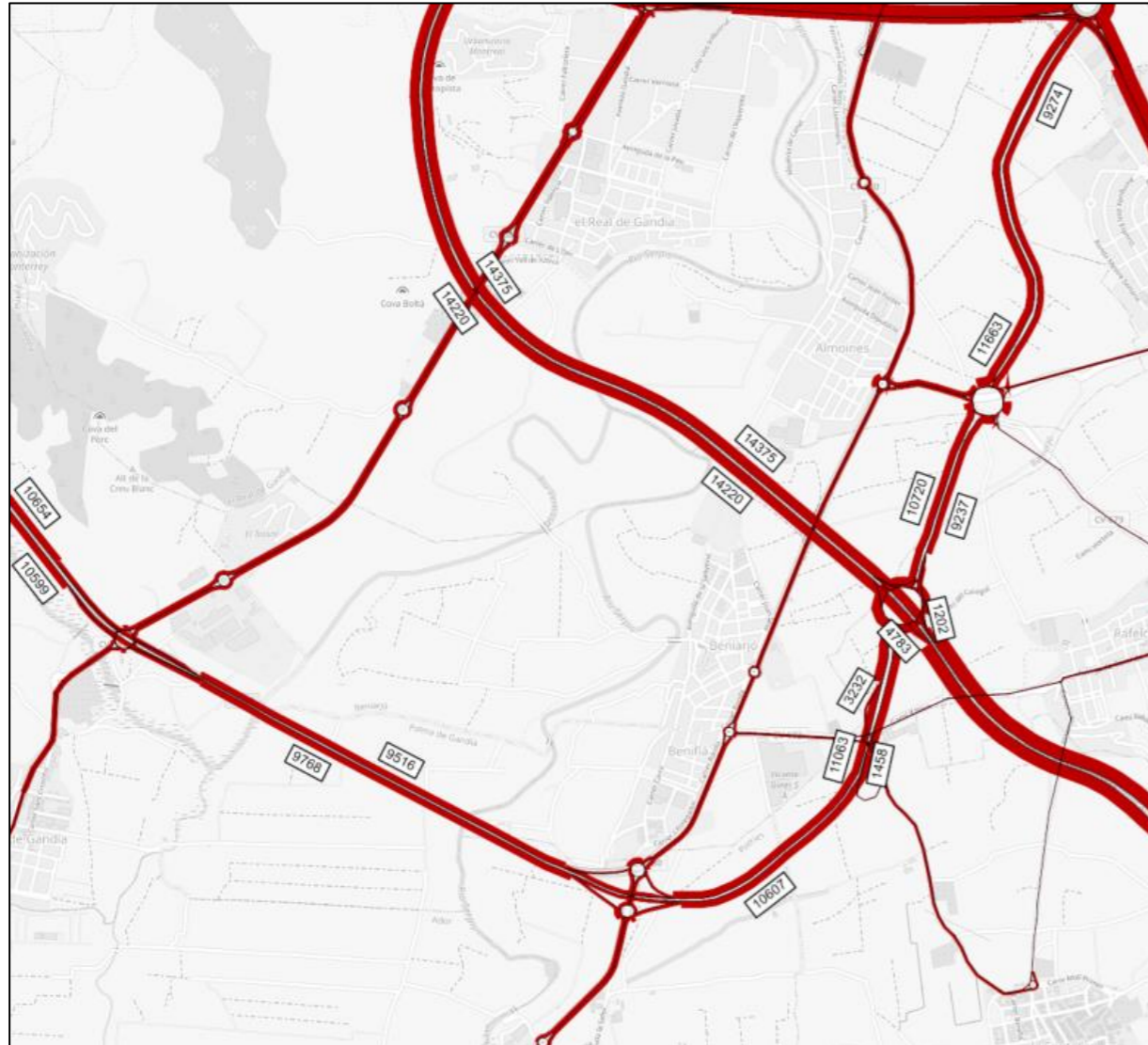
subyacente es Marginal o Inadecuado, y el tramo correspondiente en el que se ha previsto la sustitución del terreno en una profundidad de 1m por suelo adecuado:

TRAMO	UBICACIÓN CATA	SUSTITUCIÓN DEL TERRENO
II	P.K. 5+780	P.K. 5+500 – P.K. 6+800

En relación a los medios de excavación, a lo largo de la traza se distinguen dos tipos de materiales según su excavabilidad: los materiales cuaternarios y miocenos que por lo general son excavables y ripables fácilmente con los medios mecánicos habituales.

5.- CATEGORÍA DEL TRÁFICO PESADO

Según el estudio realizado en el Anejo nº 7 Estudio de Tráfico, las Intensidades Medias Diarias en la zona objeto de estudio para el año horizonte 2.050, son:



A la vista de los resultados, y considerando que un 12% del total son vehículos pesados, tenemos en el tronco de la CV-60:

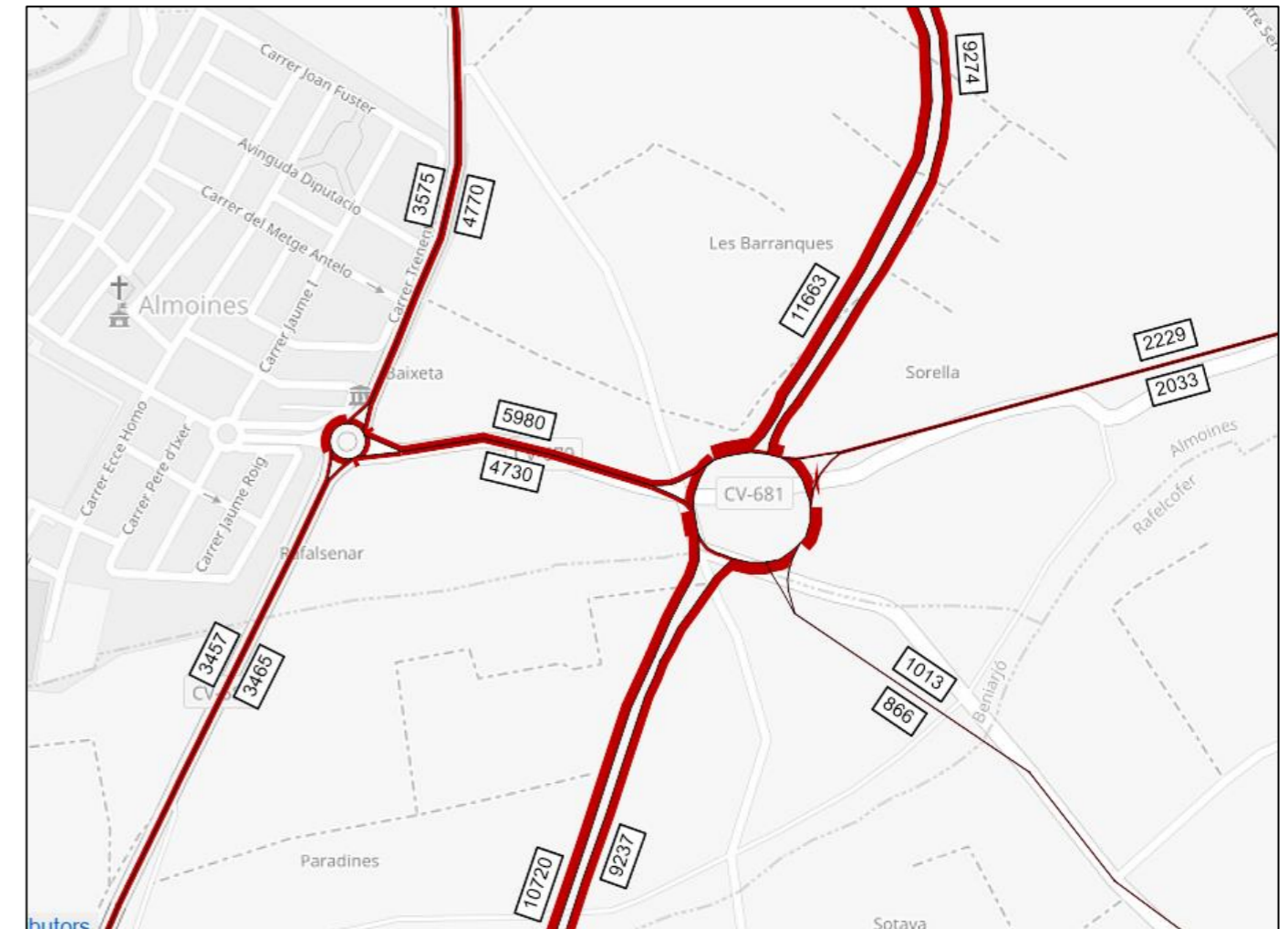
	IMD _{max}	IMD _{Pmax}	IMD _{min}	IMD _{Pmin}
Tramo I	14.295	1.715	9.516	1.142
Tramo II	11.663	1.400	9.274	1.113

La Norma de Secciones de Firme de la Comunidad Valenciana establece las siguientes categorías de tráfico pesado:

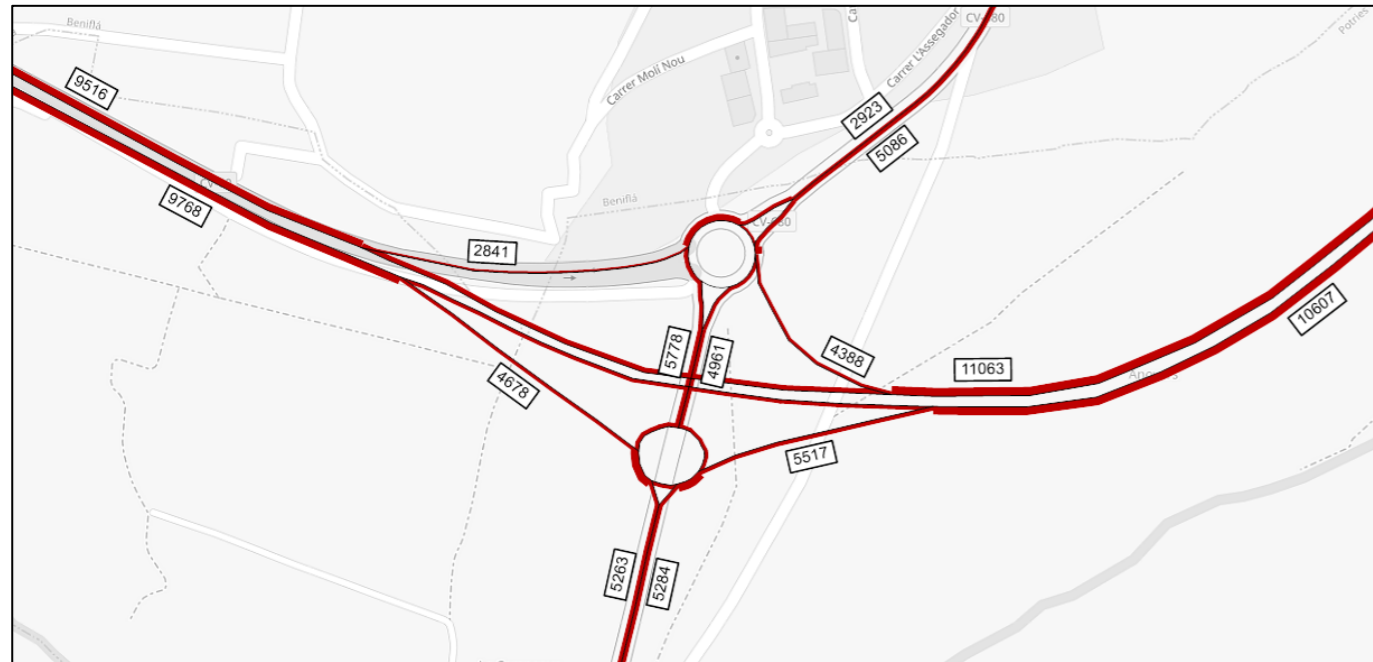
Categoría de Tráfico Pesado	T00	T0	T1	T21	T22	T31	T32	T41	T42
IMD pesados por carril	≥4000	<4000 ≥2000	<2000 ≥800	<800 ≥500	<500 ≥200	<200 ≥100	<100 ≥50	<50 ≥20	<20

Por tanto, para el dimensionamiento de la sección estructural del firme se considera una categoría T1 de tráfico pesado en el tramo I, desde el enlace de Palma de Gandía hasta la AP-7. Se considera asimismo una categoría T1 de tráfico pesado en el tramo II, desde la AP-7 hasta el enlace con la N-332.

En los ramales y glorietas de la CV-60 y N-332 la categoría de tráfico prevista es T1.



Para los ramales y las glorietas de las carreteras de diputación se calcula la media de los valores obtenidos y se considera como IMD de cálculo 5.778 veh/día en el año de puesta en servicio. Para un 12% de vehículos pesados, se obtiene una $IMD_P = 693$ veh/día.



Por tanto, para los ramales y glorietas de las carreteras de diputación se adopta una categoría de tráfico pesado T21.

6.- ESTUDIO ECONÓMICO DE LAS ALTERNATIVAS DEL CONJUNTO FIRME Y EXPLANADA

Para la determinación de la sección de firme se ha realizado un estudio económico comparando las alternativas en su conjunto (firme y explanada).

Se ha tenido en cuenta que el trazado discurre casi en su totalidad en terraplén, por lo que se hará necesario el material de aporte, que en este caso será del tipo adecuado según el artículo 330 del PG-3.

La figura 1 adjunta del art 3.2.4. de la Norma de Secciones de Firme de la Comunidad Valenciana, indica las distintas posibilidades de formación de explanadas:

“...En dicha figura, el espesor mínimo considerado de un suelo determinado en el terreno subyacente es de 1 m, al que hay que sumar los espesores de los materiales aportados o estabilizados que se indican explícitamente en cada caso”.

Considerando que el material de apoyo de la cimentación o suelo resultante del desmonte se clasifica como **suelo tolerable**, la única categoría compatible con suelo subyacente tolerable será la explanada **E2**.

Para la formación de explanadas tipo **E3** y **E4** tendríamos asegurar siempre un espesor mínimo de terreno subyacente de **1 m de suelo adecuado**.

Las diferentes alternativas de mejora de explanada y de firme para un tráfico T1 sobre un suelo adecuado se reducen a tres posibilidades: T1-E2, T1-E3, T1-E4.

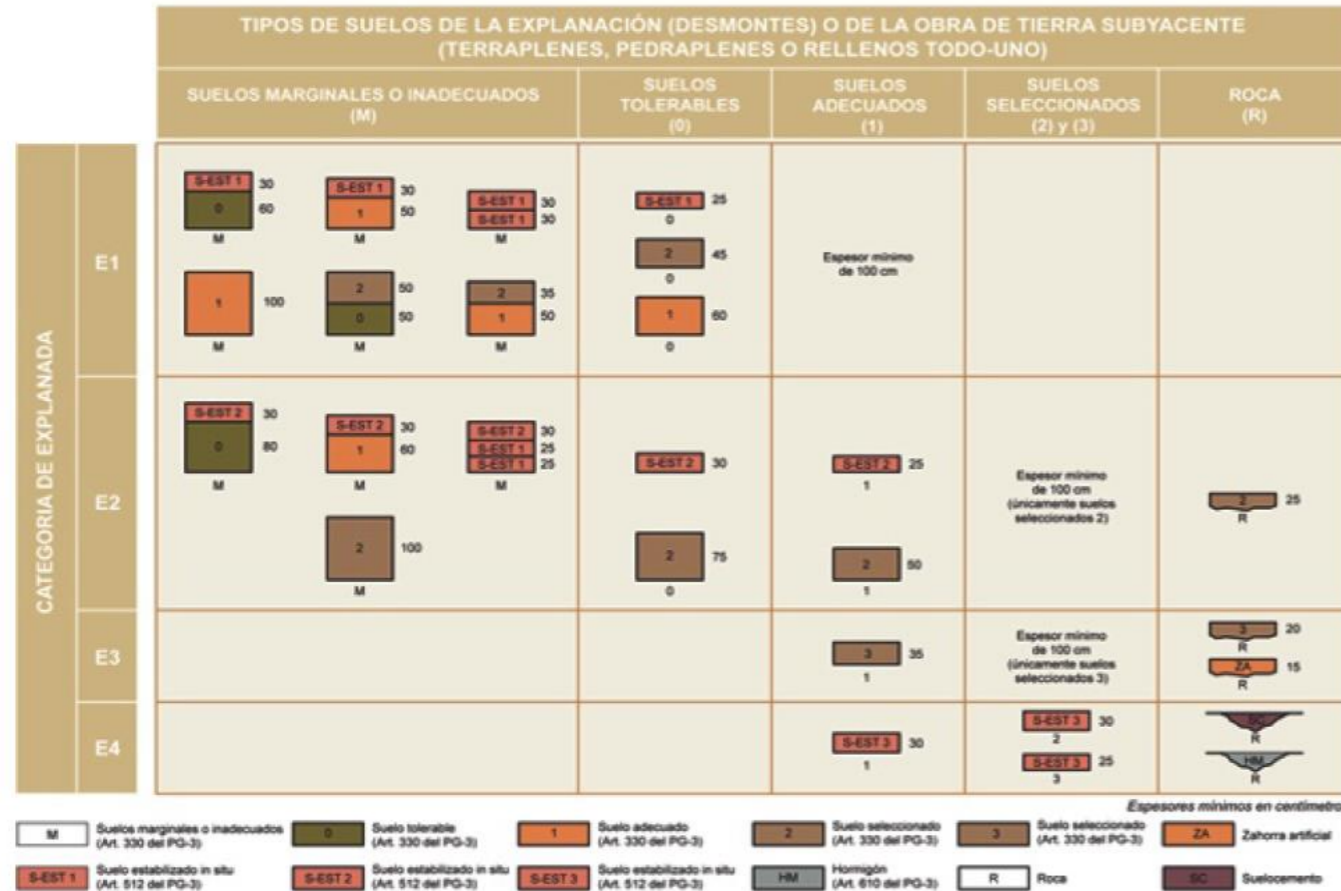


Figura 1: Formación de la explanada.
Norma de Secciones de Firme de la Comunidad Valenciana (2009).

6.1.- ESTUDIO SOBRE SUELO TOLERABLE

Para los **suelos tolerables** y categoría de tráfico pesado (T1), como es el caso, la Norma de Secciones de Firme de la Comunidad Valenciana únicamente permite utilizar la categoría de explanada E2, con las siguientes opciones.

Categoría de Explanada	Módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (Ev2)	Material	Espesor (cm)
E2	≥ 100 MPa	Suelo seleccionado 2	75
		S-EST 2	30

6.2.- ESTUDIO SOBRE SUELO ADECUADO

Para los **suelos adecuados** y categoría de tráfico pesado (T1), la Norma de Secciones de Firme de la Comunidad Valenciana únicamente permite utilizar las categorías de explanada E2, E3 y E4 con las siguientes opciones:

Categoría de Explanada	Módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (Ev2)	Material	Espesor (cm)
E2	≥ 100 MPa	Suelo seleccionado 2	50
		S-EST 2	25
E3	≥ 225 MPa	Suelo seleccionado 3	35
E4	≥ 425 MPa	S-EST 3	30

Para la formación de explanadas tipo **E3** y **E4** tendríamos asegurar siempre un espesor mínimo de terreno subyacente de **1 m de suelo adecuado**.

6.3.- SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Se han descartado las opciones que contemplan Gravacemento (GC), Pavimento de Hormigón (HF) y Hormigón magro (HM), para garantizar una cierta homogeneidad con los firmes flexibles de las carreteras próximas y por criterios técnicos.

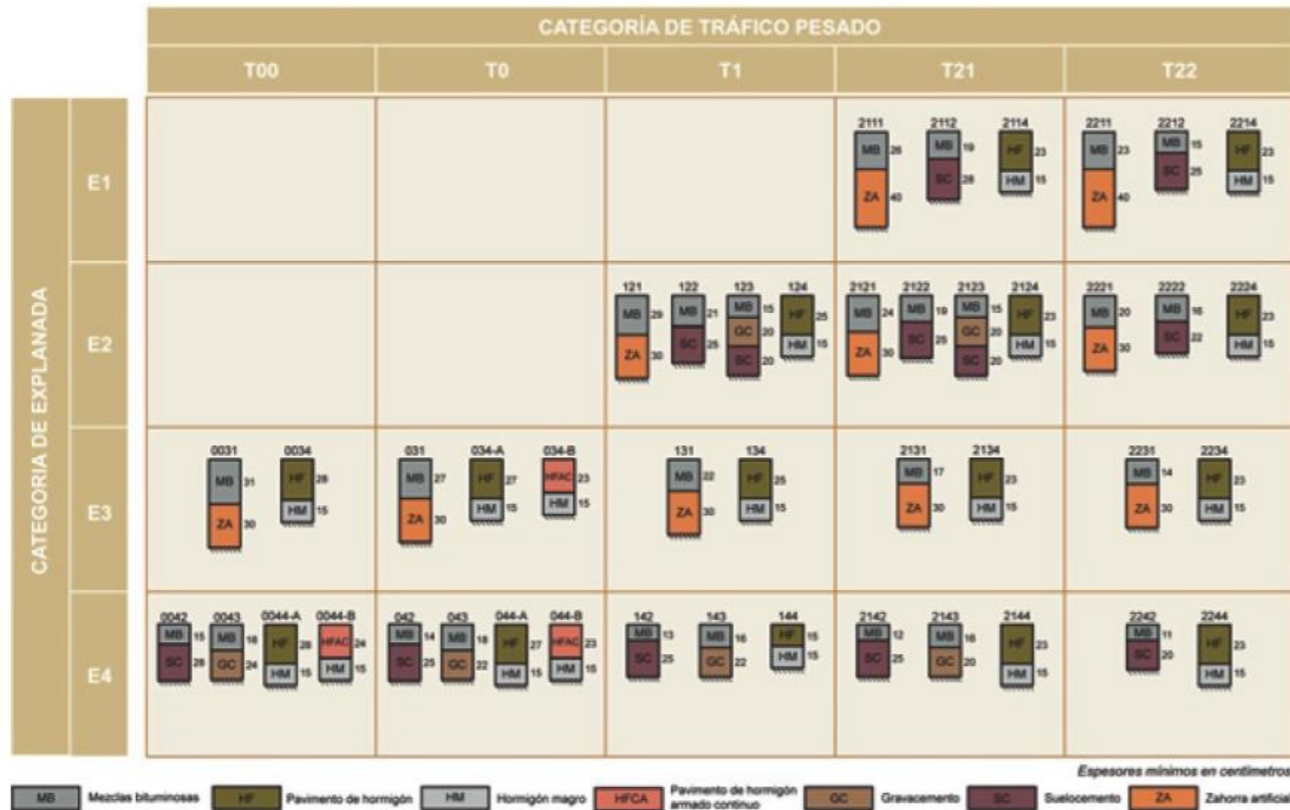
De esta forma se han analizado para el tronco de la CV-60 y para el tráfico de diseño T1, las siguientes combinaciones de Explanada más firme:

Sobre suelo tolerable:

1. ST-E2-SEST2-121
2. ST-E2-SEST2-122
3. ST-E2-2-121
4. ST-E2-2-122

Sobre suelo adecuado:

5. SA-E2-SEST2-121
6. SA-E2-SEST2-122
7. SA-E2-2-121
8. SA-E2-2-122
9. SA-E3-3-131
10. SA-E4-SEST3-142



Catálogo de secciones. Norma de Secciones de Firme de la Comunidad Valenciana (2009).

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T21	T22 y T31	T32 a T42
Rodadura	PA 11 ⁽¹⁾	4		
	BBTM 11 B M		3	
	BBTM 8 B M			2
	BBTM 11 A F		3	
	BBTM 8 A F			2
	AC 16 surf D			
Intermedia	AC 22 surf D		5-6	5
	AC 16 surf S			
	AC 22 bin D			
	AC 22 bin S			
	AC 32 bin S		5-10	
	AC 22 bin G ⁽²⁾			
Base	AC 22 bin 15/25 AM	7-13		
	AC 32 base S		7-15	
	AC 22 base G			
	AC 32 base G			
	AC 22 base 15/25 AM	7-13		

Espesores de las capas de mezcla bituminosa. Norma de Secciones de Firme de la Comunidad Valenciana (2009).

Se calculan a continuación los espesores de firme y explanada que serán diferentes para cada combinación considerando el metro de suelo tolerable o adecuado necesario como suelo subyacente. En el caso de las alternativas 1 a 4 será tolerable y en el caso de las alternativas 5 a 10 será adecuado. Se ha calculado para cada alternativa el espesor promedio de desmonte y relleno de suelo adecuado necesario para conseguir el mínimo de 100 cm de suelo subyacente que indica la Norma, a partir del perfil longitudinal del tronco de la CV-60. Así tenemos:

Nº	COMBINACIÓN	FIRME					EXPLANADA						
		MB	Inc. Capa Estructural MB	ZA	SC	Inc. Capa Estructural SC	ESPEJOR FIRME	1	2	3	SEST-2	SEST-3	ESPEJOR EXPLANADA
1	ST-E2-SEST2-121	29	3	30	-	-	62	-	-	-	30	-	30
2	ST-E2-SEST2-122	21	-	-	25	3	49	-	-	-	30	-	30
3	ST-E2-2-121	29	3	30	-	-	62	-	75	-	-	-	75
4	ST-E2-2-122	21	-	-	25	3	49	-	75	-	-	-	75
5	SA-E2-SEST2-121	29	3	30	-	-	62	100	-	-	25	-	125
6	SA-E2-SEST2-122	21	-	-	25	3	49	100	-	-	25	-	125
7	SA-E2-2-121	29	3	30	-	-	62	100	50	-	-	-	150
8	SA-E2-2-122	21	-	-	25	3	49	100	50	-	-	-	150
9	SA-E3-3-131	22	3	30	-	-	55	100	-	35	-	-	135
10	SA-E4-SEST3-142	13	-	-	25	3	41	100	-	-	-	30	130

La siguiente tabla muestra el desmonte y el relleno promedio necesarios que se han calculado a partir del perfil longitudinal del eje principal, incluyendo una retirada de 1 m de TV y calculando para cada perfil transversal (perfiles transversales cada 20 m) el relleno o el desmonte necesario para la colocación del paquete de firme y los espesores necesarios para alcanzar la explanada E2, E3 o E4 en cada caso.

Nº	COMBINACIÓN	EXPLANADA (cm)					DESMONTE PROMEDIO FIRME + EXPLANADA (cm)	RELLENO ADECUADO PROMEDIO (m)
		2	3	SEST-2	SEST-3	ESPEJOR EXPLANADA		
1	ST-E2-SEST2-121	-	-	30	-	30	0	2,78
2	ST-E2-SEST2-122	-	-	30	-	30	0	2,90
3	ST-E2-2-121	75	-	-	-	75	-2	2,36
4	ST-E2-2-122	75	-	-	-	75	-1	2,47
5	SA-E2-SEST2-121	-	-	25	-	25	-14	3,11
6	SA-E2-SEST2-122	-	-	25	-	25	-10	3,14
7	SA-E2-2-121	50	-	-	-	50	-25	3,06
8	SA-E2-2-122	50	-	-	-	50	-19	3,08
9	SA-E3-3-131	-	35	-	-	35	-16	3,10
10	SA-E4-SEST3-142	-	-	-	30	30	-9	3,15

Este desmonte de suelo tolerable y posterior relleno de suelo adecuado se valorará posteriormente en la formación de la explanada.

6.4.- PRECIOS PARA FORMACIÓN DE FIRMES Y EXPLANADAS

Los precios considerados en el estudio económico que se muestran en la siguiente tabla se han obtenido de la base de precios para la construcción Centro 2019:

UNIDAD DE OBRA	PRECIO UNITARIO
Desmonte tierras con transporte a vertedero <10 km.	15,27 €/m ³
Suelo adecuado	5,74 €/m ³
Suelo seleccionado tipo 2	6,16 €/m ³
Suelo seleccionado tipo 3	7,54 €/m ³
S-EST2	11,70 €/m ³
S-EST3	13,68 €/m ³
Zahorra artificial 75% ZA-30	23,88 €/m ³
Suelocemento SC-40	26,14 €/m ³
Betún B50/70	393,18 €/tn
PMB 45/80-65	490,69 €/tn
BBTM 11 B	52,76 €/tn
AC22 bin S	46,83 €/tn
AC32 base G	46,06 €/tn
Emulsión ECR-1	448,95 €/tn
Emulsión ECI	516,39 €/tn

6.5.- VALORACIÓN DE LA EXPLANADA

El precio de formación de las posibles explanadas variará en función de la alternativa considerada:

Nº	COMBINACIÓN	EXPLANADA (cm)					DESMONTE PROMEDIO FIRME + EXPLANADA (cm)	RELLENO ADECUADO PROMEDIO (m)	COSTE EXPLANADA (€/m ²)	COSTE DESMONTE (€/m ²)	COSTE SUELO ADECUADO (€/m ²)	COSTE TOTAL EXPLANADA (€/m ²)
		2	3	SEST-2	SEST-3	ESPESOR EXPLANADA						
1	ST-E2-SEST2-121	-	-	30	-	30	0	2,78	3,51	0	15,94	19,45
2	ST-E2-SEST2-122	-	-	30	-	30	0	2,90	3,51	0	16,67	20,18
3	ST-E2-2-121	75	-	-	-	75	-2	2,36	4,62	0,34	13,55	18,51
4	ST-E2-2-122	75	-	-	-	75	-1	2,47	4,62	0,20	14,20	19,02
5	SA-E2-SEST2-121	-	-	25	-	25	-14	3,11	2,93	2,21	17,83	22,96
6	SA-E2-SEST2-122	-	-	25	-	25	-10	3,14	2,93	1,48	18,03	22,43
7	SA-E2-2-121	50	-	-	-	50	-25	3,06	3,08	3,75	17,56	24,39
8	SA-E2-2-122	50	-	-	-	50	-19	3,08	3,08	2,93	17,68	23,69
9	SA-E3-3-131	-	35	-	-	35	-16	3,10	2,64	2,38	17,79	22,81
10	SA-E4-SEST3-142	-	-	-	30	30	-9	3,15	4,10	1,32	18,08	23,51

6.6.- VALORACIÓN DEL FIRME.

Se determina el coste total del paquete de firme por metro cuadrado de calzada para cada una de las secciones tipo aplicando los precios para cada una de las unidades que conforman las secciones.

6.6.1.- Sección 121

121							
MEZCLA BITUMINOSA	TIPO DE MEZCLA	ESPESOR (m)	VOLUMEN (m ³ /m ²)	DENSIDAD (t/m ³)	PESO (t/m ²)	PRECIO UNITARIO (€/t) - (€/m ³)	COSTE (€/m ²)
RODADURA	BBTM 11B	0,03	0,03	2,40	0,072	52,76	3,80
INTERMEDIA	AC 22 bin S	0,10	0,10	2,38	0,238	46,83	11,15
BASE	AC 32 base G	0,19	0,19	2,35	0,447	46,06	20,57
SUBBASE	ZA-30	0,30	0,30			23,88	7,16
TOTAL MB:							42,67

LIGANTES	TIPO DE LIGANTE	DOTACIÓN (m ³ /m ²)	PESO (t/m ²)	PRECIO UNITARIO (€/t)	COSTE (€/m ²)
RODADURA	PMB 45/80-65	0,0475	0,072	490,69	1,68
INTERMEDIA	B 50/70	0,04	0,190	393,18	2,99
BASE	B 50/70	0,04	0,494	393,18	7,77
TOTAL LIGANTES:					12,44

RIEGOS	TIPO DE EMULSIÓN	DOTACIÓN (t/m ²)	PRECIO UNITARIO (€/t)	COSTE (€/m ²)
RODADURA	C60BP3 ADH	0,0008	448,95	0,36
INTERMEDIA	C60BP3 ADH	0,0006	448,95	0,27
BASE (CAPA 2)	C60BP3 ADH	0,0006	448,95	0,27
BASE (CAPA 1)	C60B3 CUR	0,0012	516,39	0,62
TOTAL EMULSIONES:				1,52

COSTE TOTAL (€/m²) **56,63**

6.6.2.- Sección 122

122							
MEZCLA BITUMINOSA	TIPO DE MEZCLA	ESPESOR (m)	VOLUMEN (m ³ /m ²)	DENSIDAD (t/m ³)	PESO (t/m ²)	PRECIO UNITARIO (€/t) - (€/m ³)	COSTE (€/m ²)
RODADURA	BBTM 11B	0,03	0,03	2,40	0,072	52,76	3,80
INTERMEDIA	AC 22 bin S	0,08	0,08	2,38	0,190	46,83	8,92
BASE	AC 32 base G	0,10	0,10	2,35	0,235	46,06	10,82
SUBBASE	SC-40	0,28	0,28			26,14	7,32
TOTAL MB:							30,86

LIGANTES	TIPO DE LIGANTE	DOTACIÓN (m ³ /m ²)	PESO (t/m ²)	PRECIO UNITARIO (€/t)	COSTE (€/m ²)
RODADURA	PMB 45/80-65	0,0475	0,072	490,69	1,68
INTERMEDIA	B 50/70	0,04	0,19	393,18	2,99
BASE	B 50/70	0,04	0,235	393,18	3,70
TOTAL LIGANTES:					8,36

RIEGOS	TIPO DE EMULSIÓN	DOTACIÓN (t/m ²)	PRECIO UNITARIO (€/t)	COSTE (€/m ²)
RODADURA	C60BP3 ADH	0,0008	448,95	0,36
INTERMEDIA	C60BP3 ADH	0,0006	448,95	0,27
BASE (CAPA 1)	C60B3 CUR	0,0012	516,39	0,62
TOTAL LIGANTES:				1,25

COSTE TOTAL (€/m²) 40,47

6.6.3.- Sección 131

131							
MEZCLA BITUMINOSA	TIPO DE MEZCLA	ESPESOR (m)	VOLUMEN (m ³ /m ²)	DENSIDAD (t/m ³)	PESO (t/m ²)	PRECIO UNITARIO (€/t) - (€/m ³)	COSTE (€/m ²)
RODADURA	BBTM 11B	0,03	0,03	2,40	0,072	52,76	3,80
INTERMEDIA	AC 22 bin S	0,08	0,08	2,38	0,190	46,83	8,92
BASE	AC 32 base G	0,14	0,14	2,35	0,329	46,06	15,15
SUBBASE	ZA-30	0,30	0,30			23,88	7,16
TOTAL MB:							35,03

LIGANTES	TIPO DE LIGANTE	DOTACIÓN (m ³ /m ²)	PESO (t/m ²)	PRECIO UNITARIO (€/t)	COSTE (€/m ²)
RODADURA	PMB 45/80-65	0,0475	0,072	490,69	1,68
INTERMEDIA	B 50/70	0,04	0,19	393,18	2,99
BASE	B 50/70	0,04	0,329	393,18	5,17
TOTAL LIGANTES:					9,84

RIEGOS	TIPO DE EMULSIÓN	DOTACIÓN (t/m ²)	PRECIO UNITARIO (€/t)	COSTE (€/m ²)
RODADURA	C60BP3 ADH	0,0008	448,95	0,36
INTERMEDIA	C60BP3 ADH	0,0006	448,95	0,27
BASE (CAPA 1)	C60B3 CUR	0,0012	516,39	0,62
TOTAL LIGANTES:				1,25

COSTE TOTAL (€/m²) 46,12

6.6.4.- Sección 142

142							
MEZCLA BITUMINOSA	TIPO DE MEZCLA	ESPESOR (m)	VOLUMEN (m ³ /m ²)	DENSIDAD (t/m ³)	PESO (t/m ²)	PRECIO UNITARIO (€/t) - (€/m ³)	COSTE (€/m ²)
RODADURA	BBTM 11B	0,03	0,03	2,40	0,072	52,76	3,80
INTERMEDIA	AC 22 bin S	0,10	0,10	2,38	0,238	46,83	11,15
SUBBASE	SC-40	0,28	0,28			26,14	7,32
TOTAL MB:							22,26

LIGANTES	TIPO DE LIGANTE	DOTACIÓN (m ³ /m ²)	PESO (t/m ²)	PRECIO UNITARIO (€/t)	COSTE (€/m ²)
RODADURA	PMB 45/80-65	0,0475	0,072	490,69	1,68
INTERMEDIA	B 50/70	0,04	0,238	393,18	3,74
TOTAL LIGANTES:					5,42

RIEGOS	TIPO DE EMULSIÓN	DOTACIÓN (t/m ²)	PRECIO UNITARIO (€/t)	COSTE (€/m ²)
RODADURA	C60BP3 ADH	0,0008	448,95	0,36
BASE ADHERENCIA	C60BP3 ADH	0,0006	448,95	0,27
BASE CURADO	C60B3 CUR	0,0006	448,95	0,27
TOTAL RIEGOS:				0,90

COSTE TOTAL (€/m²) 28,58

6.7.- COMPARATIVA ECONÓMICA ENTRE SECCIONES.

Una vez determinado el precio del firme para cada sección, es posible realizar la comparativa económica teniendo en cuenta el precio de la formación de explanada calculado anteriormente.

Nº	COMBINACIÓN	COSTE TOTAL FIRME (€/m ²)	COSTE EXPLANADA (€/m ²)	COSTE DESMONTE (€/m ²)	COSTE SUELO ADECUADO (€/m ²)	COSTE TOTAL EXPLANADA (€/m ²)	COSTE TOTAL (€/m ²)
1	ST-E2-SEST2-121	56,63	3,51	0,00	15,94	19,45	76,08
2	ST-E2-SEST2-122	40,47	3,51	0,00	16,67	20,18	60,65
3	ST-E2-2-121	56,63	4,62	0,34	13,55	18,51	75,14
4	ST-E2-2-122	40,47	4,62	0,20	14,20	19,02	59,49
5	SA-E2-SEST2-121	56,63	2,93	2,21	17,83	22,96	79,59
6	SA-E2-SEST2-122	40,47	2,93	1,48	18,03	22,43	62,90
7	SA-E2-2-121	56,63	3,08	3,75	17,56	24,39	81,02
8	SA-E2-2-122	40,47	3,08	2,93	17,68	23,69	64,16
9	SA-E3-3-131	46,12	2,64	2,38	17,79	22,81	68,93
10	SA-E4-SEST3-142	28,58	4,10	1,32	18,08	23,51	52,09

6.8.- CONCLUSIONES.

La combinación E4-SEST3-142 es la que resulta más económica, aunque se tenga que sustituir el terreno en algunas zonas para asegurar que el terreno subyacente sea adecuado con un espesor mínimo de 1 m.

Por tanto, se selecciona como sección de proyecto la solución **E4-SEST3-142**.

7.- DEFINICIÓN DE LA SECCIÓN DE PROYECTO

7.1.- EXPLANADA

La explanada del tronco principal será E4 ($E_{0,ck} \geq 440$ MPa; $\nu = 0,30$) estará formada por 30 cm de SEST3 sobre un espesor de 1 metro como mínimo de suelo adecuado. La granulometría del material empleado para la formación del suelo cemento deberá tener un tamaño máximo de 40 mm.

La NFCV define S-EST3 como sigue:

“S-EST3: Suelos estabilizados in situ con cemento (con una resistencia a compresión simple de al menos 1,5 MPa a los 7 días, y un mínimo del 3% de cemento).

Con el objetivo de controlar y limitar la reflexión de fisuras de retracción de las capas tratadas con cemento en la superficie del pavimento, será necesario prefisurar dichas capas con una distancia entre juntas transversales de contracción que dependerá de la categoría del tráfico pesado, de la zona climática en la que se ubique la obra, y de la naturaleza de la propia capa, tal y como se indica en la tabla 18.”

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	Zona térmica	Suelocemento	Gravacemento
T00 a T22	ZT1	3,5	3,0
	ZT2	3,0	2,5
	ZT3 y ZT4	4,0	3,5
T31 a T42	ZT1	-	3,5
	ZT2	4,0	3,0
	ZT3 Y ZT4	-	4,0

Tabla 18. Distancia entre juntas transversales de contracción [m].

Por tanto, al encontrarse este tramo de CV-60 en zona ZT3, la capa de 30 cm de SEST3 se deberá prefisurar con una distancia entre juntas transversales de contracción de 4 metros.

7.2.- SECCIÓN FIRME CALZADA TRONCO PRINCIPAL

La sección en el tronco principal será la siguiente:

FIRME CALZADA Y ARZENES (142)		
CAPA	ESPESOR (cm)	MATERIAL A EMPLEAR
Rodadura	3	Mezcla bituminosa tipo BBTM 11 B M con árido porfídico
Riego de adherencia		Emulsión bituminosa modificada, C60BP3 ADH, tipo ECR-1-m (0,800 kg/m ²)
Intermedia	10	Mezcla bituminosa tipo AC 22 bin S con árido calizo
Riego de adherencia		Emulsión bituminosa modificada, C60BP3 ADH, tipo ECR-1-m (0,600 kg/m ²)
Riego de curado		Emulsión bituminosa modificada, C60B3 CUR; tipo ECR-1 (0,600 kg/m ²)
Sub-base	28	Material tratado con cemento tipo SC-40

Según el mapa de zonas térmicas estivales incluido en la Norma de Secciones de Firme de la Comunidad Valenciana, los términos municipales por los que discurre el trazado se encuentran en la zona térmica ZT3; por lo que el tipo de betún recomendable es el B50/70 para la capa de base intermedia y el betún PMB 45/55-65 para la de rodadura. En cada capa se emplearán los siguientes tipos de **ligante**:

- Capa de rodadura: PMB 45/80-65
- Capa intermedia: B50/70

En las capas de rodadura e intermedia el filler será 100 % de aportación.

- Relación mínima ponderada filler/betún.
 - En capa de rodadura: 1,2
 - En capa intermedia: 1,1

La subbase formada por 28 cm de SC-40 se deberá prefisurar con una distancia entre juntas transversales de contracción de 4 metros. Y tendrá las siguientes características mecánicas recogidas en la tabla 17 de la NFCV:

CATEGORÍA	TIPO	E_{min} [MPa]	E_{max} [MPa]	E_{med} [MPa]	ν	a	R_{rel}
Hormigón	HF-4,5	30.000	38.000	35.000	0,25	0,065	5,50
	HF-4,0	27.000	35.000	32.000	0,25	0,065	4,80
	HF-3,5	25.000	35.000	29.000	0,25	0,065	4,20
Suelocemento	SC	2.000	8.000	6.000	0,25	0,065	0,90
Gravacemento	GC	18.000	22.000	20.000	0,25	0,065	1,60
Hormigón magro	HM	20.000	30.000	24.000	0,25	0,065	3,00
Suelo estabilizado in situ	S-EST1	100	300	150	0,35	-	-
	S-EST2	200	600	350	0,35	-	-
	S-EST3	1.000	3.000	1.500	0,25	0,065	0,45
Macizo semiindefinido	E4	280	400	300	0,30	-	-

Tabla 17. Características mecánicas de los materiales con cemento.

7.3.- ARCENES

La sección de firme empleada en los arceles vendrá condicionada por el artículo 7 de la Norma que dispone lo siguiente:

“Salvo justificación en contrario, el firme de los arceles de anchura no superior a 1,00 m será, por razones constructivas, prolongación del firme de la calzada adyacente. Su ejecución será simultánea, sin junta longitudinal entre la calzada y el arcén.

En arceles de anchura superior a 1,00 m, su firme dependerá de la categoría de tráfico pesado prevista para la calzada y de la sección adoptada en ésta...

Para las categorías de tráfico pesado T00 a T31 y en las vías de servicio no agrícolas de autopistas y autovías es preceptivo, por exigencias de seguridad de la circulación vial, que los arceles dispongan de una capa de rodadura completa transversalmente y con la misma rasante que la calzada, de manera que no haya escalón entre ambas superficies.”

Tanto el arcén interior como el arcén exterior de la calzada diseñada para la CV-60 tienen una anchura superior a 1m, siendo de 1,5 m y 2,5 m respectivamente. Siguiendo el criterio de la norma para arceles en casos de categoría de tráfico entre T00 y T21, se prolongarán las dos capas de las que consta el firme (rodadura e intermedia), que serán idénticas en tronco y arcén y con la misma rasante. Debajo del pavimento se dispondrá el suelocemento prefisurado cada 4 m según se indica en la Tabla 18 de NFCV.

7.4.- ESTRUCTURAS

El paquete de firme previsto en las estructuras está compuesto por una capa de rodadura de 3 cm de BBTM 11 BM y una capa de 5 cm de Mezcla Bituminosa AC 22 bin S, recogido en la siguiente tabla:

FIRME ESTRUCTURAS		
CAPA	ESPEJOR (cm)	MATERIAL A EMPLEAR
Rodadura	3	Mezcla bituminosa tipo BBTM 11 B M con árido porfídico
Riego de adherencia		Emulsión bituminosa modificada, C60BP3 ADH, tipo ECR-1-m (0,800 kg/m ²)
Intermedia	5	Mezcla bituminosa tipo AC 22 bin S con árido calizo
Riego de adherencia		Emulsión bituminosa modificada tipo ECR-1, C60BP3 ADH, (0,600 kg/m ²)

7.5.- RAMALES DE ENLACE Y GLORIETAS

En los ramales y glorietas de la CV-60 y N-332 la categoría de tráfico prevista es T1 y la calidad de la explanada es E4.

La sección de firme elegida es la **142 solución 1**, compuesta por las siguientes capas:

FIRME RAMALES DE ENLACES Y GLORIETAS (2142)		
CAPA	ESPEJOR (cm)	MATERIAL A EMPLEAR
Rodadura	5	Mezcla bituminosa tipo AC 16 surf D con árido calizo
Riego de adherencia		Emulsión bituminosa modificada, C60BP3 ADH, tipo ECR-1-m (0,800 kg/m ²)
Intermedia	8	Mezcla bituminosa tipo AC 22 bin S con árido calizo
Riego de adherencia		Emulsión bituminosa modificada, C60BP3 ADH, tipo ECR-1-m (0,600 kg/m ²)
Riego de curado		Emulsión bituminosa modificada tipo, C60B3 CUR; ECR-1 (0,600 kg/m ²)
Sub-base	28	Material tratado con cemento tipo SC-40

En las glorietas y tramos de carretera de Diputación la categoría de tráfico prevista es T21 y la calidad de la explanada es E4.

La sección de firme elegida es la **2142 solución 1**, compuesta por las siguientes capas:

FIRME RAMALES DE ENLACES Y GLORIETAS (2142)		
CAPA	ESPEJOR (cm)	MATERIAL A EMPLEAR
Rodadura	5	Mezcla bituminosa tipo AC 16 surf D con árido calizo
Riego de adherencia		Emulsión bituminosa modificada, C60BP3 ADH, tipo ECR-1-m (0,800 kg/m ²)
Intermedia	7	Mezcla bituminosa tipo AC 22 bin S con árido calizo
Riego de adherencia		Emulsión bituminosa modificada, C60BP3 ADH, tipo ECR-1-m (0,600 kg/m ²)
Riego de curado		Emulsión bituminosa modificada tipo, C60B3 CUR; ECR-1 (0,600 kg/m ²)
Sub-base	28	Material tratado con cemento tipo SC-40

7.6.- REPOSICIÓN DE CAMINOS RURALES

Al igual que en el caso de pavimentos para carreteras, a partir de la calidad de la explanada y el tráfico previsto se dimensiona el firme. La calidad de explanada considerada es una E2 de la NFCV y el nivel de tráfico considerado es un T42 que corresponde a un tráfico diario de vehículos pesados inferior a 20.

La sección de firme a disponer será la siguiente:

FIRME REPOSICIÓN CAMINOS CON MEZCLA BITUMINOSA (4221)		
CAPA	ESPESOR (cm)	MATERIAL A EMPLEAR
Rodadura	3	Mezcla bituminosa tipo AC 22 SURF S con árido calizo
Riego de imprimación		Emulsión bituminosa modificada, C60BF4 IMP, tipo ECI (0,800 kg/m ²)
Sub-base	30	Zahorras Artificiales

Para los caminos de tierras la reposición se realizará mediante 35 cm de zahorras colocadas sobre la explanada tipo E2.

7.7.- CARRIL CICLOPEATONAL

Al igual que en la reposición de caminos rurales, la sección de firme a disponer será:

FIRME REPOSICIÓN CAMINOS CON MEZCLA BITUMINOSA (4221)		
CAPA	ESPESOR (cm)	MATERIAL A EMPLEAR
Pintura		Dos capas de pintura acrílica color roja
Rodadura	3	Mezcla bituminosa tipo AC 22 SURF S con árido calizo
Riego de imprimación		Emulsión bituminosa modificada, C60BF4 IMP, tipo ECI (0,800 kg/m ²)
Sub-base	30	Zahorras Artificiales

7.8.- ACTUACIONES SOBRE CALZADA EXISTENTE EN TRAMO I

En la calzada existente se realizará un fresado del firme existente para garantizar la colocación completa del paquete de 13 cm de mezcla bituminosa y mantener la rasante actual en el eje.