

ANEJO N°7

## **Firmes**

## Índice

1	Introducción	1
2	Datos de tráfico	2
3	Categoría de explanada	3
4	Firmes	5
5	Aprovechamiento del firme existente	6

# 1 Introducción

El objeto del presente Anejo es definir la sección estructural de firme a emplear en las obras del "Proyecto Constructivo de la variante de Pobes en la carretera A-2622 para la supresión del paso a nivel de la línea Int. Abando Ind. Prieto- Casetas, P.K. 160/484, en Pobes, término municipal de Ribera Alta (Álava)".

Para la definición de la sección tipo del firme se parte de los datos referentes al tráfico que discurrirá por la carretera objeto de estudio en el año de puesta en servicio y que quedan recogidos en el "Anejo nº 4: Tráfico" junto con la obtención de la correspondiente categoría de tráfico pesado.

A partir de estos datos se procede a diseñar una sección de firme en función de la Norma para el Dimensionamiento de Firmes de la Red de Carreteras del País Vasco.

## 2 Datos de tráfico

La asignación de la categoría de tráfico en la normativa de aplicación se hace en base al Tráfico de Proyecto (TP), que se define como el número acumulado de vehículos pesados que se prevé que circularán por el carril de proyecto durante el período de proyecto. El período considerado para el dimensionamiento de estructuras del firme es de veinte años desde su puesta en servicio.

El cálculo del Tráfico de Proyecto se ha realizado siguiendo las indicaciones recogidas por la Norma para el Dimensionamiento de Firmes de la Red de Carreteras del País Vasco en el Anejo N°4 Tráfico, obteniéndose la categoría que se muestra en este apartado.

La Norma para el Dimensionamiento de Firmes del País Vasco considera diez categorías de tráfico clasificadas en función del tráfico de pesados en el año horizonte.

CATEGORÍA DE TRÁFICO		TRÁFICO DE PESADOS (millones)
T <sub>00</sub>		43,8-87,6
T <sub>0</sub>		21,9-43,8
T <sub>1</sub>	T <sub>1A</sub>	15,3-21,9
	T <sub>1B</sub>	8,8-15,3
T <sub>2</sub>	T <sub>2A</sub>	4,4-8,8
	T <sub>2B</sub>	2,2-4,4
T <sub>3</sub>	T <sub>3A</sub>	1,1-2,2
	T <sub>3B</sub>	0,55-1,1
T <sub>4</sub>	T <sub>4A</sub>	0,27-0,55
	T <sub>4B</sub>	<0,27

De acuerdo a la Norma de Firmes del País Vasco, el tráfico de proyecto se calcula mediante la siguiente expresión:

$$TP = IMD_p^{APS} \cdot 365 \cdot F \cdot \gamma_C \cdot \gamma_R \cdot \gamma_L$$

Donde:

$IMD_p^{APS}$  = Intensidad Media Diaria de vehículos pesados en el año de Puesta en Servicio.

F= Factor de crecimiento del tráfico de vehículos pesados durante el período de proyecto y se obtiene a partir de la tasa de crecimiento anual del tráfico de vehículos pesados (r) de la siguiente manera:

$$F = [(1 + r)^n - 1]/r$$

$\gamma_C$ = Coeficiente de asignación del tráfico pesado al carril de proyecto (Tabla 5.2 de la Norma para el Dimensionamiento de Firmes de la Red de Carreteras del País Vasco)

$\gamma_R$ = Coeficiente que tiene en cuenta la variabilidad en la estimación del tráfico de proyecto (Tabla 5.3 de la Norma para el Dimensionamiento de Firmes de la Red de Carreteras del País Vasco)

$\gamma_L$ = Coeficiente que tiene en cuenta la influencia de la pendiente longitudinal del tramo objeto de proyecto. Se adoptará un coeficiente de valor 1,3 en aquellos subtramos del proyecto en rampa cuya pendiente longitudinal sea superior al 5% y se mantenga en una longitud de, al menos, 500 m. En el resto de los casos se tomará el valor 1.

De acuerdo con la Norma para el Dimensionamiento de Firmes de la Red de Carreteras del País Vasco, en ausencia de datos fiables podrá adoptarse una tasa constante del 4% para IMDs de vehículos pesados en el año puesta en servicio de 1.600 o superior. Y del 2% en otro caso.

Calculando la categoría de tráfico de acuerdo a la Norma de Firmes del País Vasco, se tienen los siguientes datos:

CALCULO TRÁFICO DE PROYECTO VTE A-2622		
IMD <sup>APS</sup>	2.275	
IMD <sub>p</sub> <sup>APS</sup>	114	
r	0.02	
F	25	
$\gamma_C$	0,5	
$\gamma_R$	1,1	
$\gamma_L$	1	
$\gamma_T$	0,55	
TP	572.132	0,572

Lo que se traduce en una categoría de tráfico **T<sub>3B</sub>** para el tronco de la variante de la A-2622.

CALCULO TRÁFICO DE PROYECTO A-3322		
IMD <sup>APS</sup>	252	
IMD <sub>p</sub> <sup>APS</sup>	15	
r	0.02	
F	25	
$\gamma_C$	0.5	
$\gamma_R$	1	
$\gamma_L$	1	
$\gamma_T$	0.5	
TP	68.438	0.068

Lo que se traduce en una categoría de tráfico **T<sub>4B</sub>** para la conexión con la A-3322.

CALCULO TRÁFICO DE PROYECTO A-3310		
IMD <sup>APS</sup>	407	
IMD <sub>p</sub> <sup>APS</sup>	24	
r	0.02	
F	25	
$\gamma_C$	0.5	
$\gamma_R$	1	
$\gamma_L$	1	
$\gamma_T$	0.5	
TP	109.500	0.110

Lo que se traduce en una categoría de tráfico **T<sub>4B</sub>** para la conexión con la A-3310.

### 3 Categoría de explanada

La explanada mejorada es el conjunto de capas de suelos o materiales de aportación, o la estabilización de los existentes, que se encuentran bajo el firme y cuya finalidad es mejorar y homogeneizar la capacidad de soporte del cimiento del firme, facilitar las labores de construcción, proteger los suelos de la acción del agua mediante impermeabilización o evacuación, y obtener las superficies geométricas precisas.

Se consideran en esta norma tres categorías de Explanada Mejorada en función de su capacidad soporte, denominadas EX1, EX2 y EX3. La categoría mínima necesaria será función del tráfico de proyecto de acuerdo con la siguiente tabla:

TRÁFICO DE PROYECTO	CATEGORÍA NECESARIA DE EXPLANADA MEJORADA
T2A o superior	EX2 ó EX3
T2B o inferior	EX1, EX2 ó EX3

El parámetro de caracterización de la explanada es el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga del ensayo de carga con placa. En función de los valores que toma este parámetro se definen tres categorías de explanada, que son las siguientes:

CATEGORÍA DE LA EXPLANADA MEJORADA	$E_{v2}$ (Mpa) SEGÚN NORMA NLT-357/98
EX1	$\geq 120$
EX2	$\geq 200$
EX3	$\geq 300$

La categoría de explanada es un parámetro fundamental y que tiene elevada influencia en el coste total de la obra, ya que de la elección de una u otra se deduce la necesidad de materiales y el paquete de firmes a emplear.

La formación de las explanadas de las distintas categorías depende del tipo de suelo de la explanación o de la obra de tierra subyacente, y de las características y espesores de los materiales disponibles, según se definen en el artículo 330 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

En la tabla que se muestra se recogen las diferentes secciones de explanada mejorada que pueden ser implantadas en el proyecto:

EXPLANADA 2			
<b>Sobre Roca</b>			
	OPCIÓN A	OPCIÓN B	
Suelo seleccionado	20	0	
<b>Sobre Terraplén (Coronación Seleccionado) o Sobre explanada natural Seleccionado</b>			
	OPCIÓN A		
Suelo adecuado	30		
<b>Sobre Terraplén (Coronación Adecuado) o Sobre explanada natural Adecuado</b>			
	OPCIÓN A		
Suelo seleccionado	50		
<b>Sobre explanada natural tolerable</b>			
	OPCIÓN A	OPCIÓN B	OPCIÓN C
S-Est2	0	30	0
S-Est1	0	20	20
Suelo Seleccionado	80	0	40
Geotextil	si	no	no

EXPLANADA 3		
<b>Sobre Roca</b>		
	OPCIÓN A	OPCIÓN B
Suelo seleccionado	20	0
<b>Sobre Terraplén (Coronación Seleccionado) o Sobre explanada natural Seleccionado</b>		
	OPCIÓN A	OPCIÓN B
Suelo seleccionado	70	0
S-Est3	0	25
<b>Sobre Terraplén (Coronación Adecuado) o Sobre explanada natural Adecuado</b>		
	OPCIÓN A	OPCIÓN B
Suelo seleccionado	70	0
S-Est3	0	25
<b>Sobre explanada natural tolerable</b>		
	OPCIÓN A	OPCIÓN B
S-Est1	20	20
S-Est2	0	0
S-Est3	40	0
Suelo Seleccionado	0	100
Geotextil	no	no

Además, para la aplicación del Catálogo de Secciones de Explanada Mejorada incluidas en la norma, es necesario que las características del terreno subyacente se mantengan en una profundidad mínima de un metro.

Así, se plantea la siguiente tramificación de la explanada para los ejes principales de proyecto:

TRAMIFICACIÓN DE EXPLANADA MEJORADA					
Eje	P.K.Inicial	P.K.Final	Suelo seleccionado	S-EST2	S-EST1
Variante A-2622 (Eje 15)	-0+275	0+180	50		
	0+180	0+760		30	20
	0+780	Inicio Estructura	50		
	Fin de estructura	1+460	50		
	1+460	1+650	20		
	1+650	Final	50		
A-3310 (Eje 3)	0+000	0+060		30	20
	0+060	0+180	50		
	0+180	0+210		30	20
	0+210	0+300	20		
	0+300	0+480		30	20
	0+480	Final	50		
Conexión A-2620 (Eje 13)	0+000	0+060		30	20
	0+060	0+180	20		

## 4 Firmes

Se propone la siguiente sección para la categoría de tráfico T3B, sobre explanada EX2:

EXPLANADA	UNIDAD	Tipo de material
EX2	Capa de rodadura	5 cm Mezcla bituminosa en caliente AC 16 surf B60/70S
	Capa intermedia	9 cm Mezcla bituminosa en caliente AC22 bin B60/70S
	Base Granular	25 cm Zahorra Artificial

Para la reposición de los viales de las carreteras A-3322, A-3310 y A-2622 actual se contempla una categoría de tráfico T4A, en lugar de T4B. Se considera que, dadas las características de dichas carreteras, es recomendable la disposición de dos capas de mezclas bituminosas, y no una única capa.

EXPLANADA	UNIDAD	Tipo de material
EX2	Capa de rodadura	5 cm Mezcla bituminosa en caliente AC 16 surf B60/70S
	Capa intermedia	6 cm Mezcla bituminosa en caliente AC22 bin B60/70S
	Base Granular	30 cm Zahorra Artificial

En la estructura, el Puente sobre el Río Baia, se prevé la disposición de 8 cm de AC 16 surf B60/70S.

## 5 Aprovechamiento del firme existente

Puesto que la actuación se ha definido sobre carretera existente en la primera parte, se ha proyectado el máximo aprovechamiento posible de la actual sección de firmes en dicha zona. Por ello, en aquellos tramos en los que la sección de firmes proyectada y la existente coincidan, se procederá al extendido de las capas que se definen a continuación en función del espesor entre la rasante proyectada y la rasante existente (e).

- Cuando  $e \leq 5$  cm
  - Fresar hasta conseguir 5 cm
  - 5 cm de S-12
- Cuando  $5\text{cm} < e \leq 10$  cm
  - 5 cm de S-12
  - \*Resto S-12
- Cuando  $10\text{ cm} < e \leq 14$  cm
  - 5 cm de S-12
  - \*Resto S-20
- Cuando  $14\text{ cm} \leq e < 29$  cm
  - 5 cm de S-12
  - 9 cm de S-20
  - \*Resto de S-20
- Cuando  $\geq 26$  cm
  - 5 cm de S-12
  - 9 cm de S-20
  - \*Resto de Zahorra

\*Estas capas se extenderán en el número de capas que sea necesario en función de los espesores resultantes.