

ANEJO Nº 6

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 reordenación y mejora de la intersección sur de acceso al municipio de Ubide en la carretera N-240”.

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 Nº4 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)
Too		43,8-87,6
To		21,9-43,8
T1	T1A	15,3-21,9
	T1B	8,8-15,3
T2	T2A	4,4-8,8
	T2B	2,2-4,4
T3	T3A	1,1-2,2
	T3B	0,55-1,1
T4	T4A	0,27-0,55
	T4B	<0,27

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

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

Siendo:

F=factor de crecimiento del tráfico de vehículos pesados durante el período de proyecto. Se obtiene a partir de la tasa de crecimiento:

$$F = \frac{(1 + r)^{20} - 1}{r}$$

γ_C =coeficiente de asignación del tráfico pesado al carril de proyecto (Tabla 5.2)

γ_R =coeficiente que tiene en cuenta la variabilidad en la estimación del tráfico de proyecto (Tabla 5.3.)

γ_L =coeficiente que tiene en cuenta la influencia de la pendiente longitudinal del tramo objeto de proyecto.

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	
N-240	
IMD ^{APS}	4.800
IMD _p ^{APS}	1.488
r	0.015
F	23,12
γ_C	0,5
γ_R	1,2
γ_L	1
TP	7.534.161

Lo que se traduce en una categoría de tráfico T2A.

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 ó superior	EX2 ó EX3
T2B ó 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	≥120
EX2	≥200
EX3	≥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			
Sobre Roca			
	OPCIÓN A	OPCIÓN B	
Suelo seleccionado	20	0	
Sobre Terraplén (Coronación Seleccionado) o Sobre explanada natural Seleccionado			
	OPCIÓN A		
Suelo seleccionado	30		
Sobre Terraplén (Coronación Adecuado) o Sobre explanada natural Adecuado			
	OPCIÓN A		
Suelo seleccionado	50		
Sobre explanada natural tolerable			
	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		
Sobre Roca		
	OPCIÓN A	OPCIÓN B
Suelo seleccionado	20	0
Sobre Terraplén (Coronación Seleccionado) o Sobre explanada natural Seleccionado		
	OPCIÓN A	OPCIÓN B
Suelo seleccionado	70	0
S-Est3	0	25
Sobre Terraplén (Coronación Adecuado) o Sobre explanada natural Adecuado		
	OPCIÓN A	OPCIÓN B
Suelo seleccionado	70	0
S-Est3	0	25
Sobre explanada natural tolerable		
	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.

Dado que mayoritariamente la plataforma se encuentra sobre terraplén, cuya coronación tendrá características de suelo adecuado, y que el escaso tramo de plataforma en desmonte se prevé se sitúe sobre explanada natural con características de suelo adecuado, se plantea una mejora de explanada mediante suelo seleccionado tipo 4.

Se dispondrá la siguiente Explanada Mejorada:

MEJORA DE EXPLANADA (EX-3) TRONCO	DESMONTE	TOLERABLE	120 cm SS tipo 4
		ADECUADO	70 cm SS tipo 4
		ROCA	20 cm SS tipo 4
	TERRAPLÉN		70 cm SS tipo 4

MEJORA DE EXPLANADA (EX-2) ACCESO A UBIDE	DESMONTE	TOLERABLE	100 cm SS tipo 4
		ADECUADO	50 cm SS tipo 4
		ROCA	20 cm SS tipo 4
	TERRAPLÉN		50 cm SS tipo 4

Además, se prevé que el terreno subyacente tenga unas características de suelo adecuado, bien por ser coronación de terraplén, bien por las características del terreno sobre el que se dispone la plataforma.

4 Firmes

Se propone la siguiente sección para la categoría de tráfico T2A, sobre explanada EX3:

EXPLANADA	UNIDAD	Tipo de material
EX3	Capa de rodadura	3 cm Mezcla bituminosa en caliente BBTM11BBM-3C (M-10)
	Capa intermedia	6 cm Mezcla bituminosa en caliente AC22 bin B60/70S
	Capa Base	10 cm Mezcla bituminosa en caliente AC32 base B60/70S
	Base Granular	25 cm Zahorra Artificial

En cuanto al tramo planteado de acceso a Ubide, se propone la siguiente sección 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	6 cm Mezcla bituminosa en caliente AC22 bin B60/70S
	Base Granular	30 cm Zahorra Artificial

5 Aprovechamiento del firme existente

Puesto que la actuación se ha definido sobre carretera existente, se ha proyectado el máximo aprovechamiento posible de la actual sección de firmes. 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).

Para el caso de la N-240:

- Cuando $e \leq 3$ cm
 - Fresar hasta conseguir 3 cm
 - 3 cm de M-10
- Cuando $3\text{cm} < e < 9$ cm
 - Fresar hasta conseguir 9 cm
 - 3 cm de M-10
 - 6 cm de S-20
- Cuando $9\text{cm} \leq e < 17$ cm
 - 3 cm de M-10
 - 6 cm de S-20
 - *Resto de S-25
- Cuando $17\text{cm} \leq e < 39$ cm
 - 3 cm de M-10
 - 6 cm de S-20
 - *Resto de S-25
- Cuando $e > 39$ cm
 - 3 cm de M-10
 - 6 cm de S-20
 - 10 cm de S-25
 - *Resto de Zahorra

Para el caso del acceso a Ubide:

- Cuando $e \leq 5$ cm
 - Fresar hasta conseguir 5 cm
 - 5 cm de S-12
- Cuando $5\text{cm} < e \leq 10$ cm
 - Fresado hasta conseguir 10 cm
 - 5 cm de S-12
 - *Resto S-20

- Cuando $10\text{cm} \leq e < 26$ cm
 - 5 cm de S-12
 - 6 cm de S-20
 - *Resto de S-20
- Cuando $e > 26$ cm
 - 5 cm de S-12
 - 6 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.