

ANEJO N° 5

Estudio de Firmes y Pavimentos

Índice

1	Introducción	1
2	Factores de dimensionamiento	2
2.1	Categoría de Tráfico Pesado	2
2.3	Categoría de la explanada	3
2.4	Datos de Tráfico	3
3	Firme Existente	4
4	Elección de la sección estructural	5
4.1	Determinación de la intensidad de tráfico	5
4.2	Determinación de la categoría de tráfico	5
4.3	Sección estructural	6
4.3.1	Tipo de Explanada	6
4.3.2	Sección de firmes	7
4.5	Aprovechamiento de firmes	8

1 Introducción

El objeto del presente Anejo es definir las actuaciones previstas sobre el firme que se contemplan en el presente **“Proyecto de reordenación de la carretera BI-735 en el entorno del Makro en Asua (T.M. de Erandio)”**.

Anejo nº5. Estudio de Firmes y Pavimentos

X000010000000126-PC-PC-AN-EFP-0

1

2 Factores de dimensionamiento

2.1 Categoría de Tráfico Pesado

De forma general, la metodología a seguir para el dimensionamiento de un firme es la siguiente:

Norma 6.1.-I.C

Según la Instrucción 6.1.-I.C.-Secciones de firme, la sección estructural de firme de proyecto se dimensionará de acuerdo con la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea vaya a solicitar el carril de proyecto en el año de puesta en servicio.

Se consideran 8 categorías de tráfico pesado en función del parámetro de la IMDp, que son las que se especifican a continuación:

Categoría de Tráfico	IMDp
T00	$IMDp \geq 4.000$
T0	$4.000 > IMDp \geq 2.000$
T1	$2.000 > IMDp \geq 800$
T2	$800 > IMDp \geq 200$
T31	$200 > IMDp \geq 100$
T32	$100 > IMDp \geq 50$
T41	$50 > IMDp \geq 25$
T42	$IMDp < 25$

Norma para el Dimensionamiento de Firms de la red de Carreteras del País Vasco de Noviembre de 2012

De acuerdo con la Norma para el dimensionamiento de firms de la Red de Carreteras del País Vasco la sección estructural de firme de proyecto se dimensionará de acuerdo con el denominado 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 periodo de proyecto.

Este parámetro se obtiene mediante la siguiente expresión:

• $TP = IMDp^{APS} \cdot 365 \cdot F \cdot \gamma_T$

Siendo:

- $IMDp^{APS}$ = Intensidad media diaria de vehículos pesados en el año de puesta en servicio del tramo.
- F= Factor de crecimiento del tráfico de vehículos pesados durante el periodo de proyecto.
- γ_T =Coeficiente de ponderación de las cargas del tráfico.

A diferencia del anterior, la norma de dimensionamiento de firms de la Red de Carreteras del País Vasco considera 10 categorías de tráfico pesado en función del parámetro Tráfico de Proyecto, TP, que son las que se especifican a continuación:

Categoría de Tráfico	TP(en millones)
T00	43,8 - 87,6
T0	21,9 - 43,8
T1A	15,3 - 21,9
T1B	8,8 - 15,3
T2A	4,4 - 8,8
T2B	2,2 - 4,4
T3A	1,1 - 2,2
T3B	0,55 - 1,1
T4A	0,27 - 0,55
T4B	< 0,27

2.3 Categoría de la explanada

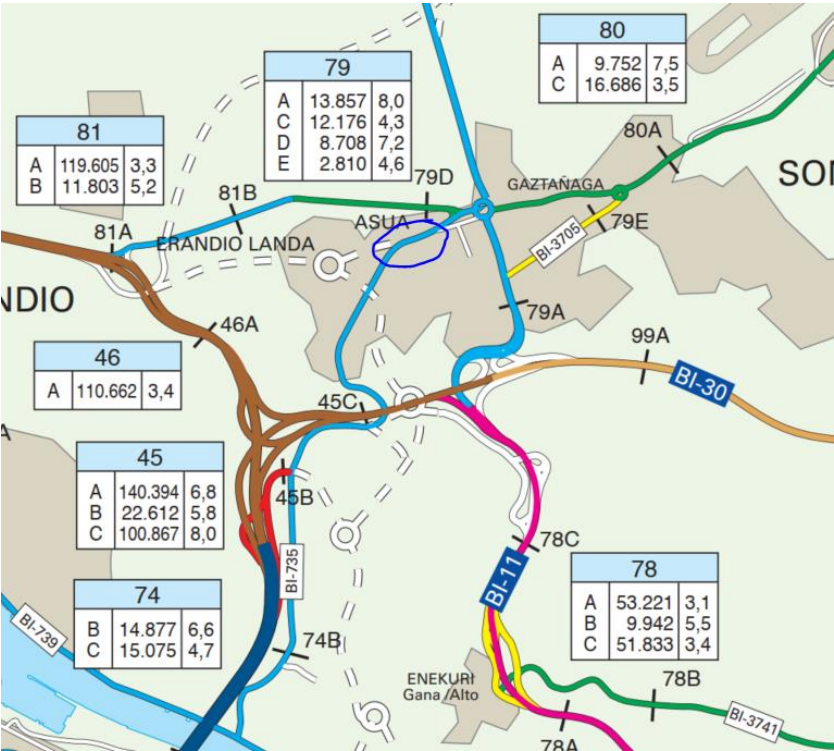
La Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras del País Vasco considera para el dimensionamiento del firme tres categorías de explanada, caracterizadas por su módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (E_{v2}), obtenido de acuerdo con la NLT-357 “ensayo de carga con placa”, cuyos valores se indican en el cuadro siguiente:

Categoría de la Explanada	EV2 (MPa)
EX1	≥ 120
EX2	≥ 200
EX3	≥ 300

2.4 Datos de Tráfico

Se han consultado los datos de tráfico facilitados por la Diputación Foral del año 2019 y obtenidos del documento: “Evolución del tráfico en las carreteras de Bizkaia. Avance del Informe 2019: mapas y tablas de intensidades de tráfico”.

Se han obviado los datos del año 2020 al considerarse que están condicionados por el efecto de la pandemia.



La única estación que se localiza en esta carretera es la 74 B cuyos datos son:

Sus principales datos son los siguientes:

Estación	Carretera	Tramo	IMD 2019	% pesados
74 B	BI-735	Lutxana(Erandio)-Asua	14.877	6,6%

3 Firme Existente

La composición de la estructura del firme existente se ha obtenido a través de un sondeo realizado en la campaña de Mayo del año 2001.

Los resultados obtenidos son:

Caracterización de firmes - Red foral de Bizkaia

Visualizador v 3.1

ArchivoReferenciaFotografíasGISSeñalizaciónInformesAyuda

SONDEO

Campaña Mayo 2001

Sin filtrado

Todos los registros

DATOS DEL SONDEO 04 DE LA CARRETERA BI-735

PK DEL SONDEO

11+010

CARRIL SENTIDO

IZQUIERDO

SEÑALIZACIÓN TIPO

C

FECHA TOMA DATOS

26/04/2001

COORDENADAS UTM

X504.081Y4.794.783

DEFLEXIÓN

26,671

DATOS DE AFOROS (2000)

ESTACIÓN DE AFORO

81B

INTENSIDAD MEDIA DIARIA

13.061

% DE VEHÍCULOS PESADOS

8,5

DISTANCIAS DE REFERENCIA

A LÍNEA BLANCA

530 cm

AL HITO ANTERIOR

12 cm

A LÍNEA DEL EJE

120 cm

OTRA REFERENCIA

DESCRIPCIÓN DE LA REFERENCIA ADICIONAL

TRAMOS REFERIDOS

PK INICIAL

10+800

PK FINAL

11+380

CARACTERÍSTICAS CALZADA (Anchuras en m)

Entorno

NINGUNO

Berma - Arcén

0,6 m

Carril Izquierdo

3,8 m

Carril Derecho

6,5 m

Berma - Arcén

0,7 m

Entorno

NINGUNO

REFERENCIA

DATOS DE FIRME

FOTOGRAFÍAS

REGISTRO

SEÑALIZACIÓN

Ver datos de sondeo

Punto de control número 646 de 867

Caracterización de firmes - Red foral de Bizkaia

Visualizador v 3.1

ArchivoReferenciaFotografíasGISSeñalizaciónInformesAyuda

SONDEO

Campaña Mayo 2001

Sin filtrado

Todos los registros

CAPAS ENCONTRADAS EN EL SONDEO 04 DE LA CARRETERA BI-735

FUNCIÓN	ORDEN	TIPO	PROFUNDIDAD	ESPESOR	FECHA	SUBT. MEZCLA	SUBT. ARIDO	SUBT. GRANUL.	DENSIDAD
RODADURA	01	MEZCLA BITUMINOSA	0-7,5	7,5		CONVENCIONAL	OFÍTICO		2,5
INTERMEDIA	02	MEZCLA BITUMINOSA	7,5-13	5,5		CONVENCIONAL	CALIZO		2,4
BASE	03	HORMIGÓN	13-18	5					2,4
BASE	04	CAPA GRANULAR	18-32	14			CALIZO	ZAHORRA ARTIF	2,3
SUBBASE	05	HORMIGÓN	32-40	8					2,4
SUBBASE	06	CAPA GRANULAR	40-60	20			CALIZO	ZAHORRA ARTIF	2,3
EXPLANADA	07	CAPA GRANULAR	60-	70			ESCORIA ACER	GRAVIAS	1,85

Propiedades:

Comentarios a la densidad:

RESULTADOS DEL ANÁLISIS 715/2001

MUESTRA	%BETÚN (Áridos)	%BETÚN (Mezcla)	% FILLER	RELACIÓN FILLER/BETÚN
OFITA	6	5,66	6,66	1,11
CALIZA	4,79	4,57	5,61	1,17

Comentarios:

COMENTARIOS GENERALES AL REGISTRO

REFERENCIA

DATOS DE FIRME

FOTOGRAFÍAS

REGISTRO

SEÑALIZACIÓN

Punto de control número 646 de 867

En el Apéndice 5.1. se adjunta la información relativa a este sondeo.

Anejo nº5. Estudio de Firmes y Pavimentos

X000010000000126-PC-PC-AN-EFP-0

4

 **Bizkaia**
foru aldundia
diputación foral

 **FULCRUM**

4 Elección de la sección estructural

4.1 Determinación de la intensidad de tráfico

La elección de la sección estructural del firme se hará atendiendo a la categoría de tráfico obtenida. Se empleará para ello los datos de aforo recogidos en la estación de aforo de la BI-735.

Para el cálculo de la misma se empleará el método recogido en la Norma para el Dimensionado de Firmes del País Vasco del año 2.012.

$$\left(IMD_p^{APS} \right)^* = \left(IMD_p^{Aforo} \right) \cdot (1 + r)^n$$

Siendo:

- r: Tasa anual estimada de crecimiento del tráfico pesado entre el año del aforo o estudio específico y el año previsto de puesta en servicio del tramo, en tanto por uno
- n: Periodo comprendido entre el año del aforo o estudio específico y el año previsto de puesta en servicio del tramo, en años

Se puede tomar el parámetro r como el mayor de las medias de los cinco o de los tres últimos valores de crecimiento del tráfico recogidos en la serie histórica de los informes anuales de aforos. Si se desconoce la fecha de puesta en servicio del tramo se puede suponer que transcurrirán 3 años a partir de la fecha en que se redacte el proyecto.

En nuestro caso, los crecimientos de tráfico en las estaciones consideradas son:

Estación	Tramo	Crecimiento 5 años	Crecimiento 3 años
74B	Lutxana(Erandio)-Asua	-0,7 %	-0,6 %

Al ser ambos valores negativos y tener una IMDp inferior a 1600, se considera una tasa constante del 2%. Se estima el año 2024 como año de puesta en servicio.

Estación	Tramo	IMD 2019	% pesados	IMD _p	IMD ₂₀₂₄
74B	Lutxana(Erandio)-Asua	14.877	6,6 %	982	1084

4.2 Determinación de la categoría de tráfico

El Tráfico de Proyecto se obtendrá mediante la expresión:

$$TP = \left(IMD_p^{APS} \right)^* \cdot 365 \cdot F \cdot \gamma_T$$

Donde,

- $\left(IMD_p^{APS} \right)$: Intensidad Media Diaria de vehículos pesados en el año de puesta en servicio del tramo.
- F: Factor de crecimiento del tráfico de vehículos pesados durante el periodo de proyecto.
- γ_T Coeficiente de ponderación de las cargas de tráfico.

El coeficiente de ponderación se obtiene de la expresión:

$$\gamma_T = \gamma_c \cdot \gamma_r \cdot \gamma_l$$

Siendo,

- γ_c Coeficiente de asignación del tráfico pesado al carril de proyecto.
- γ_r Coeficiente que tiene en cuenta la variabilidad en la estimación del tráfico de proyecto.
- γ_l Coeficiente que tiene en cuenta la influencia de la pendiente longitudinal del tramo objeto del proyecto.

El coeficiente obtenido para cada estación:

	γ_c	γ_l	γ_r	γ_T
74B	0,5	1,3	1	0,65

Como la IMD_p^{APS} es menor de 1.600, se toma por defecto r=2% y por tanto, F=25.

Por tanto, el tráfico de proyecto y la categoría de tráfico son:

	IMD_p^{APS}	F	Tráfico de proyecto	Categoría de tráfico
74B	1084	25	6.429.475	T2A

Se considera para todo el tramo incluido en el proyecto la categoría de tráfico **T2A**.

4.3 Sección estructural

4.3.1 Tipo de Explanada

A efectos de definir la estructura del firme se establecen tres categorías de explanadas mejorada denominadas EX1, EX2 y EX3. La categoría mínima necesaria será función del Tráfico del Proyecto (véase tabla 6.1).

Tabla 6.1. Categoría necesaria de Explanada Mejorada

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

En la figura 6.2 se definen las soluciones posibles de Explanada Mejorada en función de su categoría y del tipo de Terreno Subyacente.

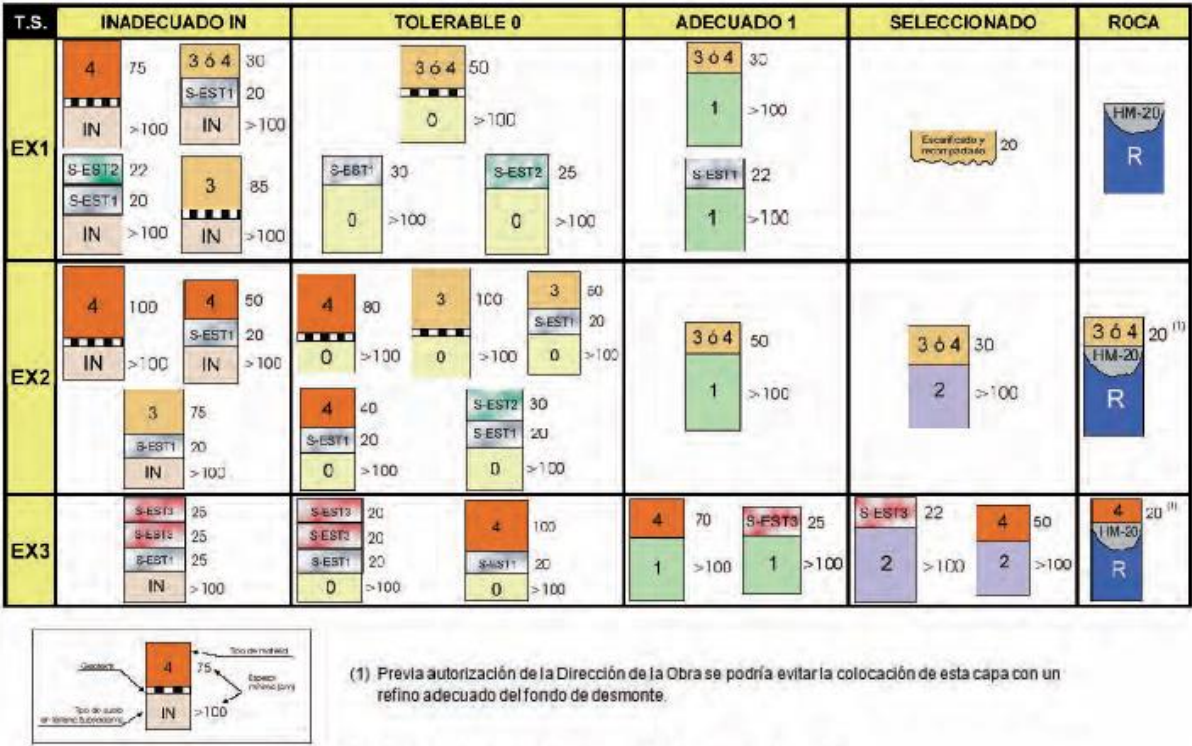


Figura 6.2 Catálogo de Secciones de Explanada Mejorada

Según se define en el **Anejo nº2. Geología y Geotecnia**, se ha caracterizado la explanada a partir de los datos obtenidos en los sondeos, en los que se observa la presencia de varias capas de firmes con una potencia superior a 70 cm, tras la que se encuentra la explanada.

Considerando que los nuevos firmes se apoyan sobre los actuales la explanada puede considerarse que se trata de un suelo seleccionado

Para el paquete de firme se opta por firmes semirígidos sobre materiales tratados con cemento, concretamente gravacemento. En este caso, para formar la explanada mejorada se debe de emplear

un suelo estabilizado in situ S-EST3, tal y como se refleja en el cuadro de secciones tipo 2.3 y sólo se proyectarán sobre explanadas de la categoría EX3 de la norma.

Secciones tipo 2.3

	EX1	EX2	EX3 (*)
T00			
T0			
T1			
T2			
T3			
T4			

(*) Sólo secciones de Explanada Mejorada con coronación de suelo estabilizado in situ tipo S-EST3
Nota: Espesores en cm

Para obtener la categoría de explanada tipo EX3, será necesaria la extensión de 22 cm de suelo estabilizado S-EST3.

Por su parte, para los terraplenes se considera la extensión de una capa inferior de 100 cm de suelos seleccionados tipo 2 bajo los 22 cm de S-EST3.

4.3.2 Sección de firmes

Tal y como se ha comentado se ha seleccionado un tipo de firme semirígido compuesto por un mezcla bituminosa de 15 cm dispuesto sobre capa de gravacemento de 25 cm.

El paquete de firmes elegido quedará compuesto por las siguientes capas acorde a la citada instrucción:

cuadro de materiales sobre granular		
tipo	material	espesor cm
a	capa de rodadura mezcla bituminosa en caliente AC22 SURF S siderúrgico	6
	riego de adherencia c60bp4ter	
b	capa de base bituminosa en caliente AC22 base S caliza	9
	riego de adherencia c60bp4ter	
	riego de curado	
c	gravacemento	
d	S-EST3	22
e	suelo seleccionado en terraplén	100

4.5 Aprovechamiento de firmes

Se considera el aprovechamiento del paquete de firmes existente únicamente en los cuñas situadas en los extremos del ámbito de actuación, donde el recrecido de la rasante permite extender una o las dos capas de mezcla bituminosa después de efectuar un fresado de 6 cm de la capa actual.

