



www.krean.com

LKS INGENIERÍA, S.COOP.



05 Eranskina. Bide-zoru eta zoladurak • Anejo 05. Firmes y pavimentos

01_02_AN05_Firmes_rev00.docx

Proiektua • Proyecto
"OLANDIXO"-KO REURBANIZAZIO PROIEKTUA •
PROYECTO DE REURBANIZACIÓN "OLANDIXO".

Sustatzailea • Promotor
LABORAL KUTXA-IKERLAN-LAGUN ARO

Data • Fecha
2020 Abendua • Diciembre 2020

Eqilea • Autor
Enrique Elkoroberezibar Markiegi
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

aurkibidea • índice

1.#	INTRODUCCIÓN	3#
2.#	CRITERIOS DE DISEÑO	4#
2.1.#	Trafico	4#
2.2.#	Explanada.....	5#
2.3.#	Secciones de firme.....	8#
3.#	CARACTERISTICAS DE DE LOS DE FIRMES	10#

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente Anejo es la justificación de la elección de las secciones estructurales de firme, pavimentos, aceras y los elementos necesarios de señalización vial, tanto vertical como horizontal, a la red viaria que conforma la trama urbana del Proyecto de Reurbanización "Olandixo" en Arrasate-Mondragón (Gipuzkoa).

2. CRITERIOS DE DISEÑO

Para el dimensionamiento del firme en los distintos viales del Proyecto se va a aplicar la Metodología de la vigente **Instrucción 6.1-I.C. "Secciones de firme"** aprobada por la [Orden FOM/3460/2003](#), de 28 de noviembre (BOE 12-12-03).

2.1. Trafico

La estructura del firme, deberá adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente del más pesado, durante la vida útil del firme. Por ello, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría de tráfico pesado.

Para la asignación del tráfico esperado por carriles se procederá de la siguiente manera:

- En calzadas de dos carriles y con doble sentido de circulación, incide sobre cada carril la mitad de los vehículos pesados que circulan por la calzada.
- En calzadas de dos carriles por sentido de circulación, en el carril exterior se considera la categoría de tráfico pesado correspondiente a todos los vehículos pesados que circulan en ese sentido.

A los efectos de aplicación de la norma, se definen ocho categorías de tráfico pesado, según la IMDp que se prevea para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio.

CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORIA DE TRAFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (Vehículos pesados/día)	> 4000	3999-2000	1999-800	799-200

CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORIA DE TRAFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (Vehículos pesados/día)	199-100	99-50	49-25	< 25

Salvo justificación en contrario, en las vías de servicio no agrícolas de autopistas, autovías y otras carreteras de calzadas separadas (excepto en las de categorías de tráfico pesado T00 y T0, para las que es preceptivo un estudio específico) se podrán considerar secciones estructurales especificadas para dos categorías de tráfico pesado menos que la que corresponda a la calzada principal.

Donde se justifique que los ejes de los vehículos pesados pueden estar especialmente sobrecargados, deberá considerarse la posibilidad de adoptar una categoría de tráfico pesado inmediatamente superior, sobre todo en los valores próximos al límite superior de la categoría correspondiente. Del mismo modo podrá procederse en los casos de tramos en rampa con inclinaciones medias superiores al 5% (o superiores al 3% cuya longitud sea superior a 500 m).

Para la determinación del tráfico de proyecto en firmes de adoquín de hormigón, se seguirán los criterios marcados por la “Asociación para la investigación y de desarrollo del adoquín de hormigón”, según la tabla siguiente:

	CODIGO AMERICANO	CODIGO ESPAÑOL	DESCRIPCION DE USO
CATEGORIAS DE TRAFICO	H	C4	AREAS PEATONALES, CALLES RESIDENCIALES, APARCAMIENTOS DE VEHICULOS LIGEROS ...
	A	C3	CALLES COMERCIALES DE POCA ACTIVIDAD (15 v.p.d.).
	B	C2	CALLES COMERCIALES DE GRAN ACTIVIDAD (15 a 24 v.p.d.).
	C	C1	ARTERIAS PRINCIPALES (25 a 49 v.p.d.).
		C0	ARTERIAS PRINCIPALES DE GRAN AFLUENCIA DE TRAFICO, PARADAS DE AUTOBUSES, ESTACIONES DE SERVICIO, (50 a 149 v.p.d.).
CATEGORIAS DE TRAFICO	D	ZONAS INDUSTRIALES	ARTERIAS PRINCIPALES CON AFLUENCIA ENTRE 150 Y 499 v.p.d. FORJADOS DE ZONAS INDUSTRIALES CON CARGAS MEDIAS, TERMINALES DE CAMIONES PESADOS...
	E		ZONAS INDUSTRIALES MUY PESADAS (500 A 1500 v.p.d.).

Donde: v.p.d.: Vehículos pesados por día.

Debido a las características específicas teniendo en cuenta la futura ampliación del sector industrial, **se ha adoptado un tráfico equivalente T32-T41**, de la norma; donde la intensidad media de vehículos pesados está comprendida entre los siguientes valores:

$$25 < \text{IMDp} < 99$$

2.2. Explanada

A los efectos de definir la estructura del firme en cada caso, se establecen tres categorías de explanada, denominadas respectivamente E1, E2 y E3. Estas categorías se determinan según el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (Ev2), obtenido de acuerdo con la NLT-357 "Ensayo de carga con placa ", cuyos valores se recogen en la tabla 2.

MÓDULO DE COMPRESIBILIDAD EN EL SEGUNDO CICLO DE CARGA

CATEGORIA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
Ev2 (MPa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300

SUELOS INADECUADOS O MARGINALES			
CATEGORIA DE LA EXPLANADA	E1 ($E_{v2} \geq 60$ MPA)	1	100
		S-EST1	30
		IN	IN
	E2 ($E_{v2} \geq 120$ MPA)	S-EST1	30
		1	50
		S-EST1	30
		2	30
		0	60
		0	70
E3 ($E_{v2} \geq 300$ MPA)	S-EST2	30	
	2	40	
	1	60	
S-EST2	30		
S-EST1	50		
S-EST1	50		
S-EST3	30		
S-EST3	30		
S-EST3	30		
IN	IN		
IN	IN		
IN	IN		

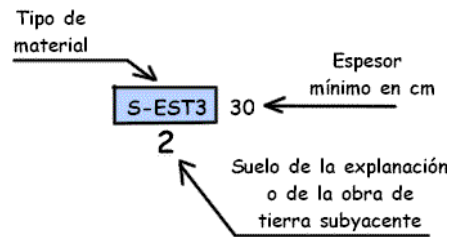
SUELOS TOLERABLES (0)			
CATEGORIA DE LA EXPLANADA	E1 ($E_{v2} \geq 60$ MPA)	1	60
		0	0
		S-EST1	25
	E2 ($E_{v2} \geq 120$ MPA)	0	0
		2	75
		S-EST2	25
		S-EST1	25
		0	0
		2	40
1	50		
0	0		
E3 ($E_{v2} \geq 300$ MPA)	S-EST3	30	
	2	30	
	0	0	
S-EST3	30		
S-EST3	30		
S-EST3	30		
1	50		
0	0		

SUELOS ADECUADOS (1)		
CATEGORIA DE LA EXPLANADA	E1 ($E_{v2} \geq 60$ MPA)	1
		100
	E2 ($E_{v2} \geq 120$ MPA)	2
		55
		1
		S-EST2
		25
		1
	3	
35		
1		
E3 ($E_{v2} \geq 300$ MPA)	S-EST3	
	30	
1		

SUELOS SELECCIONADOS (2) y (3)		
CATEGORIA DE LA EXPLANADA	E1 ($E_{v2} \geq 60$ MPA)	-
	E2 ($E_{v2} \geq 120$ MPA)	2
		100
		3
	E3 ($E_{v2} \geq 300$ MPA)	S-EST3
		30
		2
	S-EST3	
	25	
3		

ROCA (R)		
CATEGORIA DE LA EXPLANADA	E1 ($E_{v2} \geq 60$ MPA)	-
	E2 ($E_{v2} \geq 120$ MPA)	-
	E3 ($E_{v2} \geq 300$ MPA)	HM-20
		R

IN	Suelo inadecuado o marginal (Art. 330 del PG-3)
0	Suelo tolerable (Art. 330 del PG-3)
1	Suelo adecuado (Art. 330 del PG-3)
2	Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)
3	Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)
S-EST1	Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)
S-EST2	Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)
S-EST3	Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)
HM-20	Hormigón (Art. 610 del PG-3)



SIMBOLO	DEFINICION DEL MATERIAL	ARTICULO DEL PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
IN	Suelo inadecuado o marginal	330	- Su empleo sólo será posible si se estabiliza con cal o con cemento para conseguir S-EST1 o S-EST2
0	Suelo tolerable		- CBR ≥ 3 (*) - Contenido en materia orgánica < 1% - Contenido en sulfatos solubles (SO ₃) < 1% - Hinchamiento libre < 1%
1	Suelo adecuado		- CBR ≥ 5 (*) (**)
2	Suelo seleccionado		- CBR ≥ 10 (*) (**)
3	Suelo seleccionado		- CBR ≥ 20 (*)
S-EST1	Suelo estabilizado in situ con cemento o con cal	512	- Espesor mínimo: 25 cm
S-EST2			- Espesor máximo: 30 cm
S-EST3			

La cota de la explanada deberá quedar al menos a sesenta centímetros (60 cm) por encima del nivel más alto previsible de la capa freática donde el macizo de apoyo esté formado por suelos seleccionados; a ochenta centímetros (80 cm) donde esté formado por suelos adecuados; a cien centímetros (100 cm) donde sean tolerables, y a ciento veinte centímetros (120 cm) donde sean marginales o inadecuados.

A tal fin se adoptarán medidas tales como la elevación de la cota de la explanada, la colocación de drenes subterráneos, la interposición de geotextiles o de una capa drenante, etc., asegurando además la evacuación del agua que se pueda infiltrar a través del firme de la calzada y de los arcenes.

En desmontes en roca se evitará la retención del agua en la explanada mediante un sistema de drenaje adecuado y el relleno con hormigón tipo HM-20 (Art. 610 del PG-3) de las depresiones que puedan retener el agua o impedir su escorrentía.

Consideramos una **categoría de explanada tipo E2** resultante de disponer **50 cm de Suelo Seleccionado CBR > 20%** sobre una base de suelo adecuado.

2.3. Secciones de firme

Para definir el dimensionamiento de las secciones de firme en cada caso, fundamentalmente, se basa en las relaciones, en cada tipo de sección estructural, entre las intensidades de tráfico pesado y los niveles de deterioro admisibles al final de la vida útil.

La norma presenta dos tipos de secciones de acuerdo con la Norma 6.1-IC "Secciones de firme" del Ministerio de Fomento.

- Secciones tipo 1: Firmes flexibles o semiflexibles.
- Secciones tipo 2: Firmes semirrígidos sobre materiales tratados con cemento.

En base a los criterios especificados anteriormente, se fija la siguiente sección de firme **T3B-T4A**, obtenida de la norma de firmes 6.1-IC:

		EX1	EX2	EX3 (*)
T00			37 MEZCLAS BITUMINOSAS 25 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4	32 MEZCLAS BITUMINOSAS 25 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4
T0			33 MEZCLAS BITUMINOSAS 25 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4	28 MEZCLAS BITUMINOSAS 25 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4
T1	T1A		29 MEZCLAS BITUMINOSAS 25 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4	24 MEZCLAS BITUMINOSAS 25 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4
	T1B		26 MEZCLAS BITUMINOSAS 25 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4	22 MEZCLAS BITUMINOSAS 25 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4
T2	T2A		24 MEZCLAS BITUMINOSAS 25 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4	19 MEZCLAS BITUMINOSAS 25 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4
	T2B	20 MEZCLAS BITUMINOSAS 35 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4	20 MEZCLAS BITUMINOSAS 25 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4	16 MEZCLAS BITUMINOSAS 25 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4
T3	T3A	17 MEZCLAS BITUMINOSAS 35 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4	17 MEZCLAS BITUMINOSAS 25 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4	--
	T3B	15 MEZCLAS BITUMINOSAS 35 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4	14 MEZCLAS BITUMINOSAS 25 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4	--
T4	T4A	10 MEZCLAS BITUMINOSAS 40 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4	10 MEZCLAS BITUMINOSAS 30 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4	--
	T4B	5 MEZCLAS BITUMINOSAS 40 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4	5 MEZCLAS BITUMINOSAS 30 ZAHORRA ARTIFICIAL 3/4	--

(*) Sólo secciones de Explanada Mejorada con coronación de suelo seleccionado tipo 4.

Nota: Espesores en cm

Se colocará una sección intermedia de 25 cm de zahorra artificial y 12 cm de mezcla bituminosa.

3. CARACTERISTICAS DE LOS DE FIRMES

A continuación se enumera el firme, así como los tráfico y explanadas de diseño previstos en las ampliaciones previstas.

ZONA	TRAFICO	TIPO DE FIRME	EXPLANADA	METODO DE DIMENSIONAMIENTO
VIAL 2 NUEVO	T3B-T4A	ASFALTICO	E-2	6.1-I.C

Rodadura	5 cm Mezcla bituminosa en caliente Tipo de Betún Tipo de áridos Desgaste de Los Angeles Fíller de aportación Relación Fíller/betún	AC16 surf D B 60/70 Ofíticos <25 100% 1.2
Riego de adherencia	Emulsión Dotación	EAR-1 1.0 kg/m²
Intermedia	7 cm Mezcla bituminosa en caliente Tipo de Betún Tipo de áridos Desgaste de Los Angeles Fíller de aportación Relación Fíller/betún	AC22 base G B 60/70 Calizos <25 50% 1.1
Riego de Imprimación	Emulsión Dotación	EAL-1 1.5 kg/m²
Base	25 cm Zahorra Artificial Granulometría Desgaste de Los Angeles Equivalente de arena	ZA-25 <30 >35

Para la ejecución de la explanada será necesario previamente la retirada del horizonte orgánico del suelo (tierra vegetal).