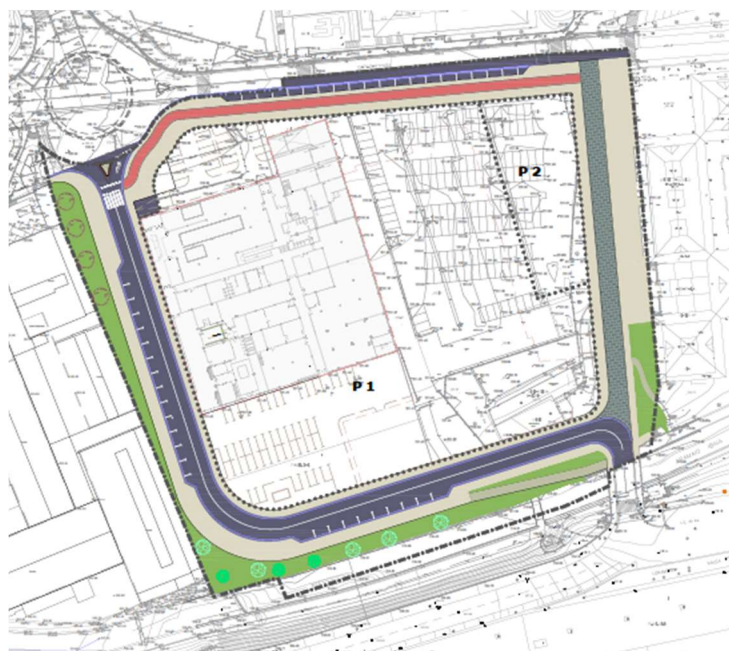




KREAN, S.COOP.



## 06 Eranskina. Bide-zoruak • Anejo 06. Firmes

Proyecto • Proiektua  
**ARRASATEN, AI-A.E. 15.1 GAUTXORIKO**  
**URBANIZAZIO PROIEKTUA • PROYECTO DE**  
**URBANIZACIÓN DEL AI-A.E. 15.1 GAUTXORI EN**  
**ARRASATE-MONDRAGÓN**

Promotor • Sustatzailea  
**Mondragon Goi Eskola Politeknikoa**

Fecha • Data  
**2021 Maiatza • Mayo 2021**

Autor • Egilea  
**Enrique Elkoroberezibar Markiegi**  
Ingeniero de caminos, canales y puertos



# Índice • aurkibidea

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>CRITERIOS DE DISEÑO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.</b>	<b>Trafico .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2.</b>	<b>Explanada .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3.</b>	<b>Secciones de firme.....</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>CARACTERISTICAS DE DE LOS DE FIRMES .....</b>	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS .....</b>	<b>8</b>
<b>4.1.</b>	<b>Aceras .....</b>	<b>8</b>
<b>4.2.</b>	<b>Bordillos .....</b>	<b>8</b>
<b>4.3.</b>	<b>Señalización .....</b>	<b>8</b>

## 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 Urbanización del AI-A.E. 15.1 Gautxori 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 **“Norma para el dimensionamiento de firmes en la Red de Carreteras del País Vasco”**

### 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	T2A	T2B
IMDp (Vehículos pesados/día)	> 4000	3999-2000	1999-800	799-400	399-200

### CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORIA DE TRAFICO PESADO	T3A	T3B	T4A	T4B
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).

Debido a las características específicas teniendo en cuenta la futura ampliación del sector industrial, **se ha adoptado un tráfico equivalente T3B-T4A**, de la norma; donde la intensidad media de vehículos pesados está comprendida entre los siguientes valores:

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

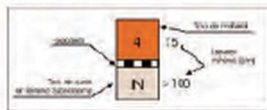
## 2.2. Explanada

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	EX1	EX2	EX3
Ev2 (MPa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300

T.S.	INADECUADO IN	TOLERABLE 0	ADECUADO 1	SELECCIONADO	ROCA
EX1					
EX2					
EX3					



(1) Previa autorización de la Dirección de la Obra se podría evitar la coloración de esta capa con un refino adecuado del fondo de desmenu.

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 $\geq$ 3 (*) - Contenido en materia orgánica < 1% - Contenido en sulfatos solubles (SO <sub>3</sub> ) < 1% - Hinchamiento libre < 1%
1	Suelo adecuado		- CBR $\geq$ 5 (*) (**)
2	Suelo seleccionado		- CBR $\geq$ 10 (*) (**)
3	Suelo seleccionado		- CBR $\geq$ 20 (*)
S-EST1 S-EST2 S-EST3	Suelo estabilizado in situ con cemento o con cal	512	- Espesor mínimo: 25 cm - Espesor máximo: 30 cm

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.

En el estudio geotécnico se califica los suelos como Inadecuados. No se dispone información suficiente, ya que no se han realizado ensayos de laboratorio; por lo que en la fase de obra se realizarán catas para determinar la calificación definitiva del suelo, pudiéndose dar el caso de que éste fue Tolerable

Consideramos una **categoría de explanada tipo EX1** resultante de disponer **85 cm de Suelo Seleccionado CBR>20%** sobre una base de suelo inadecuado.

En el caso de que en fase de obra se catalogara el suelo como Tolerable se dispondrían 50 cm de Suelo Seleccionado CBR>20%,

### 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.

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

		EX1	EX2	EX3 (*)
T00				
T1	T1A			
	T1B			
T2	T2A			
	T2B			
T3	T3A			--
	T3B			--
T4	T4A			--
	T4B			--

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

Nota: Espesores en cm

**Se colocará una sección intermedia de 40 cm de zahorra artificial y 12 cm de mezcla bituminosa.**

### 3. CARACTERISTICAS DE DE LOS DE FIRMES

A continuación, se enumeran las diferentes zonas en las que se proyectan firmes de distinta naturaleza, así como los tráfico y explanadas de diseño previstos de cada una de ellas.

ZONA	TRAFICO	TIPO DE FIRME	EXPLANADA	METODO DE DIMENSIONAMIENTO
<b>VIAL 1</b>	<b>T3B-T4A</b>	<b>ASFALTICO</b>	<b>EX1</b>	<b>Norma PV</b>

En las siguientes páginas se adjuntan las descripciones de cada una de las secciones adoptadas. mientras que la justificación de cada una de las secciones adoptadas se presenta en el apartado nº5 "Justificación del dimensionamiento".

<b>Rodadura</b>	<b>5 cm</b> 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 <b>Ofíticos</b> <25 100% 1.2
<b>Riego de adherencia</b>	Emulsión Dotación	EAR-1 <b>1.0 kg/m<sup>2</sup></b>
<b>Intermedia</b>	<b>7 cm</b> 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 <b>Calizos</b> <25 50% 1.1
<b>Riego de Imprimación</b>	Emulsión Dotación	EAL-1 <b>1.5 kg/m<sup>2</sup></b>
<b>Base</b>	<b>40 cm</b> 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).

## 4. CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

### 4.1. Aceras

El acerado estará compuesto por una solera de veintidós (21) cm de espesor de hormigón HF-40, que se asentará, sobre una capa de veinticinco (25) cm de zahorra artificial. La disposición de ambas se puede apreciar en los detalles existentes en los planos.

### 4.2. Bordillos

Se dispondrán bordillos como separación de los distintos tipos de pavimentos, y como delimitación entre las zonas correspondientes a urbanización y parcela.

Los bordillos propuestos en el presente proyecto son:

- Tipo C5-R5 de 15x25 cm, para delimitación de aceras con calzadas y aceras con aparcamientos vehículos.

Todos los bordillos serán prefabricados de hormigón, con doble capa en sus caras vistas.

Además de los bordillos descritos se ha proyectado una losa cóncava, caz, prefabricada de hormigón, para la recogida de aguas en las limahoyas formadas en la unión de calzada con banda de servicios, o en la de calzada con aparcamiento de vehículos ligeros.

En el caso de unión de calzada con acera, además del bordillo se dispondrá de una rigola, de 40 cm de anchura, construida "in situ" con hormigón HM-12,5.

### 4.3. Señalización

Será de dos tipos, vertical y horizontal.

Para la definición de la misma se ha seguido la Normativa del MOPTMA, y más concretamente las Normas 8.1-IC "Señalización Vertical" y la 8.2-IC "Marcas Viales".

#### Señalización vertical.

La señalización vertical comprende los postes y las señales de CEDA EL PASO, PASO DE PEATONES, DIRECCION OBLIGATORIA, PROHIBICIÓN DE CIRCULACIÓN, CIRCULACIÓN GIRATORIA, etc.

Las dimensiones de las señales tipo P(peligro) y tipo R(reglamentación) en los viales del polígono serán de 600 mm de diámetro las circulares, de 900 mm de lado las triangulares y octogonales y de 600 mmm de lado las cuadradas.

En los planos de planta correspondientes, se han dibujado los elementos de señalización vertical en el punto donde deben situarse, indicando su código de acuerdo con el Catálogo de Señales Verticales de Circulación Tomos I y II de la Dirección General de Carreteras (marzo de 1992).

Las señales de diseño fijo se podrán agrupar en un mismo punto, con un máximo de dos señales siempre que las indicaciones de ambas señales sean complementarias.

Las señales tendrán como mínimo una separación entre sí de 50 metros, de forma que las decisiones que debe tomar el conductor en función de su indicación, pueda realizarlas sucesivamente y con seguridad.

Las señales de reglamentación se situarán en la sección donde comience su aplicación.

Las señales se colocarán en el margen derecho de la carretera y se duplicarán en los casos en que el tráfico pudiera obstruir la visibilidad de las señales situadas a la derecha.



Las señales de advertencia de peligro y de reglamentación se colocan en ambos márgenes.

En los viales, las señales y carteles se colocan de modo que su borde más próximo diste al menos 0,5 m del bordillo de la calzada.

En zonas urbanas si la señal se situase sobre aceras o zonas destinadas a la circulación de peatones, la diferencia de cota entre el borde inferior de la señal y el suelo no será inferior a 2,20 metros.

Las señales y carteles situados en los márgenes de los viales se girarán ligeramente hacia afuera, con un ángulo de 3º respecto de la normal que une el borde de la calzada frente a ellas con el punto del mismo borde situado 150 m antes.

Las señales de destino se situarán perpendiculares a la visual del conductor a quien va destinado su mensaje situado a 50 m antes de ellas.

Los carteles situados sobre la calzada se inclinarán ligeramente hacia abajo (4 cm/m).

Las características de los materiales a emplear están definidas en los artículos correspondientes del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto.

### **Señalización horizontal.**

La señalización horizontal se compone de líneas discontinuas de eje, pasos de peatones y flechas de dirección, según se indica en el plano de señalización.

Para la elección de materiales para señalización horizontal se ha seguido el criterio establecido en el Artículo 700 del PG3 (O.M. 28-12-99) según el cual el material dependerá del factor de desgaste. Éste es función de la situación de la marca vial, de la textura del pavimento, del tipo de vía y de la IMD y la propia experiencia en este tipo de actuaciones del equipo redactor.

El resultado de la aplicación de este criterio es el uso de pinturas para las marcas longitudinales donde no se prevea la salida de camiones y las marcas situadas en zonas excluidas al tráfico y de productos de larga duración para las marcas para separación de carriles especiales y los pasos de peatones, líneas transversales, símbolos, letras y flechas, así como las marcar longitudinales en las zonas donde se encuentran los atraques.

Sin embargo, la experiencia demuestra que en este tipo de actuaciones toda la señalización está expuesta a un desgaste ya que los camiones atraviesan continuamente las marcas longitudinales por lo que se aconseja el uso de productos de larga duración en todas las marcas viales situadas dentro del Sector Industrial.

Los productos de larga duración serán plásticos en frío de dos componentes por su gran resistencia al desgaste y por su facilidad de puesta en obra ya que no requieren el uso de maquinaria alguna estando especialmente indicados para actuaciones puntuales, marcas transversales y símbolos situados dentro de la calzada.