



---

BURRIANA - CASTELLÓN

**ANEJO N° 16:  
JUSTIFICACIÓN DE FIRME**

## ÍNDICE

### JUSTIFICACIÓN DEL FIRME

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- TRÁFICO
- 3.- EXPLANADA
- 4.- ELECCIÓN DEL FIRME
  - Calles principales
  - Calles secundarias
  - Calles peatonales – coexistencia
  - Aparcamientos
  - Aceras
  - Carril bici
  - Bordillos y encintados

ANEXO 1: Plano de justificación de firmes

## 1.- INTRODUCCIÓN

Las funciones que se le exigen a cualquier firme son, entre otras:

- ✓ Proporcionar una superficie de rodadura segura, cómoda y de características permanentes bajo las cargas repetidas de tráfico.
- ✓ Resistir las sollicitaciones del tráfico previsto durante el periodo de proyecto, y repartir las presiones verticales ejercidas por las cargas, de forma que a la explanada sólo llegue una fracción muy pequeña de éstas, compatible con su capacidad de soporte.

Con todo ello, las características estructurales están relacionadas con los materiales empleados y en particular las mecánicas, con los espesores de las capas, es lo que se denomina capacidad portante del firme, mejor cuanto mayor sea el espesor de la capa y la calidad de los materiales utilizados.

En nuestro caso concreto, para el diseño de los distintos paquetes de firme se han conjugado los criterios establecidos en las publicaciones siguientes:

- “Secciones estructurales de firmes urbanos en sectores de nueva construcción” de los autores Eduard Alabern i Valenti y Carles Guilemany i Casadamon.
- Instrucción 6.1-I.C. y 6.2-I.C. de Secciones de firme del Ministerio de Fomento.
- Orden circular 10/02 sobre “Secciones de Firme y Capas Estructurales de Firmes” de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

La antigua Instrucción 6.1-I.C. y 6.2-I.C., modificada por la Orden Circular mencionada, es aplicable a los proyectos de firmes de carreteras de nueva construcción y de acondicionamiento de las existentes, por lo que no es de obligado cumplimiento en urbanizaciones. Sin embargo suele ser utilizada habitualmente para el dimensionamiento de firmes, y utilizaremos sus especificaciones para obtener el dimensionamiento del mismo en las calles principales.

## 2- TRÁFICO

La orden circular 10/02 sobre “Secciones de Firme y Capas Estructurales de Firmes” establece 8 categorías de tráfico en función de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea para el carril de proyecto en el año de la puesta en servicio, según la tabla siguiente.

| <b>Categorías de Tráfico Pesado</b> | <b>IMD p</b>            |
|-------------------------------------|-------------------------|
| T00                                 | $IMDp \geq 4000$        |
| T0                                  | $2000 \leq IMDp < 4000$ |
| T1                                  | $800 \leq IMDp < 2000$  |
| T2                                  | $200 \leq IMDp < 800$   |
| T31                                 | $100 \leq IMDp < 200$   |
| T32                                 | $50 \leq IMDp < 100$    |
| T41                                 | $25 \leq IMDp < 50$     |
| T42                                 | $IMDp < 25$             |

Para la urbanización que nos ocupa, el tráfico dependerá en gran medida de la calle de que se trate. Los bulevares soportarán la mayor parte del tráfico rodado dentro de la urbanización, mientras que el resto de viales soportarán el tráfico interno de la urbanización, de menor importancia.

Se distinguen tres tipos de calles respecto al tráfico que soportarán:

- **Calles principales:** Este tipo de calles las clasificamos según la Instrucción 6.1-I.C. y 6.2-I.C. “Secciones de firme” como un tráfico **T31** ( $200 > IMDp \geq 100$ )

- **Calles secundarias:** Este tipo de calles las clasificamos según la Instrucción 6.1-I.C. y 6.2-I.C. “Secciones de firme” como un tráfico **T41** ( $50 > \text{IMDp} \geq 25$ )
  
- **Calles de coexistencia ó peatonales:** Por último, este tipo de calles en principio soportará un tráfico de escasa importancia, siendo aquel que da acceso a cada una de las manzanas residenciales, por ello se puede asegurar que el tráfico soportado es aquel que la recomendación “Secciones estructurales de firmes urbanos en sectores de nueva construcción” clasifica como tipo **V3**, ya que satisfacen una de las siguientes condiciones:
  - Número de vehículos pesados ( $15 < \text{IMDp} < 50$ )
  - Viales de acceso a sectores residenciales de 200 a 600 viviendas.
  - Sectores industriales de  $< 15 \text{Ha}$ .

En el plano que se adjunta en el anexo 1 se representa la clasificación descrita de los viales en función del tráfico previsto.

### 3- EXPLANADA

Como segundo factor de dimensionamiento del firme, la normativa establece tres categorías de explanada, denominadas respectivamente E1, E2 y E3, 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”. Los valores que definen los tipos de explanada son los que figuran en la tabla siguiente:

| Categoría de Explanada | $E_{v2}$ (MPa) |
|------------------------|----------------|
| E1                     | $\geq 60$      |
| E2                     | $\geq 120$     |
| E3                     | $\geq 300$     |

La explanada 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 los artículos correspondientes del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carretera y Puentes (PG-3).

Como se recoge en el Anejo nº4: Estudio geológico y geotécnico, existen dos zonas diferenciadas dentro de la urbanización, en cuanto a la calidad de los materiales existentes en la zona.

Existe una zona ubicada al noreste de la urbanización en donde las catas arrojan resultados peores, con índices de plasticidad elevados. Este suelo se clasifica como marginal.

En el resto de terrenos de la urbanización los suelos existentes, tras los ensayos realizados, pueden clasificarse como tolerables.

El firme proyectado se apoyará sobre una explanada del tipo E2, según queda definida en la Instrucción 6.1 y 6.2 IC de Secciones de Firme, y en la Orden Circular 10/02 sobre secciones de firme y capas estructurales de firmes.

Para obtener una explanada tipo E2 ( $E_{v2} \geq 120$  MPa) se realizará un cajeo del terreno de espesor suficiente (mínimo 60 cm) para sustituir el terreno existente por una capa de pedraplén de espesor según se indica a continuación:

A) En la zona ubicada al noreste de la urbanización en donde las catas arrojan resultados de suelos marginales, la explanada E2 se consigue con una capa de 100 cm de espesor a base de pedraplén en todo tipo de viales: principales, secundarios y de coexistencia.

(Ver plano adjunto donde queda señalada la zona de suelo marginal).

B) El resto de la urbanización donde las catas dan como resultado suelo tolerable, el espesor de pedraplén será función de la entidad del vial (1.00 m en viales principales, 0.80 m en viales secundarios y 0.60 m en los viales de coexistencia).

Según indica la normativa de referencia, los pedraplenes (Art. 331 del PG3) y rellenos todo-uno (Art. 333 del PG3) salvo que se proyecten con materiales marginales, serán asimilables a los suelos tipo 3.



## 4- ELECCIÓN DEL FIRME

A partir de los dos factores descritos con anterioridad (explanada y tráfico), se seleccionan las siguientes secciones de firme.

### **CALLES principales** (Explanada E2 y Tráfico T31)

- Subbase de zahorra artificial 20 cm
- Base de zahorra artificial 20 cm.
- Capa de base de mezcla bituminosa en caliente G-25, de 7cm de espesor.
- Capa intermedia de mezcla bituminosa en caliente S-20, de 5 cm de espesor.
- Capa de rodadura de mezcla bituminosa en caliente S-12, de 5 cm de espesor.

Con este paquete se consigue un de firme sección **3121** (40 cm de zahorras artificiales y 16 cm de mezclas bituminosas en caliente), que la Instrucción considera como adecuada para el tráfico T31 y explanada tipo E2.

### **CALLES secundarias** (Explanada E2 y tráfico T41)

- Subbase de zahorra artificial 15 cm
- Base de zahorra artificial 15 cm.
- Capa binder de mezcla bituminosa en caliente G-20, de 5 cm de espesor.
- Capa de rodadura de mezcla bituminosa en caliente S-12, de 5 cm de espesor.

Con este paquete se consigue un de firme de la tipo **4121** (30 cm de zahorras artificiales y 10 cm de mezclas bituminosas en caliente), que la recomendación considera como adecuada para el tráfico T41 y explanadas E2.

### **CALLES coexistencia-peatonales** (Explanada E2 y tráfico V3)

- Subbase de zahorra artificial 15 cm.
- Base de zahorra artificial 20 cm.
- Firme de aglomerado impreso de 10 cm, constituido por:
  - capa de base de mezcla bituminosa en caliente G-25 de 6 cm
  - capa de mezcla bituminosa en caliente S-12 de 4 cm.
  - El acabado superficial será tipo espiga y de color verde.

Con este paquete se consigue una sección de firme que la tipo **3AB2** (15 cm de zahorras artificiales en subbase, 20 cm de zahorras artificiales en base y 8 de firme de aglomerado impreso), que la recomendación considera como adecuada para el tráfico V3 y explanadas E2, con lo cual estamos del lado de la seguridad.

### **Pavimento en aparcamientos**

Para la zona de aparcamiento de los distintos viales se ha adoptado el siguiente firme:

- Base de zahorra artificial de 30 cm de espesor
- 21 cm de pavimento de hormigón HM-30/B/20/I

### **Pavimento en aceras**

En cuanto al firme de las aceras se ha diseñado el siguiente paquete:

- Baldosa hidráulica sobre mortero de cemento.
- 15 cm de hormigón HM 20.
- 20 cm de zahorra artificial

Las baldosas de las calles principales serán de 40 x 60 x 5, textura pizarra en color azul.

Las baldosas de las calles secundarias serán de 40 x 40 x 4, textura travertino en color rojo.

Las baldosas empleadas en las aceras de las calles de coexistencia tendrán unas dimensiones de 40 x 40 x 5 y textura de pizarra en color ocre. Se dispondrán franjas transversales en estas calles de baldosas para el cruce de servicio bajo ellas.

### **Pavimento en carril bici**

En cuanto al firme en el carril bici se ha diseñado el siguiente paquete:

- Slurry en dos capas
- 15 cm de hormigón HM 20
- 25 cm de zahorra artificial

El slurry se proyecta en dos capas, una primera de color negro y 10 kg/m<sup>2</sup> de dotación, y otra superior de color rojo, con una dotación de 5 kg/m<sup>2</sup>.

### **Bordillos y rigolas**

Para la separación de los distintos pavimentos y zonas se emplearán bordillos y encintados prefabricados de hormigón de doble capa. los tipos y dimensiones que se emplearán serán los siguientes:

- Bordillo normal C5 doble capa 12/15x25x50 (R-3,5)
- Bordillo jardín encastrado A2 doble capa 9/10x20x50 (R5)
- Bordillo jardín circular resaltado A2 doble capa 10x20x50 (R5)
- Bordillo montable C7 doble capa 4/20x22x50 (R5)

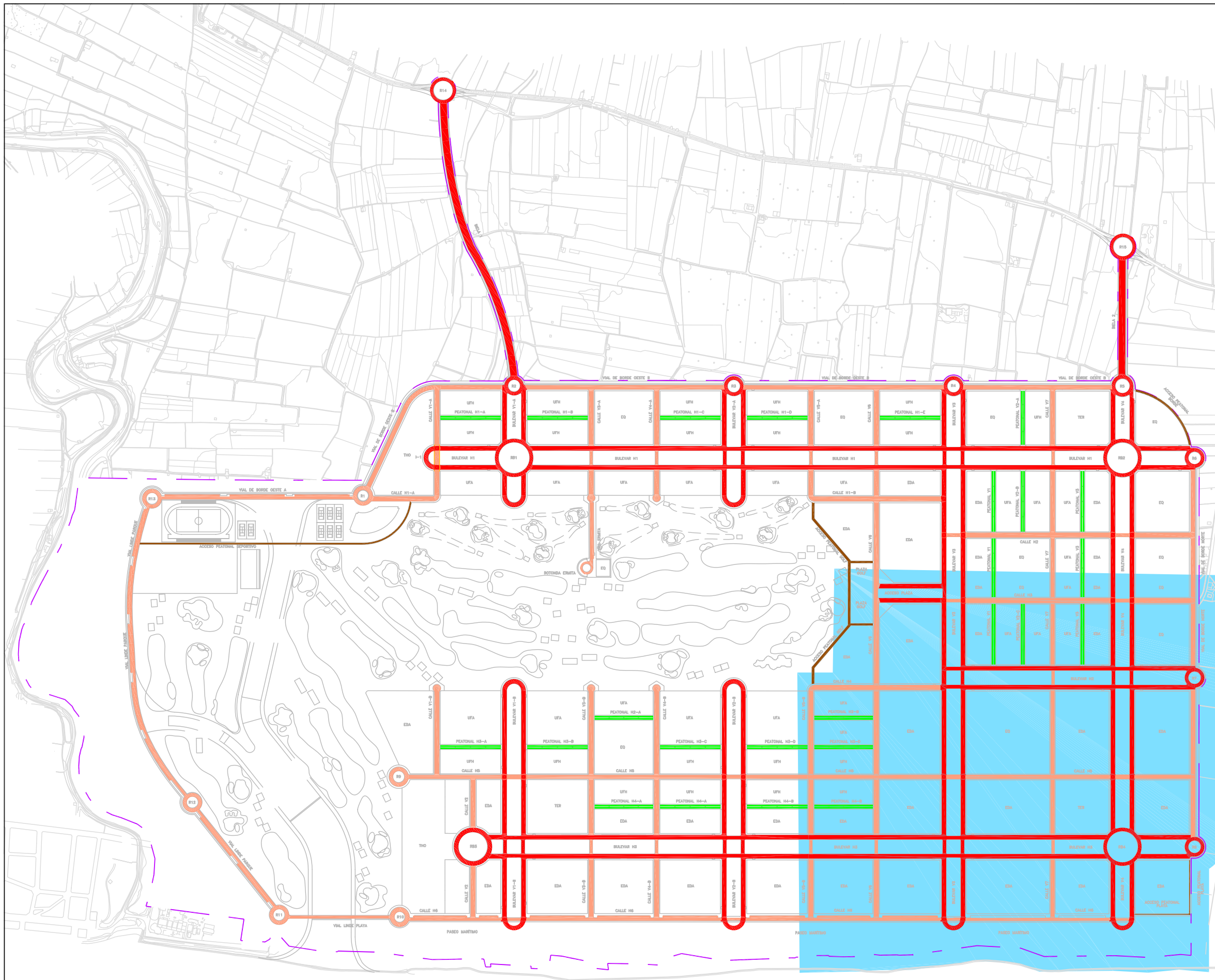
A continuación se recoge un plano en el que quedan reflejados los distintos viales, clasificados según se trate de:

- Calles principales
- Calles secundarias
- Calles de coexistencia / peatonales

En la zona que aparece marcada como “ zona de suelo marginal”, el espesor de la capa de pedraplén será de 100 cm en todos los viales.

En el resto de la urbanización, el espesor variará en función de la importancia del vial, tal y como se ha comentado.

## **ANEXO 1: Plano de Justificación de Firmes**



| LEYENDA   |                        |
|---|------------------------|
| <span style="color: red;">—</span>                  | VIALES PRINCIPALES     |
| <span style="color: orange;">—</span>               | VIALES SECUNDARIOS     |
| <span style="color: green;">—</span>                | VIALES DE COEXISTENCIA |
| <span style="color: brown;">—</span>                | VIALES PEATONALES      |
| <span style="background-color: lightblue;"> </span> | ZONA SUELO MARGINAL    |

TÍTULO DEL PLANO:  
**JUSTIFICACIÓN DEL FIRME**

FECHA:  
*MARZO-2005*