

**Anejo 2**

**Firmes y Pavimentos**

## Sumario

1.Objeto.....	3
2.Tipo de Suelo.....	3
3.Categorías de Tráfico Pesado.....	5
4.Explanada.....	6
4.1.Formación de la Explanada.....	6
5.Sección de Firme.....	6
5.1.Sección de calzada rodada.....	6
5.2.Aceras.....	8
5.3.Puesta en Obra.....	8
6.Pavimentos.....	9
6.1.Definición.....	9
6.2.Pavimento en Aceras.....	9
6.3.Pasos Peatonales.....	10
7.Normativa.....	11
7.1.Estatal.....	11
7.2.Autonómica.....	11

## 1. Objeto

El objeto de este anejo es el establecimiento de los criterios básicos que deben ser considerados en el proyecto constructivo. Las secciones estructurales propuestas están recogidas en cada apartado seleccionando en cada caso la más adecuada, teniendo en cuenta tanto los aspectos funcionales y estructurales como los procedimientos constructivos y materiales disponibles.

Es de aplicación para el dimensionamiento del firme:

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), aprobado el 6 de febrero de 1976.

Instrucción 6.1 y 2-IC de Secciones de firme, aprobada el 23 de mayo de 1989.

En la actualidad, tanto el Pliego como la Instrucción han sufrido una serie de revisiones a partir de la Orden circular de 10/02. La nueva Norma 6.1-IC de Secciones de firme sustituirá a la Instrucción 6.1 2-IC, así como la revisión de los artículos en fase de aprobación del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

Para el presente anejo se ha tenido en cuenta los contenidos de está ORDEN CIRCULAR 10/02 SOBRE SECCIONES DE FIRME Y CAPAS ESTRUCTURALES DE FIRMES. NORMA 6.1-IC, así como la Norma de Secciones de Firme de la Comunidad Valenciana.

## 2. Tipo de Suelo

Desde el punto de vista de sus características intrínsecas, según artículo 330.3.3 del PG3, los materiales se clasificarán en los tipos siguientes (cualquier valor porcentual que se indique, salvo que se especifique lo contrario, se refiere a porcentaje en peso):

### a) Suelos Seleccionados

Se considerarán como tales aquellos que cumplen las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento ( $MO < 0,2\%$ ), según UNE 103204.
- Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ( $SS < 0,2\%$ ), según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ( $D_{max} \leq 100 \text{ mm}$ ).
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento ( $\# 0,40 \leq 15\%$ ) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
- Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ( $\# 2 < 80\%$ ).
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento ( $\# 0,40 < 75\%$ ).

- Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento ( $\# 0,080 < 25\%$ ).
- Límite líquido menor de treinta ( $LL < 30$ ), según UNE 103103.
- Índice de plasticidad menor de diez ( $IP < 10$ ), según UNE 103103 y UNE 103104.

#### **b) Suelos Adecuados**

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados, cumplen las condiciones siguientes:

- Contenido en materia orgánica inferior al uno por ciento ( $MO < 1\%$ ), según UNE 103204.
- Contenido en sales solubles, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ( $SS < 0,2\%$ ), según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ( $D_{max} = 100 \text{ mm}$ ).
- Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ( $\# 2 < 80\%$ ).
- Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al treinta y cinco por ciento ( $\# 0,080 < 35\%$ ).
- Límite líquido inferior a cuarenta ( $LL < 40$ ), según UNE 103103.
- Si el límite líquido es superior a treinta ( $LL > 30$ ) el índice de plasticidad será superior a cuatro ( $IP > 4$ ), según UNE 103103 y UNE 103104.

#### **c) Suelos Tolerables**

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados ni adecuados, cumplen las condiciones siguientes:

- Contenido en materia orgánica inferior al dos por ciento ( $MO < 2\%$ ), según UNE 103204.
- Contenido en yeso inferior al cinco por ciento ( $\text{yeso} < 5\%$ ), según NLT 115.
- Contenido en otras sales solubles distintas del yeso inferior al uno por ciento ( $SS < 1\%$ ), según NLT 114.
- Límite líquido inferior a sesenta y cinco ( $LL < 65$ ), según UNE 103103.
- Si el límite líquido es superior a cuarenta ( $LL > 40$ ) el índice de plasticidad será mayor del setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido ( $IP > 0,73 (LL-20)$ ).
- Asiento en ensayo de colapso inferior al uno por ciento ( $1\%$ ), según NLT 254, para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500, y presión de ensayo de dos décimas de megapascal ( $0,2 \text{ MPa}$ ).
- Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al tres por ciento ( $3\%$ ), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.

#### **d) Suelos Marginales**

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados, ni adecuados, ni tampoco como suelos tolerables, por el incumplimiento de alguna de las condiciones indicadas para éstos, cumplan las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cinco por ciento ( $MO < 5\%$ ), según UNE 103204.
- Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al cinco por ciento (5%), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.
- Si el límite líquido es superior a noventa ( $LL > 90$ ) el índice de plasticidad será inferior al setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido ( $IP < 0,73 (LL-20)$ ).

#### **e) Suelos Inadecuados**

Se considerarán suelos inadecuados:

- Los que no se puedan incluir en las categorías anteriores.
- Las turbas y otros suelos que contengan materiales perecederos u orgánicos tales como tocones, ramas, etc.
- Los que puedan resultar insalubres para las actividades que sobre los mismos se desarrollen.

A partir de la experiencia que nos aporta el largo período de trabajos en la urbanización, podemos concluir que estamos ante un suelo para la unidad de tipo ADECUADO.

### **3. Categorías de Tráfico Pesado**

La estructura del firme, depende, entre otros factores, de la acción del tráfico, fundamentalmente del tráfico pesado, durante el período de proyecto 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.

A los efectos de aplicación de esta 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. La tabla 1A presenta las categorías T00 a T2, mientras que las categorías T3 y T4, que se dividen en dos cada una de ellas, aparecen recogidas en la tabla 1B.

TABLA 1A 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

TABLA 1B 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

Se establece una categoría de tráfico pesado T42, con una intensidad media diaria de vehículos pesados <25.

## 4. Explanada

### 4.1. Formación de la Explanada

La formación de las explanadas dependerá del tipo de suelo de la explanación o de la obra de tierra subyacente, y de las características y espesores de los materiales disponibles.

Dado que se carece de estudio geotécnico, se considera, por la experiencia de obras de urbanización y edificación en zonas del entorno y habiendo establecido contacto previamente con el Servicio Técnico del Ayuntamiento, se puede concluir que estamos ante una explanada de categoría T3.

## 5. Sección de Firme

La solución adoptada para las secciones de firmes mejorará la establecida en el PG3 y en la Norma de Secciones de Firme de la Comunidad Valenciana. Todos los espesores de capa señalados se considerarán mínimos en cualquier punto de la sección transversal del carril de proyecto.

### 5.1. Sección de calzada rodada

Atendiendo a lo regulado en el catálogo de secciones de firme de la CV, obtenemos, para una categoría de tráfico T42 y una explanada E3

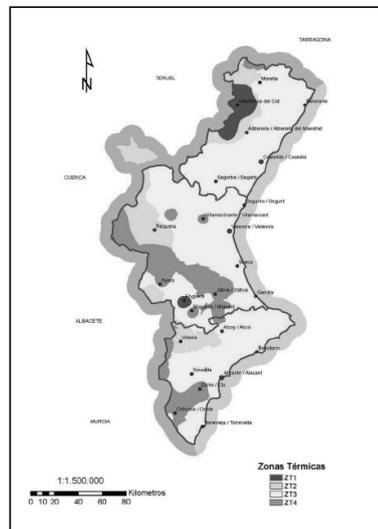
- 5cm de mezcla bituminosa
- 20cm de zahorra artificial

Como ya se ha mencionado anteriormente, se pretende mejorar esta solución, con lo cual, la solución adoptada para las calzadas de tráfico rodado tiene las siguientes características:

- Base de 20cm de zahorras artificiales
- Aglomerado asfáltico en caliente tipo G-20 calizo, con un espesor de 4cm
- Aglomerado asfáltico en caliente tipo S-12 porfídico, con un espesor de 4cm

#### a) Mezclas Bituminosas en Caliente

Para la elección del tipo de ligante bituminoso se tendrá en cuenta la zona térmica estival y el tipo de tráfico:



El tipo de betún asfáltico es función de la zona climática y la categoría de tráfico, así para zona climática media y una categoría de tráfico T3, obtenemos:

Categoría de Tráfico	Zona Térmica	Tipo de Ligante
T42		50/70

Como ya hemos comentado, se pretende mejorar lo establecido en la Norma de Secciones de Firme de la Comunidad Valenciana.

- Espesor de las Capas de Mezcla Bituminosa

Según la Norma de Secciones de Firme, para la categoría de tráfico que nos ocupa, obtenemos un espesor de 5 centímetros, si bien se ha optado por un espesor total de 8 centímetros.

- Capas de Rodadura

La capa de rodadura estará constituida por una mezcla bituminosa drenante (PA), definida en el artículo 542 del PG3, por una mezcla bituminosa discontinua en caliente de tipo M o F, definida en el artículo 543 del PG3, o por una mezcla bituminosa en caliente de tipo denso (D) o semidenso (S), definida en el artículo 542 del PG3.

En nuestro caso, optamos por una capa intermedia a base de aglomerado asfáltico en caliente tipo G-20 calizo con un espesor de 4cm y una capa de rodadura a base de aglomerado asfáltico en caliente tipo S-12 porfídico, con un espesor de 4cm.

- Riegos

Sobre la capa granular que vaya a recibir una capa de mezcla bituminosa o un tratamiento superficial, deberá efectuarse, previamente, un riego de imprimación, definido en el PG-3.

Del mismo modo, se ejecutará un riego de adherencia entre capas.

Los riegos de adherencia se harán con betún fluidificado RC-0, RC-1, RC-2 o bien emulsiones asfálticas EAR-1, ECR-1.

Los riegos de la imprimación se harán con betún fluidificado MC-0, MC-1, MC-2, o bien emulsiones asfálticas EAL-1 y ECL-1.

## 5.2. Aceras

Para la solución de las aceras, se adopta una sección compuesta por:

- Base granular de 20cm de espesor
- Capa de regularización de hormigón en masa HM20 de 10 centímetros de espesor.

## 5.3. Puesta en Obra

Las capas se extenderán con pavimentadora y se compactarán con apisonadora vibratoria haciendo dos pasadas sin vibración (temperatura aglomerado 130°C) y cuatro pasadas con vibración (temperatura aglomerado 105°C). Las pasadas de acabado se darán con compactadora de trece ruedas neumáticas. La velocidad de las apisonadoras de llanta metálica será de 5 km/h y las neumáticas de 8 km/h debiendo invertir el sentido de su marcha sin sacudidas.

La temperatura mas adecuada para la mezcla de aglomerados es aquella que la viscosidad del asfalto ésta comprendida entre 75-150 SSF , correspondiendo a la mas alta para áridos gruesos y la mas baja para áridos finos.

Los riegos de imprimación serán de 0,8- 2 l/m<sup>2</sup> y los de adherencia de 0,2-0,6 l/m<sup>2</sup>.

La mezcla en frío deberán extenderse en varias capas, cada una de ellas no será mayor de 1,5 veces el tamaño máximo del árido.

Las mezclas en calientes para tamaños máximos de árido superiores a 12mm, podrán extenderse en capas de hasta 7,5- 10cm.

Las juntas de las capas sucesivas no deberán superponerse, sino desplazarse unos 15cm.

Como regla práctica para obtener el espesor compactado deseado extender 1,25 veces el espesor de proyecto o bien 25 kg de mezcla por cm y metro cuadrado.

## **6. Pavimentos**

### **6.1. Definición**

Se entiende por pavimentación la adecuación de las superficies destinadas a viales y otros usos públicos una vez efectuado el movimiento de tierras y compactado del terreno, mediante una serie de capas de diversos materiales, para garantizar la resistencia necesaria a las cargas que deberá soportar, así como su adecuación a otros factores, como sonoridad, adherencia etc.

### **6.2. Pavimento en Aceras**

Para pavimentar las aceras se ha elegido una baldosa hidráulica de 4 pastilla de 40x40x2,5 lisa negra con bisel, sobre una capa de 2,5 cm. de mortero de cemento, asentada sobre la sección antes citada de:

Solera de hormigón HM-20/P/20/IIa de 10 cm de espesor.

Base de zahorras artificiales 20 cm de espesor.

El bordillo de la acera será de hormigón bicapa color gris tipo C3 achaflanado, de 14 y 17 de bases superior e inferior y 28 cm. de altura.

### **6.3. Pasos Peatonales**

Los pasos de peatones cumplirán la normativa de supresión de barreras arquitectónicas. Habrá un desnivel entre acera y calzada mediante rampas que posibiliten el paso de personas con sillas de ruedas, utilizando además pavimento de textura diferente.

Las pendientes transversales y longitudinales necesarias para los desarrollos de los pasos de peatones serán iguales o inferiores al 8%.

El encuentro del bordillo de la zona central del paso de peatones con la rasante de la calzada se realizará siempre a cota cero.

La zona central del paso realizado a cota cero tendrá un ancho mínimo de 1,80 metros, a los efectos de accesibilidad.

El pavimento del paso de peatones y de la franja de detección será diferenciado en textura del resto de la acera. La franja de detección se debe prolongar hasta la línea de fachada y tendrá una anchura mínima de 1 metro.

La baldosa empleada será de hormigón bicapa de botones colocada sobre solera de hormigón y recibida con mortero de cemento.

## **7. Normativa**

### **7.1. Estatal**

- Orden MOPU 76/03/12

"Firmes flexibles y rígidos de carreteras"

- Orden MOPU 80/03/26

"Refuerzos de firmes en caminos y carreteras"

- Orden MOPU 88/01/28

"Modifica los artículos de prescripciones técnicas generales de obras: carreteras"

- Ley 25/88

"Ley de carreteras"

- Orden MOPU 89/09/28

"Modifica el artículo 104: prescripción técnica de obras: carreteras"

- Orden 16/7/87

"Instrucción de carreteras 82 IC marcas y viales"

- Real decreto 1812/1994

"Reglamento general de carreteras.

– Pliego de condiciones de carreteras.

### **7.2. Autonómica**

- Ley 6/91 GV 91/03/27

"Ley de carreteras de la comunidad valenciana"