

**PIGA GREEN IT ARAGÓN
LUCENI (ZARAGOZA)
ESTUDIOS DE TRÁFICO Y DIMENSIONAMIENTO
DE FIRMES**

AUTORES DEL PROYECTO**JOSÉ LUIS HEDO GONZÁLEZ**

ARQUITECTO

COLEGIADO N.º 5.506

NOELIA CASTRO MARTÍN

INGENIERO DE OBRAS PÚBLICAS

COLEGIADA Nº. 24.961

24144

NOVIEMBRE 2025

Avenida de la Ilustración 11-34
50012 Zaragoza
C.I.F. B-50173608
Tel.: 976 75 42 62
Fax.: 976 75 41 94
eid@eid.es

C/Corregimiento nº 5 Of. 3
44600 Alcañiz (Teruel)
Tel.: 978 87 02 73

PIGA GREEN IT ARAGÓN EN LUCENI (ZARAGOZA)**ESTUDIOS DE TRÁFICO Y DIMENSIONAMIENTO DE FIRMES****ÍNDICE GENERAL****DOCUMENTO Nº1. ANEJO Nº8 PROYECTO DE URBANIZACIÓN PÚBLICA.****DOCUMENTO Nº2. ANEJO Nº8 PROYECTO DE URBANIZACIÓN PRIVADA.****DOCUMENTO Nº3. ANEJO Nº1 PROYECTO BÁSICO DE GLORIETA DE
ACCESO ESTE, CV-615****DOCUMENTO Nº 4. ANEJO Nº6 PROYECTO BÁSICO DE RAMAL DE
CONEXIÓN ACCESO OESTE, A-68**

ANEJO Nº8 PROYECTO DE URBANIZACIÓN PÚBLICA

PIGA GREEN IT ARAGÓN

LUCENI (ZARAGOZA).

ESTUDIOS DE TRÁFICO Y DIMENSIONAMIENTO DE FIRMES

PIGA GREEN IT ARAGÓN
LUCENI (ZARAGOZA)
PROYECTO DE URBANIZACIÓN PÚBLICA

ANEJO N° 08
TRÁFICO Y DIMENSIONAMIENTO DE FIRMES

ANEJO 08. TRÁFICO Y DIMENSIONAMIENTO DE FIRMES

Índice

1	INTRODUCCIÓN	1
2	NORMAS Y RECOMENDACIONES	1
3	FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE FIRMES	1
4	PROGNOSIS DEL TRÁFICO	2
4.1	VIALES V-1, V-2, V-5 Y V-9.	2
4.2	VIALES V-3, V-4 Y V-8.	3
5	DISEÑO DEL FIRME	4
5.1	VIALES V-1, V-2, V-5 Y V-9.	5
5.2	VIALES V-3, V-4 Y V-8.	7
5.3	VIALES V-6 Y V-7.	8
6	MEZCLAS BITUMINOSAS	8
6.1	GRANULOMETRÍA	8
6.2	TIPO DE MEZCLA	8
6.3	DOTACIONES	9
6.4	LIGANTE HIDROCARBONADO	9

1 INTRODUCCIÓN.

El presente anexo tiene como objetivo definir los criterios básicos que deben considerarse para la elección de los pavimentos y la tipología de firme más adecuada para los viales incluidos en el Proyecto de Urbanización Pública del Campus de Datos Green IT Aragón.

Las actuaciones previstas se desarrollan sobre un trazado de nueva creación, por lo que el dimensionamiento de los firmes se realizará conforme a las normas y recomendaciones vigentes de la Dirección General de Carreteras, así como a las instrucciones técnicas complementarias que resulten de aplicación.

2 NORMAS Y RECOMENDACIONES.

Las normas y recomendaciones que se han tenido en cuenta en el estudio han sido las siguientes:

- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras (BOE del 4 de marzo de 2016).
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC «Secciones de firme», de la Instrucción de Carreteras (BOE del 12 de diciembre de 2003).
- Orden FOM/3459/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.3-IC: «Rehabilitación de firmes», de la Instrucción de Carreteras (BOE del 12 de diciembre de 2003, corrección de erratas BOE del 25 de mayo de 2004).
- Nota de Servicio 3/2011, de 4 de octubre, sobre criterios a tener en cuenta en la redacción de los proyectos de rehabilitación estructural y/o superficial de firmes.
- Nota de servicio 5/2006, de 22 de septiembre de 2006, sobre explanaciones y capas de firmes tratadas con cemento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG3/75) y los artículos de éste revisados con posterioridad
- Artículos 510, 530, 531 y 532 en sus versiones del Orden FOM/891/2004.
- Artículos 542 y 543 en sus versiones del O.C. 24/08.

3 FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE FIRMES.

Los factores que intervienen en el diseño de los firmes son fundamentalmente dos:

1. Tráfico previsto: Expresado mediante la Intensidad Media Diaria (IMD) de vehículos pesados en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. A partir de este dato, y utilizando las tablas del apartado 4 de la Norma 6.1-IC, se determina la categoría de tráfico correspondiente.

2. Tipo de terreno: Ya sea natural o previamente modificado, define el tipo de explanada y, junto con la categoría de tráfico, condiciona la sección estructural del firme.

4 PROGNOSIS DEL TRÁFICO.

Se estima el tráfico previsto para los viales objeto del proyecto, diferenciando tres tipologías principales en función de su uso dentro del Campus de Datos Green IT Aragón:

- Viales V-1, V-2, V-5 y V-9: Viales principales de acceso y salida a los centros de datos, subestaciones y zona de turbinas. Soportarán tráfico intenso, con presencia relevante de vehículos pesados.
- Viales V-3, V-4 y V-8: Viales secundarios de conexión interna, con tráfico predominantemente ligero y presencia ocasional de vehículos pesados.
- Viales V-6 y V-7: Caminos de servicio con tráfico reducido y esporádico.

Esta previsión servirá de base para la determinación de la categoría de tráfico pesado conforme a la Norma 6.1-IC «Secciones de firme».

4.1 VIALES V-1, V-2, V-5 Y V-9.

4.1.1 Consideraciones.

Estos viales constituyen los accesos principales a los Centros de Datos, a la zona de turbinas y a las subestaciones del Campus de Datos Green IT Aragón, partiendo desde distintos puntos del ámbito de actuación.

La estimación de la Intensidad Media Diaria (IMD) se ha realizado de forma indirecta, tomando como referencia las características funcionales de cada vial y la información preliminar proporcionada por la propiedad del proyecto.

4.1.2 Estimación del tráfico actual.

Según los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2024), el municipio de Luceni cuenta con una población aproximada de 1.006 habitantes. Considerando la tipología rural y la función de las vías, se estima una IMD actual de 200 vehículos/día, con un 4 % de vehículos pesados, es decir:

$$200 \times 0,04 = 8 \text{ vehículos pesados/día.}$$

4.1.3 Incremento de tráfico por fase de obras.

Durante la fase de construcción del Campus de Datos se prevé un incremento significativo del tráfico rodado asociado a las actividades de obra, principalmente derivado del transporte de materiales de construcción, maquinaria, equipos y componentes de gran volumen.

De acuerdo con la información facilitada por la propiedad, se estima una IMD total del orden de 600 vehículos/día durante los períodos de mayor actividad constructiva, de los cuales aproximadamente 40 corresponderán a vehículos pesados.

Este incremento de tráfico se considera representativo del escenario más desfavorable a efectos estructurales, adoptándose como base de cálculo para la determinación de la categoría de tráfico del firme.

4.1.4 Trafico en fase de explotación.

Según la información facilitada por la propiedad, en condiciones normales de explotación se prevé que en cada uno de los tres Centros de Datos trabajen aproximadamente 150 personas diarias.

Considerando una ocupación media de 1,5 personas por vehículo, se estima una IMD de aproximadamente 200 vehículos ligeros/día.

El tráfico de vehículos pesados durante esta fase será muy limitado, restringido principalmente a servicios de mantenimiento, logística y seguridad. Se estima una presencia media de 5 vehículos pesados al día, cifra que no representa una incidencia significativa en la capacidad del vial ni en las condiciones de circulación.

4.1.5 Categoría de tráfico.

Para el dimensionamiento del firme se considera el tráfico más exigente, incluyendo tanto el tráfico actual como el previsto durante la fase de construcción del Campus de Datos Green IT Aragón.

El tráfico actual presenta una IMD de 200 vehículos/día, con un 4 % de vehículos pesados, lo que equivale a 8 vehículos pesados/día. Durante la fase de obras, se estima una IMD total de 600 vehículos/día, con aproximadamente 40 vehículos pesados/día.

Por tanto, considerando ambos escenarios, la IMD total de vehículos pesados que se adopta para el dimensionamiento es de 48 vehículos pesados/día.

De acuerdo con la Norma 6.1-IC "Secciones de firme", que clasifica las categorías de tráfico en función del número de vehículos pesados diarios en el carril de proyecto, y tomando los valores máximos estimados, se adopta la categoría de tráfico T41, correspondiente al rango de 25 a 49 vehículos pesados/día.

Esta elección garantiza que el firme proyectado soporte adecuadamente tanto las condiciones actuales como las solicitudes temporales durante la fase de obras, asegurando al mismo tiempo su durabilidad y comportamiento estructural óptimo durante la fase de explotación.

4.2 VIALES V-3, V-4 Y V-8.

4.2.1 Consideraciones.

Estos viales constituyen la red secundaria interna del Campus de Datos, los cuales conectan con los viales principales y con las zonas de infraestructuras y servicios del ámbito de actuación.

La estimación de la Intensidad Media Diaria (IMD) se ha realizado de forma indirecta, tomando como referencia las características funcionales de estos viales y la información preliminar facilitada por la propiedad del proyecto.

4.2.2 Estimación del tráfico actual.

Dado que los viales V-3 y V-4 son de nueva creación, no existe tráfico previo. En el caso del vial V-8, su tráfico actual es muy reducido y puede considerarse despreciable. Por ello, la IMD inicial se considera nula para efectos de cálculo, y todo dimensionamiento se realiza en función del tráfico previsto durante la fase de obras y la fase de explotación.

4.2.3 Incremento de tráfico por fase de obras.

Durante la fase de construcción del Campus de Datos, se prevé un incremento del tráfico rodado asociado a las actividades de obra.

De acuerdo con la información facilitada por la propiedad, y considerando que se trata de caminos secundarios, se estima una IMD total del orden de 250 vehículos/día durante los periodos de mayor actividad constructiva, de los cuales aproximadamente 20 corresponderán a vehículos pesados.

Este incremento de tráfico se considera representativo del escenario más desfavorable a efectos estructurales, adoptándose como base de cálculo para la determinación de la categoría de tráfico del firme.

4.2.4 Tráfico en fase de explotación.

El tráfico de vehículos pesados durante la fase de explotación será muy limitado, estando restringido principalmente a servicios de mantenimiento, logística y seguridad.

Se estima una presencia media de 4 vehículos pesados al día, cifra que no representa una incidencia significativa sobre la capacidad del vial ni sobre las condiciones de circulación.

El tráfico restante estará compuesto principalmente por vehículos ligeros, correspondientes al personal de operación y mantenimiento.

4.2.5 Categoría de tráfico.

Tomando el escenario más crítico (fase de obra con 20 vehículos pesados/día), según la Norma 6.1-IC, estos viales se clasifican en categoría T42, correspondiente a un tráfico bajo de vehículos pesados (<25 vehículos pesados/día).

5 DISEÑO DEL FIRME.

Para la clasificación de la explanada y diseño de firme de la carretera se seguirá la Instrucción 6.1 y 2-IC «Secciones de firme».

5.1 VIALES V-1, V-2, V-5 Y V-9.

5.1.1 Categoría de tráfico pesado.

De acuerdo a la ORDEN FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1. I.C. «Secciones de firme», de la Instrucción de Carreteras, la actuación depende de la Intensidad Media Diaria de vehículos pesados (IMDp) en el carril de proyecto.

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.

A 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 vienen recogidas en la tabla 1B.

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4 000	< 4 000 ≥ 2 000	< 2 000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Tabla 1.A. y Tabla 1.B - Categorías de tráfico pesado según la Norma 6.1-IC.

Como se ha comentado en el apartado anterior, para el dimensionamiento del firme, se fija un tráfico habitual de 25 a 50 vehículos pesados al día.

Este volumen de tráfico, según la tabla 1.B. Categorías de tráfico pesado T3 y T4, corresponde a una categoría T41.

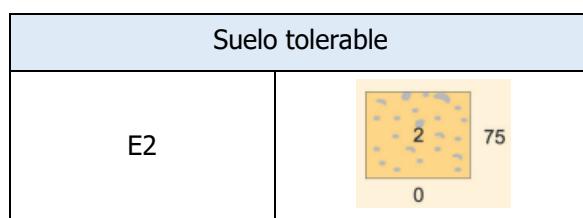
5.1.2 Explanada mejorada.

La superficie resultante tras las explanaciones, sobre la cual se apoyará la superestructura del firme, se denomina explanada. Esta explanada constituye el soporte directo del firme, por lo que debe presentar una resistencia adecuada y una regularidad geométrica suficiente, considerando una serie de factores que se analizarán en el desarrollo de este apartado.

Para definir la estructura del firme en cada caso, se establecen tres categorías de explanada, denominadas E1, E2 y E3.

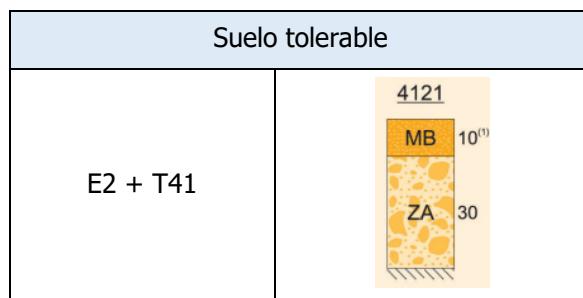
Dado que no se disponen de datos geotécnicos específicos en el momento de la redacción del presente proyecto, y tras la inspección visual de los taludes existentes en la zona, se considera que el conjunto del sustrato puede clasificarse como suelo tolerable para los efectos de apoyo de una explanada mejorada.

En consecuencia, se ha proyectado una explanada mejorada tipo E2. Conforme a lo establecido en la Norma 6.1-IC, sobre suelos tolerables, esta categoría de explanada se consigue mediante la coronación con una capa de 75 cm de suelo seleccionado, conforme al artículo 330 del PG-3, que garantice un índice CBR igual o superior a 12.



5.1.3 Sección de firme.

Para el diseño del firme de estos viales, y considerando la combinación de categoría de tráfico pesado T41 y explanada tipo E2, la Norma 6.1-IC establece un firme compuesto por una capa de zahorra artificial de 30 cm y una capa superior de mezcla bituminosa en caliente de 10 cm. No obstante, en este proyecto se ha decidido aumentar el espesor de la capa de mezcla bituminosa hasta 11 cm para mejorar la durabilidad y resistencia superficial del firme.



Previo a la colocación de la base de zahorra artificial, se realizará un riego de imprimación, previo barrido y humectación. Entre las dos capas de mezcla bituminosa en caliente se efectuará un riego de adherencia.

Así pues, la sección estructural en el firme de nueva creación según la Norma 6.1 I.C. «Secciones de firme» se compone de:

- 75 cm. de suelo seleccionado, compactado al 98% del P.M. (Art. 330 del PG-3) y que cumpla con $CBR \geq 12$.
- 30 cm. de zahorra artificial, compactada al 100% del P.M.

- Una capa de imprimación. C50BF4 IMP con dotación de 1.5 Kg/m².
- Una capa de aglomerado en caliente AC 22 Base G de 7 cm. de espesor.
- Una capa de adherencia. C60B3 ADH con 0.5 Kg/m² de dotación.
- Una capa de aglomerado en caliente AC 16 Surf S de 4 cm. de espesor.

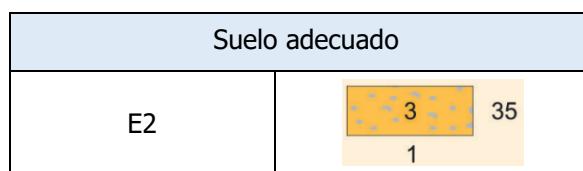
5.2 VIALES V-3, V-4 Y V-8.

5.2.1 Categoría de tráfico pesado.

En el caso de los viales V-3, V-4 y V-8, el tráfico habitual se ha estimado en menos de 25 vehículos pesados al día. Según la tabla 1.B de la Norma 6.1-IC, este nivel de tráfico corresponde a la categoría T42.

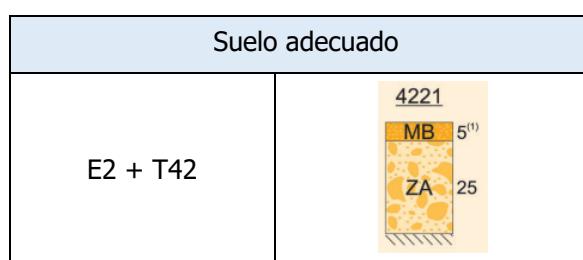
5.2.2 Explanada mejorada.

Estos viales se proyectan sobre explanadas ya mejoradas, debido a que previamente se han ejecutado movimientos de tierras. Se considera que el sustrato puede clasificarse como suelo adecuado para el apoyo de una explanada mejorada. Por ello, se ha proyectado una explanada de tipo E2. Según la Norma 6.1-IC, sobre suelos adecuados, esta categoría de explanada se obtiene mediante la coronación con una capa de 35 cm de suelo seleccionado, compactado al 98 % del PM, con un índice CBR igual o superior a 20.



5.2.3 Sección de firme.

Para los viales V-3, V-4 y V-8, la combinación de categoría de tráfico pesado T42 y explanada E2 requiere, según el catálogo de la norma, un firme compuesto por una capa de zahorra artificial de 25 cm y una capa superior de mezcla bituminosa de 5 cm.



Además, antes de extender la capa base se realizará un riego de imprimación, previo barrido y humectación.

Así pues, la sección estructural en el firme de nueva creación según la Norma 6.1 I.C. «Secciones de firme» se compone de:

- 35 cm. de suelo seleccionado, compactado al 98% del P.M. (Art. 330 del PG-3) y que cumpla con CBR≥20.
- 25 cm. de zahorra artificial, compactada al 100% del P.M.
- Una capa de imprimación. C50BF4 IMP con dotación de 1.5 Kg/m².
- Una capa de aglomerado en caliente AC 16 Surf S de 5 cm. de espesor.

5.3 VIALES V-6 Y V-7.

Los caminos de servicio proyectados han sido diseñados con una sección sencilla, funcional y adecuada para las condiciones de uso y servicio previstas. La estructura del firme en estos viales se limita a una única capa de zahorra artificial de 30 cm de espesor, colocada sobre el terreno natural previamente regularizado y compactado hasta alcanzar el 100 % del PM, cumpliendo con las especificaciones técnicas del proyecto.

6 MEZCLAS BITUMINOSAS.

6.1 GRANULOMETRÍA.

Según el artículo 542 del PG3, la granulometría del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos, incluido el polvo mineral, según la unidad de obra o empleo, deberá estar comprendida dentro de los husos granulométricos fijados en la siguiente tabla:

TIPO DE MEZCLA (*)		ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)									
		45	32	22	16	8	4	2	0,500	0,250	0,063
Densa	AC16 D	-	-	100	90-100	64-79	44-59	31-46	16-27	11-20	4-8
	AC22 D	-	100	90-100	73-88	55-70		31-46	16-27	11-20	4-8
Semidensa	AC16 S	-	-	100	90-100	60-75	35-50	24-38	11-21	7-15	3-7
	AC22 S	-	100	90-100	70-88	50-66		24-38	11-21	7-15	3-7
	AC32 S	100	90-100		68-82	48-63		24-38	11-21	7-15	3-7
Gruesa	AC22 G	-	100	90-100	65-86	40-60		18-32	7-18	4-12	2-5
	AC32 G	100	90-100		58-76	35-54		18-32	7-18	4-12	2-5

6.2 TIPO DE MEZCLA.

Tal y como se ha justificado anteriormente, el tipo de mezcla a emplear en función del tipo y espesor de la capa son los siguientes:

- AC22 Base G.
- AC16 Surf S.

6.3 DOTACIONES.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará la dotación mínima del ligante hidrocarbonado de la mezcla bituminosa en caliente que, en cualquier caso, deberá cumplir la siguiente tala (especificada en % en masa sobre el total de la mezcla bituminosa, incluido el polvo mineral):

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	DOTACIÓN MÍNIMA (%)
RODADURA	DENSA y SEMIDENSA	4,50
INTERMEDIA	DENSA y SEMIDENSA	4,00
	ALTO MÓDULO	4,50
BASE	SEMIDENSA y GRUESA	3,65
	ALTO MÓDULO	4,75

Por lo tanto la dotación mínima de betún será para las diferentes mezclas:

- AC22 Base G. 3,65%
- AC16 Surf S. 4,5%

6.4 LIGANTE HIDROCARBONADO.

Los betunes de penetración cumplirán lo establecido en el PG3:

- Capa base: B 50/70.
- Capa de rodadura: B 50/70.

ANEJO Nº8 PROYECTO DE URBANIZACIÓN PRIVADA.

**PIGA GREEN IT ARAGÓN
LUCENI (ZARAGOZA).**
ESTUDIOS DE TRÁFICO Y DIMENSIONAMIENTO DE FIRMES

ANEJO N° 08
TRÁFICO Y DIMENSIONAMIENTO DE FIRMES

PIGA GREEN IT ARAGÓN
LUCENI (ZARAGOZA).
PROYECTO DE URBANIZACIÓN PRIVADA EXTERIOR

ANEJO 08. TRÁFICO Y DIMENSIONAMIENTO DE FIRMES

Índice

1	INTRODUCCIÓN	1
2	NORMAS Y RECOMENDACIONES.....	1
3	FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE FIRMES.....	1
4	PROGNOSIS DEL TRÁFICO.	2
4.1	VIALES INTERNOS DE SERVICIO.....	2
4.2	ACERAS PERIMETRALES TRANSITABLES.....	3
5	DISEÑO DEL FIRME.	4
5.1	VIALES INTERNOS DE SERVICIO.....	4
5.2	ACERAS PERIMETRALES TRANSITABLES.....	6
5.3	CAMINO PERIMETRAL BALSA.....	7
6	MEZCLAS BITUMINOSAS.	8
6.1	GRANULOMETRÍA.....	8
6.2	TIPO DE MEZCLA.....	8
6.3	DOTACIONES.....	8
6.4	LIGANTE HIDROCARBONADO.	9

1 INTRODUCCIÓN

El presente anexo tiene como objetivo definir los criterios básicos que deben considerarse para la elección de los pavimentos y la tipología de firme más adecuada para los viales incluidos en el Proyecto de Urbanización Privada del Campus de Datos Green IT Aragón.

Las actuaciones previstas se desarrollan sobre un trazado de nueva creación, por lo que el dimensionamiento de los firmes se realizará conforme a las normas y recomendaciones vigentes de la Dirección General de Carreteras, así como a las instrucciones técnicas complementarias que resulten de aplicación.

2 NORMAS Y RECOMENDACIONES.

Las normas y recomendaciones que se han tenido en cuenta en el estudio han sido las siguientes:

- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras (BOE del 4 de marzo de 2016).
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC «Secciones de firme», de la Instrucción de Carreteras (BOE del 12 de diciembre de 2003).
- Orden FOM/3459/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.3-IC: «Rehabilitación de firmes», de la Instrucción de Carreteras (BOE del 12 de diciembre de 2003, corrección de erratas BOE del 25 de mayo de 2004).
- Nota de Servicio 3/2011, de 4 de octubre, sobre criterios a tener en cuenta en la redacción de los proyectos de rehabilitación estructural y/o superficial de firmes.
- Nota de servicio 5/2006, de 22 de septiembre de 2006, sobre explanaciones y capas de firmes tratadas con cemento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG3/75) y los artículos de éste revisados con posterioridad
- Artículos 510, 530, 531 y 532 en sus versiones del Orden FOM/891/2004.
- Artículos 542 y 543 en sus versiones del O.C. 24/08.

3 FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE FIRMES.

Los factores que intervienen en el diseño de los firmes son fundamentalmente dos:

1. Tráfico previsto: Expresado mediante la Intensidad Media Diaria (IMD) de vehículos pesados en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. A partir de este dato, y utilizando las tablas del apartado 4 de la Norma 6.1-IC, se determina la categoría de tráfico correspondiente.

2. Tipo de terreno: Ya sea natural o previamente modificado, define el tipo de explanada y, junto con la categoría de tráfico, condiciona la sección estructural del firme.

4 PROGNOSIS DEL TRÁFICO.

Al noroeste del Campus de Datos Green IT Aragón se proyecta una zona destinada a infraestructuras hidráulicas y de servicio (depósitos de agua, tanques de tormentas, casetas de bombeo y balsa de regulación). Para garantizar su accesibilidad y mantenimiento, el Proyecto de Urbanización contempla la ejecución de varios viales internos, aceras transitables y un camino perimetral superior en torno a la balsa.

Dado que estas infraestructuras aún no están construidas, no existe tráfico actual, por lo que la prognosis de tráfico se realiza en base a:

- Las previsiones de uso y explotación futura de las instalaciones.
- Los criterios típicos en zonas de servicio con acceso restringido y tráfico limitado.
- Los datos y requerimientos funcionales facilitados por la Propiedad.

De acuerdo con la funcionalidad de las instalaciones, se prevé un tráfico mayoritariamente ligero, correspondiente al personal de operación, inspección y mantenimiento. La presencia de vehículos pesados será puntual, asociada a operaciones de mantenimiento de equipos, limpieza de la balsa o entrada de camiones cisterna.

Para el diseño se establecen tres zonas diferenciadas:

1. Viales internos de servicio, con circulación habitual de vehículos ligeros y tráfico pesado ocasional.
2. Aceras perimetrales transitables, con circulación similar a los viales internos de servicio.
3. Camino perimetral a balsa, de uso muy esporádico, reservado a inspecciones periódicas.

4.1 VIALES INTERNOS DE SERVICIO.

4.1.1 Consideraciones.

Los viales internos permitirán el acceso a las diferentes infraestructuras hidráulicas. Su circulación será predominantemente ligera; no obstante, en actuaciones puntuales podrán transitar vehículos pesados, como camiones de suministro, vehículos de mantenimiento, equipos de limpieza o grúas.

La estimación de la Intensidad Media Diaria (IMD) se ha realizado de forma indirecta, tomando como referencia las características funcionales de estos viales y la información preliminar facilitada por la propiedad del proyecto.

4.1.2 Estimación del tráfico actual.

Al tratarse de una infraestructura en fase de proyecto, el tráfico actual es nulo. No existe circulación previa en la zona que pueda utilizarse como referencia, por lo que el análisis se basa exclusivamente en estimaciones de proyecto.

4.1.3 Incremento del tráfico por fase de obras.

Durante la fase de construcción, se prevé un incremento significativo del tráfico respecto a la etapa de explotación, debido al acceso de maquinaria, camiones de suministro y equipos de obra.

De acuerdo con la información facilitada por la propiedad, y considerando que se trata de caminos secundarios, se estima una IMD total del orden de 250 vehículos/día durante los periodos de mayor actividad constructiva, de los cuales aproximadamente 20 corresponderán a vehículos pesados.

Este incremento de tráfico se considera representativo del escenario más desfavorable a efectos estructurales, adoptándose como base de cálculo para la determinación de la categoría de tráfico del firme.

4.1.4 Tráfico en fase de explotación.

El tráfico de vehículos pesados durante la fase de explotación será muy limitado, estando restringido principalmente a servicios de mantenimiento, logística y seguridad.

Se estima una presencia media de 4 vehículos pesados al día, cifra que no representa una incidencia significativa sobre la capacidad del vial ni sobre las condiciones de circulación.

El tráfico restante estará compuesto principalmente por vehículos ligeros, correspondientes al personal de operación y mantenimiento.

4.1.5 Categoría de tráfico.

Tomando el escenario más crítico (fase de obra con 20 vehículos pesados/día), según la Norma 6.1-IC, estos viales se clasifican en categoría T42, correspondiente a un tráfico bajo de vehículos pesados (<25 vehículos pesados/día).

4.2 ACERAS PERIMETRALES TRANSITABLES.

4.2.1 Consideraciones.

Las aceras perimetrales se proyectan como superficies transitables destinadas fundamentalmente al acceso peatonal, pero deben permitir también el tránsito de vehículos ligeros y pesados ocasionales, al igual que los viales internos de servicio. Su función es garantizar el acceso perimetral a las infraestructuras.

La estimación de la Intensidad Media Diaria (IMD) se ha realizado de forma indirecta, tomando como referencia las características funcionales de estos viales y la información preliminar facilitada por la propiedad del proyecto.

4.2.2 Estimación del tráfico actual.

Al tratarse de un proyecto de nueva urbanización, no existe tráfico actual, por lo que la estimación se realiza únicamente en base a las necesidades futuras de explotación.

4.2.3 Incremento del tráfico por fase de obras.

Las previsiones de tráfico durante la fase de obras son equivalentes a las de los viales internos, dado que ambas zonas deberán admitir los mismos accesos de maquinaria, equipos y personal.

Se estima por tanto una IMD aproximada de 250 vehículos/día, de los cuales 20 vehículos/día corresponderán a vehículos pesados.

Este escenario representa la situación más desfavorable a efectos estructurales y se adopta como base para la determinación de la categoría de tráfico.

4.2.4 Tráfico en fase de explotación.

Del mismo modo que en los viales internos, las aceras transitables admitirán un tráfico reducido en fase de explotación, compuesto fundamentalmente por vehículos ligeros y una presencia media de 4 vehículos pesados/día para labores de mantenimiento.

4.2.5 Categoría de tráfico.

Tomando el escenario más crítico (fase de obra con 20 vehículos pesados/día), según la Norma 6.1-IC, estos viales se clasifican en categoría T42, correspondiente a un tráfico bajo de vehículos pesados (<25 vehículos pesados/día).

5 DISEÑO DEL FIRME.

Para la clasificación de la explanada y diseño de firme de la carretera se seguirá la Instrucción 6.1 y 2-IC «Secciones de firme».

5.1 VIALES INTERNOS DE SERVICIO.

5.1.1 Categoría de tráfico pesado.

De acuerdo a la ORDEN FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1. I.C. «Secciones de firme», de la Instrucción de Carreteras, la actuación depende de la Intensidad Media Diaria de vehículos pesados (IMDp) en el carril de proyecto.

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.

A 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 vienen recogidas en la tabla 1B.

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4 000	< 4 000 ≥ 2 000	< 2 000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Tabla 1.A. y Tabla 1.B - Categorías de tráfico pesado según la Norma 6.1-IC.

Como se ha comentado en el apartado anterior, para el dimensionamiento del firme, se fija un tráfico habitual de menos de 25 vehículos pesados al día.

Este volumen de tráfico, según la tabla 1.B. Categorías de tráfico pesado T3 y T4, corresponde a una categoría T42.

5.1.2 Explanada mejorada.

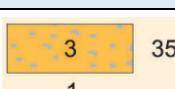
La superficie resultante tras las explanaciones, sobre la cual se apoyará la superestructura del firme, se denomina explanada. Esta explanada constituye el soporte directo del firme, por lo que debe presentar una resistencia adecuada y una regularidad geométrica suficiente, considerando una serie de factores que se analizarán en el desarrollo de este apartado.

Para definir la estructura del firme en cada caso, se establecen tres categorías de explanada, denominadas E1, E2 y E3.

Estos viales se proyectan sobre explanadas ya mejoradas, debido a que previamente se han ejecutado movimientos de tierras.

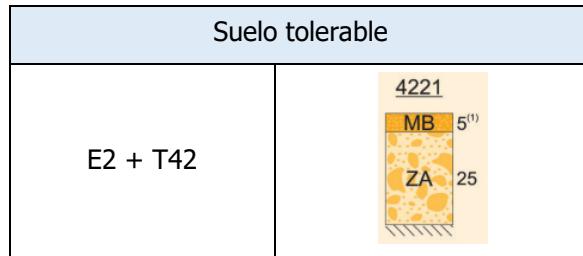
Se considera que el sustrato puede clasificarse como suelo adecuado para el apoyo de una explanada mejorada. Por ello, se ha proyectado una explanada de tipo E2.

Según la Norma 6.1-IC, sobre suelos adecuados, esta categoría de explanada se obtiene mediante la coronación con una capa de 35 cm de suelo seleccionado, compactado al 98 % del PM, con un índice CBR igual o superior a 20.

Suelo tolerable		
E2		35 1

5.1.3 Secciones de firme.

Para los viales de servicio, la combinación de categoría de tráfico pesado T42 y explanada E2 requiere, según el catálogo de la norma, un firme compuesto por una capa de zahorra artificial de 25 cm y una capa superior de mezcla bituminosa de 5 cm.



Además, antes de extender la capa base se realizará un riego de imprimación, previo barrido y humectación.

Así pues, la sección estructural en el firme de nueva creación según la Norma 6.1 I.C. «Secciones de firme» se compone de:

- 35 cm. de suelo seleccionado, compactado al 98% del P.M. (Art. 330 del PG-3) y que cumpla con $CBR \geq 20$.
- 25 cm. de zahorra artificial, compactada al 100% del P.M.
- Una capa de imprimación. C50BF4 IMP con dotación de 1.5 Kg/m².
- Una capa de aglomerado en caliente AC 16 Surf S de 5 cm. de espesor.

5.2 ACERAS PERIMETRALES TRANSITABLES.

5.2.1 Categoría de tráfico pesado.

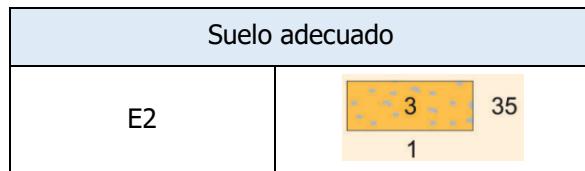
En las aceras perimetrales transitables se prevé un tráfico equivalente al de los viales de servicio. El tráfico pesado diario estimado durante la fase más desfavorable (fase de obra) es inferior a 25 vehículos pesados/día.

Según la tabla 1.B de la Norma 6.1-IC, este nivel de tráfico corresponde a la categoría T42.

5.2.2 Explanada mejorada.

Al igual que en los viales de servicio, estas aceras se proyectan sobre explanadas previamente mejoradas, tras los movimientos de tierras del Proyecto de Urbanización. El sustrato presenta características adecuadas para la conformación de una explanada mejorada, por lo que se adopta una explanada de tipo E2.

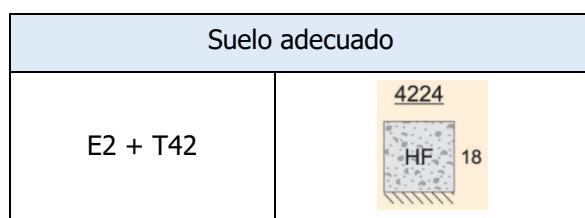
De acuerdo con la Norma 6.1-IC, en suelos adecuados la explanada E2 se conforma mediante una coronación de 35 cm de suelo seleccionado, compactado al 98 % del Próctor Modificado, con un $CBR \geq 20$.



5.2.3 Sección de firme.

Dado que se trata de aceras transitables que deben permitir el acceso de vehículos de mantenimiento, se proyecta un firme rígido mediante hormigón con fibras.

La combinación de categoría de tráfico T42 y explanada E2 requiere, según el catálogo de la Norma 6.1-IC, un firme compuesto por 18 cm de hormigón con fibras.



Así pues, la sección estructural en el firme de nueva creación según la Norma 6.1 I.C. «Secciones de firme» se compone de:

- 35 cm. de suelo seleccionado, compactado al 98% del P.M. (Art. 330 del PG-3) y que cumpla con $CBR \geq 20$.
- Lámina de polietileno G-400, como capa de separación y regularización.
- 18 cm. de hormigón con fibras HF-35/P-1.31-1.70/F/20-4,8/XC2+XA3.

5.3 CAMINO PERIMETRAL BALSA.

El camino perimetral de la balsa se ha diseñado como un vial de uso muy restringido, destinado exclusivamente a labores de inspección y mantenimiento ocasional. Por ello, la solución estructural adoptada es sencilla, suficiente y adecuada para las condiciones reales de servicio.

El firme proyectado se compone de:

- 30 cm de zahorra artificial, extendida y compactada conforme al 100 % del P.M.
- Terreno natural previamente regularizado, escarificado y compactado.

6 MEZCLAS BITUMINOSAS.

6.1 GRANULOMETRÍA.

Según el artículo 542 del PG3, la granulometría del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos, incluido el polvo mineral, según la unidad de obra o empleo, deberá estar comprendida dentro de los husos granulométricos fijados en la siguiente tabla:

TIPO DE MEZCLA (*)		ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)									
		45	32	22	16	8	4	2	0,500	0,250	0,063
Densa	AC16 D	-	-	100	90-100	64-79	44-59	31-46	16-27	11-20	4-8
	AC22 D	-	100	90-100	73-88	55-70		31-46	16-27	11-20	4-8
Semidensa	AC16 S	-	-	100	90-100	60-75	35-50	24-38	11-21	7-15	3-7
	AC22 S	-	100	90-100	70-88	50-66		24-38	11-21	7-15	3-7
	AC32 S	100	90-100		68-82	48-63		24-38	11-21	7-15	3-7
Gruesa	AC22 G	-	100	90-100	65-86	40-60		18-32	7-18	4-12	2-5
	AC32 G	100	90-100		58-76	35-54		18-32	7-18	4-12	2-5

6.2 TIPO DE MEZCLA.

Tal y como se ha justificado anteriormente, el tipo de mezcla a emplear en función del tipo y espesor de la capa son los siguientes:

- AC22 Base G.
- AC16 Surf S.

6.3 DOTACIONES.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará la dotación mínima del ligante hidrocarbonado de la mezcla bituminosa en caliente que, en cualquier caso, deberá cumplir la siguiente tala (especificada en % en masa sobre el total de la mezcla bituminosa, incluido el polvo mineral):

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	DOTACIÓN MÍNIMA (%)
RODADURA	DENSA y SEMIDENSA	4,50
INTERMEDIA	DENSA y SEMIDENSA	4,00
	ALTO MÓDULO	4,50
BASE	SEMIDENSA y GRUESA	3,65
	ALTO MÓDULO	4,75

Por lo tanto la dotación mínima de betún será para las diferentes mezclas:

- AC22 Base G. 3.65%
- AC16 Surf S. 4,5%

6.4 LIGANTE HIDROCARBONADO.

Los betunes de penetración cumplirán lo establecido en el PG3:

- Capa base: B 50/70.
- Capa de rodadura: B 50/70.

ANEJO N°1 PROYECTO BÁSICO DE GLORIETA DE ACCESO ESTE, CV-615

PIGA GREEN IT ARAGÓN
LUCENI (ZARAGOZA).
ESTUDIOS DE TRÁFICO Y DIMENSIONAMIENTO DE FIRMES

ANEJO N° 01
ESTUDIO DE TRÁFICO Y DIMENSIONAMIENTO DE
FIRME

GREEN IT ARAGÓN EN LUCENI (ZARAGOZA)
PROYECTO BÁSICO DE GLORIETA DE ENLACE
ACCESO ESTE, CV-615

ANEJO Nº 01. ESTUDIO DE TRÁFICO Y DIMENSIONAMIENTO DEL FIRME

Índice

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	NORMAS Y RECOMENDACIONES.....	1
3	FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE FIRMES.....	2
4	PROGNOSIS DEL TRÁFICO.....	2
4.1	CONSIDERACIONES.....	2
4.2	ESTIMACIÓN DEL TRÁFICO ACTUAL.....	2
4.3	INCREMENTO DE TRÁFICO POR FASE DE OBRAS.....	2
4.4	TRAFICO EN FASE DE EXPLOTACIÓN.....	3
4.5	CATEGORÍA DE TRAFICO.....	3
5	DISEÑO DEL FIRME.....	3
5.1	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO.....	3
5.2	EXPLANADA MEJORADA.....	4
5.3	SECCIONES DE FIRME.....	5
6	MEZCLAS BITUMINOSAS.....	6
6.1	GRANULOMETRÍA.....	6
6.2	TIPO DE MEZCLA.....	6
6.3	DOTACIONES.....	7
6.4	LIGANTE HIDROCARBONADO.....	7

ANEJO 01. ESTUDIO DE TRÁFICO Y DIMENSIONAMIENTO DEL FIRME.

1 INTRODUCCIÓN.

El presente anejo tiene como objetivo definir los criterios básicos que deben considerarse para la elección de los pavimentos y del tipo de firme más adecuado para la glorieta de acceso al Campus de Datos Green IT Aragón, ubicada en la carretera CV-615.

Como se ha mencionado en el resto del documento, una parte de las actuaciones se desarrollan sobre un trazado nuevo; sin embargo, existen dos zonas de unión con la traza actual del camino. En estas áreas se procederá a la regularización del firme existente mediante el fresado de la superficie actual y la aplicación de una capa de mezcla bituminosa en caliente hasta alcanzar la rasante propuesta.

No obstante, más allá de la regularización de la calzada existente, será necesario ampliar la plataforma en los tramos correspondientes al nuevo trazado. En este anejo se describe y justifica la sección de firme adoptada en el proyecto, cuyo dimensionamiento se realizará conforme a las normas de la Dirección General de Carreteras aplicables, así como a las instrucciones correspondientes.

2 NORMAS Y RECOMENDACIONES.

Las normas y recomendaciones que se han tenido en cuenta en el estudio han sido las siguientes:

- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras (BOE del 4 de marzo de 2016).
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC «Secciones de firme», de la Instrucción de Carreteras (BOE del 12 de diciembre de 2003).
- Orden FOM/3459/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.3-IC: «Rehabilitación de firmes», de la Instrucción de Carreteras (BOE del 12 de diciembre de 2003, corrección de erratas BOE del 25 de mayo de 2004).
- Nota de Servicio 3/2011, de 4 de octubre, sobre criterios a tener en cuenta en la redacción de los proyectos de rehabilitación estructural y/o superficial de firmes.
- Nota de servicio 5/2006, de 22 de septiembre de 2006, sobre explanaciones y capas de firmes tratadas con cemento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG3/75) y los artículos de éste revisados con posterioridad
- Artículos 510, 530, 531 y 532 en sus versiones del Orden FOM/891/2004.
- Artículos 542 y 543 en sus versiones del O.C. 24/08.

3 FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE FIRMES.

Los factores que intervienen en el diseño de los firmes son fundamentalmente dos. En primer lugar, el tráfico que soportará la vía, expresado mediante la intensidad media diaria de vehículos pesados prevista en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. A partir del número de vehículos pesados diarios y utilizando las tablas del apartado 4 de la Norma 6.1-IC, se determina la categoría de tráfico correspondiente.

En segundo lugar, se debe considerar el tipo de terreno sobre el que se construirá el firme, ya sea natural o previamente modificado. Este aspecto define el tipo de explanada, y, junto con la categoría de tráfico, condiciona la sección estructural del firme, que debe seleccionarse entre las indicadas en el apartado 6 de la misma Norma 6.1-IC.

4 PROGNOSIS DEL TRÁFICO

4.1 CONSIDERACIONES

La carretera CV-615 es una vía de carácter local que conecta el núcleo urbano de Luceni con la carretera nacional N-232, constituyendo el acceso principal a las instalaciones previstas del Campus de Datos Green IT Aragón. Su trazado discurre por un entorno rural, con tráfico moderado y función de acceso local.

En el entorno del emplazamiento no existen estaciones de aforo permanentes de la Red de Carreteras del Estado ni de la Diputación Provincial o Comunidad Autónoma que permitan disponer de mediciones representativas del tráfico actual. Por ello, la estimación de la Intensidad Media Diaria (IMD) se ha realizado de forma indirecta, tomando como referencia los datos demográficos del entorno, las características funcionales de la vía y la información facilitada por la propiedad del proyecto.

4.2 ESTIMACIÓN DEL TRÁFICO ACTUAL.

Según los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2024), el municipio de Luceni cuenta con una población aproximada de 1.006 habitantes.

Teniendo en cuenta el tamaño poblacional, la tipología rural del entorno y la función de la vía, se estima una IMD actual de 300 vehículos/día, con un porcentaje de vehículos pesados del 6%.

De esta forma, el número de vehículos pesados diarios se estima en:

$$300 \times 0,06 = 18 \text{ vehículos pesados/día.}$$

4.3 INCREMENTO DE TRÁFICO POR FASE DE OBRAS.

Durante la fase de construcción del Campus de Datos, se prevé un incremento moderado del tráfico debido al movimiento de maquinaria, transporte de materiales y desplazamientos de personal.

Según la información facilitada por la propiedad, durante el periodo de máxima actividad se alcanzarán valores del orden de 350 vehículos/día, con un porcentaje de pesados del 8%, lo que equivale a aproximadamente 28 vehículos pesados diarios.

Este incremento tendrá carácter temporal, estimándose una duración de dos años.

Una vez finalizadas las obras, la intensidad de tráfico se reducirá notablemente hasta valores inferiores a los actuales.

4.4 TRAFICO EN FASE DE EXPLOTACIÓN.

En la fase de explotación, el tráfico se limitará principalmente a vehículos ligeros de personal técnico y de mantenimiento, así como al transporte ocasional de equipos o materiales.

Se prevé una IMD inferior a 100 vehículos/día, con un porcentaje de pesados inferior al 2%, es decir, aproximadamente 2 vehículos pesados diarios.

4.5 CATEGORÍA DE TRAFICO

Para el dimensionamiento del firme se considera el tráfico más exigente, que incluye tanto el tráfico actual como el previsto durante la fase de construcción.

El tráfico actual, con una IMD de 300 vehículos/día y un 6 % de pesados (18 vehículos pesados/día), junto con el tráfico estimado durante la fase de obras, con una IMD de 350 vehículos/día y un 8 % de pesados (28 vehículos pesados/día), llevan a seleccionar la categoría de tráfico más conservadora para el diseño.

Dado que la Norma 6.1-IC «Secciones de firme» clasifica las categorías de tráfico en función del número de vehículos pesados diarios en el carril de proyecto, y considerando los valores máximos, se adopta la categoría de tráfico T41, que corresponde a vías con tráfico pesado significativo y exige un firme con capacidad estructural adecuada para soportar dichas solicitudes.

Esta elección garantiza que el firme diseñado soportará tanto las condiciones actuales como las solicitudes temporales durante la fase de obras, asegurando su durabilidad en la fase de explotación.

5 DISEÑO DEL FIRME.

Para la clasificación de la explanada y diseño de firme de la carretera se seguirá la Instrucción 6.1 y 2-IC «Secciones de firme».

5.1 CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO.

De acuerdo a la ORDEN FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1. I.C. «Secciones de firme», de la Instrucción de Carreteras, la actuación depende de la Intensidad Media Diaria de vehículos pesados (IMDp) en el carril de proyecto.

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.

A 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 vienen recogidas en la tabla 1B.

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4 000	< 4 000 ≥ 2 000	< 2 000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Tabla 1.A. y Tabla 1.B - Categorías de tráfico pesado según la Norma 6.1-IC.

Como se ha comentado en el apartado anterior, para el dimensionamiento del firme, se fija un tráfico habitual de 25 a 50 vehículos pesados al día.

Este volumen de tráfico, según la tabla 1.B. Categorías de tráfico pesado T3 y T4, corresponde a una categoría T41.

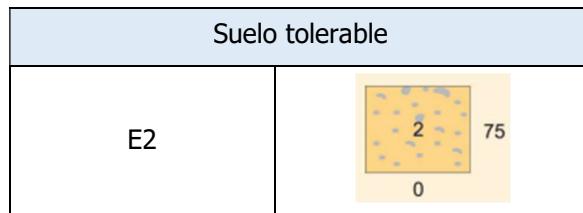
5.2 EXPLANADA MEJORADA.

La superficie resultante tras las explanaciones, sobre la cual se apoyará la superestructura del firme, se denomina explanada. Esta explanada constituye el soporte directo del firme, por lo que debe presentar una resistencia adecuada y una regularidad geométrica suficiente, considerando una serie de factores que se analizarán en el desarrollo de este apartado.

Para definir la estructura del firme en cada caso, se establecen tres categorías de explanada, denominadas E1, E2 y E3.

Dado que no se disponen de datos geotécnicos específicos en el momento de la redacción del presente proyecto, y tras la inspección visual de los taludes existentes en la zona, se considera que el conjunto del sustrato puede clasificarse como suelo tolerable para los efectos de apoyo de una explanada mejorada.

En consecuencia, se ha proyectado una explanada mejorada tipo E2. Conforme a lo establecido en la Norma 6.1-IC, sobre suelos tolerables, esta categoría de explanada se consigue mediante la coronación con una capa de 75 cm de suelo seleccionado, conforme al artículo 330 del PG-3, que garantice un índice CBR igual o superior a 12.



5.3 SECCIONES DE FIRME.

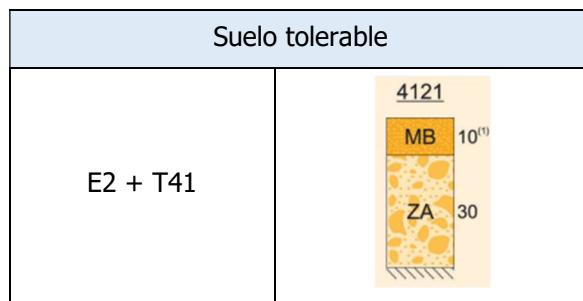
Para la selección del tipo de firme se tendrán en cuenta las diferentes tipologías de trabajo consideradas en el Proyecto. Por un lado, la regularización del firme existente en la calzada de la carretera CV-615, y por otro, la construcción de firme de nueva creación para los ramales de la glorieta, la propia glorieta y el vial de acceso.

5.3.1 Regularización del firme existente.

Para el caso de regularización del firme, se procederá únicamente al fresado y reposición de la capa de rodadura, ya que únicamente se busca un efecto de uniformidad y no la mejora de la calidad del firme. Para ello, se ha previsto una capa de 4 cm. de rodadura AC16 Surf S sobre un riego de adherencia (C60B3 ADH).

5.3.2 Firme de nueva creación.

Para el firme de nueva creación, y conforme a la Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, que aprueba la Norma 6.1 I.C. «Secciones de firme» de la Instrucción de Carreteras, con una categoría de tráfico pesado T41 y una categoría de explanada E2, el firme seleccionado del catálogo requiere una capa de 30 cm de zahorra artificial y una capa superior de 10 cm de mezcla bituminosa en caliente.



Además, antes de extender la capa base se realizará un riego de imprimación, previo barrido y humectación. Entre las dos capas de mezcla bituminosa en caliente se efectuará un riego de adherencia.

Así pues, la sección estructural en el firme de nueva creación según la Norma 6.1 I.C. «Secciones de firme» se compone de:

- 75 cm. de suelo seleccionado, compactado al 98% del P.M. (Art. 330 del PG-3) y que cumpla con $CBR \geq 12$.
- 30 cm. de zahorra artificial, compactada al 100% del P.M.
- Una capa de imprimación. C50BF4 IMP con dotación de 1.5 Kg/m².
- Una capa de aglomerado en caliente AC 22 Base G de 7 cm. de espesor.
- Una capa de adherencia. C60B3 ADH con 0.5 Kg/m² de dotación.
- Una capa de aglomerado en caliente AC 16 Surf S de 4 cm. de espesor.

No obstante, aunque la norma establece una capa superior de mezcla bituminosa en caliente de 10 cm, se ha decidido aumentar este espesor hasta un total de 11 cm con el fin de mejorar la durabilidad y resistencia superficial del firme.

6 MEZCLAS BITUMINOSAS.

6.1 GRANULOMETRÍA.

Según el artículo 542 del PG3, la granulometría del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos, incluido el polvo mineral, según la unidad de obra o empleo, deberá estar comprendida dentro de los husos granulométricos fijados en la siguiente tabla:

TIPO DE MEZCLA (*)		ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)									
		45	32	22	16	8	4	2	0,500	0,250	0,063
Densa	AC16 D	-	-	100	90-100	64-79	44-59	31-46	16-27	11-20	4-8
	AC22 D	-	100	90-100	73-88	55-70		31-46	16-27	11-20	4-8
Semidensa	AC16 S	-	-	100	90-100	60-75	35-50	24-38	11-21	7-15	3-7
	AC22 S	-	100	90-100	70-88	50-66		24-38	11-21	7-15	3-7
	AC32 S	100	90-100		68-82	48-63		24-38	11-21	7-15	3-7
Gruesa	AC22 G	-	100	90-100	65-86	40-60		18-32	7-18	4-12	2-5
	AC32 G	100	90-100		58-76	35-54		18-32	7-18	4-12	2-5

6.2 TIPO DE MEZCLA.

Tal y como se ha justificado anteriormente, el tipo de mezcla a emplear en función del tipo y espesor de la capa son los siguientes:

- AC22 Base G.
- AC16 Surf S.

6.3 DOTACIONES.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará la dotación mínima del ligante hidrocarbonado de la mezcla bituminosa en caliente que, en cualquier caso, deberá cumplir la siguiente tala (especificada en % en masa sobre el total de la mezcla bituminosa, incluido el polvo mineral):

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	DOTACIÓN MÍNIMA (%)
RODADURA	DENSA y SEMIDENSA	4,50
INTERMEDIA	DENSA y SEMIDENSA	4,00
	ALTO MÓDULO	4,50
BASE	SEMIDENSA y GRUESA	3,65
	ALTO MÓDULO	4,75

Por lo tanto la dotación mínima de betún será para las diferentes mezclas:

- AC22 Base G. 3.65%
- AC16 Surf S. 4,5%

6.4 LIGANTE HIDROCARBONADO.

Los betunes de penetración cumplirán lo establecido en el PG3:

- Capa base: B 50/70.
- Capa de rodadura: B 50/70.

ANEJO N°6 PROYECTOBÁSICO DE RAMAL DE CONEXIÓN ACCESO OESTE, A-68

PIGA GREEN IT ARAGÓN

LUCENI (ZARAGOZA).

ESTUDIOS DE TRÁFICO Y DIMENSIONAMIENTO DE FIRMES

GREEN IT ARAGÓN EN LUCENI (ZARAGOZA)
PROYECTO BÁSICO DE RAMAL DE CONEXIÓN ACCESO OESTE, A-68

ANEJO N° 06
PLANEAMIENTO Y TRÁFICO

GREEN IT ARAGÓN EN LUCENI (ZARAGOZA)

PROYECTO BÁSICO DE RAMAL DE CONEXIÓN ACCESO OESTE, A-68

ANEJO N° 06. PLANEAMIENTO Y TRÁFICO

Índice

1	INTRODUCCIÓN	1
2	NORMAS Y RECOMENDACIONES	1
3	FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE FIRMES	2
4	PROGNOSIS DEL TRÁFICO	2
4.1	CONSIDERACIONES	2
4.2	ESTIMACIÓN DEL TRÁFICO ACTUAL	2
4.3	INCREMENTO DE TRÁFICO POR FASE DE OBRAS	2
4.4	TRAFICO EN FASE DE EXPLOTACIÓN	3
4.5	CATEGORÍA DE TRAFICO	3

ANEJO 06. PLANEAMIENTO Y TRÁFICO

1 INTRODUCCIÓN

El presente anexo tiene por objeto establecer los criterios técnicos para la elección del tipo de pavimento y del firme más adecuado en el ramal de conexión al Campus de Datos Green IT Aragón, ubicado al oeste del mismo, en una glorieta existente.

Las actuaciones comprenden tanto la ejecución de un nuevo trazado como la adecuación del firme en la zona de conexión con la glorieta. En esta última se procederá al fresado de la capa de rodadura actual y a la extensión de una nueva capa de mezcla bituminosa en caliente, con el fin de regularizar la superficie y alcanzar la rasante de proyecto. No obstante, más allá de la regularización de la calzada existente, en los tramos de nueva construcción será necesario ampliar la plataforma.

El dimensionamiento se ha realizado conforme a la Norma 6.1-IC «Secciones de firme» y demás disposiciones de la Dirección General de Carreteras.

2 NORMAS Y RECOMENDACIONES

Las normas y recomendaciones que se han tenido en cuenta en el estudio han sido las siguientes:

- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras (BOE del 4 de marzo de 2016).
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC «Secciones de firme», de la Instrucción de Carreteras (BOE del 12 de diciembre de 2003).
- Orden FOM/3459/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.3-IC: «Rehabilitación de firmes», de la Instrucción de Carreteras (BOE del 12 de diciembre de 2003, corrección de erratas BOE del 25 de mayo de 2004).
- Nota de Servicio 3/2011, de 4 de octubre, sobre criterios a tener en cuenta en la redacción de los proyectos de rehabilitación estructural y/o superficial de firmes.
- Nota de Servicio 5/2006, de 22 de septiembre de 2006, sobre explanaciones y capas de firmes tratadas con cemento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG3/75) y los artículos de éste revisados con posterioridad.
- Artículos 510, 530, 531 y 532 en sus versiones del Orden FOM/891/2004.
- Artículos 542 y 543 en sus versiones del O.C. 24/08.

3 FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE FIRMES

Los factores que intervienen en el diseño de los firmes son fundamentalmente dos.

1. Tráfico previsto: expresado mediante la intensidad media diaria de vehículos pesados prevista en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. A partir del número de vehículos pesados diarios y utilizando las tablas del apartado 4 de la Norma 6.1-IC, se determina la categoría de tráfico correspondiente.
2. Tipo de terreno: ya sea natural o previamente modificado. Este aspecto define el tipo de explanada y, junto con la categoría de tráfico, condiciona la sección estructural del firme, que debe seleccionarse entre las indicadas en el apartado 6 de la misma Norma 6.1-IC.

4 PROGNOSIS DEL TRÁFICO

4.1 CONSIDERACIONES

El ramal objeto del presente proyecto constituye el acceso principal a la zona de turbinas y subestaciones del Campus de Datos Green IT Aragón, partiendo desde la glorieta situada al oeste del complejo.

En el entorno del emplazamiento no existen estaciones de aforo permanentes de la Red de Carreteras del Estado ni de la Diputación Provincial o de la Comunidad Autónoma que permitan disponer de mediciones representativas del tráfico actual. Por ello, la estimación de la Intensidad Media Diaria (IMD) se ha realizado de forma indirecta, tomando como referencia los datos demográficos del entorno, las características funcionales de la vía y la información preliminar facilitada por la propiedad del proyecto.

4.2 ESTIMACIÓN DEL TRÁFICO ACTUAL

En la situación actual, el tráfico asociado al ámbito es muy reducido, limitado al acceso a fincas agrícolas. Se trata principalmente de vehículos ligeros y maquinaria agrícola ocasional, por lo que el tráfico pesado actual es despreciable a efectos del dimensionamiento estructural del firme.

4.3 INCREMENTO DE TRÁFICO POR FASE DE OBRAS

Durante la fase de construcción del Campus de Datos, se prevé un incremento significativo del tráfico rodado asociado a las actividades de obra, principalmente derivado del transporte de materiales de construcción, maquinaria, equipos electromecánicos y componentes de gran volumen destinados a las turbinas y subestaciones.

De acuerdo con la información facilitada por la propiedad, se estima una Intensidad Media Diaria (IMD) total del orden de 600 vehículos/día durante los períodos de mayor actividad constructiva, de los cuales aproximadamente 40 corresponderán a vehículos pesados.

Este incremento de tráfico se considera representativo del escenario más desfavorable a efectos estructurales, adoptándose como base de cálculo para la determinación de la categoría de tráfico del firme.

La duración prevista de la fase de obras del centro de datos es de dos años, periodo en el que se concentrarán las mayores solicitudes sobre la estructura del pavimento. Finalizada la construcción, la intensidad de tráfico disminuirá notablemente, alcanzando valores significativamente inferiores a los registrados durante la fase de obra.

4.4 TRAFICO EN FASE DE EXPLOTACIÓN

Durante la fase de operación del Centro de Datos, el vial mantendrá su función principal como acceso técnico a las zonas de turbinas y subestaciones, así como vía de acceso al propio Campus de Datos. En esta etapa, el volumen de tráfico será sustancialmente inferior al registrado durante la fase de construcción, dado que cesarán los movimientos asociados al suministro de materiales, maquinaria y personal de obra.

Según la información facilitada por la propiedad, en condiciones normales de explotación, se prevé que en cada uno de los tres Centros de Datos trabajen aproximadamente 150 personas por día. Considerando una ocupación media de 1,5 personas por vehículo, se estima una Intensidad Media Diaria (IMD) de aproximadamente 300 vehículos ligeros/día.

El tráfico de vehículos pesados durante esta fase será muy limitado, restringido principalmente a servicios de mantenimiento, logística y seguridad. Se estima una presencia media de 5 vehículos pesados al día, cifra que no representa una incidencia significativa en la capacidad del vial ni en las condiciones de circulación.

4.5 CATEGORÍA DE TRAFICO

Para el dimensionamiento del firme se considera el tráfico más exigente, que incluye tanto el tráfico actual como el previsto durante la fase de construcción y explotación.

Durante la fase de construcción, según la información proporcionada por la propiedad, se estima una IMD de 200 vehículos/día, con un 20 % de pesados (40 vehículos pesados/día). El tráfico previsto en la fase de explotación, con una IMD de 40 vehículos/día y un 5 % de pesados (2 vehículos pesados/día), queda incluido dentro de este rango y no representa un requisito estructural adicional.

Dado que la Norma 6.1-IC «Secciones de firme» clasifica las categorías de tráfico en función del número de vehículos pesados diarios en el carril de proyecto, y considerando los valores máximos, se adopta la categoría de tráfico T41, que corresponde a vías con tráfico pesado significativo y exige un firme con capacidad estructural adecuada para soportar dichas solicitudes.

Esta elección garantiza que el firme diseñado soportará tanto las condiciones actuales como las solicitudes temporales durante la fase de obras, asegurando su durabilidad en la fase de explotación.