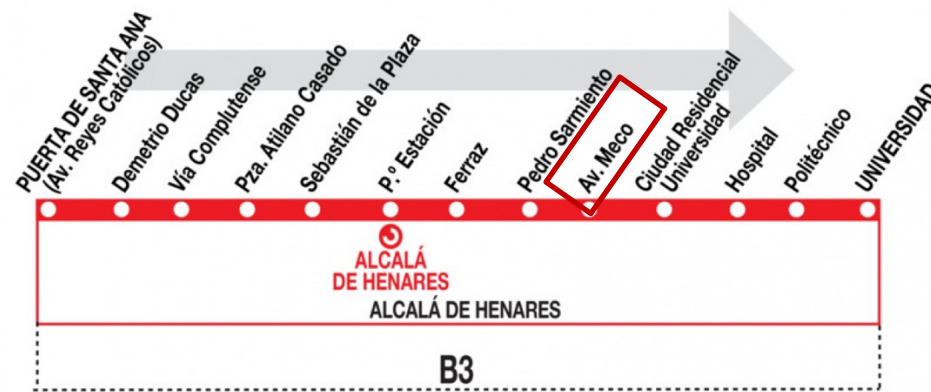


La línea 2 tiene 20 paradas y discurre desde la Universidad de Alcalá hasta la Plaza Santa Ana en la Avenida Reyes Católicos. El servicio comienza a las 6:20 y finaliza a las 23:59 y ofrece servicio todos los días de la semana.

La línea 5 tiene 26 paradas y conecta la Plaza de la Paz en Avenida Miguel de Unamuno con la Nueva Rinconada. El servicio comienza a las 6:35 y finaliza a las 23:59 y ofrece servicio todos los días de la semana.

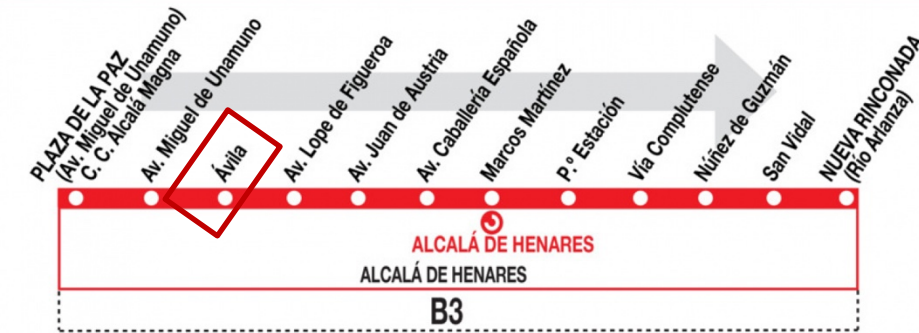
## 2 Puerta de Santa Ana - Hospital / Universidad



HORARIOS DE SALIDA DE PUERTA DE SANTA ANA (Av. Reyes Católicos)					
161221					
Lunes a viernes laborables (lectivos) (Vigente de 1 de septiembre a 15 de julio)					
A 6:20 6:40					
De	7:00	a	24:00	cada	10 minutos
Lunes a viernes laborables (no lectivos) (Vigente de 1 de septiembre a 15 de julio)					
A 6:20 23:35 24:00					
De	6:20	a	23:35	cada	15 minutos
Lunes a viernes laborables (Vigente de 16 de julio a 31 de agosto)					
A 6:20 23:00 23:30 24:00					
De	6:20	a	23:00	cada	25 minutos
Sábados laborables (Vigente de 1 de septiembre a 15 de julio)					
A 6:30 7:00					
De	7:30	a	24:00	cada	22 minuto
Sábados laborables (Vigente de 16 de julio a 31 de agosto)					
A 7:00 22:00 22:30 23:00					
De	7:00	a	22:00	cada	25 minutos
Domingos y festivos (Vigente todo el año)					
A 7:30 22:54 23:00					
De	7:30	a	22:54	cada	22 minutos

**AC** ALCALABUS, S.L., Pol. Ind. Azque. Calle Chile, 43. Tel: 91 888 00 21  
ALCALÁ DE HENARES. 28806 MADRID.  
Imagen 13. Esquema y horario línea 2. Alcalá de Henares

## 5 Plaza de la Paz - Nueva Rinconada



HORARIOS DE SALIDA DE PLAZA DE LA PAZ (Av. Miguel de Unamuno - C. C. Alcalá Magna)					
161221					
Lunes a viernes laborables (Vigente todo el año)					
A 6:35 6:50					
De	7:00	a	23:00	cada	20 minutos
A 23:30 24:00					
Los días lectivos, los servicios de las 7:20, 7:40 y 8:00 pasan por la parada 20906 NÚÑEZ DE GUZMÁN - HERNÁN CORTES, para dar servicio a los centros educativos de la zona.					
Sábados laborables (Vigente de 1 de septiembre a 15 de julio)					
A 6:30					
De	7:00	a	23:00	cada	20 minutos
A 23:30 24:00					
Sábados laborables (Vigente de 16 de julio a 31 de julio)					
A 6:35 6:50 7:27 7:51 8:15 8:45					
De	9:09	a	21:43	cada	26 minutos
A 22:15 22:35 23:00 23:30 24:00					
Sábados laborables (Vigente agosto)					
A 7:00 21:43 entre 24 - 27 minutos					
De	7:00	a	21:43	entre	24 - 27 minutos
A 22:15 22:30 23:00 23:30 24:00					
Domingos y festivos (Vigente todo el año)					
A 8:30 22:22 23:00					
De	8:30	a	22:22	cada	26 minutos

**AC** ALCALABUS, S.L., Pol. Ind. Azque. Calle Chile, 43. Tel: 91 888 00 21  
ALCALÁ DE HENARES. 28806 MADRID.  
Imagen 14. Esquema y horario línea 5. Alcalá de Henares

### 5.3. Autobús interurbano

La línea interurbana 250 comunica Alcalá de Henares con Meco mediante 23 paradas desde Avenida de Guadalajara hasta el Polideportivo Villa de Meco. El servicio comienza a las 5:20 y finaliza a las 23:12 durante todos los días de la semana.

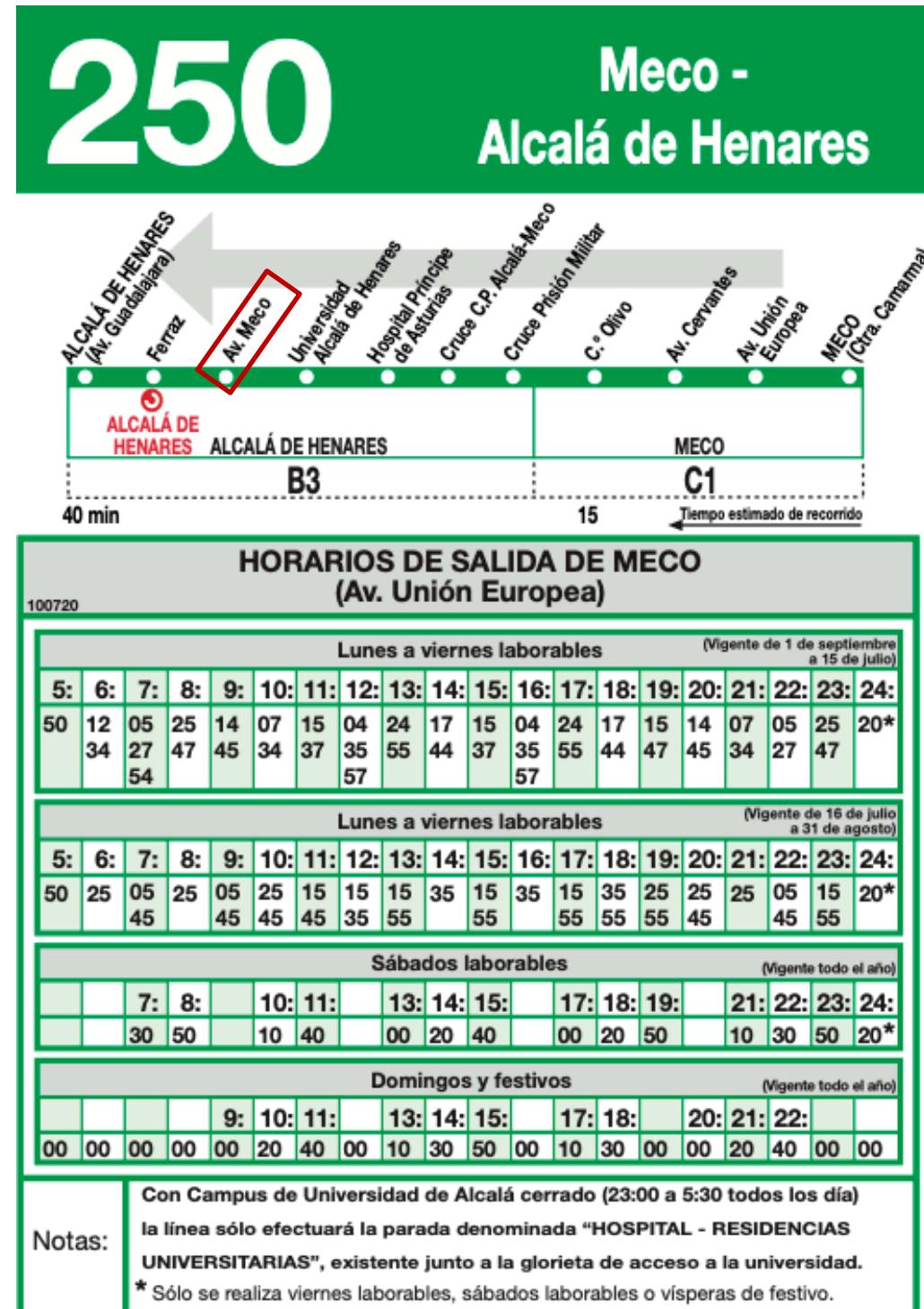


Imagen 15. Esquema y horario línea interurbana 250

### 5.4. Servicio de Bicicleta Pública

El Ayuntamiento de Alcalá de Henares, a partir del Instituto de Planificación y Gestión Ambiental, tiene en marcha el Programa de fomento del uso de la bicicleta en la ciudad. En él se integra ALCALÁ BICI, un servicio público de préstamo de bicicleta, que además incorpora aparcamientos para facilitar y favorecer su uso.

Como se puede ver en la imagen adjunta, la red de carriles bici se distribuye por toda la ciudad de Alcalá de Henares, uniendo los principales destinos de viajes con aparcamientos para bicicletas, entre los que se encuentra el entorno de estudio y la estación de cercanías.

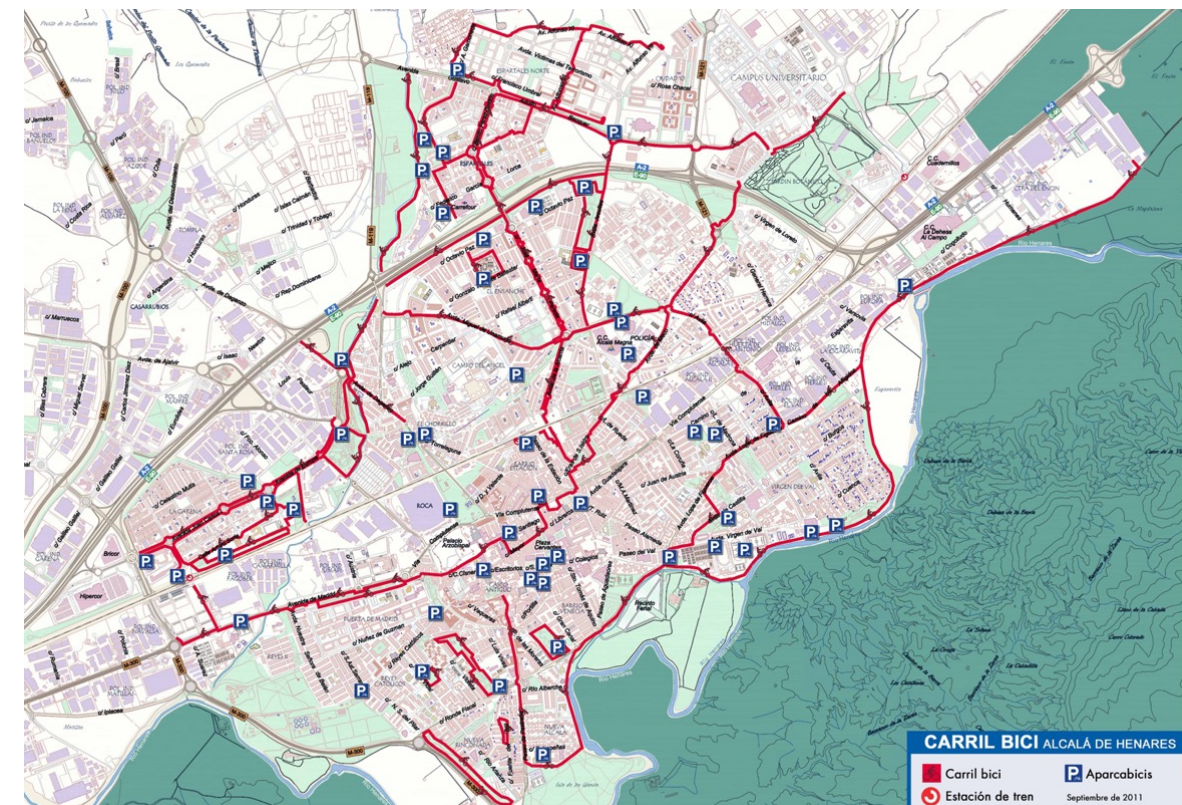


Imagen 16. Plano del carril y aparcamiento bici de Alcalá de Henares.

## 6. DESARROLLO FUTURO ÁREA

### 6.1. Introducción

El municipio de Alcalá de Henares cuenta con un Plan General de Ordenación Urbana, el cual clasificó los terrenos del Polígono 21-A Ciudad del Aire como suelo urbano de uso residencial. En 2010 se aprobó el plan Parcial de Mejora del Polígono 21-A del PGOU de Alcalá de Henares que tenía como principal objetivo finalizar y completar la urbanización del ámbito que contaba en aquel momento con 812 viviendas construidas y 723 viviendas pendientes por urbanizar.

Mediante Acuerdo del Ayuntamiento Pleno se acordó aprobar la modificación puntual del Plan Parcial de Mejora del Polígono 21-A planteando la modificación de parámetros urbanísticos. La modificación del Plan Parcial plantea un aumento de la densidad máxima de viviendas de las parcelas carentes de edificación sin modificar la edificabilidad. Por tanto, en la Modificación del Plan Parcial se prevén 1.076 viviendas pendientes de construir en vez de las 723 que planteaba el Plan Parcial, es decir, 353 viviendas más de las previstas.

Por otro lado, existen tres parcelas pendientes de construir, que se van a tener en cuenta en el estudio, de uso deportivo y comercial.

Tabla 3. Características del desarrollo de uso residencial

	Viviendas construidas	Viviendas pendientes de construir	TOTAL
Plan Parcial vigente	812	723	1.535
Modificación Plan Parcial	812	1.076	1.888

Tabla 4. Características del desarrollo. Equipamientos

Parcela	Uso	Edificabilidad
P-11	Deportivo	9.011,99 m <sup>2</sup>
P-13	Deportivo	4.295,11 m <sup>2</sup>
P-20B	Comercial	382,42 m <sup>2</sup>



Imagen 17. Detalle del diseño del desarrollo.

## 6.2. Método de los cuatro pasos

A todo desarrollo urbanístico le corresponde el desarrollo de una actividad que inherentemente conlleva una generación de movilidad. Para el cálculo de los estudios de tráfico y su posterior reparto modal, es necesario realizar una previsión de la movilidad futura del nuevo desarrollo, para ello utilizaremos el método de los cuatro pasos.

El método de los cuatro pasos es el enfoque más común en los modelos de predicción de transporte, es un proceso que implica cuatro etapas que se calculan una tras otra, tal y como se muestra en el Gráfico 6.

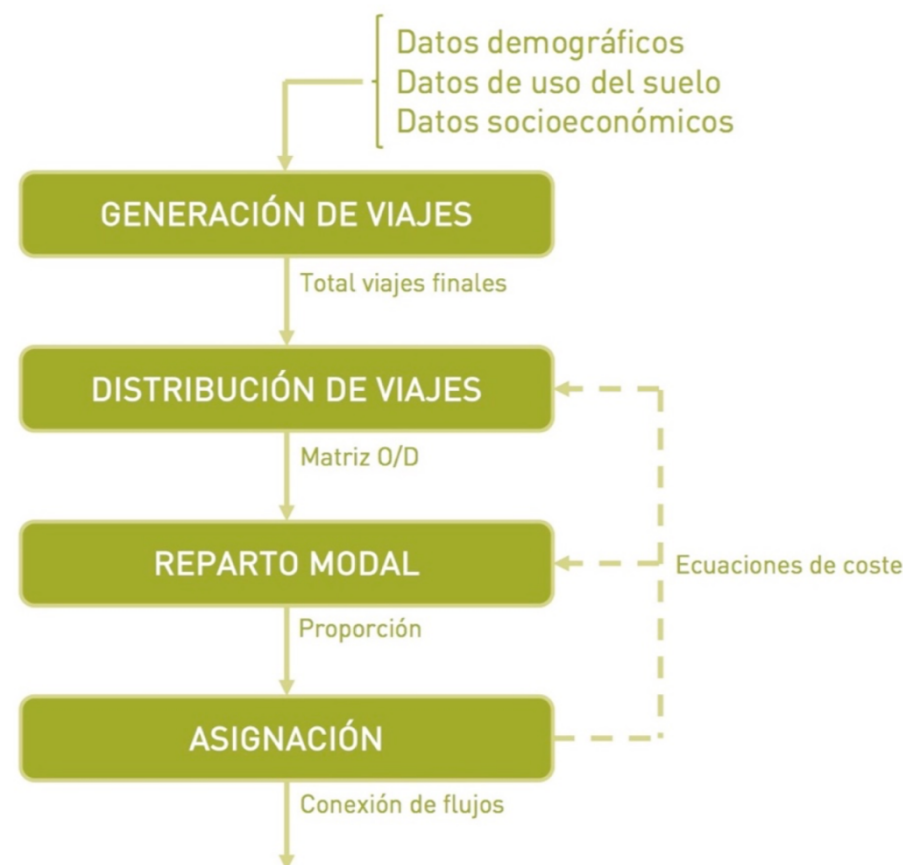


Gráfico 6. Esquema del método de los cuatro pasos.

- **Generación de viajes.** Para cada zona se estiman un número de viajes originados y atraídos en función del tipo de desarrollo.
- **Distribución de viajes.** Tras la estimación inicial de generación de viajes, se calcula la interrelación de este suelo con terceras zonas obteniendo una matriz de origen destino del suelo del estudio.
- **Reparto modal.** Predicción de la proporción de viajes realizados entre las zonas en cada modo de transporte disponible.
- **Asignación de viajes.** El paso final, en el que se realiza la valoración de viajes entre zonas y su distribución por la red existente.

### 6.2.1. Generación de viajes

Para analizar la movilidad generada se van a tener en cuenta las parcelas pendientes de construir que se han descrito anteriormente, diferenciando entre uso residencial y otros usos.

#### Uso Residencial

Para el cálculo de la generación de viajes de las parcelas de uso residencial, cabe citar el documento "Instrucción de la Vía Pública de Madrid" cuya ficha 12 tiene como objetivo garantizar la fundamentación técnica de las decisiones relativas a transporte y diseño de la vía pública en el planeamiento de desarrollo e impedir que el aumento de la congestión circulatoria en la red principal supere ciertos límites.

En dicha ficha 12 relativa a los Estudios de Transporte incluidos en planes parciales, planes especiales, proyectos de edificación, etc., se establece que "en áreas residenciales, se estimarán los viajes de salida en la hora punta de la mañana, mediante la tasa de población activa previsible y un factor de concentración de viajes al trabajo en hora punta que, en ausencia de otros datos, se tomará igual a 0,4."

Por tanto, la demanda horaria punta (en horario AM) imputable al desarrollo residencial sería la siguiente:

$$(\text{N}^\circ \text{ viviendas}) \times (\text{tamaño unidad familiar}) \times (\text{tasa de población activa}) \times (\text{factor de concentración})$$

Una vez consultados los últimos datos disponibles de tamaño de unidad familiar y tasa de población activa en Alcalá de Henares, estos no se encuentran actualizados por lo que se van a tener en cuenta los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en el año 2020 Y 2021 para la Comunidad de Madrid.

Según la Encuesta Continua de Hogares publicada por el INE en abril de 2021, el tamaño medio del hogar en la Comunidad de Madrid en el año 2020 es de 2,54. Con respecto a la tasa de población activa en la Comunidad de Madrid, el INE publica que en el último trimestre de 2021 la tasa es de 63,04%.

### Tamaño medio del hogar por comunidades autónomas. Año 2020

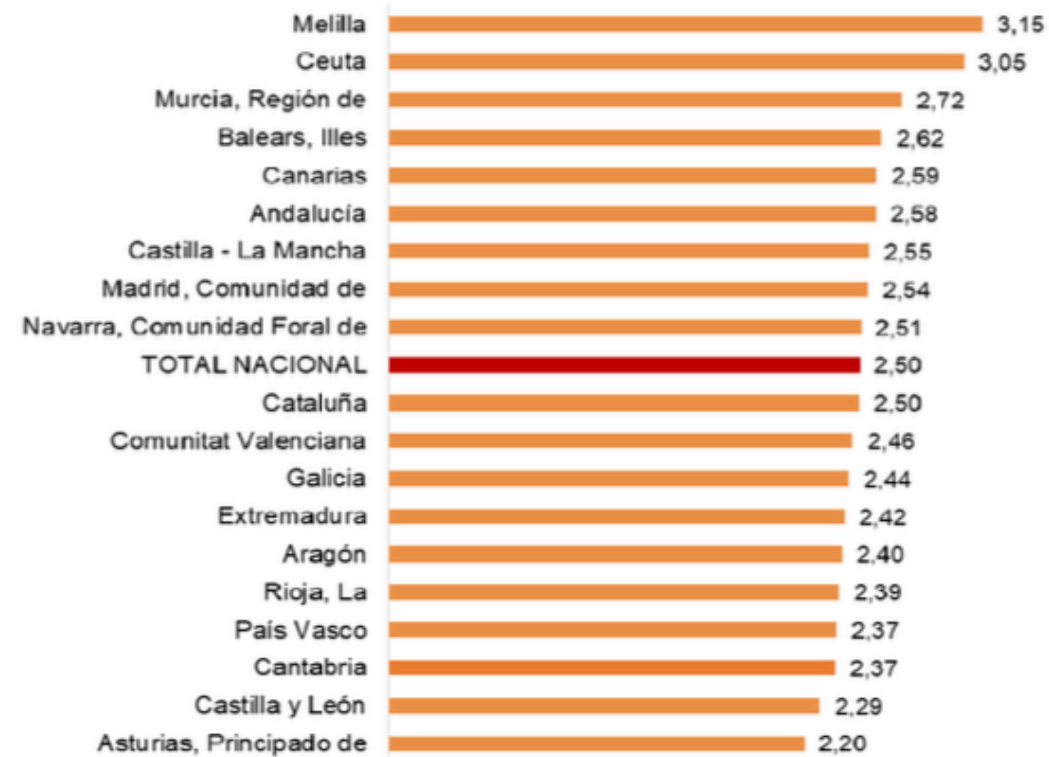


Gráfico 7. Tamaño medio del hogar por CCAA. Fuente: INE

### Encuesta de Población Activa (EPA), Ambos sexos, Provincias, Tasa de actividad, 2021T4

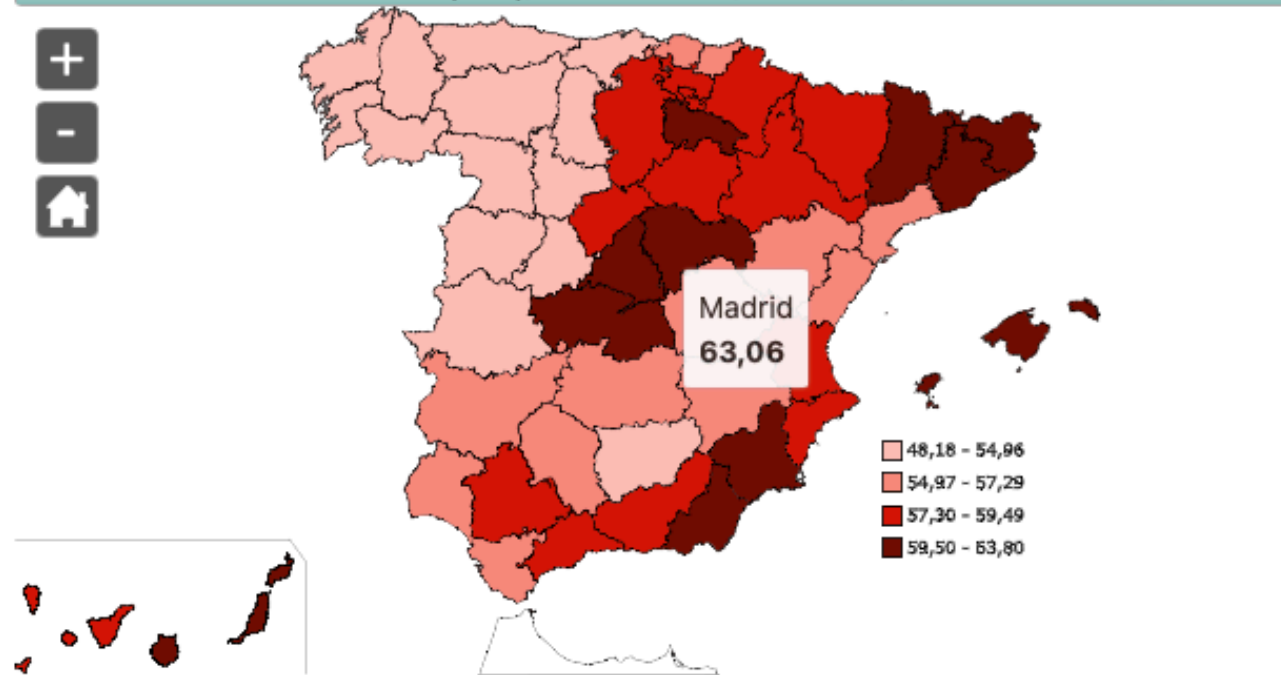


Gráfico 8. Tasa de actividad por CCAA. Fuente: INE

En resumen, para obtener la demanda horaria punta imputable al desarrollo residencial se tienen en cuenta los datos:

- Nº viviendas: Se tendrán en cuenta las viviendas pendientes de construir. Para el caso del Plan Parcial Vigente, se tienen en cuenta 723 viviendas, mientras que para la Modificación del Plan Parcial el total de viviendas pendientes de construir son 1.076.
- Tamaño unidad familiar Comunidad de Madrid <sup>1</sup>: 2,54 personas/viviendas
- Tasa de población activa Comunidad de Madrid <sup>2</sup>: 63,06%
- Factor de concentración de viajes en hora punta: 0,4

Tabla 5. Viajes en hora punta. Uso residencial

	Plan Parcial Vigente	Modificación Plan Parcial
Nº Viviendas	723	1.076
Tamaño Unidad Familiar (personas/vivienda)	2,54	2,54
Tasa de Población Activa (%)	63,06	63,06
Factor de Concentración de Viajes (%)	40	40
<b>TOTAL (viajes/hora)</b>	<b>463</b>	<b>689</b>

#### Otros usos

En la ficha 12 de Estudios de Transporte de la Instrucción de la Vía Pública de Madrid, no se mencionan ratios de generación de tráficos para este tipo de usos (Equipamientos y comercial), por lo que nos acogemos a otra legislación existente en España, como es el Decreto 344/2006 de regulación de los estudios de evaluación de la movilidad generada. Esta última establece las siguientes ratios de generación para los usos relacionados con los usos del suelo que posee el ámbito dentro del sector 21-A Ciudad del Aire.

Tabla 6. Movilidad generada según Decreto 344/2006

Tipo de Suelo	Viajes generados/día	Edificabilidad	Viajes diarios
Equipamientos- Deportivo	20 viajes/100 m <sup>2</sup> de techo	9011,99	1.802
	20 viajes/100 m <sup>2</sup> de techo	4295,11	859
Uso comercial	50 viajes/100 m <sup>2</sup> de techo	382,42	191

Por todo lo anterior, se estiman 2.852 viajes/día (2.661 viajes/día de equipamientos y 191 viajes/día de comercial), demanda que se añadirá a la actual del entorno y a la generada por el uso residencial. Hay que tener en cuenta que el siguiente paso es calcular los vehículos que acceden en la hora punta de cálculo a partir de estos viajes diarios generados.

Para el cálculo de los viajes realizados en la hora punta diaria, se estima que el 10% de los mismos se realizará en este periodo horario. Es decir, en la hora punta de cálculo se realizan 285 viajes relativos a los usos de equipamientos y comercial.

<sup>1</sup> Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

<sup>2</sup> Fuente: Instituto Nacional de Estadística 2021

Conocida la movilidad que generará el desarrollo del ámbito objeto de estudio, los siguientes pasos serán, por un lado, conocer la distribución de los viajes y su reparto modal para obtener el número de vehículos a partir del número de viajes y, por otro, su asignación a la red editada del entorno. Posteriormente se estudiará la cobertura en transporte público del área planteada.

A continuación, se muestra un resumen de los cálculos de generación realizados para las parcelas que están pendientes de construir tanto para el Plan Parcial Vigente como para la Modificación prevista.

Tabla 7. Viajes hora punta AM para uso residencial		
Tipo de Suelo	Viajes generados/hora	
	Plan Parcial Vigente	Modificación Plan Parcial
Residencial	463	689
Equipamientos-Deportivo	266	266
Comercial	19	19
<b>TOTAL (viajes/hora)</b>	<b>748</b>	<b>974</b>

### 6.2.2. Distribución de viajes

La distribución de viajes para el presente estudio se ha determinado en base al "Atlas de la movilidad residencia-trabajo en la Comunidad de Madrid 2017". La oportunidad de este Atlas la ofrece la explotación que el Instituto de Estadística ha realizado de fuentes de información procedentes de la Tesorería General de la Seguridad Social (del Ministerio de Empleo y Seguridad Social) sobre trabajadores por cuenta ajena, que se han enlazado además con el Padrón Continuo y el Callejero de la Comunidad de Madrid. El resultado de la citada explotación es que para cada empleo por cuenta ajena en la Comunidad se dispone de su ubicación y del lugar de residencia de la persona que lo ocupa. Esta relación nos permite establecer la correspondencia residencia-trabajo.

El fichero consta de 2.309.226 trabajadores con su lugar de residencia y su lugar de trabajo. A partir de ellos han creado una colección de matrices orígenes-destinos, a nivel de zonas estadísticas, municipios y áreas de especial concentración de la actividad productiva. Todo ello para el conjunto de la Comunidad de Madrid, como para algunos municipios de las provincias de Toledo y Guadalajara que, aunque sólo tratados como origen o generadores de desplazamientos, tienen un importante peso en la movilidad global residencia-trabajo de la Comunidad de Madrid.

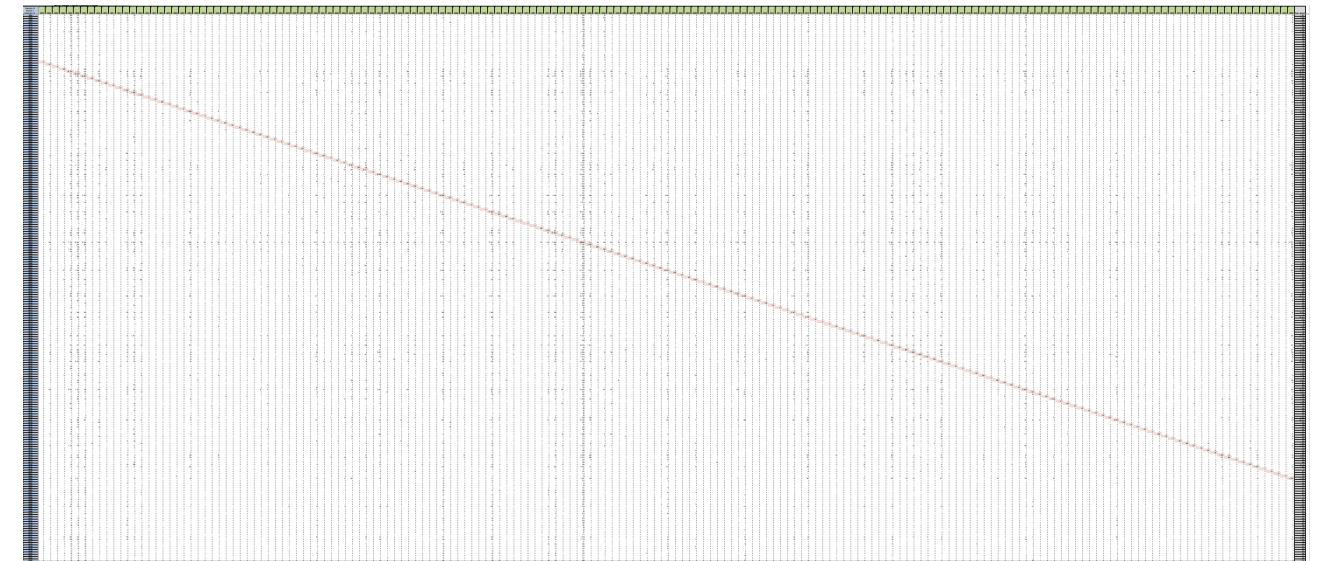


Imagen 18. Matriz O/D de viajes residencia-trabajo en la Comunidad de Madrid.

Entrando a valorar específicamente el municipio de Alcalá de Henares y tomando los datos de la citada matriz O/D, obtenemos que el principal destino de los residentes en la zona de estudio es el municipio de Alcalá de Henares con el 40,38%, seguido del municipio de Madrid con el 33,48%.

Principales Destinos

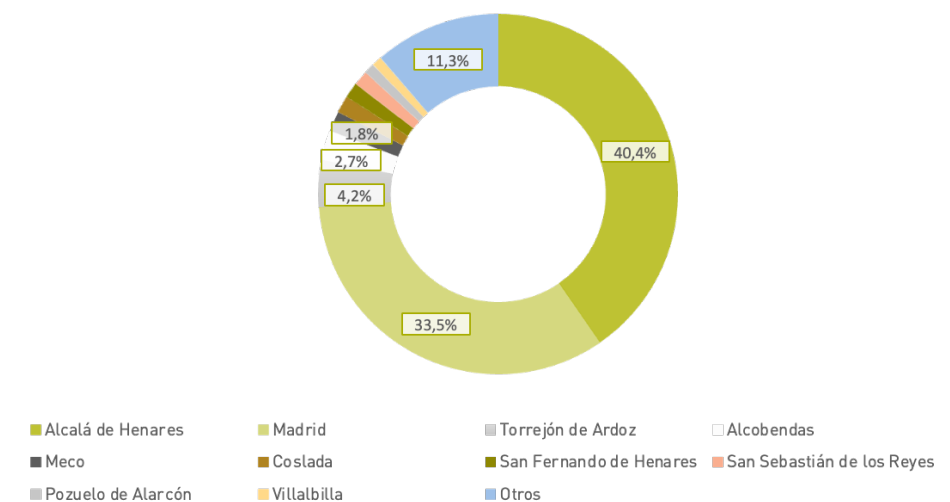


Gráfico 9. Principales destinos de los residentes en el municipio de Alcalá de Henares

Tabla 8. Distribución de viajes en AM (de salida)			
Población	Porcentajes	Plan Parcial Vigente	Modificación Plan Parcial
Alcalá de Henares	40,38%	302	393
Madrid	33,48%	250	326
Torrejón de Ardoz	4,22%	32	41
Alcobendas	2,68%	20	26
Meco	1,79%	13	17
Coslada	1,55%	12	15
San Fernando de Henares	1,42%	11	14
San Sebastián de los Reyes	1,32%	10	13
Pozuelo de Alarcón	0,94%	7	9
Villalbilla	0,88%	7	9
Otros	11,33%	85	110
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>748</b>	<b>974</b>

Los resultados obtenidos nos servirán para asignar a la red de carreteras los nuevos tráficos generados y atraídos por el desarrollo y la afección que provocarán estos a los tráficos y viales actuales. En las siguientes tablas se recogen los viajes de entrada y salida en la hora punta de la mañana y de la tarde de los vehículos ligeros asociados a cada población ubicada en el área de influencia del entorno de estudio.

### 6.2.3. Reparto modal

A partir de la Encuesta Domiciliaria de Movilidad de la Comunidad de Madrid (EDM 2018) se puede determinar el reparto modal de esta zona en concreto. Esta encuesta tiene como principal objetivo conocer la movilidad de la población de Madrid en un día laborable. Se realizaron 85.000 encuestas con un registro exhaustivo de los desplazamientos realizados tanto en transporte público como privado.

Se ha realizado la explotación de la encuesta para la zona de transporte 005-13 que corresponde con la zona donde se localiza la parcela objeto de estudio. Se obtiene que, para los viajes generados en esta zona de transporte, el modo prioritario es el vehículo privado con un 55% de reparto modal, seguido del 28% a pie y el 14% en transporte público.

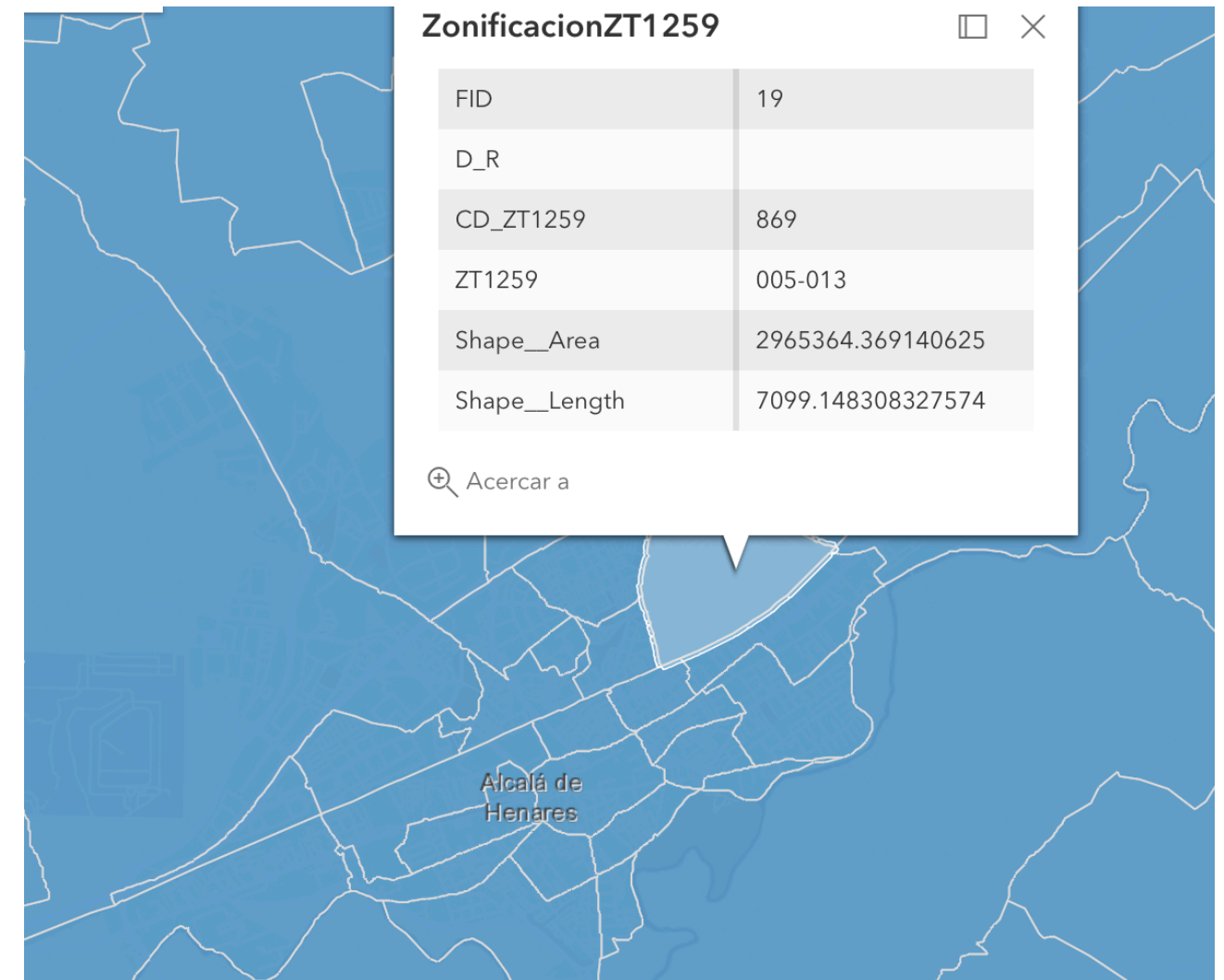


Imagen 19. Zonificación ZT1259

Así mismo, para el cálculo de los viajes finales generados en vehículo privado de empleados, se ha de aplicar un índice medio de ocupación del vehículo privado. En el caso del presente informe el Plan de Movilidad de Alcalá de Henares establece que el índice medio de ocupación del vehículo privado es igual a 1,12 personas por vehículo.

De esta forma se pueden obtener el número de vehículos que generan las parcelas pendientes de construir en una hora:

Tabla 9. Distribución vehículos en AM (de salida)			
Población	Porcentajes	Plan Parcial Vigente	Modificación Plan Parcial
Alcalá de Henares	40,38%	148	193
Madrid	33,48%	123	160
Torrejón de Ardoz	4,22%	15	20
Alcobendas	2,68%	10	13
Meco	1,79%	7	9
Costlada	1,55%	6	7
San Fernando de Henares	1,42%	5	7
San Sebastián de los Reyes	1,32%	5	6
Pozuelo de Alarcón	0,94%	3	4
Villalbilla	0,88%	3	4
Otros	11,33%	42	54
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>367</b>	<b>477</b>

#### 6.2.4. Asignación

La última fase de las cuatro que completan el método de los cuatro pasos es la asignación a la red.

Esta fase consiste en la valoración de los viajes entre zonas y su distribución en la red de infraestructuras existentes. La asignación de los viajes atraídos/generados a la red en base a la distribución porcentual expuesta permitirá analizar el impacto de la implantación del nuevo desarrollo, así como identificar principales “cuellos de botella” o puntos críticos de la red y medidas paliativas que reduzcan al mínimo el potencial impacto.

El Sector 21-A Ciudad del Aire se encuentra junto al enlace del PK 32+000 por lo que este enlace es el principal punto de conexión del sector con la Autovía A-2. El mayor porcentaje de viajes tiene como destino la Autovía A-2 sentido Madrid con un 50,05%, seguido de un 42,67% de los viajes que tiene como destino Alcalá de Henares. El 5,49% de los viajes tiene como destino la Autovía A-2 sentido Guadalajara y por último el 1,79% restante tiene como destino la M-121 sentido Meco.



Imagen 20. Asignación de viajes a la red. Entradas (arriba) y Salidas (abajo)



## 7. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

En este punto del informe se estudia la incidencia al tráfico atraído y generado que la implantación del nuevo desarrollo previsto tendrá sobre el tráfico local ordinario del entorno. Se debe tener en cuenta que la circulación a estudiar es discontinua; siendo comunes las paradas, ya sea por pasos de peatones, semaforización, señales de prioridad, etc. Por eso que se deban estudiar las intersecciones en concreto y no toda la vía, ya que en estas es donde se encuentra el “cuello de botella” de la demanda del entorno de estudio.

### 7.1. Introducción

El análisis de la capacidad de cada uno de los elementos objeto de análisis del presente estudio se realizará según lo marcado en el “Highway Capacity Manual” (HCM). La capacidad se evaluará en función de los niveles de servicio.

La “Nota de Servicio 5/2014 sobre prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudio de tráfico de los estudios informativos, anteproyectos y proyectos de carreteras” de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento recomienda la metodología definida en el HCM para el cálculo de niveles de servicio.



Secretaría de Estado de Infraestructuras,  
Transporte y Vivienda  
Secretaría General de Infraestructuras  
Dirección General de Carreteras  
Subdirección General de Estudios y  
Proyectos



NOTA DE SERVICIO 5/2014

Prescripciones y recomendaciones técnicas  
para la realización de estudios de tráfico de los  
Estudios Informativos, Anteproyectos y  
Proyectos de carreteras.

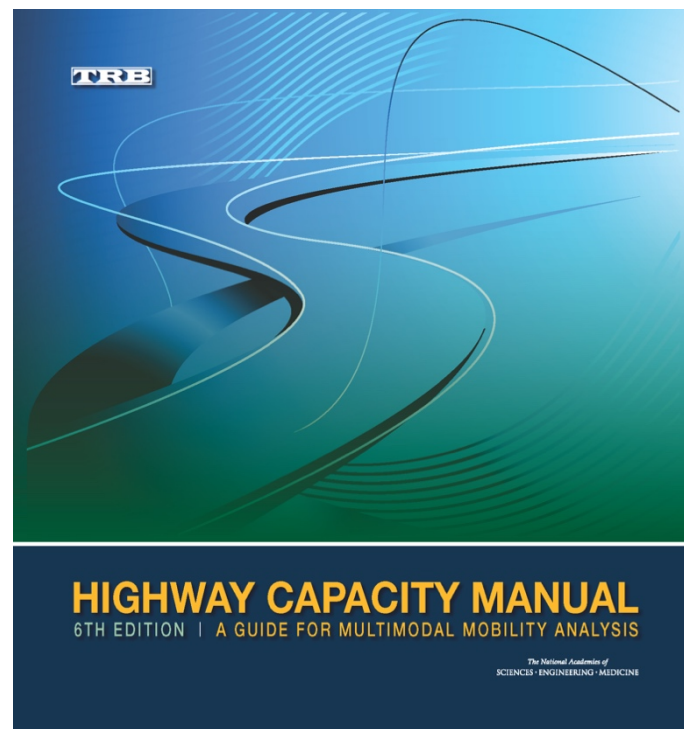


Imagen 21. Nota de Servicio 5/2014 del Ministerio de Fomento (izquierda) y Highway Capacity Manual 6th Edition (derecha).

En la citada nota de servicio se definen los criterios de niveles de servicio para los siguientes elementos: segmentos básicos de autopistas/autovías, tramos de trenzado, convergencias y divergencias y carreteras multi-carriles. Para el presente estudio son de interés los segmentos básicos de convergencia y divergencia y troncos de autopista, así como las glorietas que no quedan recogidas en la nota de servicio.

A continuación, se recogen los principios básicos para la determinación del nivel de servicio de cada uno de los elementos citados. Además, se recoge la metodología para la determinación del nivel de servicio de las glorietas.

### 7.2. Niveles de servicio en las glorietas

A la hora del cálculo de la capacidad de una glorieta, más que el análisis de la capacidad global, conviene hablar de la **capacidad de cada una de las entradas** a la glorieta (que dependerá de los tráficos circulantes por la calzada anular y los de cada una de las entradas a la misma). Para ello se ha utilizado el modelo HCM recogido en el Manual de Capacidad de Carreteras 6ª Edición, en el que se recogen niveles de servicio para los brazos de la glorieta.

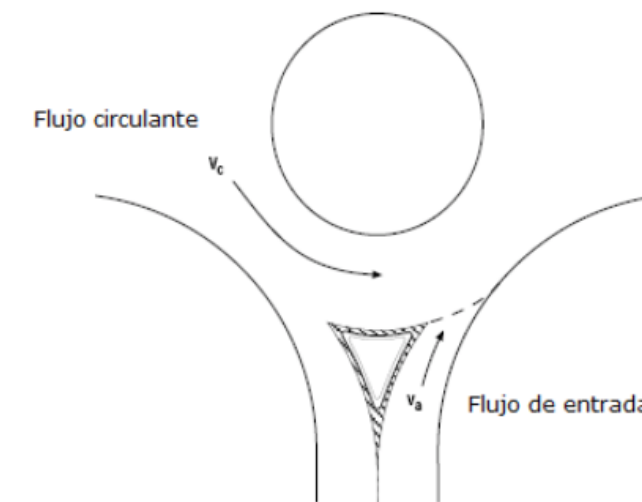


Imagen 22. Flujos de tráfico en una glorieta.

El método de evaluación de glorietas del HCM, evalúa la capacidad de las glorietas, brazo por brazo teniendo en cuenta los patrones de flujo. Los flujos de interés en una glorieta son el flujo circulante y el flujo de entrada por el brazo (ver Imagen 22). Según el HCM la capacidad del brazo de entrada se reduce en función del flujo de conflicto circulante. La mayoría de los factores clave, a tener en cuenta, aparte de los flujos, son los tiempos de reacción y aquellos inherentes al modelo de aceptación de hueco (gap acceptance model), estos son ofrecidos en forma de constantes, que a su vez vienen dadas de estudios empíricos realizados por los investigadores el TRB (Transport Research Board).

La capacidad de cada brazo viene dada por las fórmulas:

$$C_{crit} = Ae^{(-B v_c)}$$

$$A = \frac{3600}{t_f}$$

$$B = \frac{t_c - t_f / 2}{3600}$$

donde:

- $C_{crit}$  es la capacidad del carril más crítico del brazo
- $V_c$  flujo circulante / flujo de conflicto
- $t_c$  intervalo crítico
- $A_{tr}$  Intervalo entre vehículos sucesivos

Para determinar la demora media debemos emplear la fórmula:

$$d = \frac{3600}{c} + 900T \left[ \frac{v}{c} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v}{c} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c}\right) \frac{v}{c}}{450T}} \right]$$

Una vez hemos obtenido el valor de la demora media de cada uno de los brazos de acceso a la glorieta, estamos en condiciones de establecer el nivel de servicio de estos viales, en función del baremo establecido por el HCM, el cual se recoge en la tabla adjunta:

Nivel de servicio	Tiempo de demora medio (seg/veh)
A	0-10
B	10-15
C	15-25
D	25-35
E	35-50
F	>50

### 7.3. Niveles de servicio en tramos de trenzado

Se definen como tramos de trenzado aquellos tramos de carretera de un solo sentido de circulación en el que se cruzan entre sí los vehículos que proceden de dos direcciones convergentes y salen por dos divergentes. Hay tres características geométricas que determinan las condiciones de operatividad de un tramo de trenzado:

- Longitud, es la distancia entre los tramos de convergencia y divergencia.
- Ancho, número de carriles que conforman el tramo de trenzado.
- Configuración, definida por la forma en las que entrada y salida están alineadas.

Teniendo en cuenta los parámetros geométricos del **tramo de trenzado**, el HCM analiza el nivel de servicio de los mismos en función de la **densidad del tráfico**, clasificándose de igual manera en 6 niveles de servicio en función de la misma. Con el procedimiento descrito en el HCM se obtiene una medida cualitativa que caracteriza las condiciones de explotación en función de la densidad del tráfico de la zona de conflicto.

En la siguiente tabla se definen los criterios de los niveles de servicio en función de la densidad:

Tabla 11.. Niveles de servicio tramo de trenzado.

Nivel de servicio	Densidad (veh.lig eq./Km por carril)
A	$\leq 6$
B	6-12
C	12-17
D	17-22
E	> 22
F	demanda excede la capacidad

### 7.4. Niveles de servicio de los segmentos de autovía

El HCM analiza el nivel de servicio de segmentos de autovía en función de la densidad. Para los segmentos de autovía se definen 6 niveles de servicio que dependen de la densidad del tráfico en el segmento de análisis. Se les otorga una letra de la A a la F, siendo el nivel de servicio A el que mejores condiciones de explotación otorga, y el nivel de servicio F el que peores. Con el procedimiento descrito en el HCM se obtiene una medida cualitativa que caracteriza las condiciones de explotación en función de la densidad del tráfico de la zona de análisis.

En la siguiente tabla se recogen los criterios para determinar el Nivel de Servicio en función de los criterios definidos en la Nota de Servicio 5/2014 y el HCM sixth edition:

Tabla 12. Niveles de Servicio Segmento Autovía.

Nivel de servicio	Densidad (veh.lig eq./Km/carril)
A	$\leq 7$
B	7-11
C	11-16
D	16-22
E	22-28
F	>28 demanda > capacidad

## 7.6. Niveles de servicio de los ramales de convergencia/divergencia

La sección de acceso a la vía de alta capacidad desde un ramal de aceleración y/o la sección de salida desde la vía de alta capacidad a un ramal de deceleración es una condición crítica que condiciona fuertemente el correcto funcionamiento del mismo y, por consiguiente, afecta al nivel de servicio de dicho ramal. Según el Manual de Capacidad Americano, la longitud del carril de aceleración/deceleración se mide desde la intersección del borde derecho de circulación de la autovía, a los bordes del carril de desaceleración. Para concretar esa medida, y basándonos en la norma 3.1.-IC de Trazado, se mide dicha longitud entre la sección característica inicial de 0 m. y la sección característica de 1 m, siendo éstas:

- Sección característica de 1 m: Aquélla donde la separación entre bordes de calzada del carril y la calzada principal, medida perpendicularmente al eje de ésta, sea de un metro (1,00 m). Corresponde a la sección característica final de un carril de deceleración y a la sección característica inicial de un carril de aceleración.
- Sección característica de 0,0 m: Aquélla donde el ancho de la cuña de transición medida perpendicularmente al eje de la calzada principal desde el borde de ésta, sea nula (0,0 m). Corresponde a la sección característica inicial del carril de deceleración y a la sección característica final del carril de aceleración. Se sitúa en el borde exterior de la calzada en coincidencia con el borde interior de la marca vial que delimita el arcén exterior.

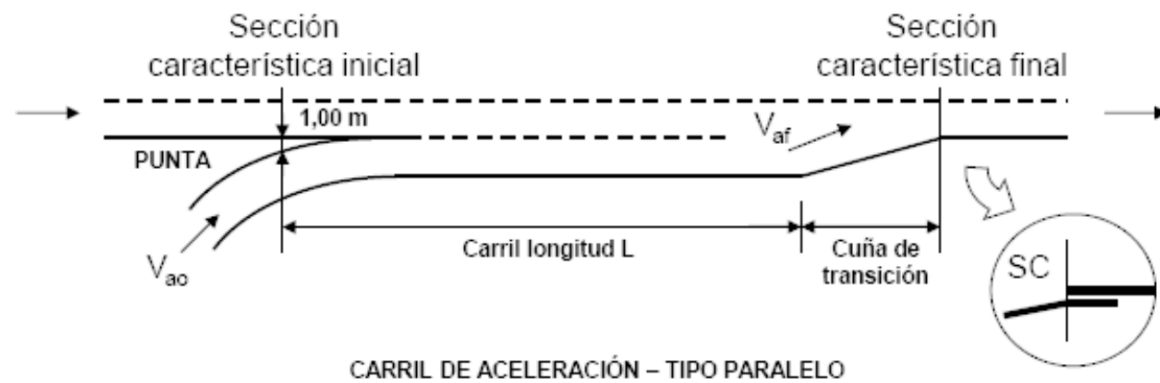


Imagen 23. Secciones características del carril de aceleración. Norma 3.1.-IC de Trazado (2016).

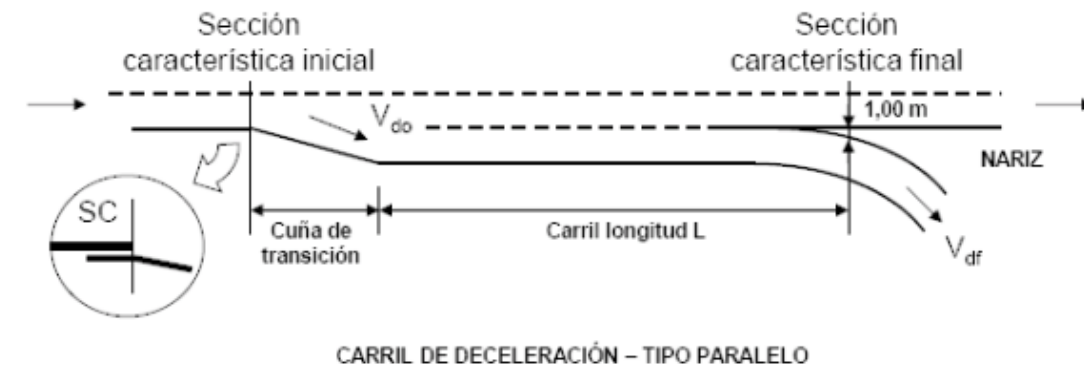


Imagen 24. Sección característica del carril de deceleración. Norma 3.1.-IC de Trazado (2016).

Cuando el carril de aceleración tiene una mayor velocidad de flujo libre, los vehículos tienden a entrar en la autovía a altas velocidades, y los vehículos que circulan por esta tienden a moverse hacia el carril izquierdo para evitar la posibilidad de coincidencia con los que se incorporan desde el ramal.

Cuando el carril de deceleración tiene una menor longitud de la debida, el descenso de velocidad para pasar de la establecida en el tronco de la autovía a la del ramal de salida es muy brusco, y los usuarios se ven obligados a dar fuertes frenazos, provocando el famoso efecto acordeón. Finalmente, el resultado final son grandes congestiones y atascos del ramal que llegan a alcanza la propia vía rápida.

Las principales variables que determinarán las características de la circulación en el área de influencia son (ver imagen adjunta):

- El flujo total de la autovía se acerca combinación de área (VF) (pc/h).
- El flujo total de la rampa (VR) (pc/h).
- Longitud total del carril de deceleración (m).

### EXHIBIT 25-2. CRITICAL RAMP JUNCTION VARIABLES

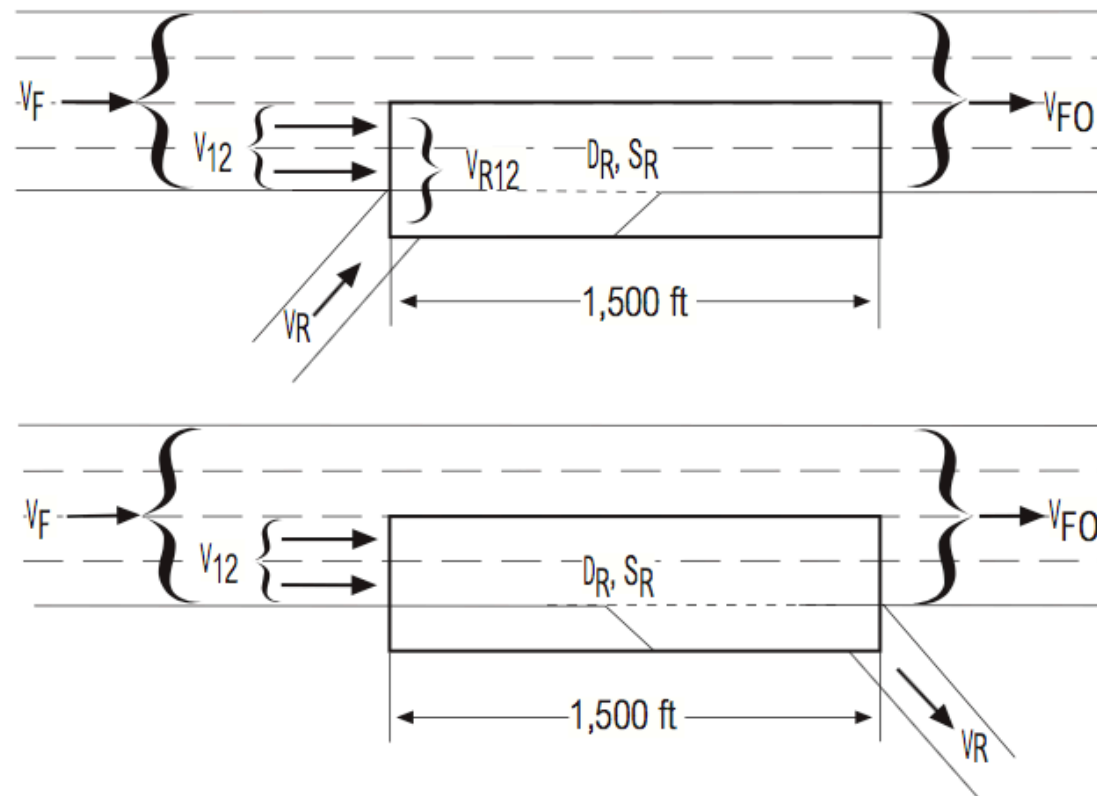


Imagen 25. Variables de cálculo críticas del ramal. Highway Capacity Manual (HCM sixth edition).

Para los ramales desde una autovía o autopista se definen seis niveles de servicio, en función de la **densidad del tráfico de la zona de conflicto**, para los cuales se dispone de procedimientos de análisis propuestos en el Highway Capacity Manual (HCM). Se les otorga una letra de la A a la F, siendo el nivel de servicio A el que mejores condiciones de explotación otorga, y el nivel de servicio F de las peores. Con dicho procedimiento descrito en el HCM se obtiene una medida cualitativa que caracteriza las condiciones de explotación en función de la densidad del tráfico de la zona de conflicto. En la siguiente tabla se recogen criterios para determinar el Nivel de Servicio:

Tabla 13. Niveles de servicio Ramal	
Nivel de servicio	Densidad (veh/Km/carril)
A	≤ 6
B	6-12
C	12-17
D	17-22
E	> 22
F	demanda > capacidad

### 7.7. Intensidad horaria de cálculo

Según la orden FOM/2873/2007, de 24 de septiembre, “previamente a la emisión de los informes se requerirá un estudio de tráfico y capacidad en el que se analice la incidencia de los desarrollos urbanísticos en el nivel de servicio de la carretera. En dicho estudio se incluirá expresamente el análisis de la capacidad de los enlaces para atender la demanda de salida de la carretera en horas punta.”

Según Norma 3.1. IC de Trazado “En cada caso deberá justificarse la hora de proyecto adoptada, que **no será inferior a la hora treinta ni superior a la hora ciento cincuenta**”. En este caso en concreto, tomaremos como hora de proyecto la Intensidad de la Hora 100 (IH100), es decir, el valor de la intensidad (horaria) únicamente superada durante 99 horas a lo largo de un año.

Tal y como se ha explicado en el capítulo 3, para la obtención de datos de tráfico que permitan obtener los cálculos de niveles de servicio, así como el impacto que sobre ellos tendrá la nueva actividad planteada, se ha realizado una campaña de aforos temporales. Por tanto, a la vista de lo que indica la normativa mencionada, a los datos obtenidos en dicha campaña, se les debe aplicar un coeficiente corrector que ubique las mediciones dentro de la hora de proyecto adoptada.

La estación permanente más representativa es la estación M-304-0 ubicada en el p.k. 29+00 de la autovía A-2. Dicha estación, tiene su IH100 a las 8:00 horas para el caso de la calzada ascendente (calzada 1 dirección Guadalajara) y a las 18:00 para el caso de la calzada descendente (calzada 2 dirección Madrid).



Imagen 26. Detalle de la ubicación de la estación permanente M-304-0

200 horas de Intensidad Máxima en el año 2019

200 HORAS DE INTENSIDAD MÁXIMA EN EL AÑO 2019

Estación: M-304-0 Calzada: Ascendente Tipo: Permanente Carretera: A-2 PK: 29  
 Provincia: M - MADRID Titularidad: RCE Población próxima: CONCESIONARIA A-2 TRAMO 1  
 Sentido C-1: A Sentido C-2:

FECHA	HORA	TOTAL	LIGE	PESA	PORCEN	ORDEN
22-03-19	17	3369	3078	291	8,64	94
19-07-19	14	3367	3012	355	10,54	95
06-09-19	15	3365	3038	327	9,72	96
25-11-19	18	3365	2971	394	11,71	97
29-03-19	17	3361	3058	303	9,02	98
31-10-19	8	3360	2875	485	14,43	99
15-11-19	17	3359	2989	370	11,02	100*
08-03-19	14	3358	3010	348	10,36	101
31-10-19	10	3355	2737	618	18,42	102
10-10-19	18	3349	2979	370	11,05	103
06-09-19	19	3348	3121	227	6,78	104
06-09-19	14	3348	3008	340	10,16	105
23-08-19	14	3347	3029	318	9,5	106
03-06-19	18	3347	2918	429	12,82	107

Hora 30 Total horario medio: 3558 % de Pesados: 9,02  
 Hora 100 Total horario medio: 3358 % de Pesados: 11,20

SALIR

Imagen 27. Detalle de la IH100 de la calzada ascendente de la Estación M-304-0. Mapa de Tráfico 2019.

200 horas de Intensidad Máxima en el año 2019

200 HORAS DE INTENSIDAD MÁXIMA EN EL AÑO 2019

Estación: M-304-0 Calzada: Descendente Tipo: Permanente Carretera: A-2 PK: 29  
 Provincia: M - MADRID Titularidad: RCE Población próxima: CONCESIONARIA A-2 TRAMO 1  
 Sentido C-1: Sentido C-2: D

FECHA	HORA	TOTAL	LIGE	PESA	PORCEN	ORDEN
21-04-19	12	3550	3450	100	2,82	94
14-07-19	18	3545	3422	123	3,47	95
13-10-19	18	3545	3457	88	2,48	96
26-12-19	17	3537	3105	432	12,21	97
10-02-19	19	3533	3409	124	3,51	98
07-07-19	18	3528	3434	94	2,66	99
05-05-19	12	3513	3411	102	2,9	100*
24-05-19	14	3512	2968	544	15,49	101
11-08-19	20	3512	3417	95	2,71	102
17-03-19	20	3511	3381	130	3,7	103
10-05-19	14	3511	2962	549	15,64	104
19-05-19	18	3506	3407	99	2,82	105
17-05-19	14	3505	2929	576	16,43	106
01-09-19	18	3502	3402	100	2,86	107

Hora 30 Total horario medio: 4011 % de Pesados: 2,67  
 Hora 100 Total horario medio: 3523 % de Pesados: 6,13

SALIR

Imagen 28. Detalle de la IH30 de la calzada descendente de la Estación M-304-0 Mapa de Tráfico 2019.

Para la hora punta AM queda, por tanto, conocer la relación existente en la estación M-304-0 entre la intensidad horaria de un viernes de febrero respecto a la intensidad de la hora 100. Para ello, es necesario emplear los datos de distribución horaria del viernes en la estación M-304-0 (ver Imagen 30) así como su dato de la intensidad de un viernes de febrero (ver Imagen 29).

MINISTERIO DE FOMENTO ESTACIONES. DATOS DEFINITIVOS TRAFICO AÑO: 2019  
 Estación: M-304-0 Via: A-2 PK: 29 tipo: Autovía  
 Provincia: MADRID

Calzada 1

	IMD Definitivo	Num Días	Nº Días Validos	Nº Días Validos 84	Afin
Motos:	211	364	84	84	
Ligeros:	34.514	364	84	84	M-304-0
Pesados:	6.138	364	84	84	M-304-0
Total:	40.652	364	84	84	

Ligeros

Mes	L	M	X	J	V	S	D	T
ENERO	31474	32710	33221	33089	35962	27950	25627	31357
FEBRERO	33982	33358	33975	35628	38710	30889	27072	33373
MARZO	34230	34366	33919	34663	40499	33290	28470	34194
ABRIL	35394	35533	35442	35358	39233	30688	26620	33422
MAYO	34018	33610	33568	33655	38610	31203	29663	33524
JUNIO	37360	36125	37408	38116	44302	35156	30057	36644
JULIO	37434	36127	36756	37629	44112	34071	28161	36370
AGOSTO	34493	32404	34071	34816	39385	30185	25983	32932
SEPTIEMBRE	37182	36251	37048	37307	42823	32649	28104	35691
OCTUBRE	36938	36503	36776	39450	43181	34973	30289	36787
NOVIEMBRE	36811	36126	36620	36797	40610	32165	30395	36355
DICIEMBRE	34890	33236	36190	38704	38904	33436	30727	34502
TOTAL	35418	34746	35411	36234	40524	32205	28501	34514

Pesados

Mes	L	M	X	J	V	S	D	T
ENERO	7134	8416	7891	7827	6853	1930	1796	5965
FEBRERO	8095	8226	7986	7904	6840	1904	2102	6151
MARZO	8221	8329	7991	7953	6916	2138	2264	6019
ABRIL	8227	8108	7719	8088	7112	1974	1836	5902
MAYO	8702	8622	7939	7539	6921	2163	2296	6241
JUNIO	8679	8296	8357	8199	7280	2188	2087	6151
JULIO	8541	8637	8313	8389	7215	2150	1957	6655
AGOSTO	7471	7481	7012	7630	6356	1687	1799	5438
SEPTIEMBRE	8335	8405	8395	8223	7113	2139	2071	6304
OCTUBRE	8606	8612	8534	8119	7353	2225	2194	6736
NOVIEMBRE	8700	8902	8564	8413	7334	2082	2106	6286
DICIEMBRE	6860	9048	8685	7938	7057	2095	1954	5812
TOTAL	8120	8456	8112	7998	7007	2070	2033	6138

Total

Mes	L	M	X	J	V	S	D	T
ENERO	38608	41126	41112	40916	42815	29880	27423	37322
FEBRERO	42077	41584	41961	43532	45550	32793	29174	39524
MARZO	42451	42695	41910	42616	47417	35428	30734	40212
ABRIL	43621	43641	43161	43446	46345	32662	28456	39324
MAYO	42720	42232	41507	41194	45531	33366	31959	39765
JUNIO	46039	44421	45765	46315	51562	37344	32144	42795
JULIO	45975	44764	45069	46018	51327	36221	30118	43025
AGOSTO	41964	39885	41083	42446	45741	32072	27782	38371
SEPTIEMBRE	45517	44656	45443	45530	49936	34788	30175	41996
OCTUBRE	45544	45315	45310	47569	50534	37198	32463	43522
NOVIEMBRE	45511	45028	45184	45210	47944	34247	32501	41642
DICIEMBRE	41750	42284	44875	46542	45961	35531	32681	40314
TOTAL	43538	43202	43523	44231	47531	34275	30534	40652

\* => Dato Estimado; Dato original eliminado \*\* => Dato Estimado; \*\*\* => Dato Estimado en Pesados; \*\*\*\* => Dato Estimado en una calzada;

Imagen 29. Intensidad de todos los días del año. Calzada 1. M-304-0. Mapa de Tráfico 2019.



**INTENSIDADES HORARIAS MEDIAS EN LAS 24 HORAS DEL DIA MEDIO 2019**

Estacion: M-304-0      Tipo de Datos: Validados Mensual  
Dia: Jueves

---

Provincia: MADRID      Tipo: PERMANENTE      Población: CONCESIONARIA A-2 TRAMO 1  
Carretera: A-2      PK: 29,00      Núm. Calzadas: 2      Conv. Carriles: 3+3

Calzada: 2

Carril	Tipo	Porcentajes Horarios																							IMD aprox	
		L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20	L21	L22		L23
1	Ligeros	1,40	0,91	0,70	0,79	1,47	3,03	6,57	6,08	5,50	4,29	3,92	4,29	4,52	4,89	5,45	5,29	4,85	6,13	6,67	6,06	5,48	4,89	4,10	2,73	4,291
1	Pesados	2,17	1,86	1,53	1,61	2,13	3,55	3,93	3,92	5,08	6,18	6,48	6,48	6,55	6,28	5,42	5,31	5,57	5,26	4,49	3,95	3,71	3,23	2,78	2,52	7,376
1	Total	1,89	1,51	1,23	1,31	1,89	3,36	4,90	4,71	5,24	5,49	5,54	5,67	5,80	5,77	5,43	5,31	5,31	5,58	5,29	4,72	4,36	3,84	3,27	2,60	11,667
2	Ligeros	0,86	0,49	0,31	0,33	0,66	2,27	5,84	5,96	5,97	5,36	4,89	5,11	5,31	5,77	6,21	6,07	5,65	6,37	6,33	5,69	5,01	4,07	3,30	2,13	19,267
2	Pesados	2,65	1,96	0,96	0,90	1,01	2,34	3,82	3,50	5,15	7,01	7,22	7,22	7,59	7,17	5,36	5,36	6,16	6,26	4,94	3,61	3,18	2,23	2,12	2,28	1,884
2	Total	1,02	0,62	0,36	0,38	0,69	2,28	5,66	5,74	5,90	5,51	5,10	5,30	5,52	5,90	6,14	6,01	5,69	6,36	6,21	5,51	4,85	3,91	3,20	2,15	21,151
3	Ligeros	0,21	0,10	0,03	0,04	0,10	1,09	7,30	7,09	7,36	5,90	4,19	4,42	4,90	5,98	7,37	7,19	6,02	8,11	7,55	5,54	4,12	2,70	1,86	0,84	13,469
3	Pesados	8,06	4,84	0,00	0,00	0,00	3,23	1,61	3,23	4,84	6,45	4,84	6,45	6,45	4,84	4,84	6,45	6,45	4,84	3,23	3,23	3,23	4,84	8,06	62	
3	Total	0,24	0,12	0,03	0,04	0,10	1,09	7,28	7,07	7,34	5,89	4,21	4,42	4,91	5,99	7,36	7,18	6,02	8,10	7,54	5,53	4,12	2,70	1,88	0,87	13,531
Todos	Ligeros	0,68	0,40	0,25	0,28	0,55	1,93	6,46	6,39	6,42	5,43	4,53	4,76	5,07	5,75	6,55	6,39	5,69	6,98	6,81	5,68	4,74	3,67	2,87	1,73	37,027
Todos	Pesados	2,31	1,90	1,41	1,46	1,89	3,28	3,90	3,82	5,08	6,34	6,63	6,62	6,76	6,46	5,41	5,32	5,70	5,47	4,58	3,87	3,60	3,03	2,66	2,51	9,322
Todos	Total	1,01	0,70	0,48	0,52	0,82	2,20	5,94	5,87	6,15	5,61	4,95	5,14	5,41	5,89	6,32	6,17	5,69	6,67	6,36	5,32	4,51	3,54	2,83	1,89	46,349

Imagen 32. Porcentajes horarios de la calzada 2 (Descendente. Dirección Madrid).

En este caso, la Intensidad Horaria a las 18:00 horas de un jueves de febrero es la siguiente:

$$IHPC2 = 0,0681 * 37.837 + 0,0458 * 9.782 = 3.025 \text{ veh/h}$$

El último paso para obtener el coeficiente de expansión a la hora 100 es relacionar el volumen horario obtenido para el jueves de febrero en hora punta con respecto a la Intensidad de la Hora 100 (IH100) de la cada calzada.

$$Coef PM = \frac{HI100_{C2}}{IHP_{C2}} = \frac{3.528}{3.025} = 1,17$$

Por lo tanto, los coeficientes de expansión de la medición a la IH100 son igual a 1,29 para la punta AM y 1,17 para la punta PM.

## 7.8. Cálculo Niveles de Servicio

El cálculo de los niveles de servicio se llevará a cabo según lo marcado por el "Highway Capacity Manual" (HCM). Los cálculos se realizarán para el escenario 0 que corresponde a la actualidad (2022), para el año de puesta en servicio (2025) de acuerdo con el Plan Parcial Vigente y en atención a la Modificación Puntual del Plan Parcial y para el año horizonte (2045) de acuerdo con el Plan Parcial Vigente, en atención a la Modificación Puntual del Plan Parcial.

Los cálculos de niveles de servicio se obtienen a partir del modelo de simulación AIMSUN, software diseñado para la correcta interpretación y cálculo de las fórmulas que estudian la capacidad y otras características viarias (velocidad, densidad, tiempos de demora,...) ya sean vías urbanas, regionales o de alta capacidad en el HCM.

Los parámetros de cálculo del citado software son los siguientes:

- Intensidad en la hora punta de cálculo (IHP).
- % de vehículos pesados con respecto al tráfico total.
- Geometría de la vía o sección de análisis.
- Longitud de los distintos tramos.
- Factor de hora punta (FHP)

Además de las variaciones que se producen en la intensidad del tráfico a lo largo del día, se pueden observar dentro de cada hora, y especialmente en la hora punta, variaciones más o menos grandes. Ante este hecho, es muy importante tener una medida que refleje la uniformidad del tráfico. Esta medida es el llamado **factor de hora punta**, que se define como el cociente entre el número de vehículos contados en una hora punta entre cuatro veces el número de vehículos contados durante los quince minutos consecutivos más cargados, es decir:

$$FHP = \frac{I}{4 * I_{15max}}$$

## 8. AFECCIÓN A LA INFRAESTRUCTURA. NIVELES DE SERVICIO

### 8.1. Introducción

Con el objetivo de valorar el impacto que los tráficos generados por el nuevo desarrollo tendrán sobre las condiciones de circulación, es necesario conocer su situación actual. Para ello, se calculan los niveles de servicio sobre las secciones de carretera donde los nuevos tráficos tendrán impacto.

Una vez estudiada y analizada la situación actual del entorno es momento de incorporar en los cálculos los tráficos generados por el nuevo desarrollo los cuales están detallados en el apartado 6. Una vez incorporados los nuevos tráficos, se realizan nuevamente los cálculos de niveles de servicio de las secciones vistas en el capítulo anterior. En el periodo punta de la mañana (8:00-9:00) los tráficos generados son de salida, mientras que en el periodo punta de tarde (18:00-19:00) los nuevos tráficos son de entrada.



Imagen 33. Asignación de viajes a la red.

Tal y como se muestra en la Imagen 34, las secciones sobre las que se calculan los niveles de servicio son las siguientes:



Imagen 34. Ubicación de los puntos de análisis de los niveles de servicio.

- Glorieta 01: Glorieta de conexión de la M-121 con la Avenida de Meco y ramales de acceso a la autovía A-2.
- Glorieta 02: Glorieta de conexión de la M-121 con la calle Villamalea, la Avenida Principal de la Universidad y vía de servicio de la Autovía A-2.
- Tronco de la Autovía A-2 sentido Ascendente y Descendente antes del enlace
- Tronco de la Autovía A-2 sentido ascendente y descendente en el enlace
- Tronco de la Autovía A-2 sentido ascendente y descendente después del enlace
- Tronco de la Vía de Servicio de la Autovía A-2 sentido Ascendente y Descendente antes del enlace
- Tronco de la Vía de Servicio de la Autovía A-2 sentido ascendente y descendente en el enlace
- Tronco de la Vía de Servicio de la Autovía A-2 sentido ascendente y descendente después del enlace
- Trenzado en Vía de Servicio de la Autovía A-2 sentido ascendente
- Convergencia en Autovía A-2 sentido descendente
- Convergencia en Vía de Servicio de la Autovía A-2 sentido descendente
- Convergencia en autovía A-2 sentido ascendente
- Divergencia en Vía de Servicio de la Autovía A-2 sentido descendente

Los escenarios que se consideran en el análisis son los siguientes:

- Escenario 0, correspondiente a la actualidad (2022)
- Escenario actual, correspondiente al año de puesta en servicio (2025)
  - De acuerdo con el Plan Parcial Vigente



- De acuerdo con la Modificación Puntual del Plan Parcial
- Escenario futuro, correspondiente al año horizonte (2045)
  - De acuerdo con el Plan Parcial Vigente
  - De acuerdo con la Modificación Puntual del Plan Parcial

Para determinar los Niveles de Servicio en el año de puesta en servicio (2025) y en el año horizonte (2045) se tiene en cuenta lo establecido por la la Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructura ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerios de Fomento establece las siguientes tasas de crecimiento previstas en la red de carreteras nacional:

Tabla 14. Incrementos acumulativos Orden FOM/3317/2010	
Periodo	Incremento Anual Acumulativo (%)
2010-2012	1,08
2013-2016	1,12
2017 en adelante	1,44

Según Nota de Servicio del Ministerio de Fomento *“Se recomienda que el horizonte de modelización no sea superior a 20 años, ya que las hipótesis sobre los condicionantes de la demanda potencial a más plazo tendrán una alta incertidumbre”*. Asimismo, también se define el crecimiento de tráfico a aplicar: *“... para calcular la demanda en los años que transcurren entre el horizonte de modelización y el periodo de análisis del Estudio informativo o el periodo de proyecto deberán utilizarse las proyecciones de tráfico a largo plazo establecidas por el Ministerio de Fomento, que en el momento de redacción de este documento son las establecidas por la Orden FOM/3317/2010.”*