

ANEJO Nº 11. TRÁFICO

ÍNDICE

11. ANEJO Nº 11. TRÁFICO	3
11.1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	3
11.1.1. ANTECEDENTES.....	3
11.1.2. ÁMBITO DE ESTUDIO	3
11.1.3. DATOS DE TRÁFICO.....	3
11.1.3.1. Datos del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	3
11.1.3.1.1. Estacionalidad	6
11.1.3.2. Datos de trabajos de campo	8
11.2. MODELO DE TRANSPORTES	14
11.2.1. MODELIZACIÓN SITUACIÓN BASE.....	15
11.2.1.1. Modelización de la oferta	15
11.2.1.2. Modelización de la demanda	16
11.2.1.2.1. Matriz origen-destino de partida	18
11.2.1.2.2. Modelo de asignación	18
11.2.1.2.3. Calibración y validación del modelo (método de asignación de matrices).....	22
11.2.1.3. Resultados de asignación	26
11.2.2. MODELIZACIÓN SITUACIÓN FUTURA.....	29
11.2.2.1. Modelización de la oferta	29
11.2.2.2. Modelización de la Demanda.....	29
11.3. RESUMEN DE RESULTADOS.....	30
11.3.1. INTENSIDADES MEDIAS DIARIAS.....	30
11.3.2. CATEGORÍA DE TRÁFICO	35
11.3.3. NIVELES DE SERVICIO.....	35
11.3.3.1. Metodología para tramos básicos.....	36
11.3.3.2. Metodología para Convergencias y Divergencias.	38
11.3.3.3. Resultados de la situación actual	43
11.3.3.4. Resultados de la situación futura	43
11.3.3.4.1. Año de puesta en servicio (2025)	43
11.3.3.4.2. Año horizonte (2045)	45
11.3.4. MICROSIMULACIÓN.....	47
11.3.4.1. Ámbito estudiado.....	47
11.3.4.2. Análisis de la situación actual.....	48
11.3.4.2.1. Calibración del modelo.....	48
11.3.4.2.2. Resultados Escenario 2025.....	50
11.3.4.2.3. Resultados de la situación futura, año 2045	52
11.3.5. CONCLUSIONES.....	54
APÉNDICE Nº 1. DATOS ESTACIONES DE AFORO. MINISTERIO DE FOMENTO 2018	55

11. ANEJO Nº 11. TRÁFICO

11.1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El presente anejo se desarrolla dentro del Proyecto de Trazado para la mejora de la conexión entre la A-2 y la B-40 en el término municipal de Abrera, en la provincia de Barcelona. Con él se pretenden realizar una serie de mejoras de conservación en el entorno de los Municipios de Abrera y Esparreguera, lugar donde se produce el encuentro entre las autovías A-2 (Madrid- Barcelona-Frontera Francesa) y B-40 (cuarto cinturón del Área Metropolitana de Barcelona).

El análisis de tráfico para la situación actual tiene en cuenta las intensidades en el tronco de la autovía A-2 y las vías que conectan con ésta, o conectarán, en las proximidades del lugar de estudio. Además, se llevará a cabo un análisis del futuro enlace de conexión entre la A-2 y la B-40 mediante la microsimulación.

11.1.1. ANTECEDENTES

Los principales antecedentes considerados para el desarrollo del presente Anejo son los siguientes:

- Estudio de tráfico del Anteproyecto de adecuación, reforma y conservación del corredor del Nordeste. Tramo Igualada-Manresa. Redactado por GPO en 2009.
- PDU de infraestructuras de la rótula Martorell-Abrera.
- Anteproyecto de Adecuación, Reforma y Conservación del Corredor del Nordeste, Autovía A-2. Tramo: Igualada – Martorell. El citado anteproyecto contemplaba una serie de actuaciones de mejora, las cuales han marcado el punto de partida del presente estudio de tráfico en la definición de la red futura, cuyo comportamiento frente al tráfico ha sido evaluado como se expone más adelante.

11.1.2. ÁMBITO DE ESTUDIO

El municipio de Esparreguera concentra su núcleo urbano a lo largo de la autovía A-2, entre los PPKK 576 y 581 aproximadamente, disponiendo de tres accesos desde la misma:

- Salida 576 Esparreguera (Nord)
- Salida 580 Esparreguera (B-231)
- Salida 581 Esparreguera (Sud)

El núcleo de Abrera se encuentra situado a continuación, junto a la A-2, y al otro lado de la B-40. Dispone de un acceso desde la A-2:

- Salida 582AB (C-55)

Figura 1. Situación del tramo de estudio



Fuente: Elaboración propia

11.1.3. DATOS DE TRÁFICO

Para la correcta caracterización del tráfico en la zona de estudio se han utilizado datos procedentes de las siguientes fuentes de información:

- Datos del Mapa de Tráfico del Ministerio de Fomento.
- Datos de trabajos de campo. Para la realización del Estudio de Tráfico del Anteproyecto mencionado anteriormente, fueron realizados una serie de aforos vehiculares automáticos en el tramo localizado en el p.K. 581 + 000 y el p.K. 582 + 000 del tronco de la autovía A-2 en Abrera, en el enlace de la B-40 y C-55. Además, se llevaron a cabo aforos en los enlaces de la A-2 entre los pp.kk. 550+600 y 585+500 que corresponden a todos los ramales de la A-2 en el tramo objeto de estudio. Este trabajo incluye un total de 76 aforos neumáticos (48 horas), de los cuales 67 son de un sentido y 9 de doble sentido.

11.1.3.1. Datos del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

En la fecha de realización del estudio, febrero de 2022, el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) tiene disponible la siguiente información:

- Mapa de tráfico año 2019 (última versión disponible en la fecha de realización del estudio).
- Estimaciones oficiales de IMD en las estaciones Permanentes y Semipermanentes de la Red de Carreteras del Estado para el año 2019.

Se ha recopilado información de todas las estaciones existentes en el área de estudio, analizando las series históricas, las intensidades por tipo de vehículos, diferenciando entre ligeros y pesados, y la estacionalidad, para cada una de las estaciones pertenecientes a la A-2 en el tramo de estudio.

La siguiente tabla muestra el listado de las estaciones analizadas para la caracterización del tráfico:

Tabla 1. Estaciones en el ámbito

Estaciones	Tipo	Carretera	p.K	Titularidad	Observaciones
E-226-0	Permanente	A-2	586.7	MITMA	Auxiliar
E-76-0	Permanente	B-23	7.5	MITMA	Auxiliar
E-448-0	Permanente	B-40	10	MITMA	Auxiliar
B-35501104	Permanente	C-55	11.3	Generalitat de Catalunya	Auxiliar

Fuente: Mapa de tráfico Ministerio de Fomento

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las estaciones consideradas:

Figura 2. Estaciones de aforo consideradas en el ámbito de estudio.



Fuente: Mapa de tráfico Ministerio

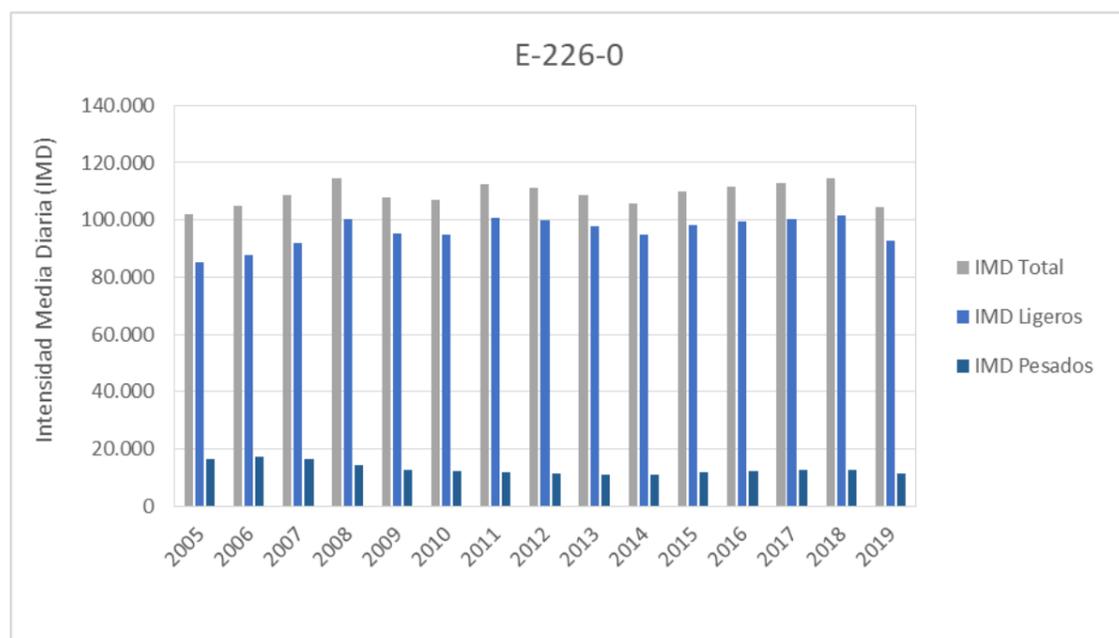
A continuación, se presenta el histórico de las estaciones del ámbito del corredor de la A2.

Tabla 2. Datos históricos Estación E-226-0

E-226-0			
Año	IMD Total	IMD Ligeros	IMD Pesados
2005	101.750	85.229	16.521
2006	105.021	87.584	17.437
2007	108.475	92.027	16.448
2008	114.571	100.103	14.468
2009	107.860	95.074	12.786
2010	106.958	94.778	12.180
2011	112.435	100.566	11.869
2012	111.114	99.732	11.382
2013	108.531	97.739	10.792
2014	105.814	94.921	10.893
2015	109.827	98.138	11.689
2016	111.497	99.457	12.040
2017	112.901	100.383	12.518
2018	114.521	101.728	12.793
2019	104.302	92.871	11.431

Fuente: Mapa de tráfico Ministerio de Fomento

Figura 3. Evolución histórica del tráfico Estación E-226-0



Fuente: Mapa de tráfico Ministerio de Fomento

Para la elección de la estación afín a considerar en el estudio se analiza la ubicación y el tráfico de las diferentes estaciones de aforo en el ámbito. Como se puede observar en la siguiente figura, en los dos extremos del tramo se encuentran las dos estaciones permanentes: la E-225-0 en la variante de Igualada y la E-226-0 entre Abrera y Martorell con casi 42.000 y 115.000 veh/día, respectivamente. En las estaciones secundarias intermedias, los volúmenes de tráfico se sitúan entre 40.000 y 45.000 vehículos diarios y, según el Mapa de Tráfico del Ministerio, la estación afín corresponde a la E-225-0 en Igualada. La ubicación de dicha estación, en la variante de Igualada, podría generar alguna duda sobre su elección como estación afín. Pero el tráfico es incluso superior al de la estación B-137-2 con casi 40.000 vehículos diarios, por lo que se justifica la adopción de dicha estación como afín. Finalmente se utilizan las dos estaciones debido a las distintas características de los tramos.

La tabla siguiente muestra los coeficientes de paso de IMD a Intensidad en la hora 100 (IH100) por tipo de vehículo para las estaciones afines consideradas (**E-226-0**).

Tabla 3. Relación entre la H100 y la IMD en la estación E-226-0

	Estación B-226-0		
	Total	Sentido Barcelona	Sentido Lleida
IMD Ligeros (veh/día)	101.728	50.862	50.866
IMD Pesados (veh/día)	12.793	6.217	6.576
IMD Total (veh/día)	114.521	57.079	57.442
% pesados IMD	11,17%	10,89%	11,45%
Hora 100 (veh/hora)	9.699	5.076	5.120
Factor día-H100	8,5%	8,9%	8,9%

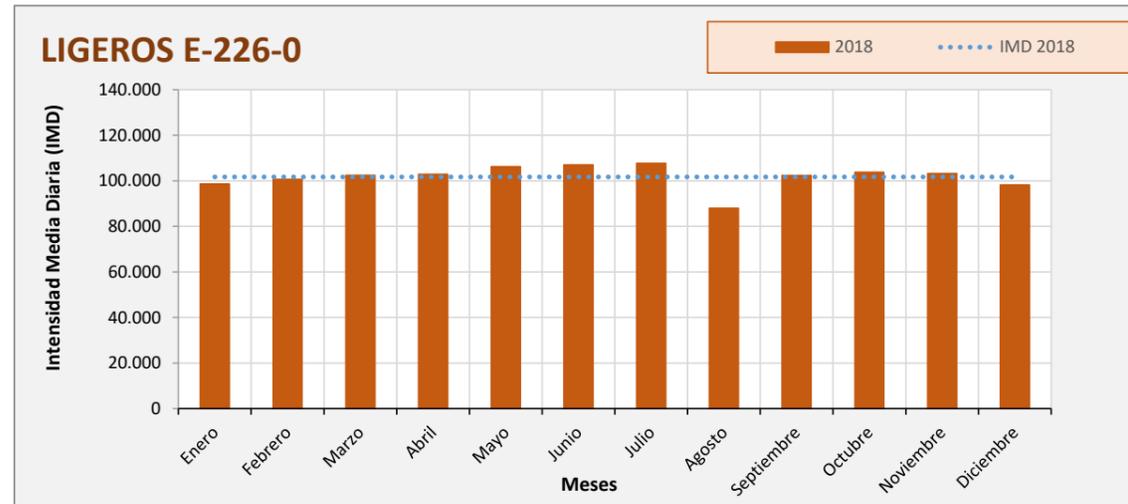
Fuente: Mapa de tráfico Ministerio de Fomento

11.1.3.1.1. Estacionalidad

Se ha analizado la estacionalidad de las estaciones afines mostrando que la distribución mensual y diaria de las intensidades no muestra una estacionalidad muy marcada, estando todos los meses y días con intensidades muy próximos a la media anual.

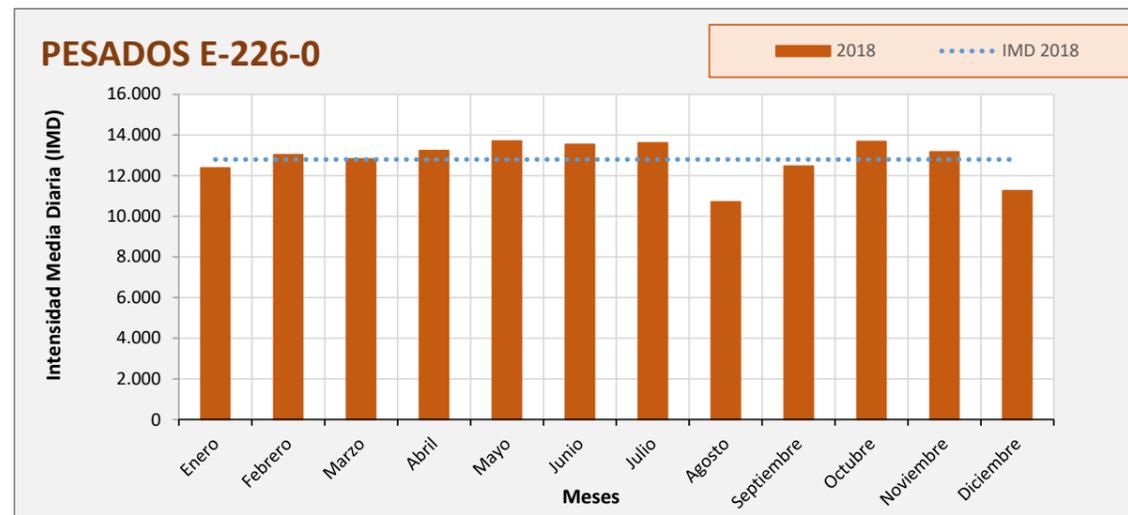
- Estacionalidad Mensual

Figura 4. Distribución mensual Ligeros. Estación E-226-0



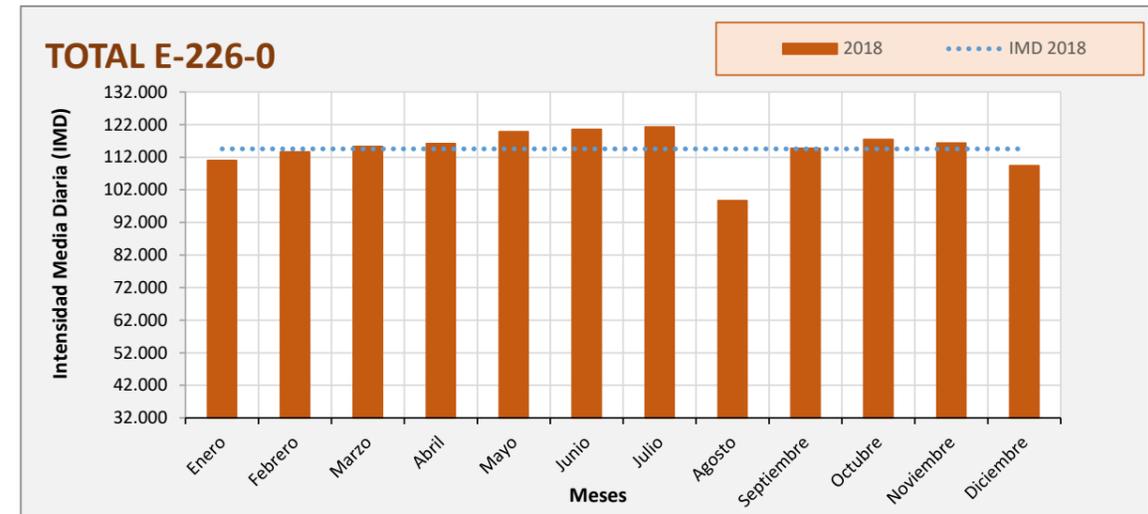
Fuente: Mapa de tráfico Ministerio de Fomento

Figura 5. Distribución mensual Pesados. Estación E-226-0



Fuente: Mapa de tráfico Ministerio de Fomento

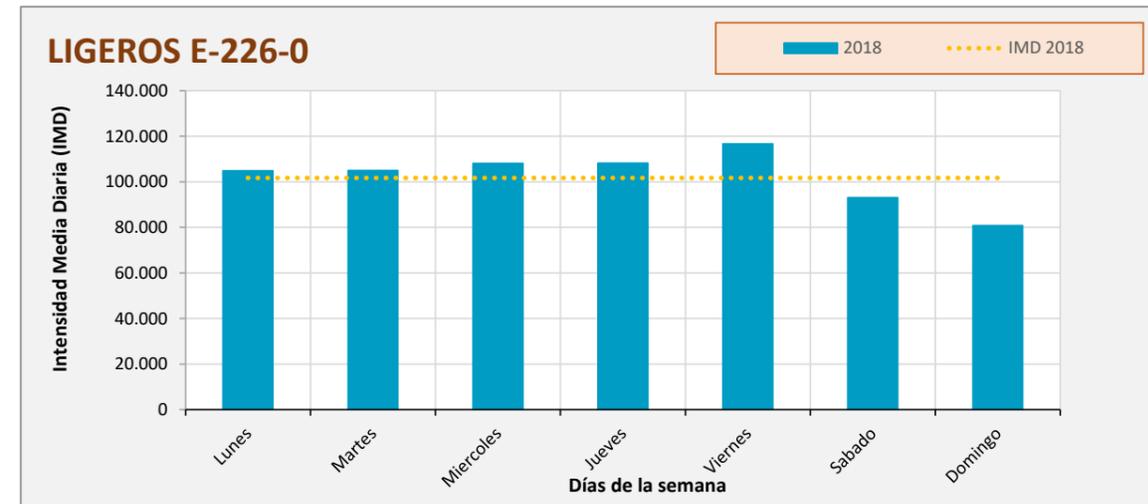
Figura 6. Distribución mensual Totales. Estación E-226-0



Fuente: Mapa de tráfico Ministerio de Fomento

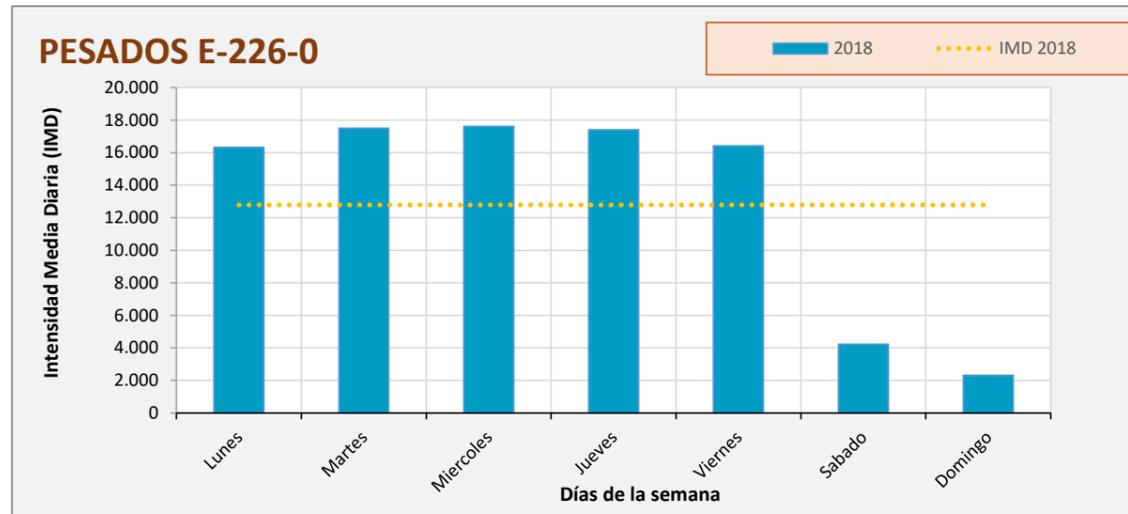
- Estacionalidad diaria

Figura 7. Distribución diaria Ligeros. Estación E-226-0



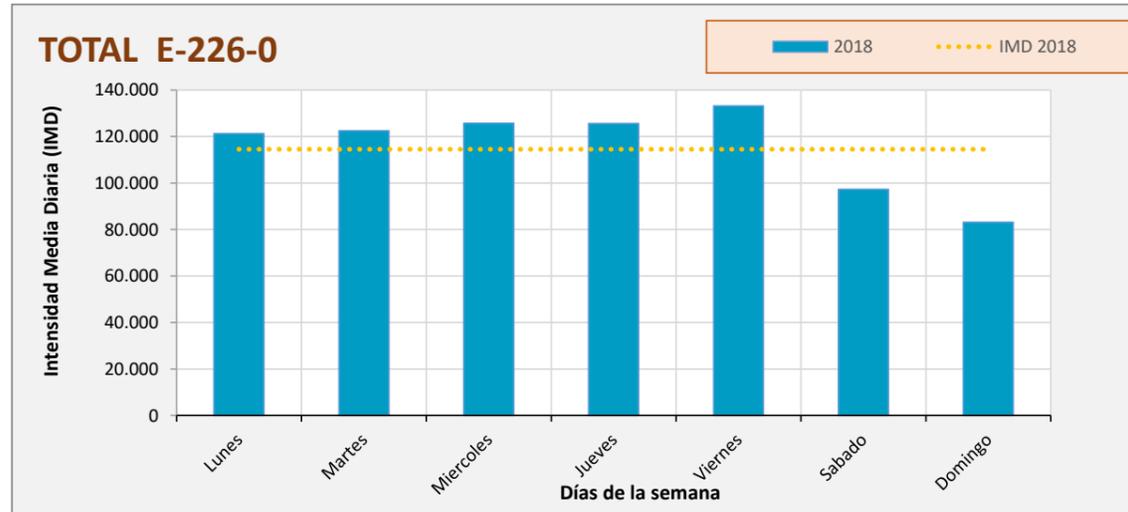
Fuente: Mapa de tráfico Ministerio de Fomento

Figura 8. Distribución diaria Pesados. Estación E-226-0



Fuente: Mapa de tráfico Ministerio de Fomento

Figura 9. Distribución diaria Totales. Estación E-226-0



Fuente: Mapa de tráfico Ministerio de Fomento

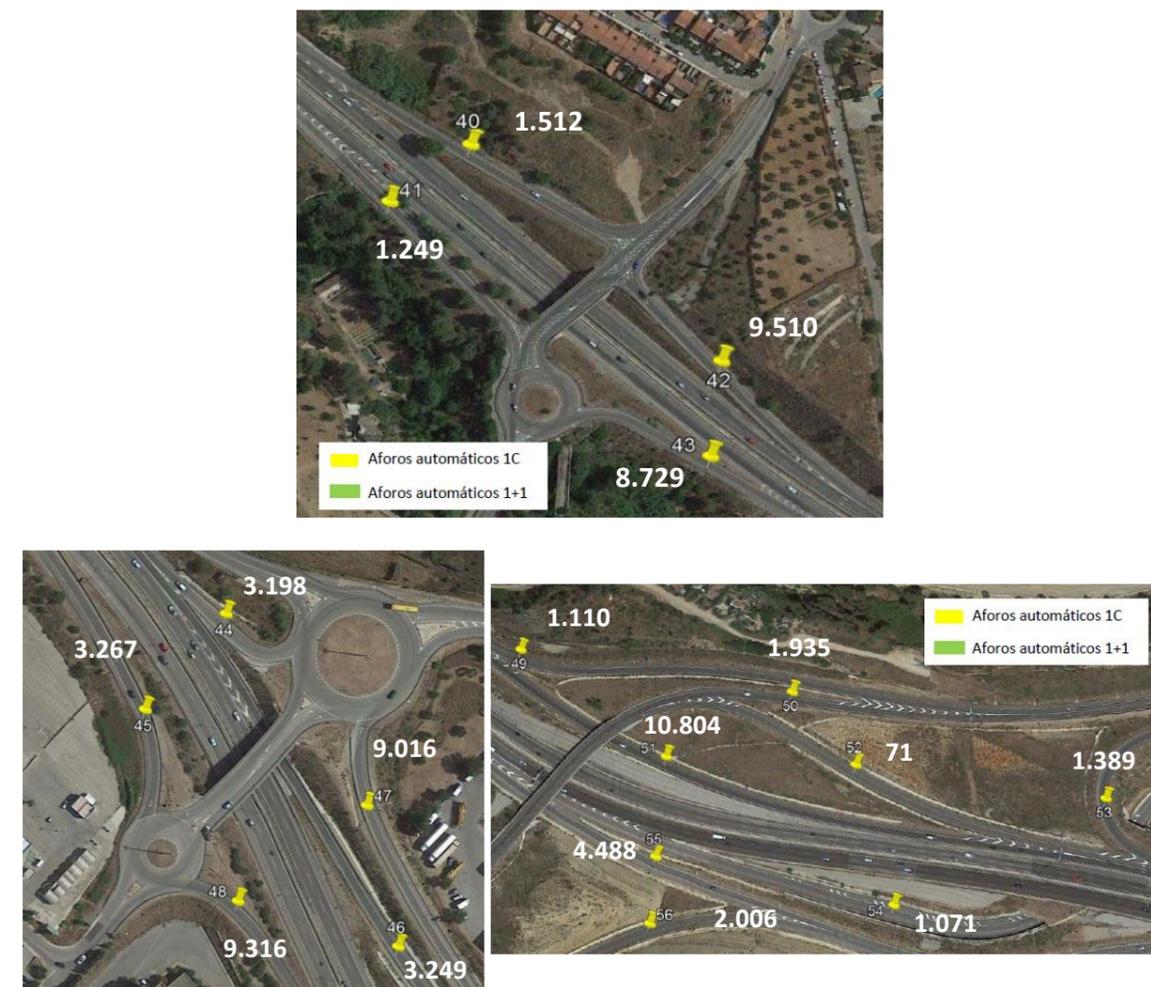
11.1.3.2. Datos de trabajos de campo

Desde el servicio de Conservación y Explotación de la Demarcación de Carreteras del Estado se llevaron a cabo aforos en los enlaces de la A-2 entre los pp.kk. 550+600 y 585+500 que corresponden a todos los ramales de la A-2 entre Igualada y Martorell (76 aforos neumáticos de 48 horas, de los cuales 67 son de un sentido y 9 de doble sentido).

Los aforos se realizaron los días 11 de febrero y 27 de marzo de 2019 utilizando máquinas tipo Traficom III y tubos de goma instalados en el firme.

Se muestran en las siguientes imágenes la ubicación de los aforos con el valor de tráfico medido en la campaña de trabajo de campo en el tramo objeto de estudio (28 aforos).

Figura 10. Campaña de trabajo de campo





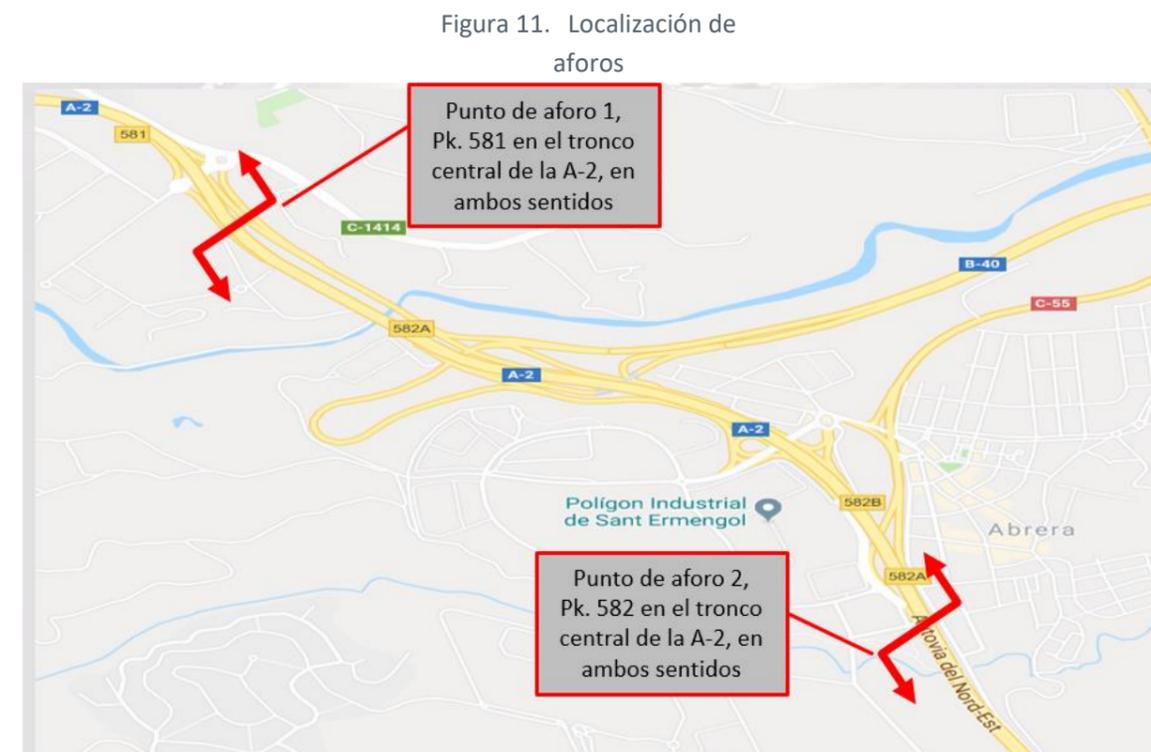
Se muestra a continuación a modo de resumen, un listado con todos los aforos realizados, el día de realización y la intensidad medida en los aforos realizados en los ramales de un carril.

Tabla 4. Aforos realizados en ramales de 1 carril

ID Aforo	Día de aforo	Intensidad	ID Aforo	Día de aforo	Intensidad
40	28-2	1.512	54	26-2	1.071
41	14-3	1.249	55	26-2	55
42	28-2	9.510	56	26-2	56
43	14-3	8.729	57	21-2	57
44	28-2	3.198	58	21-2	3.090
45	5-3	3.267	59	19-2	3.903
46	28-2	3.249	60	21-2	4.816
47	28-2	9.016	61	21-2	2.148
48	28-2	9.316	62	21-2	8.537
49	26-2	1.110	63	19-2	16.564
50	26-2	1.935	64	19-2	15.150
51	26-2	10.804	65	19-2	3.632
52	26-2	71	66	19-2	4.698
53	21-2	1.389	67	19-2	308

Fuente: Demarcación de Carreteras del Estado

Este trabajo de campo complementa el realizado en abril de 2018 en el tramo localizado en el p.K. 581 + 000 y el p.K. 582 + 000 de la autovía A-2 en Abrera, en el enlace de la B-40 y C-55.



Fuente: Elaboración Propia

El trabajo de campo se ha realizado a partir de dos metodologías de aforo, a saber:

- Aforo mediante sistema radar para volúmenes y tipologías, diferenciando entre ligeros y pesados.
- Aforo mediante video para la caracterización del tráfico, entre: ligeros, motos, pesados y autobuses.

La ejecución de los trabajos se llevó a cabo en las fechas que muestra la siguiente tabla:

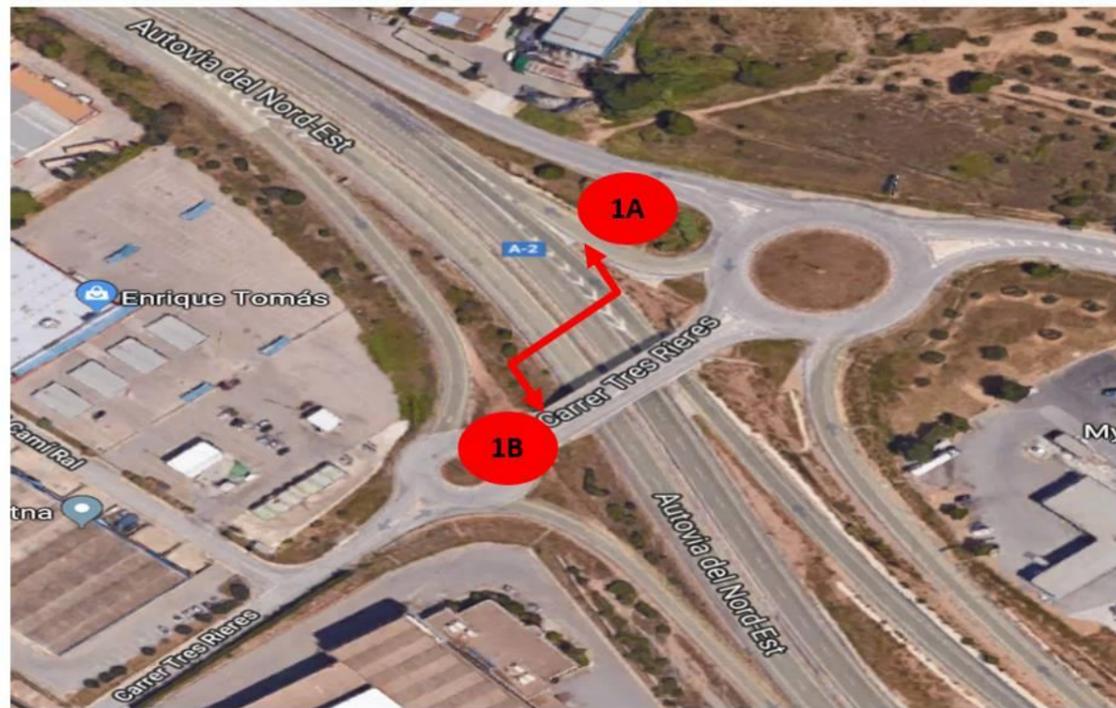
Tabla 5. Campaña de aforos automáticos de la campaña de campo

	PUNTO 1				PUNTO 2			
	Barcelona		Lleida		Barcelona		Lleida	
	7h-8h	8h-9h	7h-8h	8h-9h	7h-8h	8h-9h	7h-8h	8h-9h
Día 11	2.794	2.609	1.181	1.451	5.025	4.632	2.091	2.587
Día 12	2.834	2.726	1.178	1.473	5.119	4.824	2.195	2.621
IMD Día 11	29.918		28.057		52.361		49.090	
IMD Día 12	30.691		28.273		53.468		51.518	

Fuente: Elaboración Propia

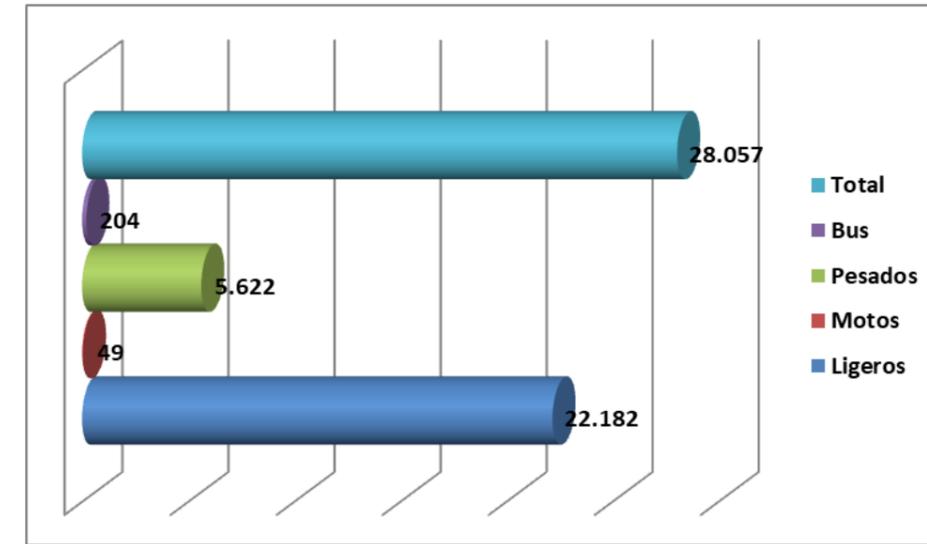
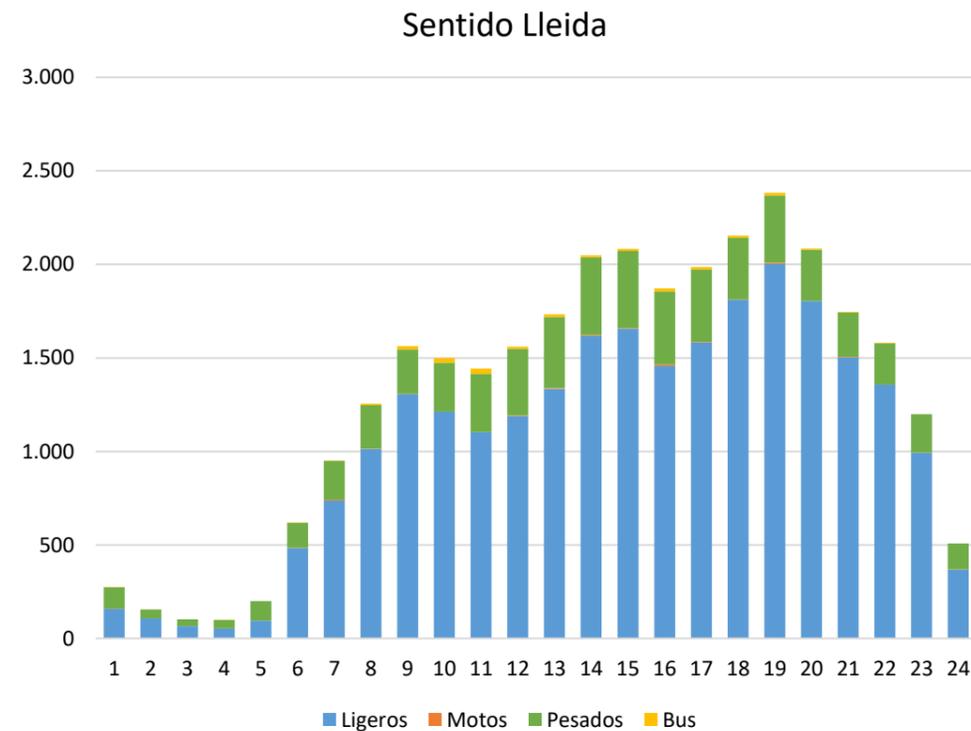
La siguiente imagen muestra la situación de los puntos de aforo seleccionados y los movimientos aforados.

RESULTADOS DE AFORO. PUNTO 1. P.K. 581



Fuente: Elaboración Propia

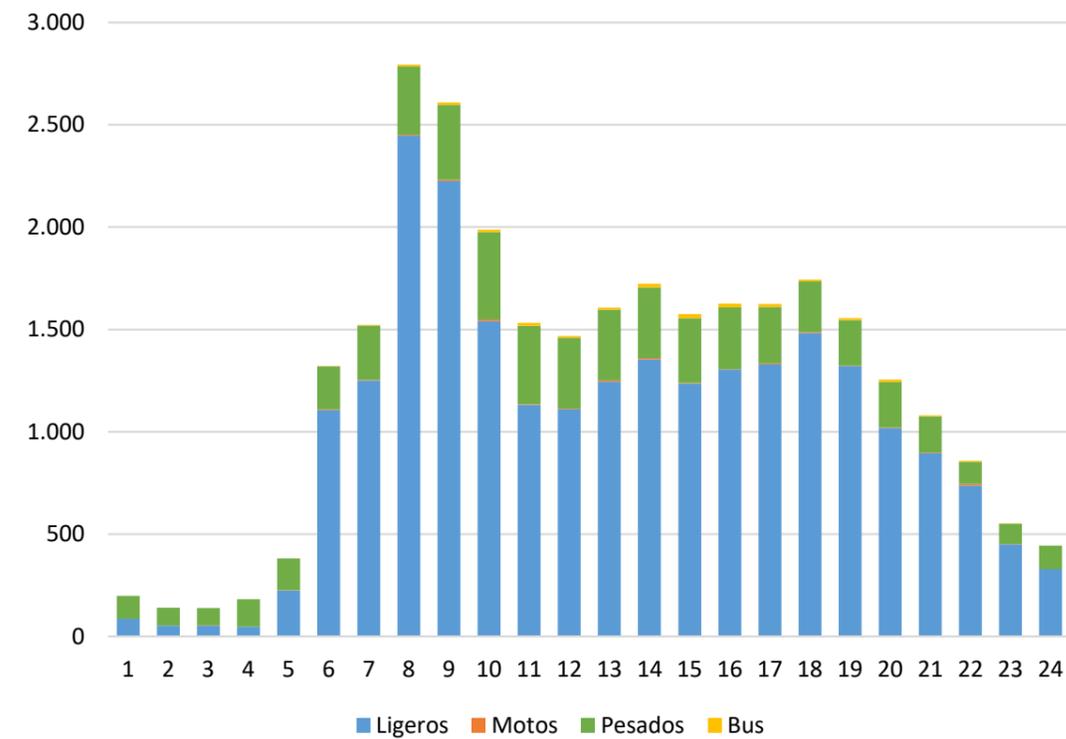
Figura 12. Resultados P1. Día 11 de abril. Sentido Lleida

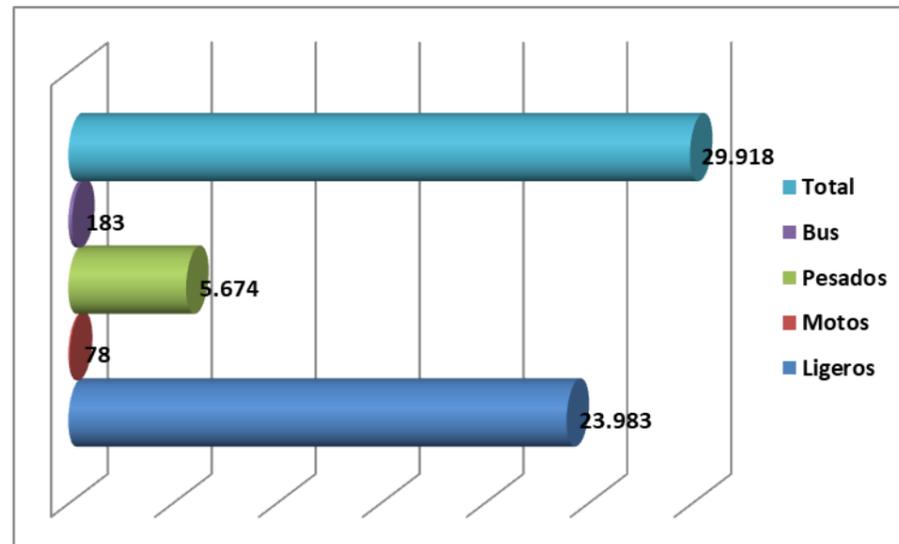


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Aforo

Figura 13. Resultados P1. Día 11 de abril. Sentido Barcelona

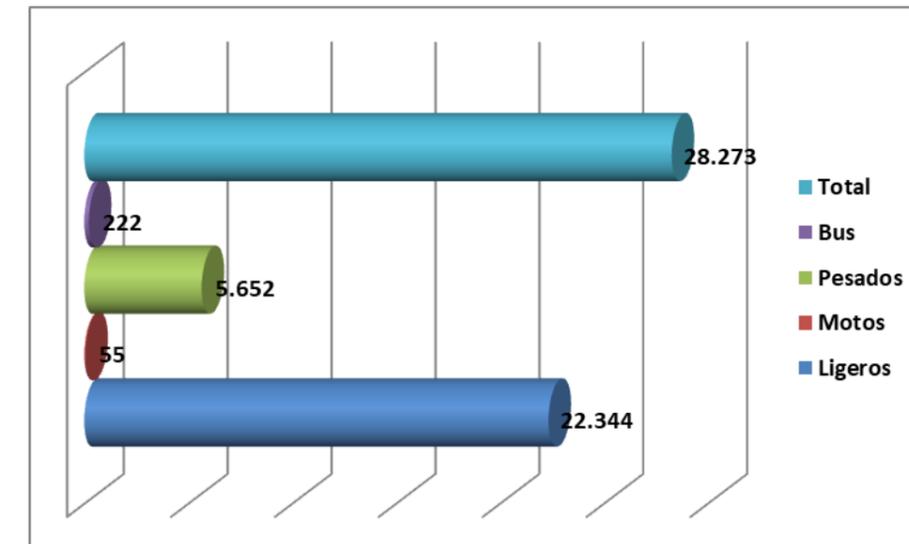
Sentido Barcelona





Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Aforo

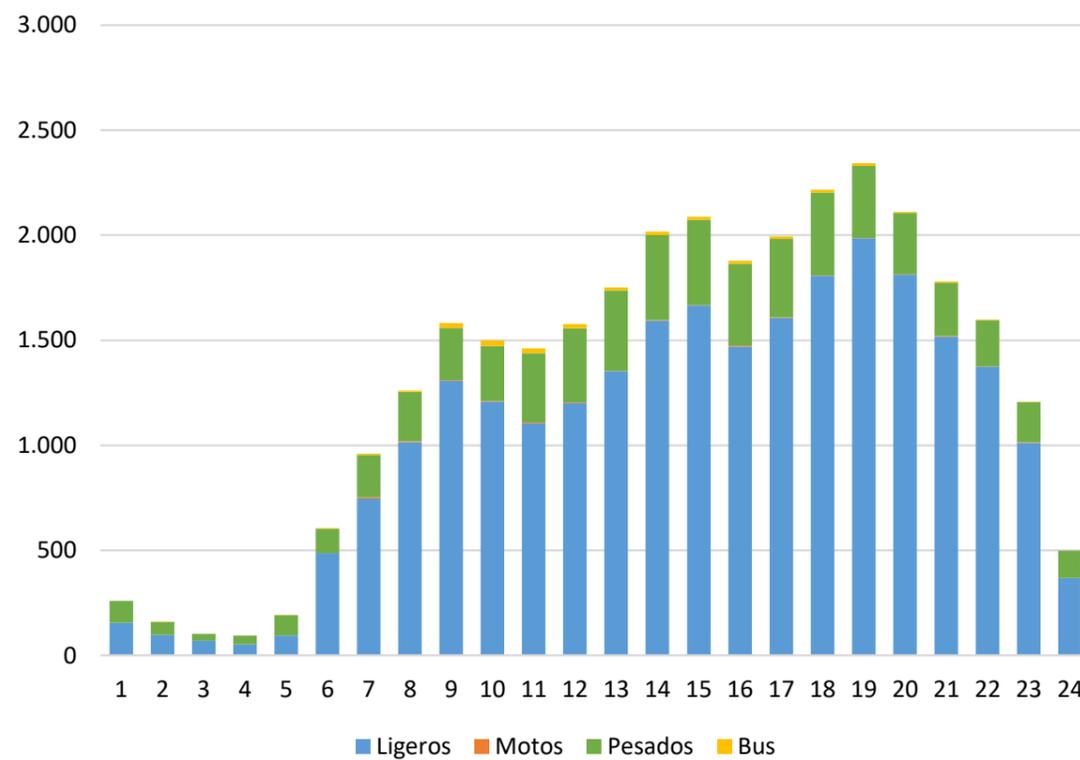
Figura 14. Resultados P1. Día 12 de abril. Sentido Lleida



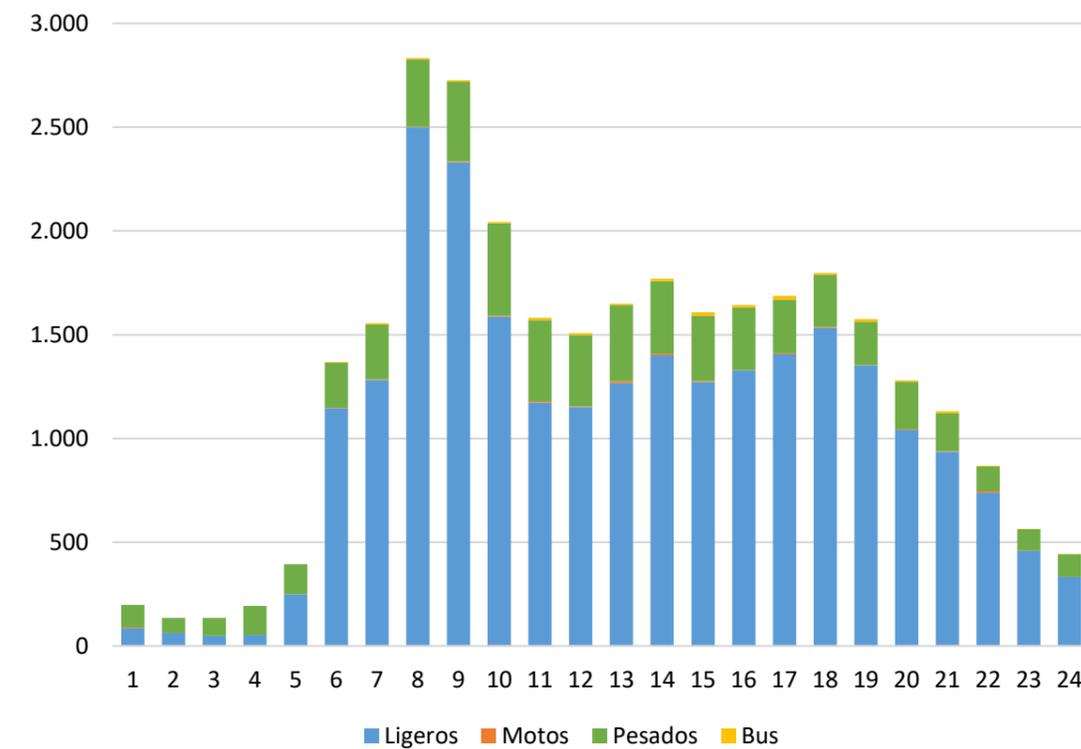
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Aforo

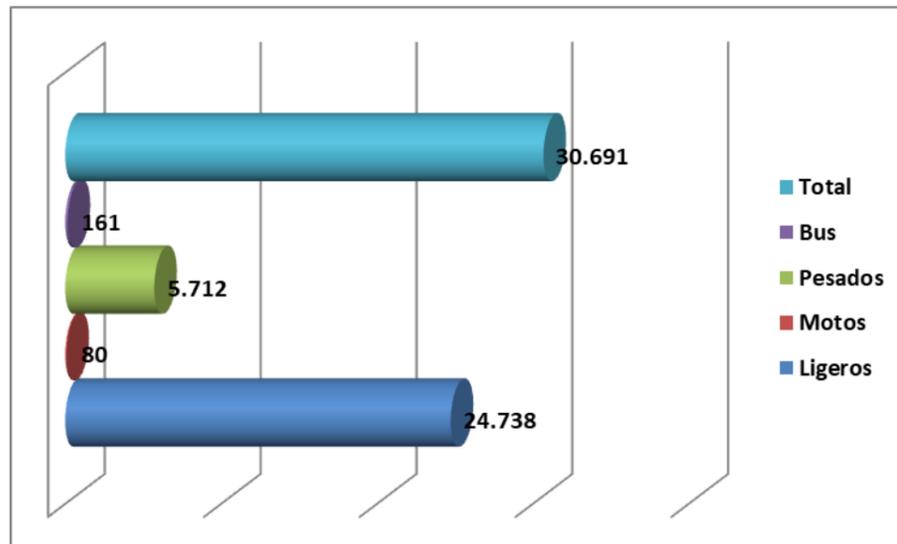
Figura 15. Resultados P1. Día 12 de abril. Sentido Barcelona

Sentido Lleida



Sentido Barcelona





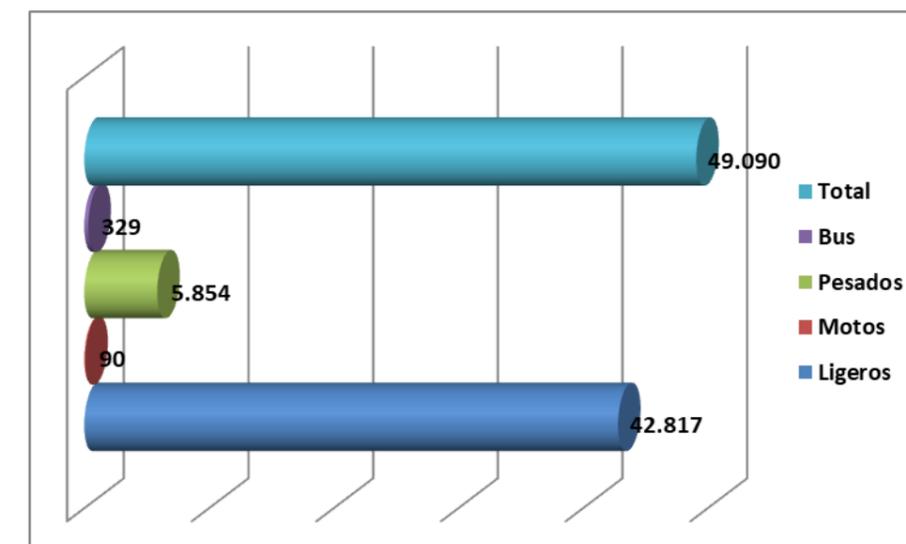
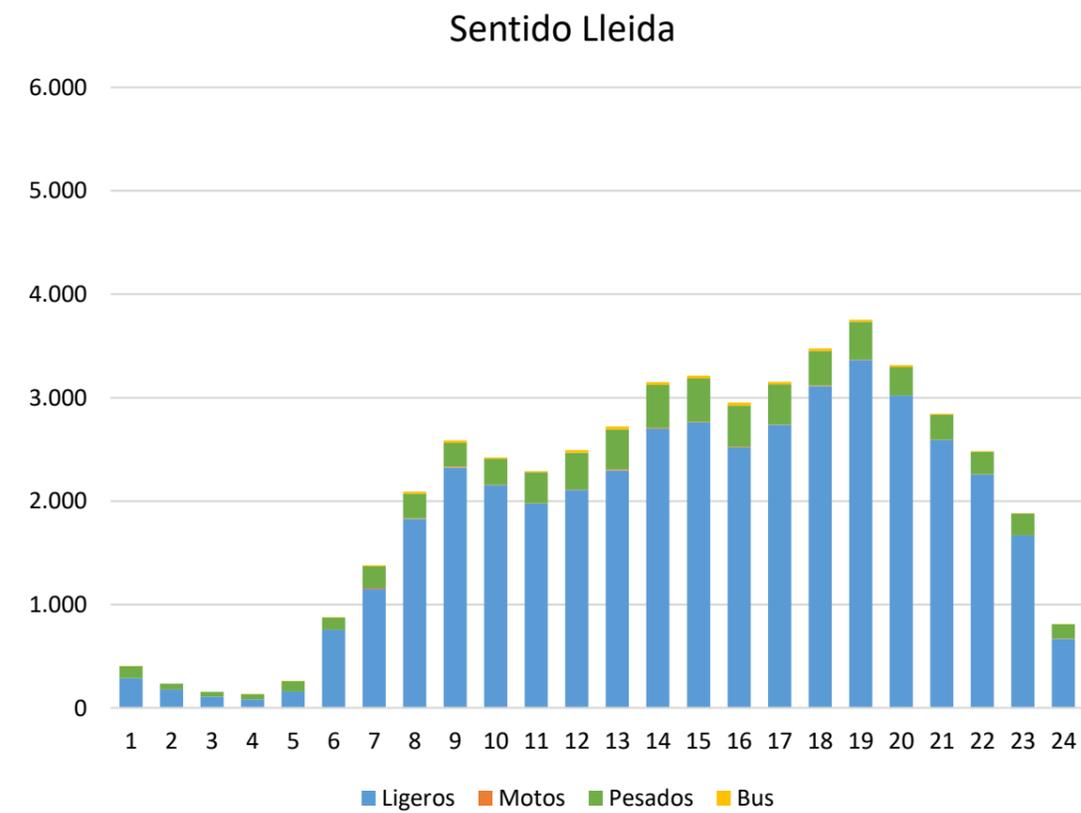
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Aforo

RESULTADOS DE AFORO. PUNTO 2 P.K. 582



Fuente: Elaboración Propia

Figura 16. Resultados P2. Día 11 de abril. Sentido Lleida



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Aforo

Figura 17. Resultados P2. Día 11 de abril. Sentido Barcelona

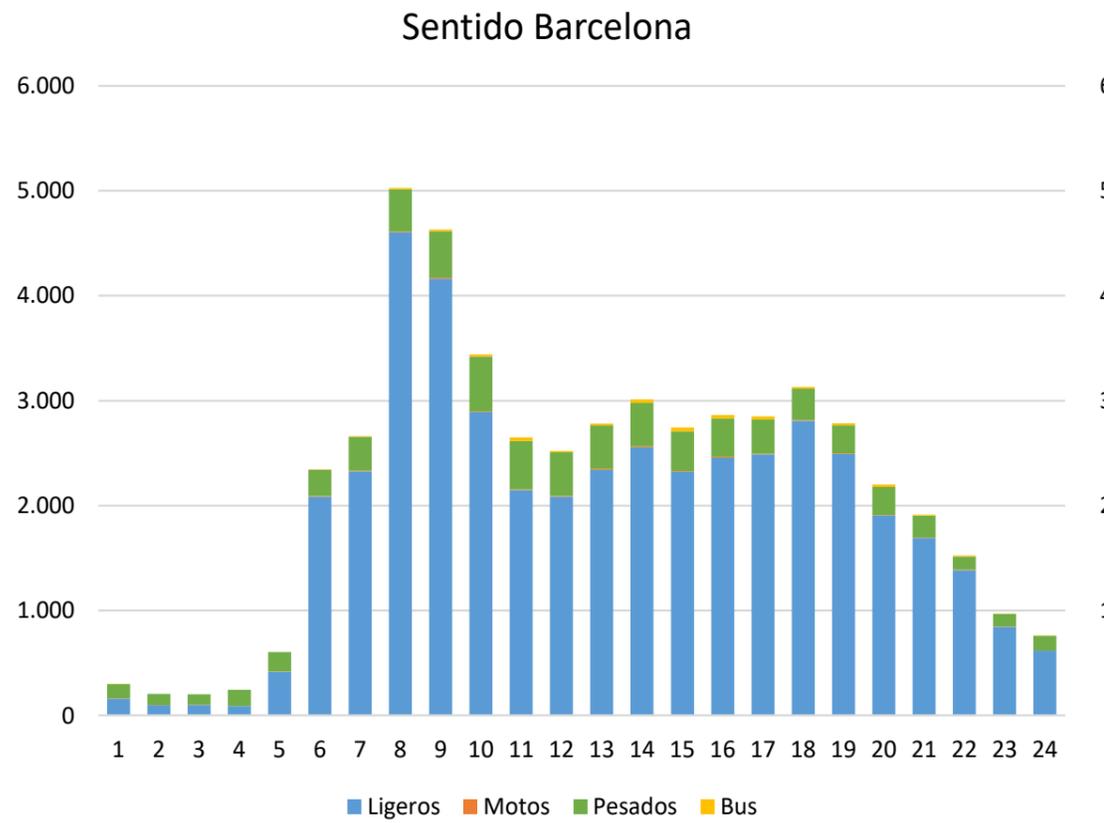
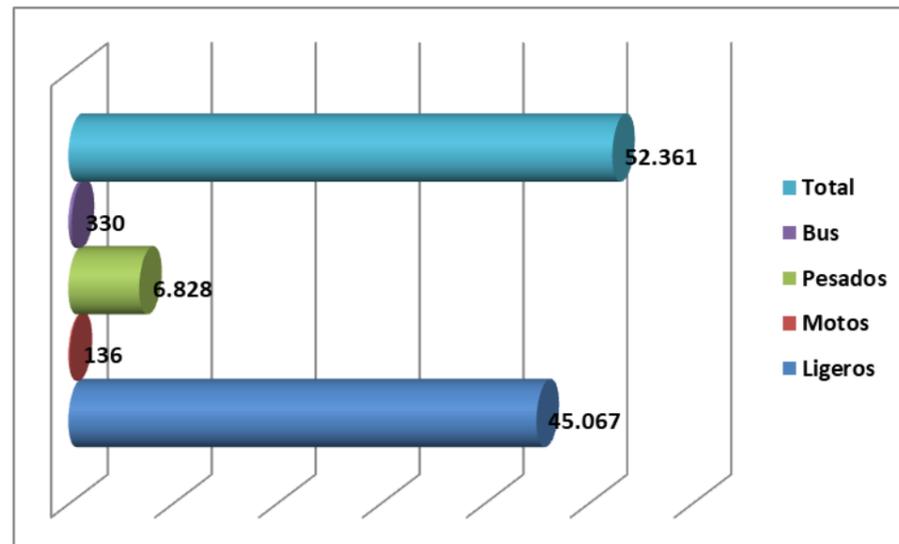
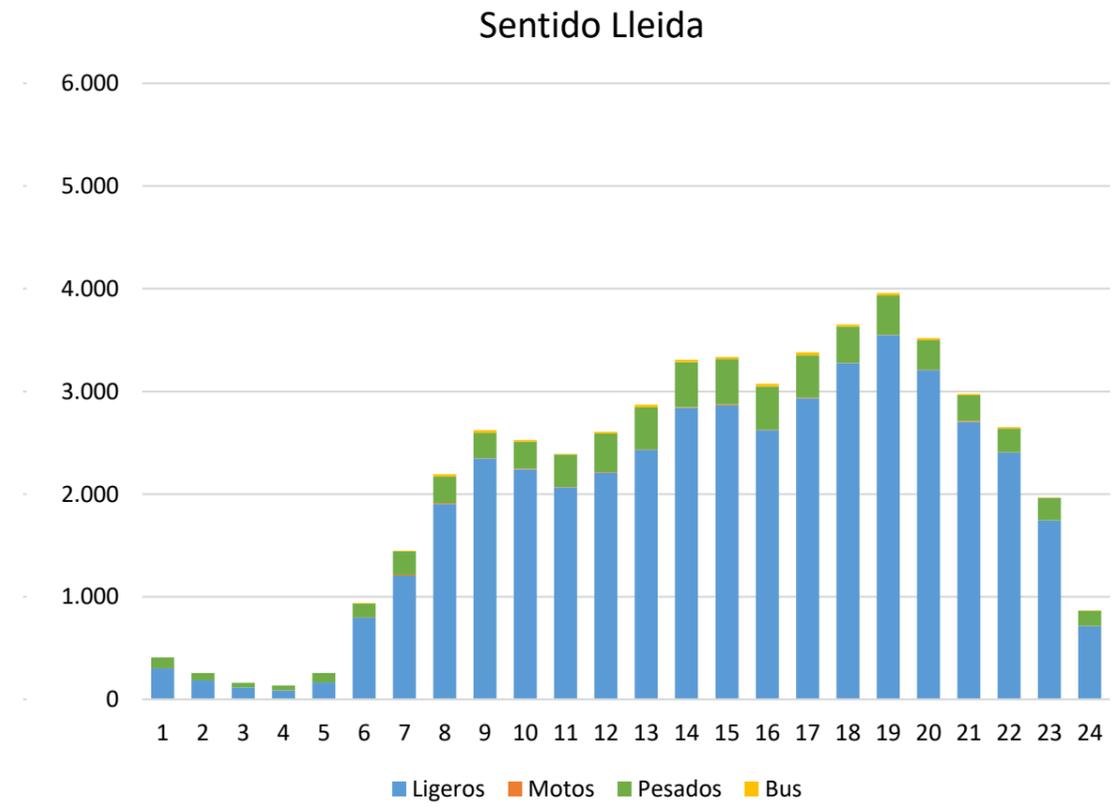
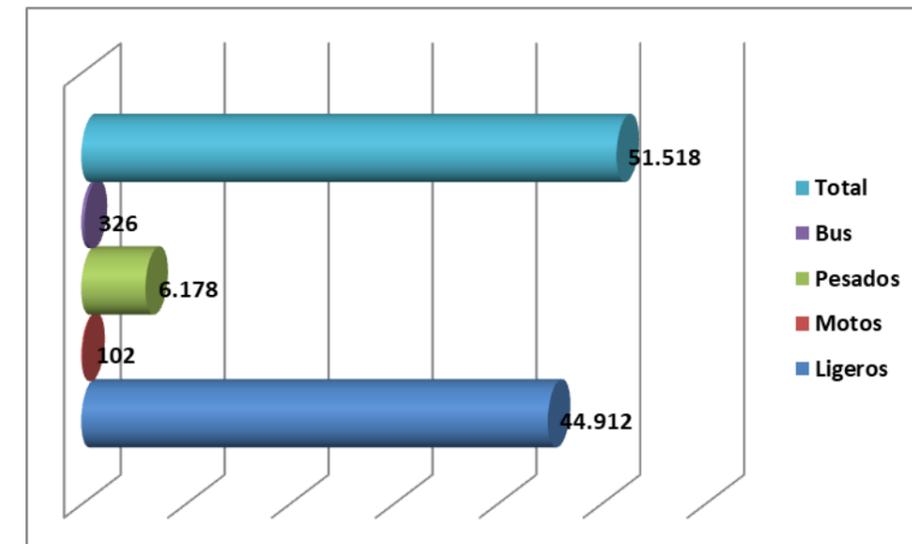


Figura 18. Resultados P2. Día 12 de abril. Sentido Lleida

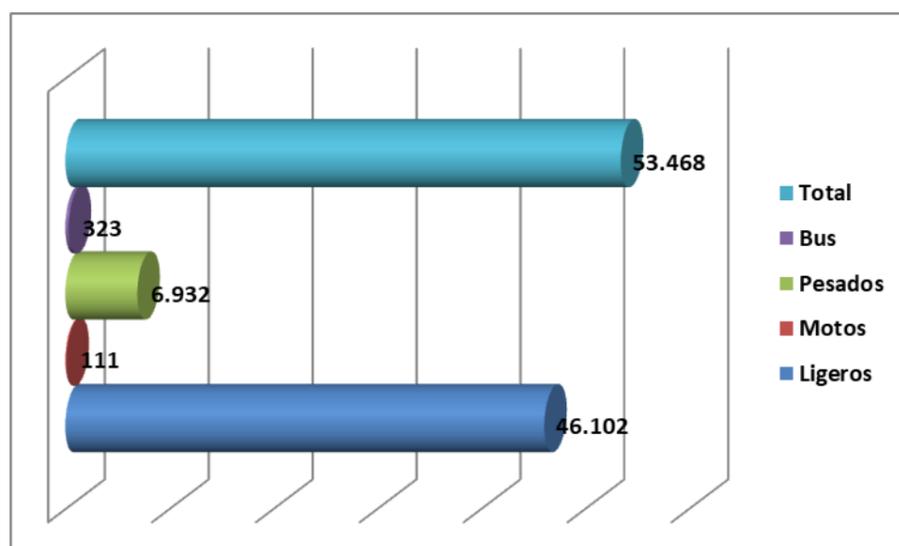
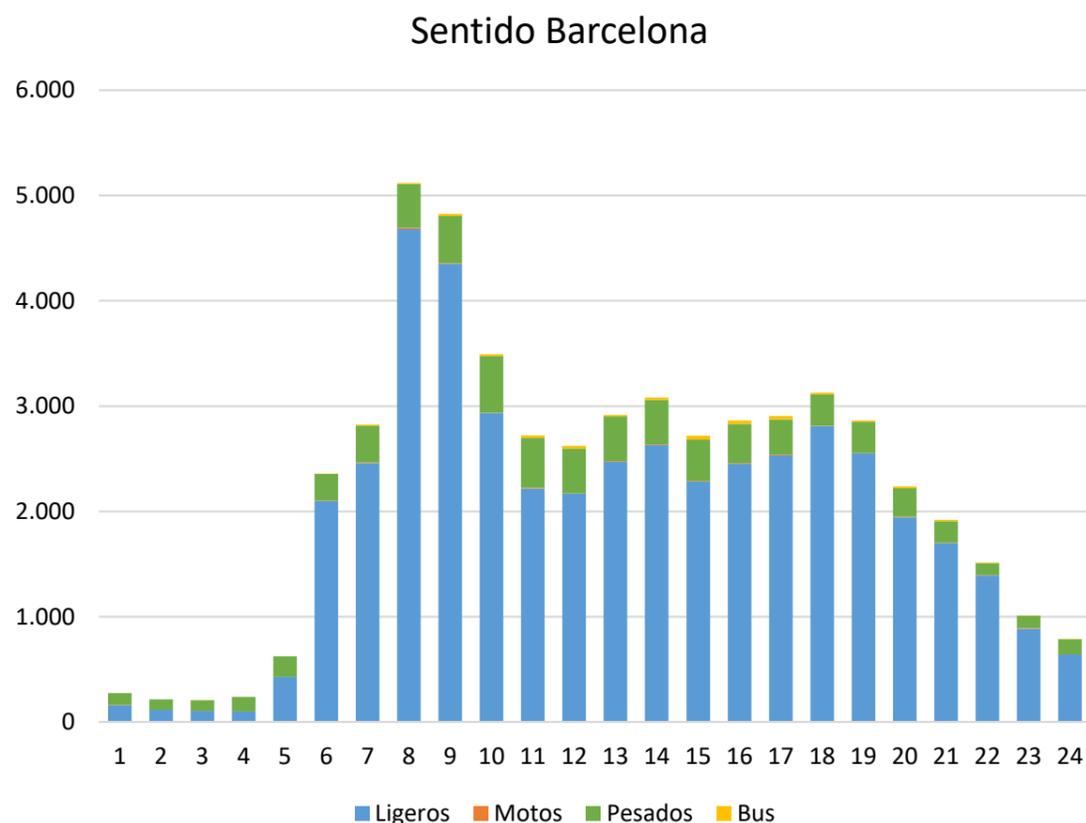


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Aforo



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Aforo

Figura 19. Resultados P2. Día 12 de abril. Sentido Barcelona



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Aforo

11.2. MODELO DE TRANSPORTES

El objetivo principal del presente proyecto es analizar el impacto, en términos de variación de tráfico, ocasionado por las mejoras en el tramo de estudio de la A-2, así como tener en cuenta otras infraestructuras como por ejemplo la entrada en servicio de la B-40 o el impacto de la supresión de los peajes en la AP-2 y en la AP-7.

Para ello, se ha empleado el modelo de previsión de tráfico desarrollado por MCRIT, que ha sido utilizado para estudiar la mayor parte de grandes infraestructuras en Cataluña, entre ellas la B-40 o Ronda del Vallès y el citado anteproyecto de la A-2 entre Igualada y Martorell. El modelo trabaja con matrices de desplazamientos de vehículos ligeros y pesados y permite obtener la intensidad de vehículos que circulan actualmente por la red viaria para posteriormente, asumiendo la implantación de las infraestructuras viarias previstas y de los desarrollos urbanísticos, obtener el tráfico de vehículos en los diferentes horizontes temporales definidos, así como los ahorros de tiempo y otros indicadores sociales y ambientales que se derivan. A partir del tráfico obtenido se calcula la capacidad y los niveles de servicio de cada tramo. Para la realización del estudio de tráfico se han tenido en cuenta las prescripciones y recomendaciones de la Nota de servicio 5/2014 de la Subdirección General de Estudios y Proyectos. El modelo de previsión se ha ido desarrollando desde el año 2002 y ha sido objeto de actualizaciones constantes, tanto de las infraestructuras como de la movilidad. Así, se han ido introduciendo las vías que han ido entrando en servicio a lo largo de los años y se han ido mejorando las matrices de viajes a partir de encuestas realizadas ad-hoc en estudios concretos o de la evolución de las encuestas que realizan otros organismos como se detalla en el apartado 11.2.1.2.1 Matriz origen-destino de partida

La metodología propuesta para el modelo de previsión de tráfico tiene la siguiente estructura:

Figura 20. Esquema metodológico del modelo de previsión



Fuente: Elaboración propia

Para la simulación el software precisa una descripción detallada de los elementos intrínsecos de los flujos vehiculares:

- Definición de los elementos geométricos del viario: trazado detallado del viario, ancho de carril, nº carriles, velocidades máximas, etc.
- Descripción de la tipología de vehículos existentes en el ámbito: clase de vehículo, dimensiones, aceleraciones máximas etc.
- Caracterización de los datos de demanda: matriz origen-destino de los flujos vehiculares, que representa los viajes entre los centroides que se consideren (puntos de generación – atracción de vehículos).



Con objeto de caracterizar la oferta de transportes geométrica y funcionalmente en la situación base (año 2019) se ha realizado la implementación y codificación de la red según lo descrito anteriormente, construyéndose así el modelo de oferta que queda definido principalmente por los siguientes elementos:

- **Centroides:** se corresponden con los centros representativos de cada zona de los viajes origen o destino de la demanda (lugares de entrada y salida de vehículos en el modelo).
- **Nodos:** puntos de origen y final que comprenden los links del modelo. Cada link está conformado por un nodo de origen (A) y un nodo final (B).
- **Links:** definen los elementos de unión entre los nodos, conformando los tramos de la red de carreteras. En cada sección se define la longitud, número de carriles, sentidos de circulación, tipo de transporte de circulación permitida o velocidad límite para cada tipo de elemento, entre otros parámetros.
- **Conectores:** son los elementos que unen los centroides con la red viaria. Representan el acceso y la dispersión entre una zona y la red de transporte. Los conectores tienen dos direcciones:
 - Conector de origen, desde la zona al nodo (acceso).
 - Conector de destino, desde el nodo a la zona (dispersión).

El modelo de predicción de tráfico de Cataluña se ha adaptado y reajustado al ámbito de estudio, con el siguiente procedimiento:

- Mejora del nivel de detalle de la red en el área de estudio y recalibración del modelo. Incorporación y actualización de los datos recientes disponibles de tráfico del Ministerio de Fomento.
- Generación de los escenarios de proyecto. Incorporación de los diferentes escenarios, con las características técnicas necesarias.
- Ejecución de los escenarios del proyecto y obtención del volumen de tráfico en el tramo objeto de estudio de la A-2 (IMD veh/día).

- Cálculo de los niveles de servicio para el área de estudio, diferenciado entre tronco y ramales, mediante la metodología definida en HCM 2010.
- Microsimulación del tramo objeto de estudio.

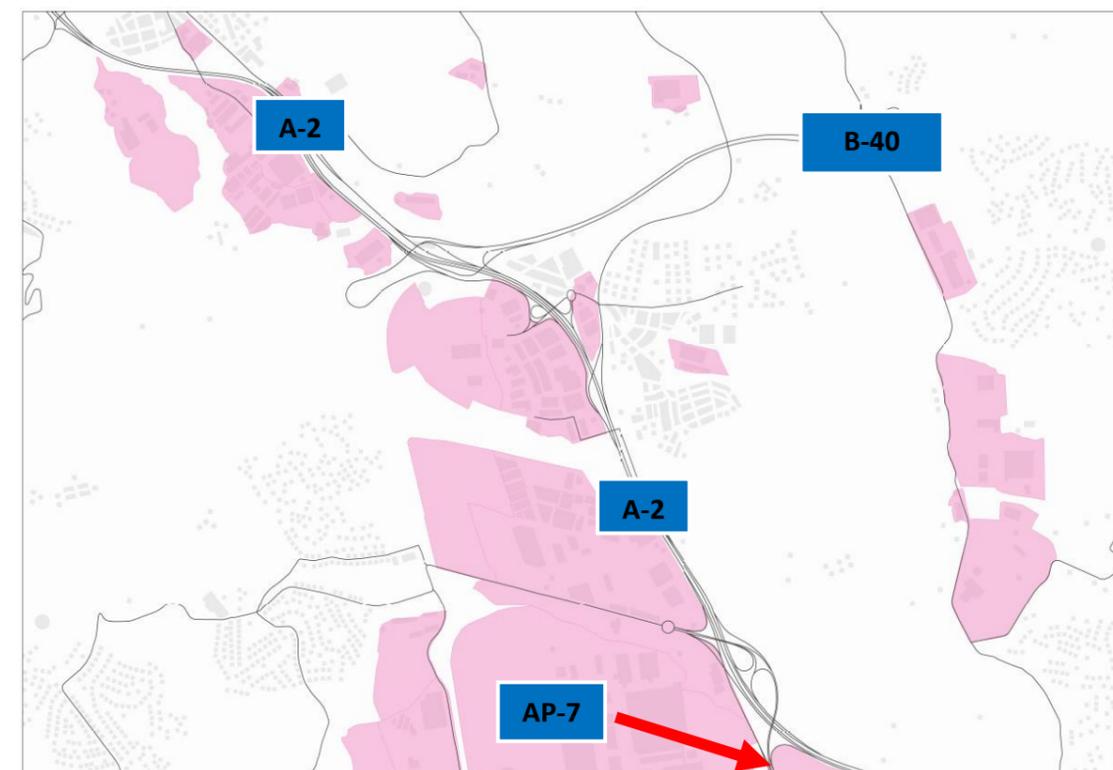
11.2.1. MODELIZACIÓN SITUACIÓN BASE

11.2.1.1. Modelización de la oferta

Se dispone de un grafo viario de Catalunya, creado a partir de cartografía 1:50.000 para la Región Metropolitana de Barcelona y 1:250.000 para el resto. La red viaria consta de más de 15.000 arcos y nodos. Incluye la red viaria básica, comarcal y local, actual y prevista (escenario del PITC).

El grafo de la red viaria tiene incorporadas la velocidad, capacidad y los parámetros necesarios para la asignación de viajes. La mejora de la red en el área de estudio incluye detalle en los enlaces, así como separación de los sentidos de circulación.

Figura 21. Detalle del grafo en la situación actual



Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

Se define un área interna de estudio conformada por los municipios que se encuentran sobre el eje objeto de estudio y que dependen potencialmente de este para canalizar sus relaciones. Para el estudio se define un ámbito externo que permite considerar también aquellos otros tráficos con uno o dos extremos fuera del ámbito interno, que pueden utilizar total o parcialmente la vía en estudio.

La zonificación del área de influencia del estudio sirve para discretizar las relaciones entre la oferta de transportes y la demanda. Por lo tanto, es una tarea previa a los trabajos de campo y necesaria para la modelización. En cierto modo, es un elemento crítico en el trabajo, puesto que todos los resultados se referirán a la zonificación adoptada (o a las agrupaciones que se establezcan a partir de la zonificación básica). Los criterios para definir la zonificación serán:

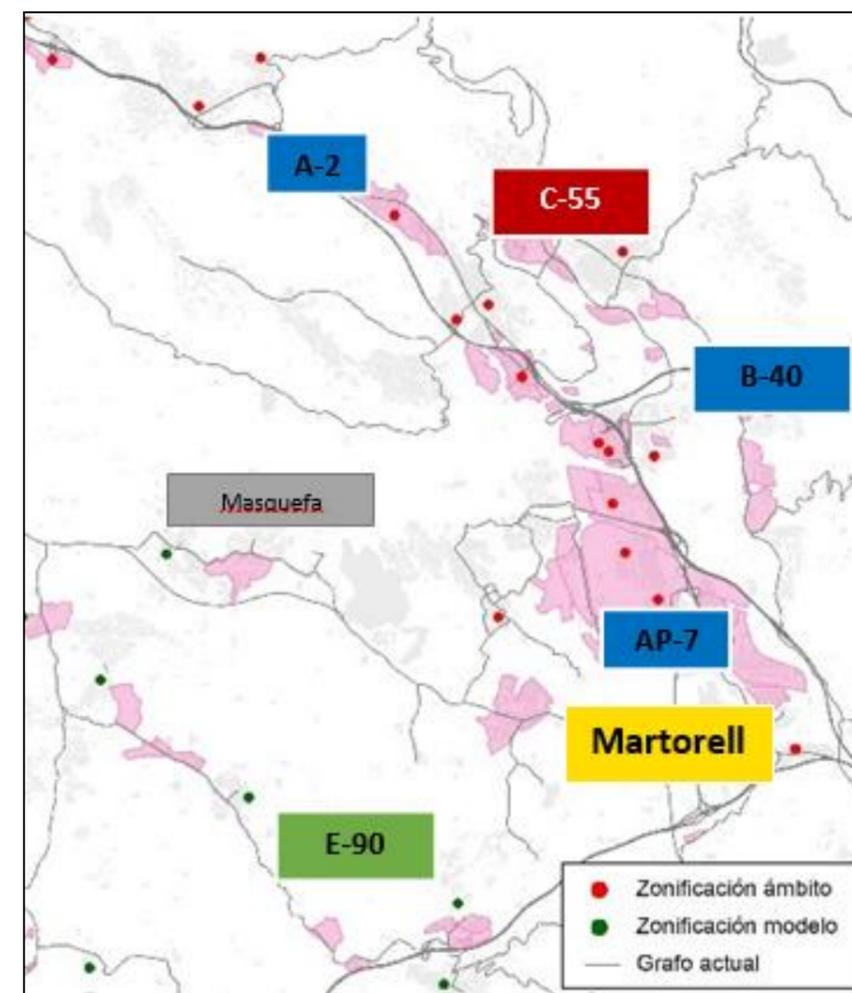
- Compatibilidad con zonificaciones anteriores. Se analizará la zonificación utilizada en los estudios anteriores de manera que la zonificación que se adopte debería recoger, al menos, las zonas que se han utilizado en dichos estudios.
- Homogeneidad socioeconómica. En la medida de lo posible se agruparán áreas con características socioeconómicas homogéneas, o zonas con especialización funcional semejante (zonas industriales, residencial baja densidad, etc.).
- Accesibilidad al sistema de transportes. La oferta de transportes existente proporciona unas determinadas condiciones de accesibilidad que pueden ser diferenciadas para cada uno de los modos presentes en el corredor: carreteras, autobuses, ferrocarril, transporte aéreo. Puesto que la selección de modo de viaje depende del coste generalizado entre cada par origen-destino, es importante definir correctamente las zonas para reflejar la accesibilidad relativa de cada modo. La zonificación resultante deberá tener el nivel de detalle suficiente como para analizar las diferencias en la accesibilidad para distintas zonas de las principales ciudades del corredor (centros administrativos y de servicios, zonas residenciales, etc.)
- Compatibilidad con los límites administrativos. Mientras sea posible se respetarán los límites administrativos (distritos o barrios en las ciudades, límites municipales y provinciales, etc.) del área de estudio. Las variables socioeconómicas básicas (población, motorización, etc.) están referidas a unidades administrativas, y también lo están las proyecciones de dichas variables. Por lo tanto, se procurará que la zonificación resultante se pueda obtener como agrupación de divisiones administrativas, aunque en algunos casos los dos primeros criterios serán predominantes a la hora de definir la zonificación.

En primer lugar, se dividirá el territorio básico en las diversas circunscripciones administrativas existentes (provincias, comarcas, municipios, distritos, etc.) que servirán de base para las posteriores definiciones y subdivisiones del territorio (movilidad y transporte, homogeneidad socioeconómica). Como premisa inicial, se establecerá que los ámbitos y zonificación del territorio sean agregaciones o desagregaciones de zonas administrativas.

La zonificación finalmente adoptada en de zona de transporte para los municipios que se encuentran en el ámbito interno desagregando en los polígonos industriales que se encuentran sobre el eje objeto de estudio en base a la superficie industrial. Para el resto, se considera la zonificación municipal.

En la siguiente figura se muestra la zonificación del área interna adoptada en el ámbito interno de estudio.

Figura 22. Detalle del grafo en la situación actual



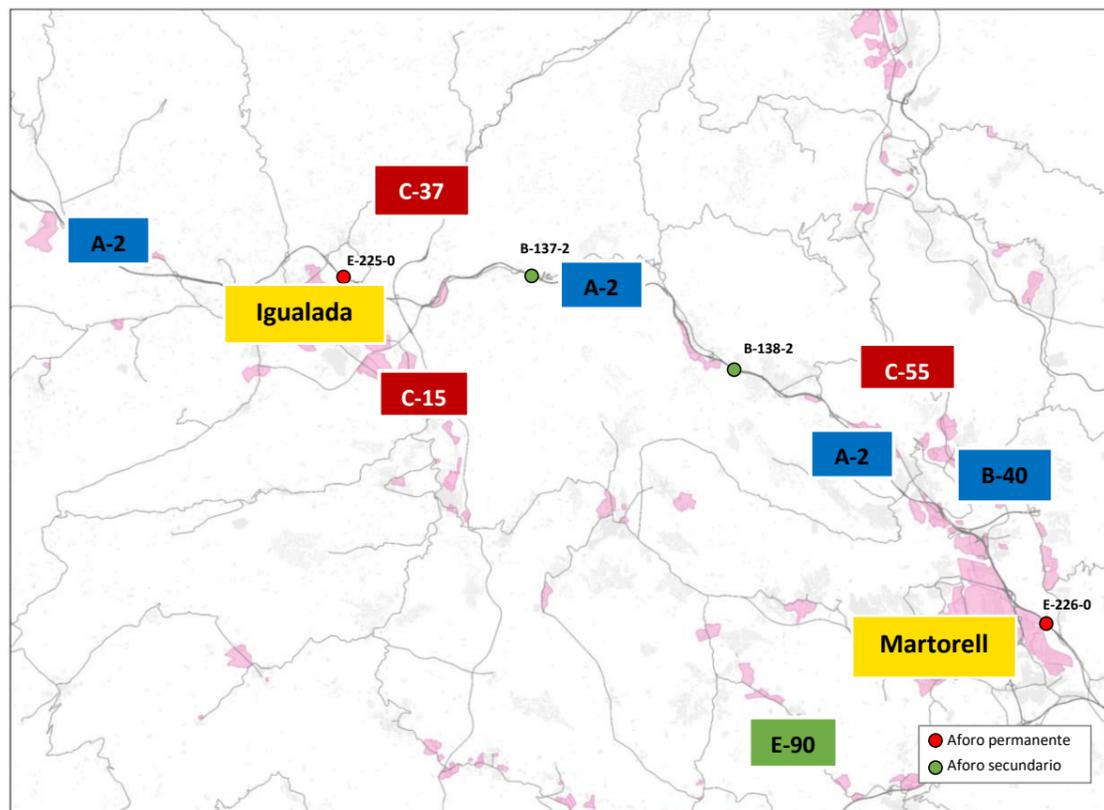
Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

11.2.1.2. Modelización de la demanda

La calibración del modelo para 2019 se realizó en detalle para el tramo entre Igualada y Martorell, Se recoge a continuación el procedimiento de modelización llevado a cabo y que sirve como punto de partida para el análisis de los nuevos escenarios planteados.

Se analizaron los registros correspondientes a las estaciones de aforo de la Red de Carreteras del Estado, situadas en el tramo de la A-2 entre Martorell e Igualada, principalmente la evolución histórica del tráfico, la ubicación de las mismas se muestra en la siguiente imagen:

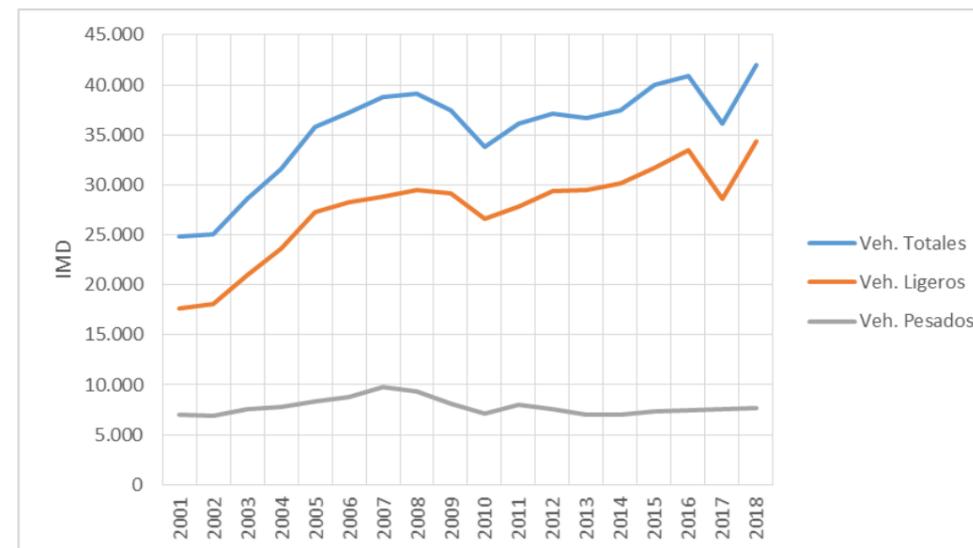
Figura 23. Situación de las estaciones de aforo en el ámbito de estudio



Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

El tráfico de la A-2 en Igualada pasó de 24.794 veh/día en 2001 a 39.084 veh/día en 2008, creciendo el 57,6% lo que equivale a una tasa media anual del 6,7%. A partir de 2008, y coincidiendo con la crisis económica, el tráfico desciende y en 2013 se sitúa en 36.731 veh/día. En este período la pérdida de tráfico es del 6,0% (tasa media anual del -1,2%). A partir del 2014, el tráfico se recupera con las siguientes tasas: 1,8% en 2014, 7,1% en 2015 y 2,1% en 2018. Los datos de 2017 dan una caída de tráfico del 11,7%, pero en 2018 se recupera el crecimiento situándose en el valor máximo de la serie, 41.999 vehículos diarios con un 18,3% de vehículos pesados.

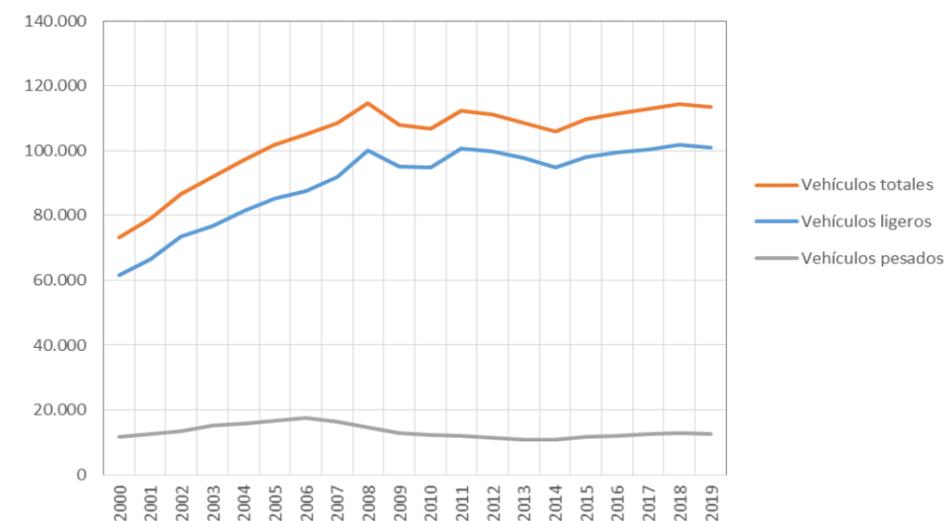
Figura 24. Evolución del tráfico en la estación E-225-0 (Igalada)



Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa de Tráfico

El tráfico de la A-2 en Martorell pasó de 79.173 veh/día en 2001 a 114.571 veh/día en 2008, creciendo el 44,7% lo que equivale a una tasa media anual del 5,4%. A partir de 2008, y coincidiendo con la crisis económica, el tráfico desciende y en 2014 se sitúa en 105.814 veh/día. En este período la pérdida de tráfico es del 7,6% (tasa media anual del -1,3%). A partir del 2015, el tráfico se recupera con las siguientes tasas: 3,8% en 2015, 1,5% en 2016, 0,9% en 2017 y 1,8% en 2018 situándose muy cerca del máximo de la serie (114.521 veh/día en 2018 con un 11,2% de pesados). En 2019 baja ligeramente el tráfico (-0,8%) y circulan por este tramo 113.572 veh/día. El valor máximo corresponde al año 2008 con una IMD de 114.571 veh/día.

Figura 25. Evolución del tráfico en la estación E-226-0 (Martorell)



Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa de Tráfico

11.2.1.2.1. Matriz origen-destino de partida

La matriz de viajes del modelo disponible corresponde a la hora punta de un día medio laborable, creada a partir de la fuente de datos de movilidad con zonificación inferior a la municipal más fiable en el momento de su elaboración: la encuesta EMO.

Las matrices de viajes para el año base se crean a partir de las matrices disponibles en el modelo, la evolución del tráfico y del resultado de los aforos de tráfico del trabajo de campo.

A continuación, se resume la metodología de creación de las matrices de viajes de vehículos en hora punta mañana de un día medio laborable disponibles en el modelo.

11.2.1.2.1.1. *Vehículos ligeros*

La matriz base de vehículos ligeros en hora punta mañana de un día medio laborable se creó inicialmente a partir de la EMO 2001 y la EMQ 2001 y encuestas Frontur, aplicando una serie de factores que son:

- Movilidad por trabajo: se consideran el 14,5% de los viajes intermunicipales por trabajo del día laborable. Se aplica un coeficiente de ocupación de los vehículos privados de 1,14 y un factor de expansión día medio/día laborable de 0,95.
- Movilidad por estudio: se considera el 16,1% de los viajes intermunicipales por estudio del día laborable. Se aplica un coeficiente de ocupación de los vehículos privados de 2,05 y un factor de expansión día medio/día laborable de 0,95.
- Movilidad no obligada: representa el 7,2% de los viajes de la matriz de trabajo en el periodo punta del día laborable.

De esta matriz base se considera el 100% de los viajes con distancias inferiores a 130 km, y de la parte de largo recorrido (relaciones a más de 130 km) se consideran un 57 % en un día laborable.

Dicha matriz base de vehículo privado se ha ido actualizando en base a las encuestas de movilidad en día laborable, denominadas EMEF y a los datos de los aforos de tráfico de vehículo privado, aplicando el modelo de previsión de tráfico de 4 etapas disponible. La última versión disponible corresponde al 2016, punto de partida del presente estudio y que ha sido actualizada a 2019 a partir de la evolución de la movilidad y los datos de tráfico del trabajo de campo específico realizado y explicado anteriormente.

11.2.1.2.1.2. *Vehículos pesados*

La matriz de vehículos pesados se ha construido a partir de diversas fuentes:

- “Encuesta permanente del transporte de mercancías por carretera” del Ministerio de Fomento, que contiene matrices origen/destino de movimiento de mercancías por carretera entre municipios de España y Europa; la encuesta está dirigida a vehículos españoles con una carga útil superior de 3,5 Tn y con peso máximo autorizado de 6 Tn.

- Encuestas OD realizadas en julio de 2013 en el marco de la redacción del “Estudio de tráfico con la implantación de la euroviñeta en el Eix Transversal” en la AP-7 en la Jonquera y en tres tramos de la C-25 entre Cervera y Manresa, Manresa y Vic y entre Vic y Girona.
- Para completar la matriz, se incorpora una matriz de vehículos pesados generados y atraídos por la Plataforma Logística del Delta (PLD).
- Finalmente, los movimientos de mercancías por carretera del resto de camiones (extranjeros) se estiman a partir de los datos complementarios disponibles en el Mapa de tráfico (IMD) que edita el Ministerio de Fomento. En base a las IMD que atraviesan la frontera, suponiendo distribuciones de viajes iguales a los que la Encuesta atribuye a los vehículos españoles, y conociendo la relación de vehículos españoles y extranjeros se completa la matriz.

La matriz se actualiza a 2019 a partir de la evolución del tráfico de vehículos pesados en las carreteras y de los resultados del trabajo de campo.

11.2.1.2.2. Modelo de asignación

La matriz de viajes de hora punta de un día medio laborable, se asigna sobre la red viaria y se ajusta con los datos de tráfico obtenidas en el trabajo de campo y en los datos de los aforos disponibles.

El proceso de asignación de matrices de viajes sobre la red modelada o de elección de ruta está basado en el concepto de equilibrio del usuario, que postula que se alcanza el equilibrio en aquella situación de reparto de viajes entre rutas alternativas en que ningún usuario puede minimizar sus costes de viaje (coste generalizado) utilizando otra ruta diferente a la asignada.

El modelo de asignación debe considerar el conjunto de costes que intervendrán en la elección de la ruta por parte del usuario, de manera que seleccione su itinerario para ir de una zona origen a un zona destino de acuerdo con el mínimo coste generalizado posible. Al ser un proceso interactivo, los viajes se van asignando a diferentes rutas alternativas, a medida que se igualan los costes (los tiempos de recorrido varían en función de los volúmenes de tráfico asignados a los arcos y la capacidad de los mismos).

La expresión de coste generalizado adoptada es la siguiente:

$$CG = T \cdot VT + CO \cdot L + Peaje \cdot L$$

Donde,

VT: valor o coste del tiempo de viaje expresado en €/hora. Se consideran valores diferentes para los vehículos ligeros (9 €/hora) y los vehículos pesados (23 €/hora)

T: Tiempo de viaje (horas)

Peaje: Tarifa Kilométrica de peaje (€/km)

CO: Coste de operación por kilómetro recorrido (€/km). Se consideran valores diferentes para los vehículos ligeros (0,09 €/km) y los vehículos pesados (0,338 €/km)

L: Distancia recorrida en el viaje (km)

Cada uno de los atributos de la expresión anterior se obtiene del modelo de redes (a partir de los atributos de coste de los arcos) para cada clase de usuario que percibe el valor del tiempo de diferente forma.

Por lo tanto, resulta necesario caracterizar la red con los elementos y parámetros necesarios para definir el coste generalizado del viaje de la forma más fiel posible:

- Tiempo de recorrido en los arcos: depende de la capacidad (número de carriles y tipo de vía) y de las funciones flujo-demora (velocidad de recorrido que depende del volumen de tráfico en el arco).
- Tarifas de peaje aplicables para cada tipo de vehículo: identificación de los arcos de peaje y tarifas en el ámbito de estudio.
- Costes de operación de los vehículos: determinando el coste de operación unitario repercutido y percibido por los usuarios de cada tipo de vehículo.

La matriz de viajes está segmentada en vehículos de corto, medio y largo recorrido y vehículos pesados. La asignación se realiza mediante un algoritmo determinístico de equilibrio de usuario (DUE) multi-clase. Los parámetros de valor del tiempo y de costes operativos para cada usuario utilizados en la calibración son los siguientes:

Tabla 6. Parámetros de asignación

Matriz de viajes	CO (€/km)	VT (€/h)
Vehículos ligeros de corto y medio recorrido	0,09	9,85
Vehículos ligeros de largo recorrido	0,09	17,9
Vehículos pesados	0,338	20,2

Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

No se considera necesario realizar una campaña de encuestas de preferencias declaradas para estimar el valor del tiempo de los usuarios ya que se parte un modelo calibrado para Cataluña con valores obtenidos en estudios anteriores, actualizados a 2019 en base a la evolución del IPC:

- Vehículos ligeros: encuestas de preferencias declaradas realizadas en el marco del “Estudio de tráfico de la autopista de la Consejería” de Julio 2008 de TABASA.
- Vehículos pesados: encuestas de preferencias declaradas realizadas en el marco del “Estudio de tráfico con la implantación de la Euroviñeta en el Eje Transversal” de noviembre de 2014.

En estos años no se ha producido ningún cambio en la política de peajes en la red viaria de Cataluña por lo que los valores disponibles actualizados se consideran suficientes y por lo tanto, se desestima la realización de una campaña de encuestas de preferencias declaradas para estimar un nuevo valor de tiempo de los usuarios. En los estudios de carreteras de peaje, una variable fundamental es la disponibilidad a pagar de los usuarios por utilizar una vía más rápida o con mejores características en lugar de la alternativa libre. Estando el modelo calibrado para Cataluña y, suponiendo la supresión de los peajes en los escenarios futuros, la elección de la ruta dependerá de los tiempos de viaje (y en mucha menor medida de los costes de operación de los vehículos).

El efecto de la capacidad en el tiempo de viaje se determina mediante una función que relaciona el tiempo de viaje con el volumen de tráfico.

$$t = t_0 \cdot f(x)$$

La función más utilizada es la función BPR (Bureau of Public Roads) que tiene la siguiente expresión:

$$f(x) = 1 + \beta \cdot x^\alpha$$

Donde,

$$x = \frac{v}{c}$$

v : Volumen de carga del arco

c : Capacidad del arco

α y β : Parámetros de la función que se deben ajustar

En este trabajo se propone utilizar otro tipo de función propuesta en el artículo “Conical Volume-Delay Functions”, que tiene la siguiente expresión $f(x)$:

$$f(x) = 2 + \sqrt{\alpha^2 \cdot (1-x)^2 + \beta^2} - \alpha \cdot (1-x) - \beta$$

Donde,

$$\beta = \frac{2\alpha - 1}{2\alpha - 2}$$

$$x = \frac{v}{c}$$

v : Volumen de carga del arco

c : Capacidad del arco

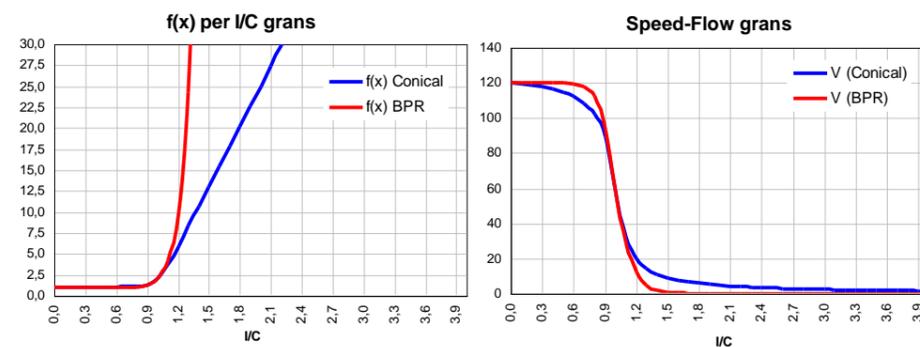
α : Parámetro de la función que hay que ajustar (12 por autopistas, 10 por vías desdobladas y 4 o 6 por carreteras convencionales)

Aunque las funciones BPR son sencillas y que para cualquier valor de α , $f(1) = 2$ (cuando la intensidad es igual a la capacidad, la velocidad se reduce a la mitad), presenta una serie de inconvenientes sobre todo con valores de α altos que son los siguientes:

Para valores de Intensidad/Capacidad (I/C) grandes (por ejemplo durante la primera asignación se pueden dar valores de I/C alrededor de 3), la función crece mucho. Para una I/C = 3, el valor del tiempo sería $t = t_0 \cdot (1 + 3^{12})$

En el gráfico siguiente, se comparan las funciones BPR y cónica para valores de I/C elevados cuando α es 12.

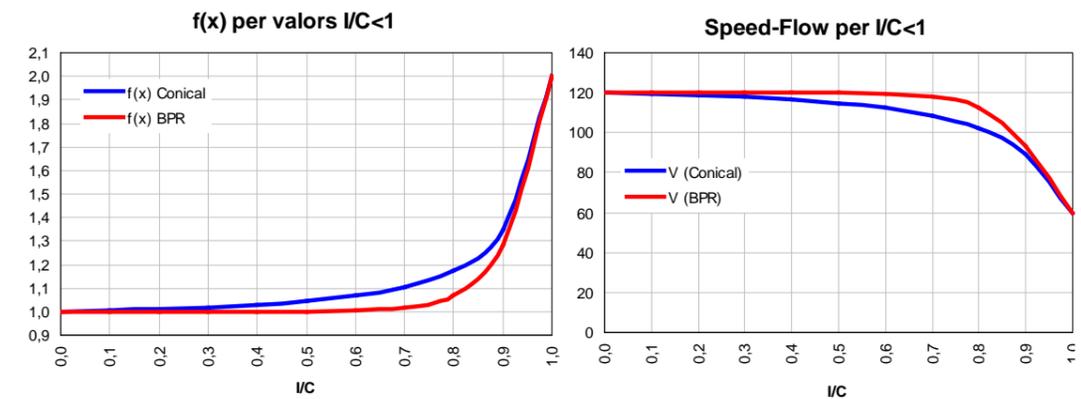
Figura 26. Comparación de las funciones BPR y cónica para I/C elevados



Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

Cuando la intensidad es inferior a la capacidad, con la función BPR no hay variaciones significativas de la velocidad hasta alcanzar valores de I/C superiores a 0,5. Esto no ocurre con la función cónica propuesta (ver gráficos siguientes):

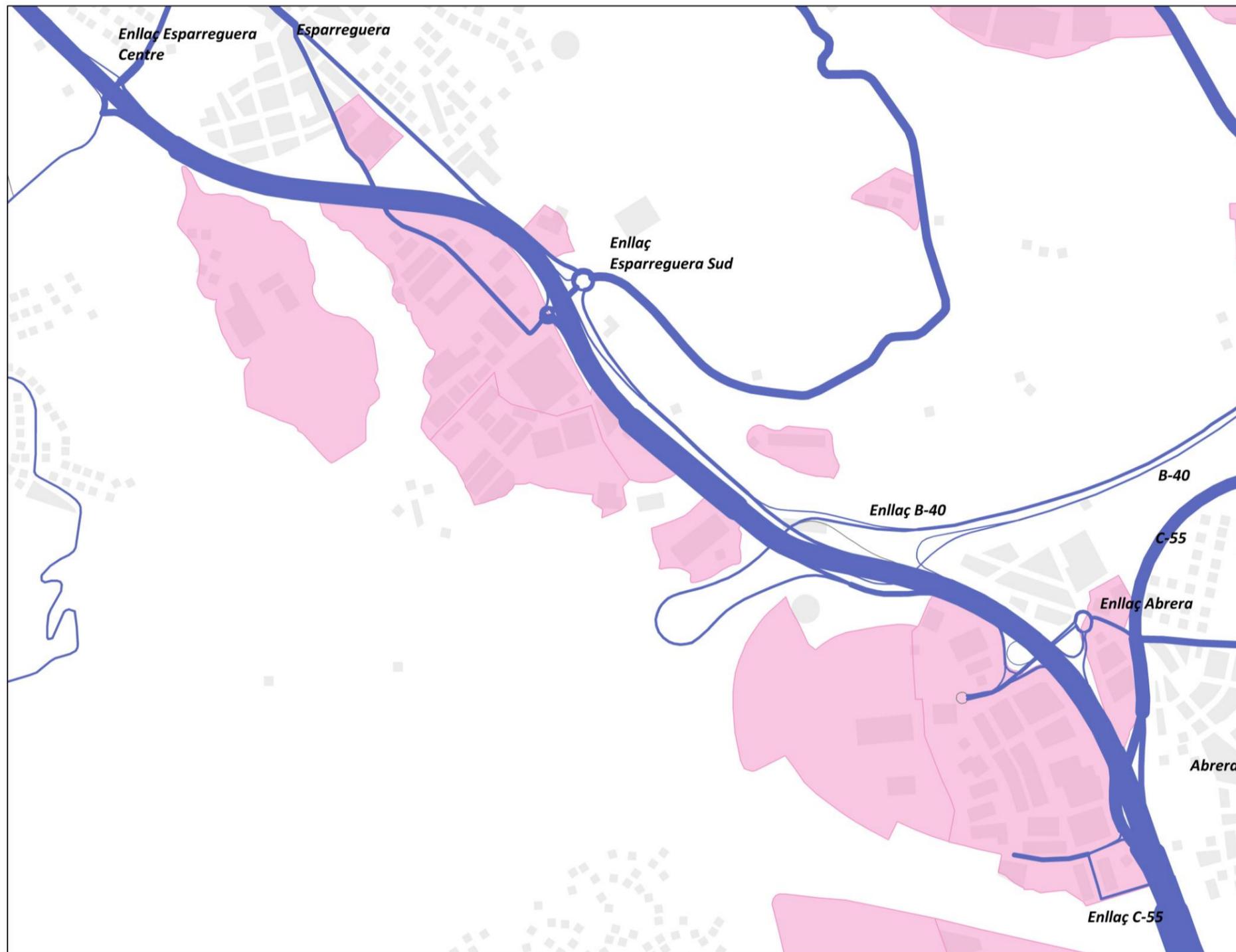
Figura 27. Comparación de las funciones BPR y cónica para I/C < 1



Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

Las matrices de viajes se asignan sobre la red viaria y se obtiene la araña de tráfico, tal y como se observa en la siguiente figura.

Figura 28. Araña de tráfico resultado de la asignación en la situación actual



Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

11.2.1.2.3. Calibración y validación del modelo (método de asignación de matrices)

Según lo indicado en 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” debe validarse el método de asignación aplicado. La validación consiste en la demostración de bondad de la asignación mediante la utilización de diferentes técnicas:

- **Análisis de regresión**

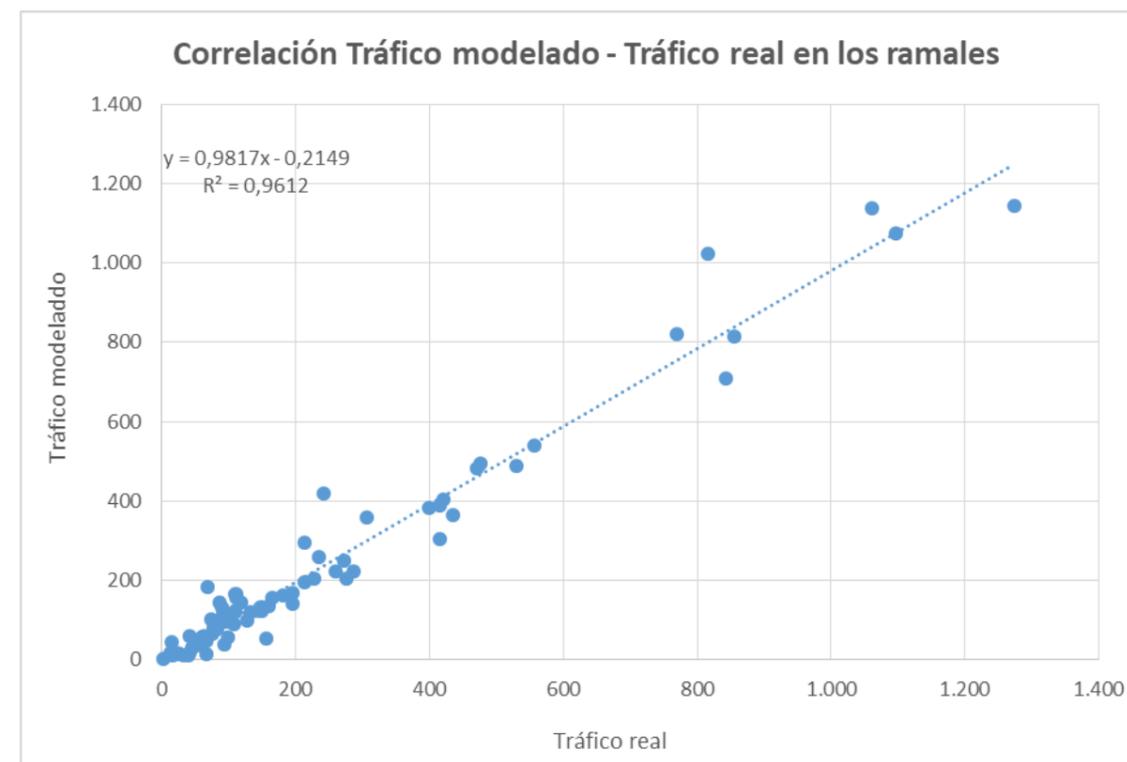
Para el ajuste de vehículos ligeros y pesados se ha obtenido un valor de R^2 , conocido como coeficiente de determinación, indica el porcentaje de variabilidad del modelo, es decir, la relación entre el dato real observado (x) y el dato asignado (y) por el software de simulación de tráfico en cada uno de los puntos de aforo. El procedimiento de cálculo de esta variable es el cuadrado del coeficiente de correlación (R), siendo la ecuación que describe este coeficiente la siguiente:

$$R = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

Los siguientes gráficos muestran el ajuste de los datos, así como la regresión resultante, comprobándose que los resultados se ajustan con gran nivel de correlación a los valores aforados. Se han realizado dos regresiones diferenciando los resultados de los ramales y del tronco de la A-2.

Se representan a continuación las parejas de valores de volúmenes de tráfico obtenidos en cada ramal mediante la asignación (eje vertical) y mediante los aforos (eje horizontal) ajustándose una recta de regresión para los ramales en el tramo de estudio. Los datos corresponden a la hora punta del día medio laborable, periodo escogido para la calibración del modelo.

Figura 29. Regresión del ajuste de tráfico en los ramales del tramo en estudio



Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

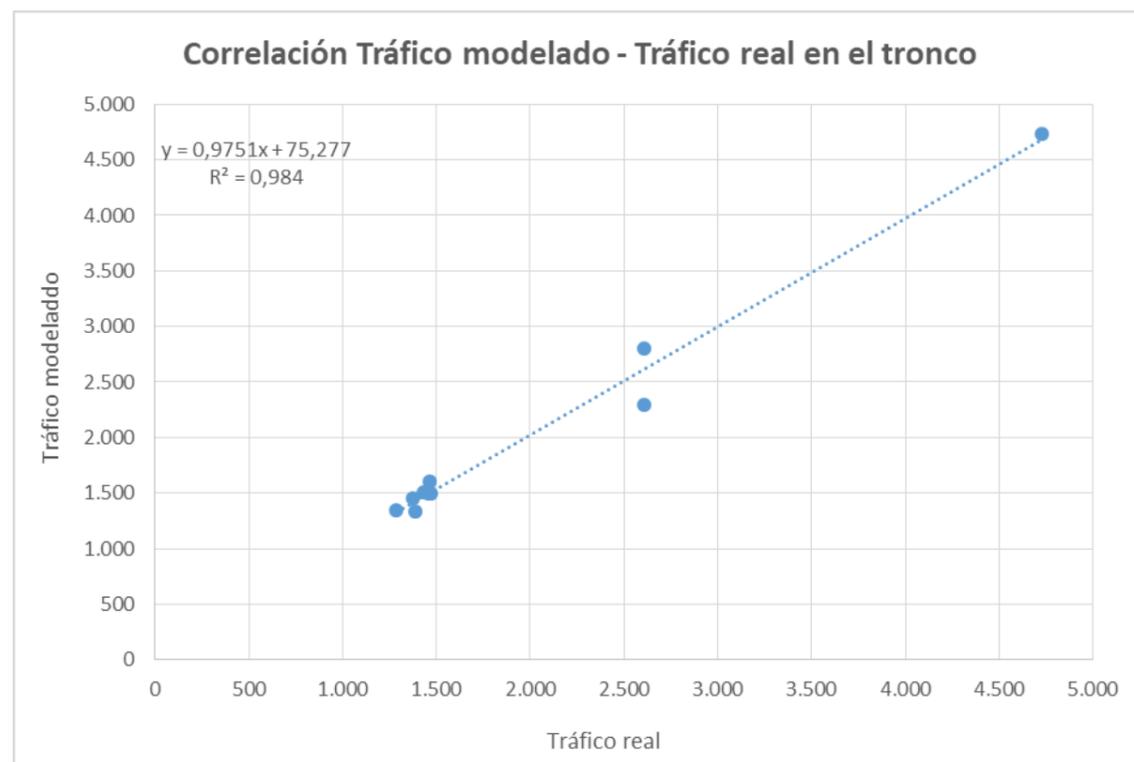
En este análisis ha de comprobarse que:

- El valor de la pendiente obtenida es cercano a 1 (0,98). **CUMPLE**
- El valor de intercepción del eje Y es cercano a 0 (-0,215). **CUMPLE**
- El coeficiente de determinación R^2 sea deseablemente mayor que 0,7 (0,96). **CUMPLE**

Se ha comprobado que el análisis de regresión cumple con las condiciones de ajuste.

A continuación, se ha realizado el mismo análisis para los valores de tráfico modelado y real del tronco:

Figura 30. Regresión del ajuste de tráfico en el tronco de la A-2 en el ámbito de estudio



Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

Se comprueba a continuación:

- El valor de la pendiente obtenida es cercano a 1 (0,98). **CUMPLE**
- El valor de intercepción del eje Y es cercano a 0 (75,28). **CUMPLE**
- El coeficiente de determinación R^2 sea deseablemente mayor que 0,7 (0,98). **CUMPLE**

- **Indicador estadístico GEH**

Se ha realizado una comprobación adicional del grado de ajuste de la matriz, y determinar si tanto el método de asignación utilizado como el calibrado del modelo son satisfactorios, utilizando el indicador estadístico GEH con objeto de comparar el flujo de vehículos ligeros y pesados observados, y los valores asignados.

El indicador estadístico GEH es una fórmula ampliamente utilizada en el ámbito de la ingeniería de tráfico como un indicador de calibración. Fue propuesto por Geoffrey E. Havers para comparaciones de amplios rangos de diferencias entre flujos observados y modelados, evitando algunos errores que se producen cuando se utilizan porcentajes simples para comparar dos conjuntos de volúmenes.

El indicador GEH tiene la ventaja de tomar en cuenta el error relativo y no depender de valores nulos que pueden aparecer, por ejemplo, en celdas de una matriz de viajes. Este indicador queda definido por la siguiente formulación:

$$GEH = \sqrt{\frac{(O_i - E_i)^2}{0,5 \cdot (O_i + E_i)}}$$

Dónde:

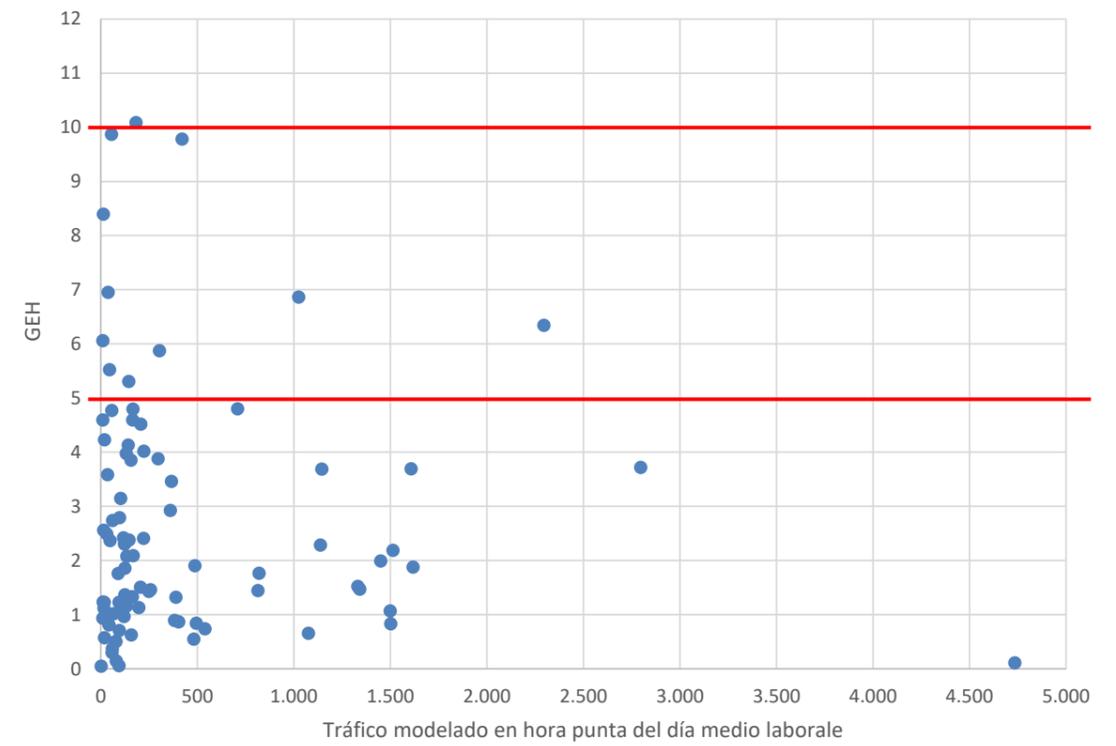
- O_i : valores observados de una variable, por ejemplo, aforos en un punto "i", en nuestro caso cada uno de los puntos del Mapa de Tráfico y puntos aforados.
- E_i : valores modelados o estimados de la misma variable.

Generalmente se acepta que un modelo está satisfactoriamente calibrado si cumple los siguientes requisitos:

- Al menos el 60% de los puntos de muestra tienen un GEH inferior a 5 (87,6%). **CUMPLE**
- Al menos el 95% de los puntos de muestra tiene un GEH inferior a 10 (98,9%). **CUMPLE**
- Todos los puntos de muestra tienen un GEH inferior a 12. **CUMPLE**

Los siguientes gráficos muestran el contraste de los flujos aforados y calibrados mediante el valor de GEH en cada punto de aforo, tanto para vehículos ligeros como para pesados.

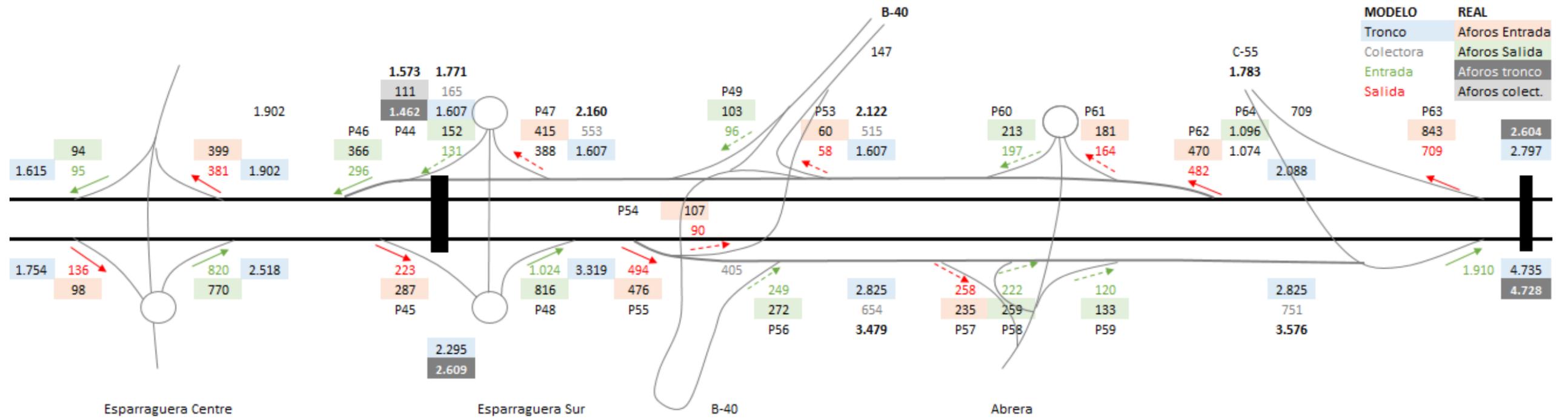
Figura 31. Valor de GEH para los puntos de calibración



Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

Finalmente, se detalla a continuación el resultado de la calibración para el tramo de la A-2 objeto de estudio (tanto en el tronco como en los ramales).

Figura 32. Detalle de la calibración en hora punta del día medio laborable en el tramo Abrera / B-40



Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

11.2.1.3. Resultados de asignación

Para obtener la IMD en el tronco de la A-2 se aplican los factores de hora punta correspondientes al aforo disponible en el ámbito de estudio, que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 7. Factores utilizados para la obtención de la IMD

Código aforo	Sentido	FHP
E-226-0	Barcelona	7,3%
	Lleida	7,8%

Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa de Tráfico 2018

Para la obtención de la IMD en los ramales se aplica en cada caso el % de tráfico de cada uno de ellos en el periodo de hora punta de la mañana (valor medio de 7h00 a 9h00) respecto a la IMD del día aforado y el coeficiente para pasar de IMD del mes en el que se ha realizado el trabajo de campo (febrero y marzo) a intensidad media anual que viene dado por la estación de aforo permanente (E-226-0) que se muestra a continuación.

Tabla 8. Factores utilizados para la obtención de la IMD en los ramales

Código aforo	Sentido	Vehículos ligeros	Vehículos pesados
E-226-0	Febrero	0,99	1,02
	Marzo	1,01	1,00

Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa de Tráfico 2018

Para la obtención del tráfico en la hora 100 (H100) necesario para el cálculo de los niveles de servicio se utiliza los valores de la estación permanente E-226-0 (8,5%).

Se detallan a continuación los resultados de tráfico en el tronco de la A-2 en el tramo objeto de estudio. En la siguiente imagen se muestra la tramificación de la vía considerada.

Figura 33. Tramificación de la A-2 en situación actual



Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

Los resultados muestran las intensidades medias diarias de las secciones características de cada tramo, diferenciando entre tronco, vía de servicio e IMD total.

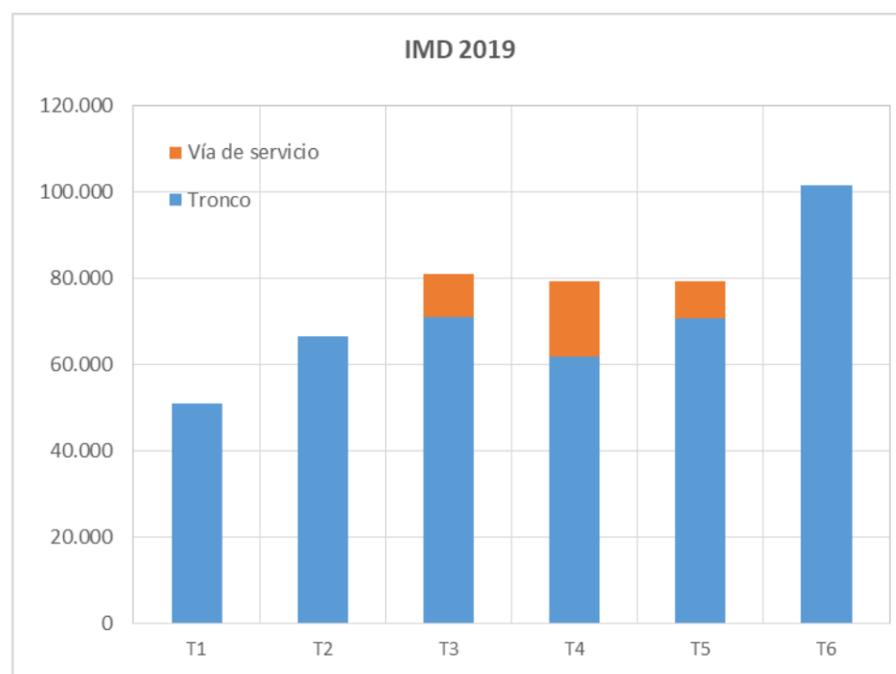
Tabla 9. Resultados Asignación en IMD situación actual (2019)

Tramo	Tronco	Vía de servicio	Total
Tramo 1	51.006	0	51.006
Tramo 2	66.705	0	66.705
Tramo 3	70.892	10.128	81.020
Tramo 4	61.860	17.601	79.461
Tramo 5	70.678	8.627	79.305
Tramo 6	101.679	0	101.679

Fuente: Modelo de transporte (MCRIT).

En la siguiente figura se muestran gráficamente los resultados de cada uno de los tramos.

Figura 34. Resultados asignación en IMD situación actual (2019)



Fuente: Modelo de transporte (MCRIT).

Se muestra a continuación el tráfico del tronco de la A-2 (2019) en el tramo objeto de estudio en la situación actual separando por sentidos.

Tabla 10. Resultados Asignación en IMD situación actual (2019)

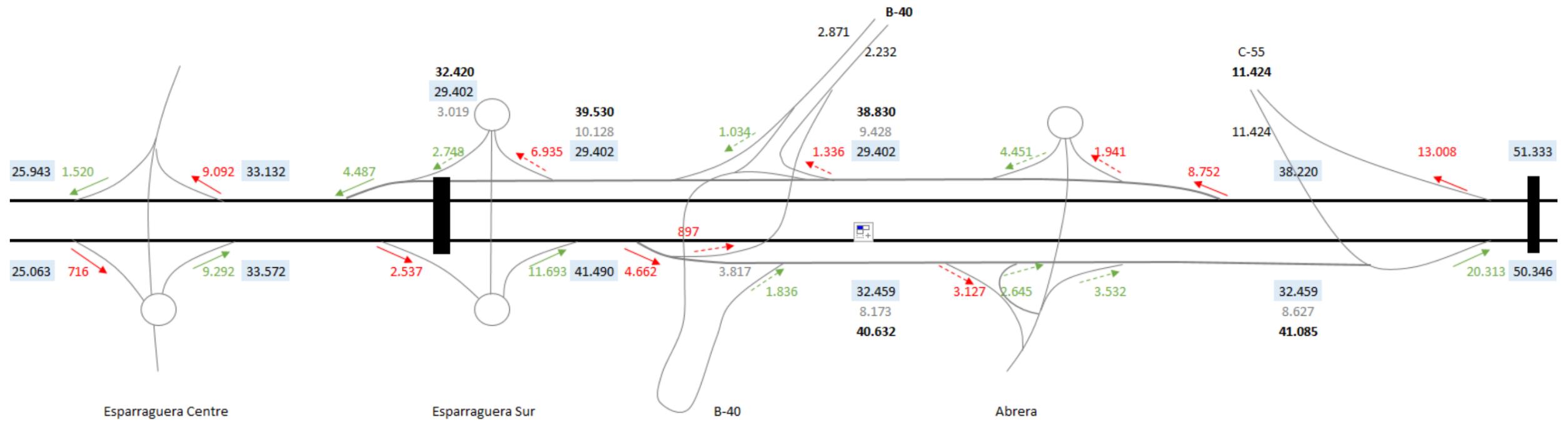
Tramo	Sentido Lleida		Sentido Barcelona		TOTAL	
	IMD	% VP	IMD	% VP	IMD	% VP
Tramo 1	25.943	16,8%	25.063	16,0%	51.006	16,5%
Tramo 2	33.132	14,2%	33.572	15,4%	66.705	14,8%
Tramo 3	29.402	14,6%	41.490	12,8%	70.892	13,6%
Tramo 4	29.402	14,6%	32.459	15,6%	61.860	15,1%
Tramo 5	38.220	12,0%	32.459	15,6%	70.678	13,7%
Tramo 6	51.333	10,8%	50.346	14,5%	101.679	12,6%

Fuente: Modelo de transporte (MCRIT).

En términos generales, la IMD presenta una evolución ascendente desde el inicio hasta el final del tramo, en sentido ascendente, siendo los incrementos mayores a medida que se acerca a Barcelona. Aumenta de los 51.000 vehículos diarios en el tramo entre Esparreguera Centro y Sur superando los 100.000 vehículos/día en el último tramo (después del enlace con la C-55).

Finalmente, se muestra a continuación un resumen esquemático de los tramos del análisis, la IMD total y el detalle de la IMD en entradas y salidas al tronco.

Figura 35. IMD totales. Año base (2019). Detalle ámbito B-40



Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

11.2.2. MODELIZACIÓN SITUACIÓN FUTURA

Los horizontes futuros de estudio son:

- Horizonte **2025**: año de puesta en servicio.
- Horizonte **2045**: 20 años tras la puesta en servicio.

En los escenarios 2025 y 2045 se considera el enlace de la AP-7/A-2 en Castellbisbal y la finalización de la concesiones de la AP-7 en el tramo entre Tarragona y la Jonquera, de la AP-2 entre Zaragoza y el Vendrell, de la C-32 al Maresme y de la C-33 que son una realidad desde el 1 de septiembre de 2021.

Se considera asimismo, que el tramo de la B-40 entre Terrassa y Viladecavalls esté en servicio en el 2025.

11.2.2.1. Modelización de la oferta

El escenario futuro de oferta se corresponde con las siguientes actuaciones:

ACTUACIONES EN EL T.M. DE ESPARRAGUERA

- Ampliación de capacidad de la Autovía A-2 sentido Lleida. Se proyecta la ampliación de capacidad de la autovía A-2 desde el enlace de Olesa, donde se incorpora el tráfico de la autovía B-40 procedente de Terrassa y con sentido Lleida hasta donde la autovía A-2 ya tiene 3 carriles, una vez superado el enlace 580 Esparraguera.

ACTUACIONES EN EL T.M. DE ABRERA. ADECUACIÓN DEL ENLACE ENTRE LAS AUTOVÍAS A-2 Y B-40

- Vía colectora sentido Lleida
- Transfer en el enlace de Abrera en sentido Barcelona
- Remodelación del enlace de Abrera

11.2.2.2. Modelización de la Demanda

Según recomendaciones de la Nota de Servicio 5/2014 “Prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudios de tráfico de los Estudio Informativos, Anteproyectos y Proyectos de carreteras” se decide tomar como valores de incremento anual de tráfico para la proyección de las intensidades a los años futuros de estudio los que recoge 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 infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento:

Los incrementos de tráfico a utilizar en los estudios de tráfico, a efectos de definir la necesidad de carriles adicionales en rampa, terceros carriles por cuestión de capacidad, la categoría del firme, así como cualquier otra cuestión de la geometría de la carretera serán los siguientes:

Incrementos de tráfico a utilizar en estudios

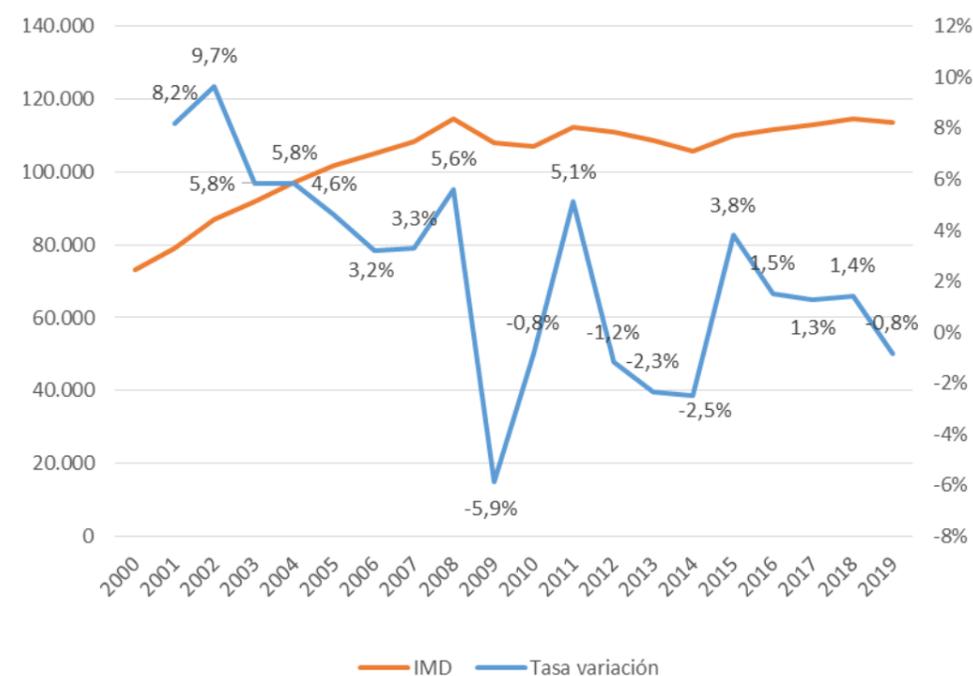
Periodo	Incremento anual acumulativo
2010 – 2012	1,08 %
2013 – 2016	1,12 %
2017 en adelante	1,44 %

Teniendo en cuenta lo anterior, se decide adoptar como tasa de crecimiento la establecida en la citada Orden FOM/3317/2010 (1,44% anual) aunque se analiza a continuación el comportamiento del tráfico en los últimos años en las dos estaciones de aforo permanentes en el ámbito de estudio para justificar la adecuación de dicha tasa.

En la siguiente gráfica se muestra la evolución del tráfico desde el año 2000 hasta el 2019 y las tasas de variación anual. Se observa que entre 2000 y 2008 el tráfico crece con una tasa media del 5,8% en la estación E-226-0 Durante el periodo de crisis el tráfico cae en Martorell el 7,6% entre 2008 y 2014, lo que equivale a una tasa media del -1,4% anual, pasando de 114.571 a 105.814 veh/día.

A partir de 2014 se produce una recuperación del tráfico, aunque con efecto de diente de sierra y la media del periodo 2014-2018 es del 2,0% y del 1,4% considerando el periodo 2014-2019. Por lo tanto, se puede considerar que la tasa media anual de crecimiento del tráfico del 1,44% es apropiada si se compara con las variaciones observadas en el corredor.

Figura 36. Evolución del tráfico en la estación E-226-0 (Martorell)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Mapa de Tráfico

La Generalitat de Catalunya está elaborando el Plan Director de Infraestructuras de la rótula Abrera-Martorell y se ha considerado que en 2045 estará plenamente operativo. Las superficies consideradas son las siguientes:

Tabla 11. Superficies de desarrollo de la rótula Abrera-Martorell

Sectores	m ² equipamiento	m ² espacios libres	m ² techo	m ² techo industrial-logístico	m ² techo terciario
Xàmenes	32.271	79.684	196.072	196.072	
Cinturó Oest	51.628	228.687	449.077	449.077	
Can Cases	4.490	15.089	39.486		39.486
Total	88.389	323.460	684.635	645.149	39.486

Fuente: Elaboración propia a partir del PDUI rótula Abrera-Martorell.

La generación de los nuevos desarrollos se resume en la siguiente tabla:

Tabla 12. Movilidad generada por modos de los nuevos desarrollos de la rótula Abrera-Martorell

Sectores	Vehículo privado	Vehículo mercancías	Transporte Público	Bus empresa y escolar	No mecanizados	Total
Xàmenes	3.717	2.647	918	485	51	7.818
Cinturó Oest	6.278	6.063	1.270	2.875	84	16.570
Can Cases	3.228	0	443	2.298	43	6.013
Espais lliures					3.235	3.235
TOTAL	13.223	8.710	2.631	5.658	3.413	33.636
% Total	39%	26%	8%	17%	10%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir del PDUI rótula Abrera-Martorell.

Asimismo, la Generalitat está iniciando los estudios de un Plan Director en la Conca de Òdena que permitirá desarrollar alrededor de 300 ha de suelo con uso industrial y logístico. Se han utilizado las mismas ratios que en el PDUI de la rótula Abrera-Martorell para la generación de la nueva movilidad. Para el suelo industrial y logístico, las ratios utilizadas han sido:

- Puestos de trabajo: 8/1.000 m² de techo. Se aplica por los trabajadores, el ratio de la ATM de 1,0345 viajes/día por sentido.
- Las ratios de generación de vehículos pesados para uso logístico se basan en los datos del Centro de Transporte de Málaga, así como de datos disponibles de CIMALSA de las centrales en funcionamiento y de otros datos de generación de camiones de centros de distribución en el Estado Español (Ikea, Decathlon, etc.). La ratio media utilizada es de 4,7 camiones/1.000 m² de techo.

Se supone una superficie de 317,8 ha a la que se aplica un factor de edificabilidad de 0,25 por lo que se obtienen 794.419 m² de techo y una movilidad total (en todos los modos) de 18.845 viajes/día en

los dos sentidos. Debido a la incertidumbre tanto de la ubicación final de los desarrollos como la superficie final, se supone que estará operativo únicamente un tercio del desarrollo a partir de 2045.

Tabla 13. Superficie y movilidad generada en la Conca d'Òdena

Superficie total (ha)	IEB	EDIF TOTAL (IND + LOG) m ²	Movilidad total	Viajes por trabajo	Furgonetas	Camiones
317,8	0,25	794.419	18.845	13.149	1.962	3.734

Fuente: Elaboración propia

Suponiendo unas cuotas modales del 75% en vehículo privado para los desplazamientos fuera de la Conca de Òdena y del 40% para los interiores, se obtienen los siguientes valores.

Tabla 14. Movilidad generada en vehículo privado, furgonetas y camiones en la Conca d'Òdena

Urbanos vehículo privado	Interurbanos vehículo privado	Vehículo privado	Furgonetas	Camiones
4.850	3.590	8.439	1.962	3.734

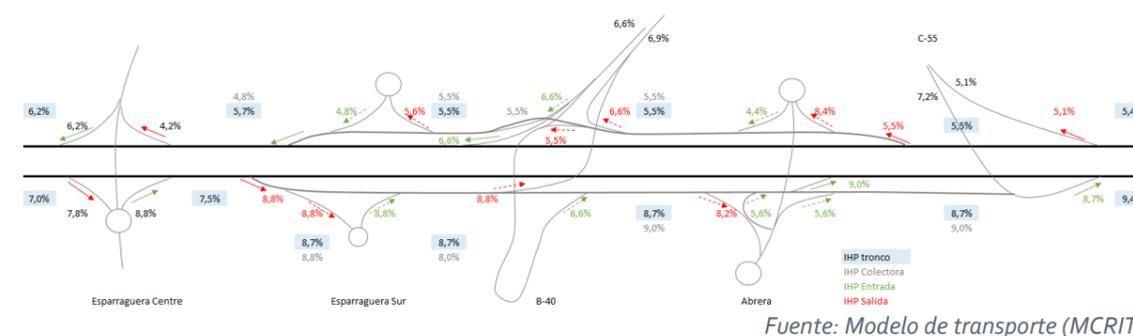
Fuente: Elaboración propia

11.3. RESUMEN DE RESULTADOS

11.3.1. INTENSIDADES MEDIAS DIARIAS

Como resultado de la simulación de cada año horizonte se obtienen las intensidades de la hora simulada que se corresponde a la hora punta del día medio laborable de cada una de las secciones introducidas en el modelo, que a su vez permiten estimar las IMDs por sección. Los porcentajes de estimación de la IMD con base en la hora punta resultante de la asignación del modelo, se muestra en el siguiente esquema.

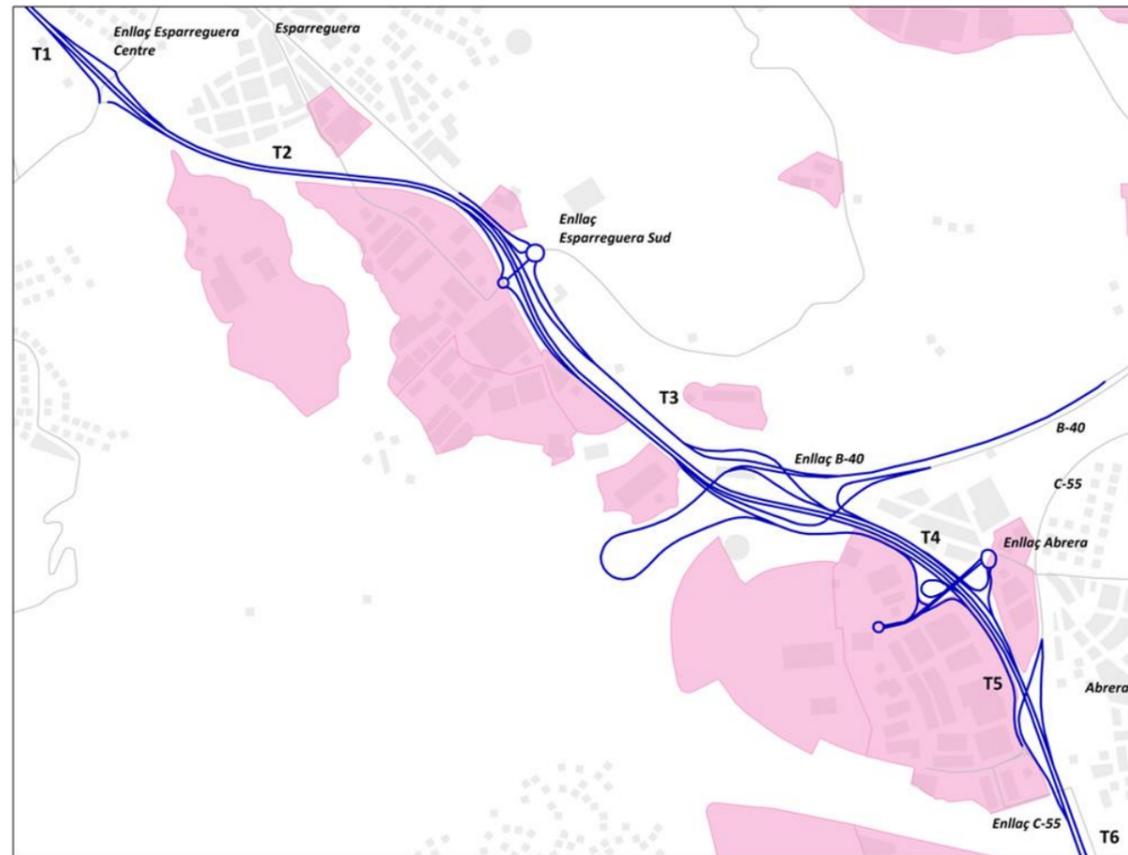
Figura 37. Factor de hora punta para pasar de IHP a IMD



Fuente: Modelo de transporte (MCRIT).

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la modelización, tanto para el año de puesta en servicio (2025), como el año horizonte (2045), diferenciando entre tronco y vía de servicio. El conjunto de tramos de la red viaria modelada se ha numerado para una mejor identificación y presentación de resultados como se muestra en la siguiente figura.

Figura 38. Tramificación de la A-2 en situación de proyecto



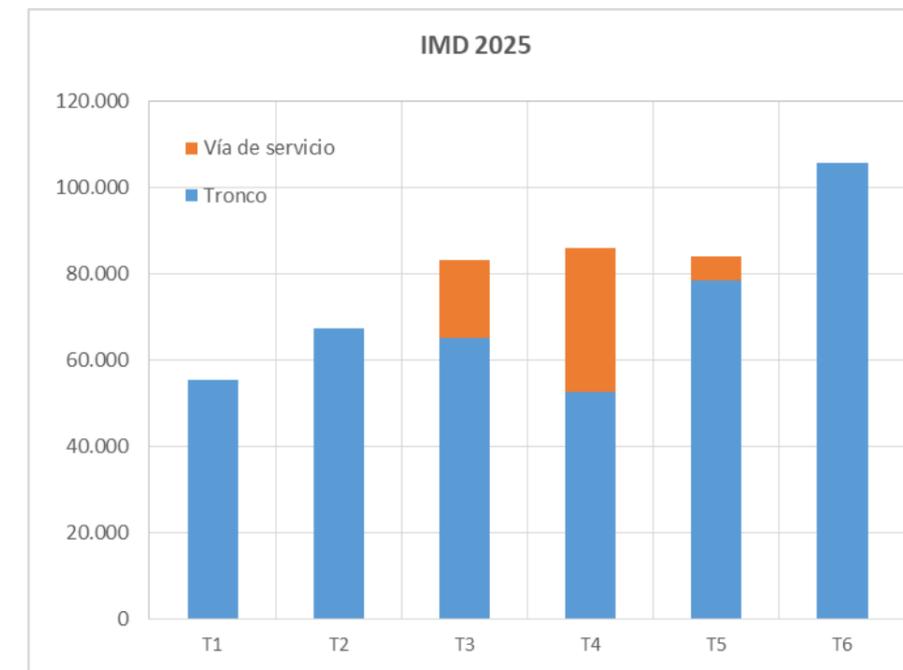
Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

Tabla 15. Resultados Asignación en IMD. Año de puesta en servicio (2025)

	TRONCO	Vía de Servicio	TOTAL
TRAMO 1	55.392	0	55.392
TRAMO 2	67.510	0	67.510
TRAMO 3	65.121	18.207	83.328
TRAMO 4	52.545	33.496	86.040
TRAMO 5	78.624	5.341	83.965
TRAMO 6	105.706	0	105.706

Fuente: Modelo de transporte (MCRIT).

Figura 39. Resultados asignación en IMD. Año de puesta en servicio (2025)



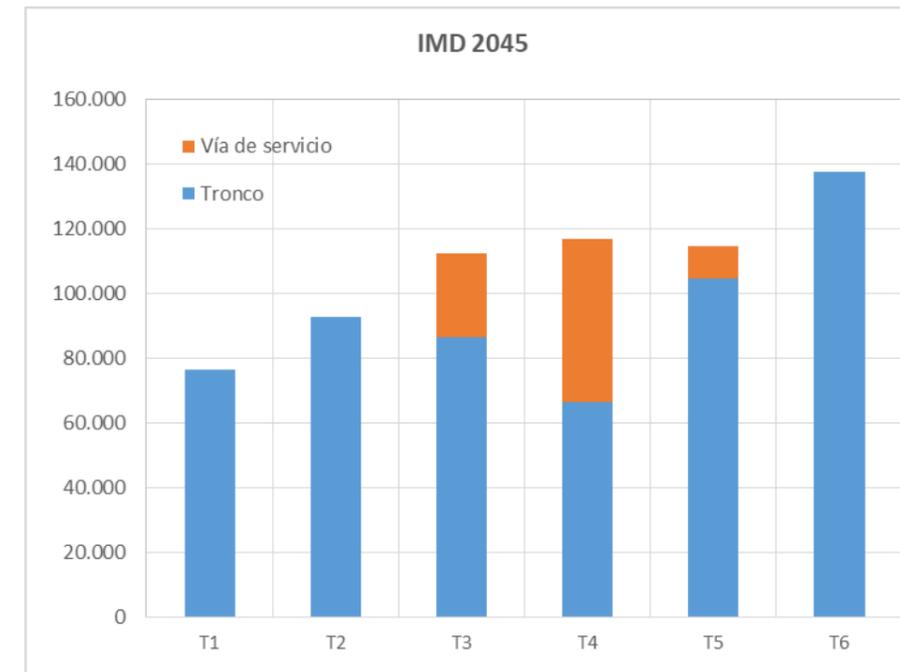
Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

Tabla 16. Resultados simulación en IMD. Año horizonte (2045).

	TRONCO	Vía de Servicio	TOTAL
TRAMO 1	76.608	0	76.608
TRAMO 2	92.988	0	92.988
TRAMO 3	86.361	26.281	112.642
TRAMO 4	66.378	50.607	116.985
TRAMO 5	104.743	9.861	114.604
TRAMO 6	137.602	0	137.602

Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

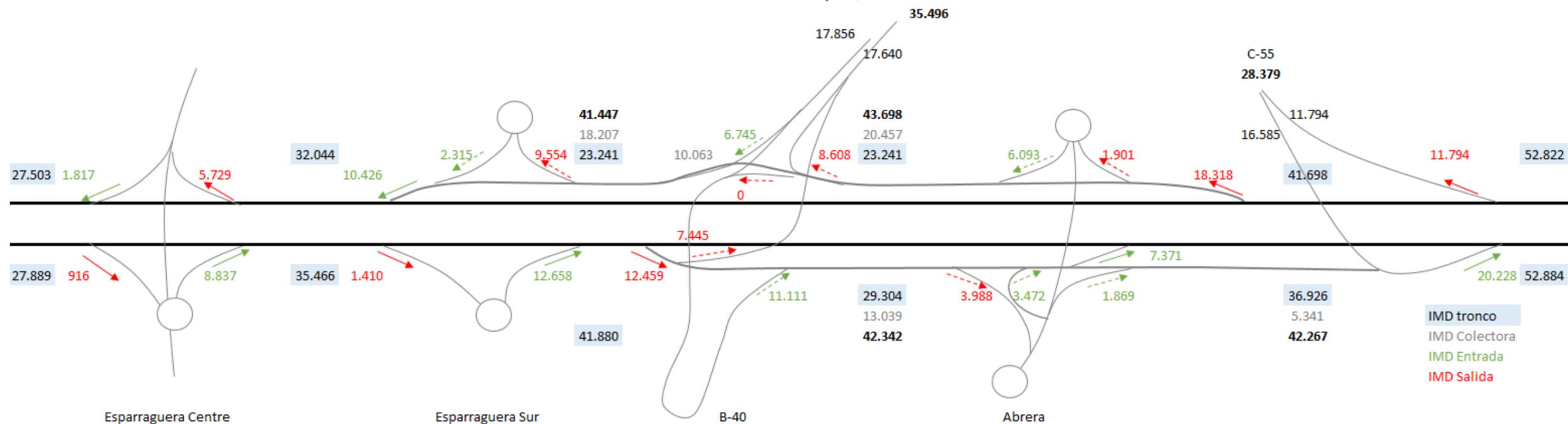
Figura 40. Resultados simulación en IMD. Año horizonte (2045).



Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

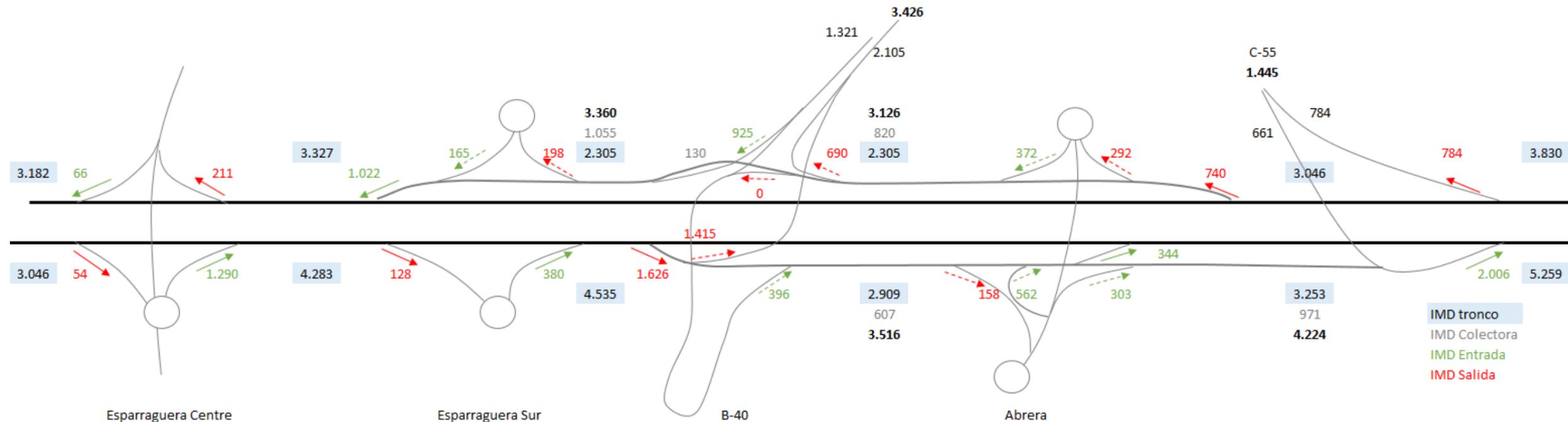
Se muestran a continuación los valores de tráfico obtenidos en cada uno de los tramos y de los ramales para los dos escenarios considerados.

Figura 41. Resultado de tráfico (IMD) en el escenario de puesta en servicio (2025).



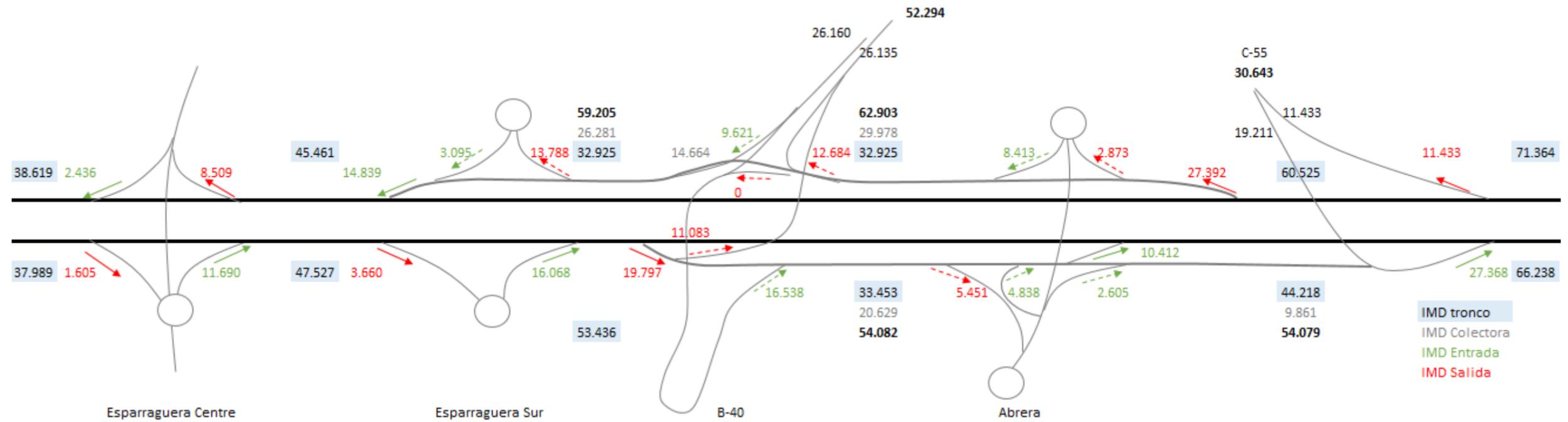
Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

Figura 42. Resultado de tráfico de vehículos pesados (IMD) en el escenario 2025



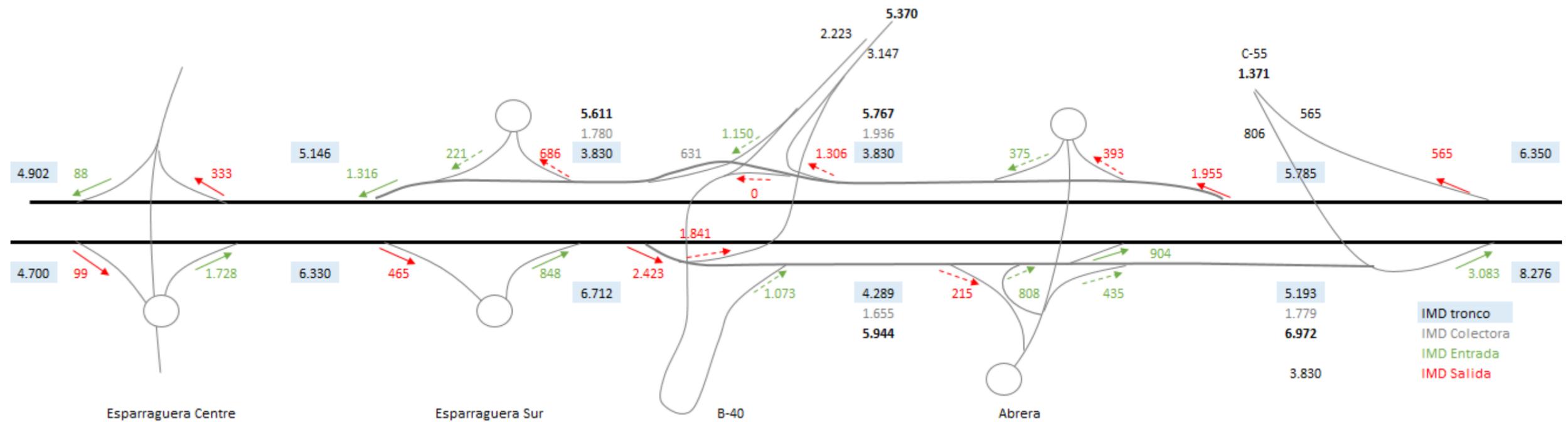
Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

Figura 43. Resultado de tráfico (IMD) en el escenario horizonte (2045).



Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

Figura 44. Resultado de tráfico de vehículos pesados (IMD) en el escenario 2045



Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

11.3.2. CATEGORÍA DE TRÁFICO

La estructura del firme a definir debe de adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente el tráfico pesado, durante la vida útil del firme. Por este motivo, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de pesados prevista para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio (2025).

Como no se dispone de datos concretos sobre la asignación por carriles, para la determinación de la categoría de tráfico se han considerado los apartados definidos en la Norma 6.1 IC "Secciones de firme", a saber:

- En calzadas de dos carriles y con doble sentido de circulación, incide sobre cada carril la mitad de los vehículos pesados que circulan por la calzada.
- En calzadas de dos carriles por sentido de circulación, en el carril exterior se considera la categoría de tráfico pesado correspondiente a todos los vehículos pesados que circulan en ese sentido.
- En calzadas de tres o más carriles por sentido de circulación, se considera que actúa sobre el exterior el 85% de los vehículos pesados que circulan en ese sentido.

A los efectos de aplicación de esta norma, se definen ocho categorías de tráfico pesado, según la IMDp que se prevea para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. La siguiente tabla presenta las categorías en que se dividen en función de la IMDp.

Tabla 17. Categorías de tráfico en función de la IMDp

Categoría de Tráfico	T00	T0	T1	T2	T31	T32	T41	T42
IMD p	≥ 4000	3999-2000	1999-800	799-200	199-100	99-50	49-25	<25

Fuente: Norma 6.1 IC "Secciones de firme"

A continuación, se muestra en la siguiente tabla, la categoría de tráfico que se corresponde con la mayor IMDp por cada uno de los tramos y sentidos agregados que se han definido anteriormente, para el año de puesta en servicio (2025).

Tabla 18. Categoría de Tráfico. Escenario puesta en servicio (2025)

	Sentido Barcelona	Sentido Lleida
TRAMO 1	T0	T0
TRAMO 2	T00	T0
TRAMO 3	T0	T1
TRAMO 4	T0	T0
TRAMO 5	T0	T0
TRAMO 6	T00	T0

Fuente: Elaboración propia a partir del Modelo de transporte

11.3.3. NIVELES DE SERVICIO

El nivel de servicio es una medida cualitativa de las condiciones de circulación, que tiene en cuenta el efecto de varios factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la seguridad, la comodidad de conducción y los costes de funcionamiento. A diferencia de la capacidad, es una medida que conjuga la oferta y la demanda.

La manera de combinar estos factores depende del tipo o elemento de carretera que se esté considerando, por lo que la definición de cada nivel de servicio particular es distinta dependiendo del tipo de carretera, autopista, intersección, glorieta, etc., de cada sección.

Se emplean seis niveles de servicio que se designan, de mejor a peor, por las letras mayúsculas de "A" a "F", cuyas características de circulación se describen en la siguiente tabla.

Tabla 19. Descripción de los niveles de servicio

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES DE FLUJO	DESCRIPCIÓN DE CIRCULACIÓN
A		Alta calidad de servicio. El tráfico fluye libremente con poca o ninguna restricción de velocidad o maniobra. No hay demoras
B		El tráfico es estable y fluye libremente. La capacidad de maniobra se encuentra tan solo levemente restringida. No hay demoras
C		Se mantiene en zona estable, pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad, y la libertad de maniobra está restringida. Los conductores deben ser más cuidadosos en los cambios de carril. Demoras mínimas
D		La velocidad disminuye ligeramente y aumenta la densidad. La libertad de maniobra se encuentra notablemente limitada. Demoras mínimas
E		Proximidad de los vehículos entre sí, con poco espacio para maniobras. La comodidad de los conductores es escasa. Demoras significativas
F		Tráfico muy congestionado con atascos, especialmente en áreas donde los vehículos confluyen. Demoras significativas

Fuente: Highway Capacity Manual 2010

El documento Highway Capacity Manual 2010, desarrollado por el Transportation Research Board (TRB) de EEUU, constituye una valiosa herramienta para la determinación de las capacidades y niveles de servicio de los diversos elementos de una red de transporte, y es la metodología más conocida y utilizada en todo el mundo.

La metodología que presenta el *Highway Capacity Manual 2010* distingue entre varios tipos de vía a las que se le aplican diferentes procedimientos y parámetros de referencia para evaluar el Nivel de Servicio (velocidad, densidad, tiempos de demora). Generalmente la metodología que describe este documento tiene en cuenta velocidad, tiempo de viaje, libertad de maniobra, percepción de los conductores, composición del tráfico y otros factores que hacen que el cálculo sea muy preciso. Por otro lado, este cálculo no tiene en cuenta efectos del tráfico producidos por retenciones aguas debajo, lo que hace que se considere un método de estimación estática que supone ciertas limitaciones respecto a los Niveles de Servicio que pueden generarse en la realidad.

Para cada uno de los tramos individualizados en el análisis del tráfico, se realiza un estudio de capacidad y niveles de servicio a lo largo de la vida del proyecto en la hora de proyecto considerada (H100) y con los tráficos obtenidos. Se distinguen los siguientes tipos de segmentos para el cálculo del nivel de servicio:

- Tramos básicos.
- Convergencia.
- Divergencia.
- Tramos de trenzado.

Se detalla a continuación la metodología para el cálculo para cada uno de ellos.

11.3.3.1. Metodología para tramos básicos.

Las condiciones básicas bajo las que se alcanza la máxima capacidad en un segmento básico de autopista son buen tiempo, buena visibilidad y sin incidentes ni accidentes. Para el cálculo del nivel de servicio se asume que se cumplen siempre dichas condiciones.

Además, el tipo de tráfico y las condiciones de la carretera también influyen en la capacidad de la vía y el HCM 2010 especifica las condiciones ideales bajo las que se alcanza la máxima capacidad. Son las siguientes:

- Anchura mínima de carril: 3,60 m.
- Distancia mínima a obstáculos laterales: derecha 1,80 m e izquierda: 0,60 m.
- Tráfico sin vehículos pesados.
- Distancia entre enlaces superior a 3 km.
- Terreno plano, con pendientes inferiores al 2%.
- Velocidad de flujo libre superior a 110 km/h.

La magnitud que define el nivel de servicio en una autovía o autopista es la densidad de tráfico, medida en vehículos equivalentes a coches por milla y carril, según la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 20. Definición de los niveles de servicio en autopista y autovía

Nivel de servicio	Densidad (veh/mi/carril)	Densidad (veh/km/carril)
A	0-11	0-6,8
B	11-18	>6,8-11,2
C	18-26	>11,2-16,2
D	26-35	>16,2-21,8
E	35-45	>21,8-28,0
F	>45	>28

Fuente: HCM 2010

Los factores necesarios para el cálculo del nivel de servicio se refieren a datos sobre la propia infraestructura y sobre la demanda.

Datos sobre la autopista:

- Velocidad de flujo libre (FFS), de 55 a 75 mi/h. Se ha redondear al valor más próximo.
- Número de carriles en el sentido de análisis (como mínimo 2).
- Ancho de carril,
- Ancho libre de obstáculos a la derecha.
- Densidad de accesos.
- Tipo de terreno.

Datos sobre la demanda:

- Demanda durante la hora de análisis. Se considera en este caso como hora de proyecto la Hora 100 (intensidad superada únicamente durante 100 horas al año)
- % vehículos pesados y de recreo.
- Factor de hora punta para tener en cuenta la intensidad horaria en el periodo de 15 minutos de máxima intensidad con valores típicos de 0,85 a 0,98.
- Factor de caracterización de los usuarios del corredor que refleja el efecto de la población conductora adquiriendo valores entre 0,85 y 1. Un factor igual a 1 considera que los conductores son habituales al corredor, mientras que valores cercanos al 0,85 se dan en vías con un alto porcentaje de usuarios no habituales.

► **Procedimiento de cálculo.**

En primer lugar se ha de determinar la velocidad en flujo libre (FFS). Se puede utilizar una velocidad obtenida en campo (medida directamente en la vía) o bien se estimar a partir de la siguiente ecuación:

$$FFS = 75,4 - f_{LW} - f_{LC} - 3,22 \cdot TRD^{0,84}$$

Donde:

FFS: Velocidad de flujo libre (mi/h).

f_{LW} : Factor de corrección por anchura de carril (mi/h).

f_{LC} : Factor de corrección por obstáculos laterales (mi/h).

TRD: Densidad total de ramales de entrada y de salida (accesos/mi).

El valor de los factores de corrección se recoge en las siguientes tablas.

Tabla 21. Factor de corrección por anchura de carril

Anchura de carril (pies)	Reducción FFS, f_{LW} (mi/h)
0-11	0-6,8
11-18	>6,8-11,2
18-26	>11,2-16,2
26-35	>16,2-21,8
35-45	>21,8-28,0
>45	>28

Fuente: HCM 2010

Tabla 22. Factor de corrección por obstáculos laterales

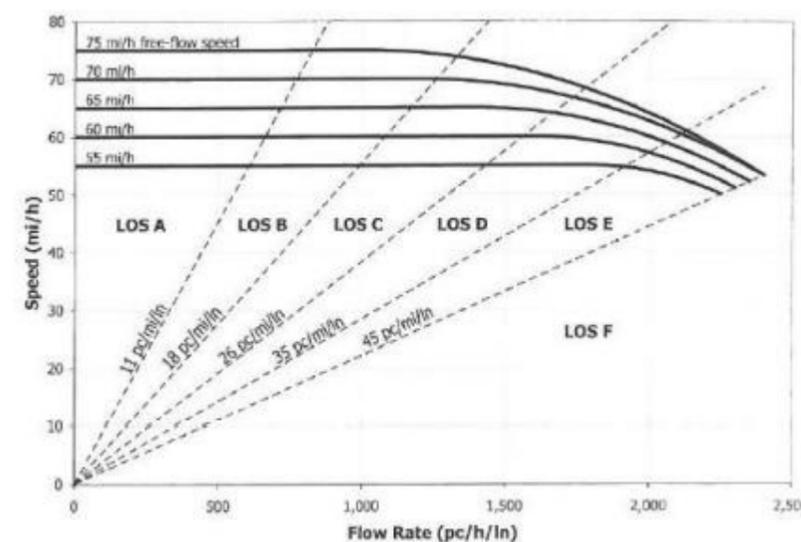
Arcén derecho	Carriles en un sentido			
	2	3	4	5
0	3,6	2,4	1,2	0,6
1	3,0	2,0	1,0	0,5
2	2,4	1,6	0,8	0,4
3	1,8	1,2	0,6	0,3
4	1,2	0,8	0,4	0,2
5	0,6	0,4	0,2	0,1
>=6	0	0	0	0

Fuente: HCM 2010

En el parámetro de densidad de accesos se tienen que considerar el número de accesos, tanto de entrada como de salida en la dirección estudiada, en un rango de 3 millas aguas arriba y aguas abajo respecto del punto medio del tramo objeto de análisis. El factor se obtiene dividiendo este número por 6 millas.

Una vez determinada la velocidad en flujo libre, se pasa a seleccionar la curva de flujo libre que se ha de utilizar en el análisis. La siguiente figura recoge las diferentes curvas. La interpolación entre las curvas no está recomendada, debiéndose realizar la selección de la curva concreta por proximidad. La figura muestra también el límite de los niveles de servicio como las líneas inclinadas, cada una correspondiente a un valor constante de la densidad de tráfico.

Figura 45. Niveles de servicio en función de las curvas de velocidad



Fuente: HCM 2010

A continuación, se determina el volumen de demanda ajustado expresado en vehículos ligeros equivalentes a través de la siguiente expresión:

$$v_p = \frac{V}{PHF \cdot N \cdot f_{HV} \cdot f_p}$$

Donde:

v_p : Intensidad horaria equivalente para 15 minutos de punta (veh/h/carril).

V: Intensidad punta horaria (veh/h).

PHF: Factor de Hora Punta, con valores típicos de 0,85 a 0,98.

N: Número de carriles en el sentido de análisis.

f_{HV} : Factor de corrección de vehículos pesados.

f_p : Factor de conductores habituales (entre 0,85 y 1,00).

El FHP se puede calcular mediante la siguiente expresión si se dispone de datos de campo:

$$FHP = \frac{V}{4 \cdot V_{15}}$$

Donde V_{15} es la Intensidad en los 15 minutos punta (veh/h).

El factor de ajuste de vehículos pesados f_{HV} considera el efecto de los vehículos pesados en el tráfico y se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T \cdot (E_T - 1) + P_R \cdot (E_R - 1)}$$

Donde:

P_T : Porcentaje de vehículos pesados.

E_T : Factor de equivalencia de vehículos pesados.

P_R : Porcentaje de vehículos de recreo.

E_R : Factor de equivalencia de vehículos de recreo.

Los factores de equivalencia (E_T , E_R) se determinan a partir del tipo de terreno:

Tabla 23. Factor equivalencia de vehículos pesados y de recreo

Factor de equivalencia	Tipo de terreno		
	Llano	Ondulado	Montañoso
E_T	1.5	2.5	4.5
E_R	1.2	2.0	4.0

Fuente: HCM 2010

La velocidad de circulación de los vehículos (S) es constante e igual a la velocidad libre (FFS) siempre y cuando la intensidad en vehículos equivalentes por hora v_p no sobrepase un valor límite en función de la curva utilizada. Si esto ocurre, se utiliza una función según la curva utilizada. Dichas funciones se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 24. Factor equivalencia de vehículos pesados

Factor de equivalencia	Tipo de terreno		
	Llano	Ondulado	Montañoso
E_T	1.5	2.5	4.5
E_R	1.2	2.0	4.0

Fuente: HCM 2010

Tabla 25. Ecuaciones describiendo las curvas velocidad-flujo

FFS (mi/h)	Velocidad según flujo		
	Punto de ruptura	$\geq 0 \leq$ Pto ruptura	Montañoso
75	1.000	75	$75 - 0,00001107 \cdot (v_p - 1.000)^2$
70	1.200	70	$70 - 0,00001160 \cdot (v_p - 1.200)^2$
65	1.400	65	$65 - 0,00001418 \cdot (v_p - 1.400)^2$
60	1.600	60	$60 - 0,00001816 \cdot (v_p - 1.600)^2$
55	1.800	55	$55 - 0,00002469 \cdot (v_p - 1.800)^2$

Fuente: HCM 2010

Finalmente, la densidad de tráfico (D) se calcula en base a la intensidad en vehículos equivalentes por hora y carril (v_p), y a la velocidad de circulación de los vehículos en mi/h (S), según la siguiente expresión:

$$D = \frac{v_p}{S}$$

Donde:

D : Densidad (veh/mi/carril).

v_p : Intensidad (vehículos equivalentes/hora/carril).

S : Velocidad media en el flujo de tráfico bajo condiciones base (mi/h).

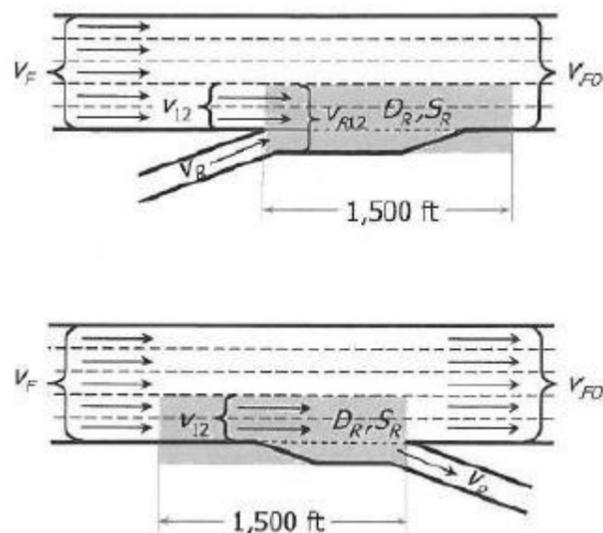
Una vez obtenidos todos los parámetros anteriores, se puede establecer el nivel de servicio de los tramos básicos.

11.3.3.2. Metodología para Convergencias y Divergencias.

Se expone a continuación la metodología seguida para la determinación de los niveles de servicio en accesos de autovías, autopistas, carreteras multicarril.

La siguiente figura muestra las principales variables consideradas en la metodología de cálculo del nivel de servicio en las áreas de convergencia y divergencia de los carriles de aceleración y deceleración de una autovía, autopista o vía de servicio.

Figura 46. Niveles de servicio en función de la curvas de velocidad



Fuente: HCM 2010

Para accesos, tanto de convergencia como de divergencia, se considera que el área de influencia corresponde a una longitud de 1.500 pies (460 metros aproximadamente) desde el punto en que las vías se unen o separan, respectivamente, y un ancho que comprende los dos carriles situados más a la derecha de la vía principal y los correspondientes a la convergencia o divergencia.

La metodología descrita a continuación corresponde a accesos localizados en el lado derecho de la vía, si bien existen metodologías específicas para el caso menos frecuente de accesos situados en el lado izquierdo.

Las condiciones básicas por defecto para la metodología presentada es la misma que para otros segmentos de autovías y autopistas: tráfico sin vehículos pesados, carriles de 12 pies de ancho, arcenes laterales despejados (más de 6 pies) y todos usuarios de la vía están familiarizados con ella. El cálculo del nivel de servicio aplica una serie de factores correctores que reflejan la realidad de la vía, apartándose así de las condiciones básicas.

Tabla 26. Definición de los niveles de servicio en convergencias y divergencias

Nivel de servicio	Densidad (veh/mi/carril)	Densidad (veh/km/carril)
A	0-10	0-6,2
B	10-20	6,2-12,4
C	20-28	12,4-17,4
D	28-35	17,4-21,7
E	>35	>21,7
F	> capacidad	

Fuente: HCM 2010

La información necesaria para el cálculo del nivel de servicio es la siguiente:

► **Datos sobre la autopista.**

Infraestructura:

- Velocidad de flujo libre (FFS), de 55 a 75 mi/h. Se ha redondear al valor más próximo
- Número de carriles en el sentido de análisis (como mínimo 2)
- Tipo de terreno

Demanda

- Demanda durante la hora de análisis aguas arriba de la unión acceso-autovía. Se considera en este caso como hora de proyecto la Hora 100 (intensidad superada únicamente durante 100 horas al año).
- % vehículos pesados y de recreo: se obtiene del modelo de tráfico.
- Factor de hora punta ara tener en cuenta la intensidad horaria en el periodo de 15 minutos de máxima intensidad con valores típicos de 0,85 a 0,98.
- Factor de caracterización de los usuarios del corredor que refleja el efecto de la población conductora adquiriendo valores entre 0,85 y 1. Un factor igual a 1 considera que los conductores son habituales al corredor, mientras que valores cercanos al 0,85 se dan en vías con un alto porcentaje de usuarios no habituales.

► **Datos sobre el acceso.**

Infraestructura:

- Tipo de acceso: convergencia (on-ramp) o divergencia (off-ramp)
- Lado de la unión: se consideran accesos situados en el lado derecho
- Número de carriles en el acceso: 1 o 2
- Longitud del carril de aceleración o deceleración

- Velocidad de flujo libre (FFS), de 20 a 50 mi/h

- Tipo de terreno (Llano, ondulado o montañoso) o longitud y pendiente específica

Demanda:

- Demanda durante la hora de análisis en el acceso.
- % vehículos pesados y de recreo.
- Factor de hora punta para tener en cuenta la intensidad horaria en el periodo de 15 minutos de máxima intensidad con valores típicos de 0,85 a 0,98.

- Factor de caracterización de los usuarios del corredor que refleja el efecto de la población conductora adquiriendo valores entre 0,85 y 1. Un factor igual a 1 considera que los conductores son habituales al corredor, mientras que valores cercanos al 0,85 se dan en vías con un alto porcentaje de usuarios no habituales.
- Sobre otros accesos adyacentes (A menos de 8.000 pies o 2.450 metros aguas arriba o abajo):
 - Distancia al acceso adyacente
 - Tipo de acceso
 - Tráfico en hora punta en los accesos adyacentes.

► **Procedimiento de cálculo.**

En primer lugar se ha de determinar el volumen de demanda ajustado expresado en vehículos ligeros equivalentes a través de la siguiente expresión:

$$v_i = \frac{V}{PHF \cdot f_{HV} \cdot f_p}$$

Donde:

v_i : Intensidad horaria equivalente para 15 minutos de punta (veh/h/carril).

V: Intensidad punta horaria (veh/h)

PHF: Factor de Hora Punta, con valores típicos de 0,85 a 0,98

f_{HV} : Factor de corrección de vehículos pesados

f_p : Factor de conductores habituales (entre 0,85 y 1,00)

El factor de ajuste de vehículos pesados f_{HV} considera el efecto de los vehículos pesados en el tráfico y se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T \cdot (E_T - 1) + P_R \cdot (E_R - 1)}$$

Donde:

P_T : Porcentaje de vehículos pesados.

E_T : Factor de equivalencia de vehículos pesados.

P_R : Porcentaje de vehículos de recreo.

E_R : Factor de equivalencia de vehículos de recreo.

Los factores de equivalencia (ET, ER) se determinan a partir del tipo de terreno:

Tabla 27. Factor equivalencia de vehículos pesados y de recreo

Factor de equivalencia	Tipo de terreno		
	Llano	Ondulado	Montañoso
E_T	1.5	2.5	4.5
E_R	1.2	2.0	4.0

Fuente: HCM 2010

El siguiente paso consiste en calcular el tráfico en los carriles 1 y 2 de la autopista, los situados más a la derecha en el área de influencia del acceso. Para convergencias, este cálculo se hace según la siguiente fórmula:

$$v_{12} = v_F \cdot P_{FM}$$

Donde:

v_{12} : Intensidad en los carriles 1 y 2 de la autopista

v_F : Intensidad en la autopista

P_{FM} : Proporción de vehículos de la autopista que quedan en los carriles 1 y 2. Se calcula según el siguiente criterio en función del número de carriles de la autopista en la dirección de análisis.

Tabla 28. Modelos para determinar P_{FM}

Carriles por sentido	Modelo	
2	$P_{FM} = 1,000$	
3	$P_{FM} = 0,5775 + 0,000028 \cdot L_A$	13-3
	$P_{FM} = 0,7289 - 0,0000135 \cdot (v_F + v_R) - 0,003296 \cdot S_{FR} + 0,000063 \cdot L_{UP}$	13-4
	$P_{FM} = 0,5487 + 0,2628 \cdot (v_D / L_{DOWN})$	13-5
4	$V_F / S_{FR} \leq 72 : P_{FM} = 0,2178 - 0,0000125 \cdot v_R + 0,01115 \cdot L_A / S_{FR}$	
	$V_F / S_{FR} > 72 : P_{FM} = 0,2178 - 0,0000125 \cdot v_R$	

Fuente: HCM 2010

Los criterios para elegir la ecuación en autopistas con tres carriles por sentido son los siguientes:

Tabla 29. Criterios para escoger ecuación para la determinación de P_{FM}

Acceso adyacente aguas arriba	Acceso análisis	Acceso adyacente aguas abajo	Ecuación usada
Ninguna	Convergencia	Ninguna	13-3
Ninguna	Convergencia	Convergencia	13-3
Ninguna	Convergencia	Divergencia	13-3 o 13-5
Convergencia	Convergencia	Ninguna	13-3
Divergencia	Convergencia	Ninguna	13-3 o 13-4
Convergencia	Convergencia	Convergencia	13-3
Convergencia	Convergencia	Divergencia	13-3 o 13-5
Divergencia	Convergencia	Convergencia	13-3 o 13-4
Divergencia	Convergencia	Divergencia	13-3 o 13-4 o 13-5

Fuente: HCM 2010

Para divergencias, el cálculo del flujo en los carriles 1 y 2 se hace según la siguiente fórmula:

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) \cdot P_{FM}$$

Donde:

 v_{12} : Intensidad en los carriles 1 y 2 de la autopista

 v_F : Intensidad en la autopista

 v_R : Intensidad en el acceso

 P_{FM} : Proporción de vehículos de la autopista que quedan en los carriles 1 y 2. Se calcula según el siguiente criterio en función del número de carriles de la autovía en la dirección de análisis.

 Tabla 30. Modelos para determinar P_{FM}

Carriles por sentido	Modelo
2	$P_{FM} = 1,000$
3	$P_{FM} = 0,717 - 0,000039 \cdot v_F + 0,604 \cdot (v_U / L_{UP})$
	$P_{FM} = 0,760 - 0,000025 \cdot v_F - 0,000046 \cdot v_R$
	$P_{FM} = 0,616 - 0,000021 \cdot v_F + 0,124 \cdot (v_D / L_{DOWN})$
4	$P_{FM} = 0,436$

Fuente: HCM 2010

Los criterios para elegir la ecuación en autopistas con tres carriles por sentido son los siguientes:

 Tabla 31. Criterios para escoger ecuación para la determinación de P_{FM}

Acceso adyacente aguas arriba	Acceso análisis	Acceso adyacente aguas abajo	Ecuación usada
Ninguna	Divergencia	Ninguna	13-9
Ninguna	Divergencia	Convergencia	13-9
Ninguna	Divergencia	Divergencia	13-9 o 13-11
Convergencia	Divergencia	Ninguna	13-9 o 13-10
Divergencia	Divergencia	Ninguna	13-9
Convergencia	Divergencia	Convergencia	13-9 o 13-10
Convergencia	Divergencia	Divergencia	13-9 o 13-10 o 13-11
Divergencia	Divergencia	Convergencia	13-9
Divergencia	Divergencia	Divergencia	13-9 o 13-11

Fuente: HCM 2010

Obtenido el valor del tráfico en los carriles situados más a la derecha se realiza el chequeo de las capacidades de los diferentes elementos:

- La capacidad de la autopista justo aguas abajo de una convergencia o aguas arriba de una divergencia
- La capacidad del acceso
- El flujo máximo en el área de influencia del acceso

Habitualmente, la capacidad de la autovía es el factor determinante, habiéndose observado en diversos estudios que la turbulencia generada en el entorno de la unión acceso-autovía no disminuye la capacidad de la autovía.

En las convergencias, rara vez la capacidad del acceso tiene un rol importante sin embargo en las divergencias el fallo suele producirse por una falta de capacidad en el acceso, o en la intersección de esta con la vía con la que intercepte.

 En área de divergencia, el flujo en el área de influencia (v_{R12}) corresponde al valor v_{12} ya calculado al que se le suma el valor de intensidad del acceso (v_R), y este se utiliza para determinar la capacidad.

La capacidad de las uniones acceso-autopista, o acceso con carreteras multicarril o vías de servicio y de los ramales se recogen en las siguientes tablas.

Tabla 32. Capacidad de la unión acceso-autopista

FFS (mi/h)	Capacidad de la autopista				V_{R12}	V_{12}
	Nº carriles por sentido					
	2	3	4	>4		
≥ 70	4.800	7.200	9.600	2.400/ln	4.600	4.400
65	4.700	7.050	9.400	2.350/ln	4.600	4.400
60	4.600	6.900	9.200	2.300/ln	4.600	4.400
55	4.500	6.750	9.000	2.250/ln	4.600	4.400

Fuente: HCM 2010

Tabla 33. Capacidad de la unión acceso-carretera multicarril/vía servicio

FFS (mi/h)	Capacidad de la autopista			V_{R12}	V_{12}
	Nº carriles por sentido				
	2	3	>3		
≥ 70	4.400	6.600	2.200/ln	4.600	4.400
65	4.200	6.300	2.100/ln	4.600	4.400
60	4.000	6.000	2.000/ln	4.600	4.400
55	3.800	5.700	1.900/ln	4.600	4.400

Fuente: HCM 2010

Las capacidades en el acceso se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 34. Capacidad del acceso

FFS (mi/h)	Capacidad del acceso (pc/h)	
	1 carril	2 carriles
> 50	2.200	4.400
≥40-50	2.100	4.100
≥30-40	2.000	3.800
≥20-30	1.900	3.500
<20	1.800	3.200

Fuente: HCM 2010

En caso de que se superen las capacidades anteriores el nivel de servicio sería un F.

El siguiente paso, es determinar la densidad en el área de influencia del acceso. Para convergencias el cálculo se realiza aplicando la siguiente fórmula:

$$D_R = 5,475 + 0,00734 \cdot v_R + 0,0078 \cdot v_{12} - 0,00627 \cdot L_A$$

Donde:

 D_R : Densidad en vehículos por milla y carril en el área de divergencia

 v_{12} : Intensidad en las inmediaciones del área de convergencia en los carriles 1 y 2 de la autopista

 v_R : Intensidad en el acceso

 L_A : Longitud del carril de aceleración.

El cálculo de la densidad en las áreas de divergencia la fórmula es la siguiente:

$$D_R = 4,252 + 0,0086 \cdot v_{12} - 0,009 \cdot L_D$$

Donde:

 D_R : Densidad en vehículos por milla y carril en el área de divergencia

 v_{12} : Intensidad en las inmediaciones del área de divergencia en los carriles 1 y 2 de la autopista

 L_D : Longitud del carril de deceleración.

El nivel de servicio se establece utilizando la tabla ya recogida al principio del apartado en función de la densidad.

Los factores necesarios para el cálculo del nivel de servicio que se han utilizado son los siguientes:

- Velocidad de flujo libre 100 km/h.
- Hora de proyecto: hora 100 (intensidad superada únicamente durante 100 horas al año).
- Porcentaje de tráfico en la hora de proyecto (%H100). Se ha considerado el % de la estación de aforo permanentes del ámbito de estudio E-226-0 que es del 8,5%.
- % vehículos pesados: se obtiene del modelo de tráfico. Se trata de un valor restrictivo ya que el % de vehículos pesados de la estación permanente E-226-0 es de 11,2% mientras que en la H100 el valor se reduce ligeramente hasta el 9,9%.
- Factor equivalencia vehículo pesado (E_c): 1,5 en sentido Barcelona y en el tramo entre la C-55 y Abrera en sentido Lleida (del T1 al T3) y 2,5 entre Abrera y Esparreguera correspondiente a terreno ondulado.
- Factor de hora punta (FHP): 0,95 para tener en cuenta la intensidad horaria en el periodo de 15 minutos de máxima intensidad.
- Factores de caracterización de los usuarios frecuentes del corredor. En este caso se ha aplicado un factor 0,95.
- Los tráficos considerados para el 2025 y el 2045 se obtienen de la asignación de las matrices de viajes en cada escenario temporal.

En los siguientes apartados se muestran los resultados de los niveles de servicio del tronco, para el año actual (2019), el año de puesta en servicio (2025) y el año horizonte (2045) para cada uno de los tramos individualizados, un estudio de capacidad y niveles de servicio distinguiendo los siguientes tipos de elementos para el cálculo del nivel de servicio:

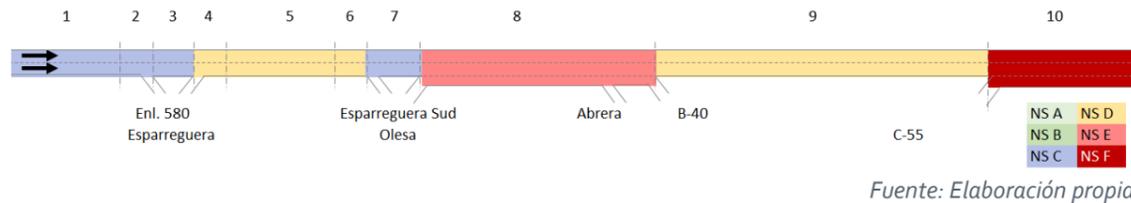
- Tramo básico
- Convergencia
- Divergencia
- Tramos de trenzado

11.3.3.3. Resultados de la situación actual

A continuación, se presentan los resultados (esquema de tramos y tabla resumen) de las densidades y niveles de servicio para cada tramo en la situación actual (2019).

Se observa cómo, en términos generales, la vía funciona a nivel de servicio D alcanzando en algunos tramos NS E. Esto se traduce en, velocidades reducidas y reguladas en función de vehículos precedentes, formación de colas en puntos localizados y dificultades para llevar a cabo maniobras de adelantamiento. Para una autovía con velocidad de proyecto inferior a 120 km/h, el nivel de servicio objetivo establecido en la Norma 3.1-IC Trazado es D.

Figura 47. Esquema de la tramificación en el tronco (sentido Barcelona) y niveles de servicio en el escenario actual (2019)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Densidad y Niveles de Servicio en sentido Barcelona. Escenario actual (2019)

ID	Tipo de segmento	IMD	% VP	NC	NS	Densidad (veh/km/ln)
1	Tramo básico	25.063	18,1%	2	C	13,3
2	Divergencia	716	10,9%	1	C	14,5
3	Tramo básico	24.347	18,3%	2	C	13,0
4	Convergencia	9.292	14,5%	1	D	17,8
5	Tramo básico	33.572	17,3%	2	D	17,9
6	Divergencia	2.537	7,2%	1	D	18,1
7	Tramo básico	30.035	18,7%	2	C	16,0
8	Trenzado	26.817	20,6%	3	E	23,5
		1.718	4,6%			
		7.749	2,1%			
		2.944	7,4%			
9	Tramo básico	32.459	17,6%	2	D	20,7
10	Trenzado	11.360	17,6%	3	F	42,3
		21.098	17,6%			
		5.366	8,8%			
		12.521	8,8%			

Fuente: Elaboración propia a partir del Modelo de transporte (MCRIT)

Figura 48. Esquema de la tramificación en el tronco (sentido Lleida) y niveles de servicio en el escenario actual (2019)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Densidad y Niveles de Servicio en sentido Lleida. Escenario actual (2019)

ID	Tipo de segmento	IMD	% VP	NC	NS	Densidad (veh/km/ln)
1	Tramo básico	51.333	10,8%	3	D	17,6
2	MDArea	38.220	13,5%	2	D	20,5
3	Divergencia	8.752	3,7%	1	D	21,2
4	Tramo básico	29.402	16,5%	2	D	18,0
5	Convergencia	4.487	9,8%	1	D	20,9
6	Tramo básico	33.132	16,0%	2	D	20,7
7	Divergencia	9.092	4,8%	1	D	21,3
8	Tramo básico	24.041	20,2%	2	C	15,3
9	Convergencia	1.520	4,7%	1	C	17,0
10	Tramo básico	25.943	19,0%	2	D	16,3

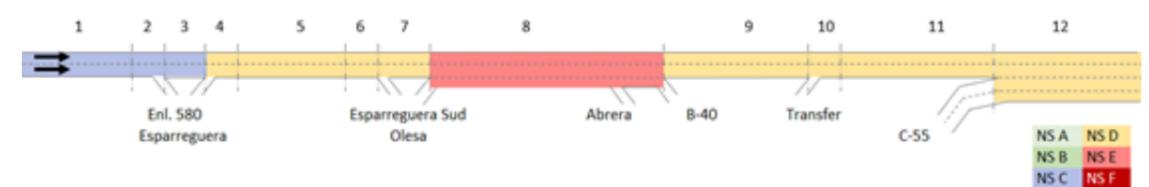
Fuente: Elaboración propia a partir del Modelo de transporte (MCRIT)

11.3.3.4. Resultados de la situación futura

11.3.3.4.1. Año de puesta en servicio (2025)

La siguiente figura muestra la tramificación de la vía indicando con rango de colores el nivel de servicio obtenido para el año de puesta en servicio (2025) en sentido Barcelona.

Figura 49. Esquema de la tramificación la propuesta para el cálculo de los niveles de servicio en el tronco (sentido Barcelona) y niveles de servicio en el año de puesta en servicio (2025)



Fuente: Elaboración propia

A continuación, el detalle de los resultados de densidades y niveles de para cada uno de los tramos anteriores para el año de puesta en servicio (2025).

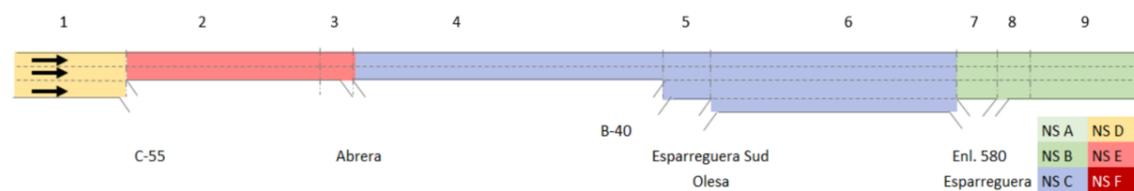
Tabla 37. Densidad y Niveles de Servicio en sentido Barcelona. Año de puesta en servicio (2025)

ID	Tipo de segmento	IMD	% VP	NC	NS	Densidad (veh/km/ln)
1	Tramo básico	27.889	10,9%	2	C	14,3
2	Divergencia	916	5,8%	1	C	15,5
3	Tramo básico	26.973	11,1%	2	C	13,9
4	Convergencia	8.837	14,6%	1	D	18,4
5	Tramo básico	35.466	12,1%	2	D	18,5
6	Divergencia	1.410	9,1%	1	D	18,7
7	Tramo básico	34.055	12,2%	2	D	17,7
8	Trenzado	19.772	13,9%	3	E	26,1
		9.369	15,0%			
		9.471	1,7%			
		3.187	6,8%			
9	Tramo básico	29.304	9,9%	2	D	16,4
10	Convergencia	7.371	4,7%	1	D	20,1
11	Tramo básico	36.926	8,8%	2	D	21,3
12	Trenzado	22.156	8,1%	4	D	19,1
		14.771	9,9%			
		9.575	11,5%			
		6.383	14,1%			

Fuente: Elaboración propia a partir del Modelo de transporte (MCRIT)

En sentido Lleida, el esquema de tramificación y resultados del nivel de servicio por tramos es el siguiente:

Figura 50. Esquema de la tramificación la propuesta para el cálculo de los niveles de servicio en el tronco (sentido Lleida) y niveles de servicio en el año de puesta en servicio (2025)



Fuente: Elaboración propia

A continuación, el detalle de los resultados de densidades y niveles de para cada uno de los tramos anteriores para el año de puesta en servicio (2025) en sentido Lleida.

Tabla 38. Densidad y Niveles de Servicio en sentido Lleida. Año de puesta en servicio (2025)

ID	Tipo de segmento	IMD	% VP	NC	NS	Densidad (veh/km/ln)
1	Tramo básico	52.822	7,3%	3	D	17,9
2	MDArea	41.698	7,3%	2	E	22,4
3	Divergencia	18.318	4,0%	1	E	22,4
4	Tramo básico	23.241	9,9%	2	C	13,0
5	MMArea	29.986	10,8%	3	C	11,3
6	Trenzado	19.164	11,0%	4	C	14,7
		4.077	4,9%			
		10.104	10,0%			
		322	3,9%			
7	Tramo básico	26.315	11,8%	3	B	10,1
8	Convergencia	1.817	3,6%	1	B	10,6
9	Tramo básico	28.132	11,3%	3	B	10,7

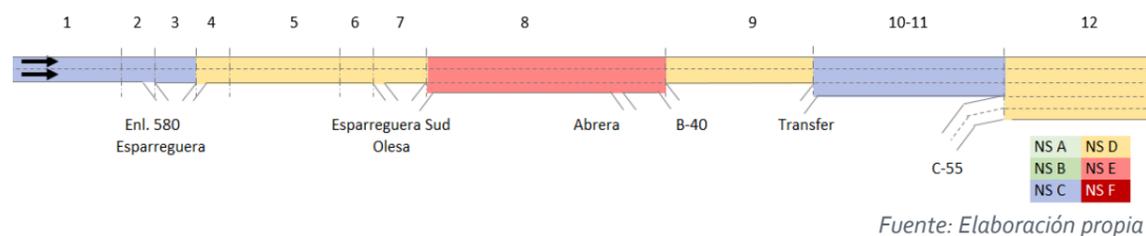
Fuente: Elaboración propia a partir del Modelo de transporte (MCRIT)

A pesar del aumento del tráfico, sentido Lleida se observa una mejora significativa de los niveles de servicio con respecto a la situación actual, en los tramos 4 a 9. Las actuaciones incluidas en el presente proyecto se sitúan en los tramos 5 a 9, puesto que es la parte de la infraestructura donde se producirá el aumento del tráfico como consecuencia del cierre del arco de la autovía B-40 entre Abrera y Terrassa, por lo que se considera que **las actuaciones proyectadas sentido Lleida responden a las nuevas necesidades**. En los tramos 1 a 3, se observa un ligero empeoramiento de los niveles de servicio como consecuencia del propio crecimiento del tráfico, puesto que al ser son zonas situadas fuera del alcance del presente proyecto no se plantean actuaciones.

Sentido Barcelona, los resultados reflejan un ligero aumento de los niveles de servicio, como consecuencia del propio crecimiento del tráfico. Los tramos 10 y 11 corresponden al nuevo transfer proyectado y al tramo de la autovía tras el transfer y es donde se producirá el aumento más significativo de tráfico sentido Barcelona tras el cierre del arco de la autovía B-40 entre Abrera y Terrassa. Estos tramos, aunque funcionan a nivel de servicio D en el año de puesta en servicio, el valor de la densidad es de 21,3 veh/km/carril, muy cercano al nivel de servicio E (22 veh/km/carril). Se trata pues de un **resultado muy comprometido y a corto plazo serían necesarias actuaciones que amplíen la capacidad de la autovía en este tramo**. Solo en el tramo 12, donde se amplía un carril, se observa una clara mejora.

En vistas de estos resultados **se propone generar un tercer carril en la autovía tras el transfer para generar un aumento de capacidad en autovía pueda absorber el crecimiento del tráfico esperado tras la puesta en servicio del arco Abrera-Terrassa**. Se muestra a continuación la nueva tramificación y los niveles de servicio obtenidos en sentido Barcelona.

Figura 51. Esquema de la tramificación en el tronco (sentido Barcelona) y niveles de servicio en 2025 considerando un tercer carril a partir del transfer



Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Densidad y Niveles de Servicio en sentido Barcelona. Año de puesta en servicio (2025)

ID	Tipo de segmento	IMD	% VP	NC	NS	Densidad (veh/km/ln)
1	Tramo básico	27.889	10,9%	2	C	14,3
2	Divergencia	916	5,8%	1	C	15,5
3	Tramo básico	26.973	11,1%	2	C	13,9
4	Convergencia	8.837	14,6%	1	D	18,4
5	Tramo básico	35.466	12,1%	2	D	18,5
6	Divergencia	1.410	9,1%	1	D	18,7
7	Tramo básico	34.055	12,2%	2	D	17,7
8	Trenzado	19.772	13,9%	3	E	26,1
		9.369	15,0%			
		9.471	1,7%			
		3.187	6,8%			
9	Tramo básico	29.304	9,9%	2	D	16,4
10-11	MMArea	36.926	8,8%	3	C	13,6
12	Trenzado	22.156	7,2%	5	D	18,9
		14.771	8,9%			
		9.575	2,0%			
		6.383	2,4%			

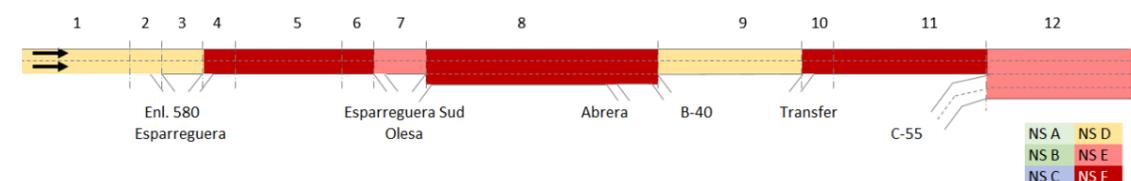
Fuente: Elaboración propia a partir del Modelo de transporte (MCRIT)

Con esta nueva disposición, el nivel de servicio en la zona del transfer y el tramo de la autovía tras el transfer pasa a ser C, lo que se considera adecuado a las necesidades previstas.

11.3.3.4.2. Año horizonte (2045)

La siguiente tabla muestra los resultados de densidades y niveles de servicio para el año horizonte (2045).

Figura 52. Esquema de la tramificación la propuesta para el cálculo de los niveles de servicio en el tronco (sentido Barcelona) y niveles de servicio en el año horizonte (2045)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Densidad y Niveles de Servicio en sentido Barcelona. Año horizonte (2045)

ID	Tipo de segmento	IMD	% VP	NC	NS	Densidad (veh/km/ln)
1	Tramo básico	37.989	12,4%	2	D	20,2
2	Divergencia	1.605	6,2%	1	D	20,9
3	Tramo básico	36.384	12,6%	2	D	19,2
4	Convergencia	11.690	14,8%	1	F	24,4
5	Tramo básico	47.527	13,3%	2	F	30,4
6	Divergencia	3.660	12,7%	1	F	25,2
7	Tramo básico	43.866	13,4%	2	E	25,7
8	Trenzado	23.030	16,7%	3	F	40,9
		14.234	14,2%			
		10.356	4,3%			
		5.713	7,0%			
9	Tramo básico	33.453	12,8%	2	D	19,9
10	Convergencia	10.412	8,7%	1	F	24,6
11	Tramo básico	44.218	11,7%	2	F	32,4
12	Trenzado	26.531	10,8%	4	E	26,5
		17.687	13,2%			
		13.212	12,8%			
		8.808	15,8%			

Fuente: Elaboración propia a partir del Modelo de transporte (MCRIT)

Se analiza a continuación nuevamente el sentido Barcelona teniendo en cuenta la modificación propuesta en el apartado anterior de generar un tercer carril en el tronco de la autovía A-2 tras el transfer:

Figura 53. Esquema de la tramificación la propuesta para el cálculo de los niveles de servicio en el tronco (sentido Barcelona) y niveles de servicio en el año horizonte (2045) considerando un tercer carril a partir del transfer

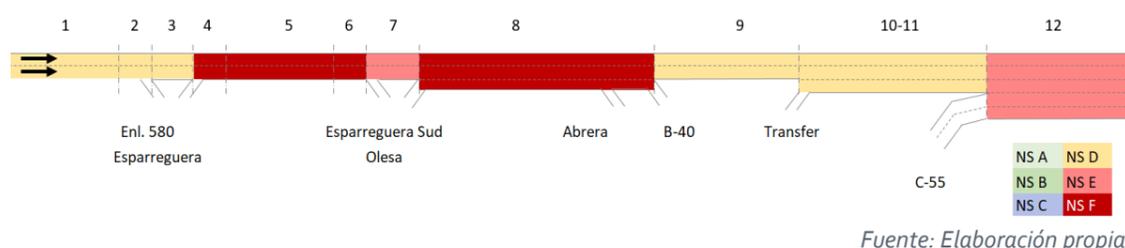


Tabla 41. Densidad y Niveles de Servicio en sentido Barcelona. Año horizonte (2045)

ID	Tipo de segmento	IMD	% VP	NC	NS	Densidad (veh/km/ln)
1	Tramo básico	37.989	12,4%	2	D	20,2
2	Divergencia	1.605	6,2%	1	D	20,9
3	Tramo básico	36.384	12,6%	2	D	19,2
4	Convergencia	11.690	14,8%	1	F	24,4
5	Tramo básico	47.527	13,3%	2	F	30,4
6	Divergencia	3.660	12,7%	1	F	25,2
7	Tramo básico	43.866	13,4%	2	E	25,7
8	Trenzado	23.030	16,7%	3	F	40,9
		14.234	14,2%			
		10.356	4,3%			
		5.713	7,0%			
9	Tramo básico	33.453	12,8%	2	D	19,9
10-11	MMArea	44.218	11,7%	3	D	16,9
12	Trenzado	26.531	8,9%	5	E	25,7
		17.687	10,9%			
		13.212	3,8%			
		8.808	4,6%			

Fuente: Elaboración propia a partir del Modelo de transporte (MCRIT)

En sentido Lleida los niveles de servicio se muestran a continuación:

Figura 54. Esquema de la tramificación la propuesta para el cálculo de los niveles de servicio en el tronco (sentido Lleida) y niveles de servicio en el año horizonte (2045)

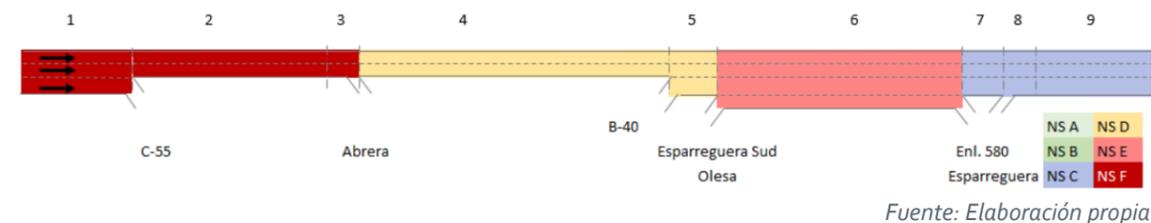


Tabla 42. Densidad y Niveles de Servicio en sentido Lleida. Año horizonte (2045)

ID	Tipo de segmento	IMD	% VP	NC	NS	Densidad (veh/km/ln)
1	Tramo básico	71.364	8,9%	3	F	
2	MDArea	60.525	9,6%	2	F	29,1
3	Divergencia	27.392	7,1%	1	F	74,0
4	Tramo básico	32.925	11,6%	2	D	31,6
5	MMArea	42.546	11,7%	3	D	19,1
6	Trenzado	27.168	13,0%	4	E	22,8
		5.757	5,2%			
		14.062	9,1%			
		777	4,2%			
7	Tramo básico	36.952	13,0%	3	C	14,4
8	Convergencia	2.436	3,6%	1	C	14,4
9	Tramo básico	39.388	12,4%	3	C	15,3

Fuente: Elaboración propia a partir del Modelo de transporte (MCRIT)

Los niveles de servicio en el año 2045 empeoran considerablemente siendo inadmisibles en los tramos en los que no se actúa. En este horizonte, las actuaciones de mejora de la autovía deben ser de mayor calado y están recogidas en el Anteproyecto de Adecuación, Reforma y Conservación del Corredor del Nordeste, Autovía A-2. Tramo: Igualada – Martorell.

11.3.4. MICROSIMULACIÓN

En este apartado se analiza de manera detallada el funcionamiento de los enlaces y tramos especialmente conflictivos a partir de modelos de microsimulación del tráfico previsto, calculado con el modelo de previsión macroscópico.

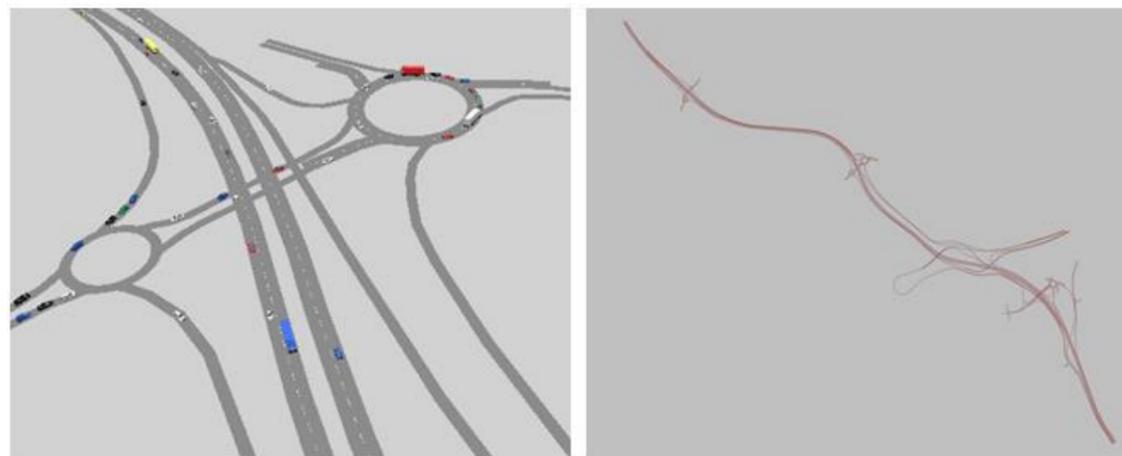
En un modelo de “simulación microscópica” o modelo de microsimulación, se simula el movimiento de cada individuo que compone los flujos de tránsito (vehículos, bicicletas, peatones, etc.). Sus características (físicas y psicológicas) y su interacción mutua y con elementos viales son modelizadas con reglas, algoritmos y modelos de comportamiento. Un modelo de microsimulación del tránsito es dinámico (evoluciona en el tiempo), discreto (el estado de las variables cambia instantáneamente en tiempos puntuales, normalmente fijos) y estocástico (tiene un componente aleatorio).

El software de modelización que se utiliza en el presente estudio es Vissim, de la empresa PTV Vision. Se trata de un software ampliamente utilizado a nivel mundial; en un solo modelo permite representar a todos los usuarios de la vía pública y estudiar sus interacciones: autos, transporte de carga y cualquier tipo de transporte público, ya sea ferroviario o convencional. Para ello, los modelos de comportamiento vehicular, científicamente desarrollados y validados, proporcionan una simulación realista de todos los agentes.

El software ofrece una gran flexibilidad en múltiples aspectos: el concepto de arcos y conectores permite que los usuarios modelen geometrías de cualquier tipo, por muy complejas que sean. Las características de conductores y vehículos permiten una parametrización individual. Además, gracias a la gran variedad de interfaces se pueden integrar sin dificultades otros sistemas de control semafórico, gestión del tráfico, o modelos de emisiones.

Se analiza en este modelo el entorno de la A-entre Esparraguera y Abrera, con todas las conexiones objeto de estudio, mediante el software PTV Vissim 21. El objetivo es analizar el impacto de la entrada en servicio de la B-40 y de los nuevos enlaces.

Figura 55. Imágenes del modelo de microsimulación



Fuente: Elaboración propia a partir de PTV Vissim 21

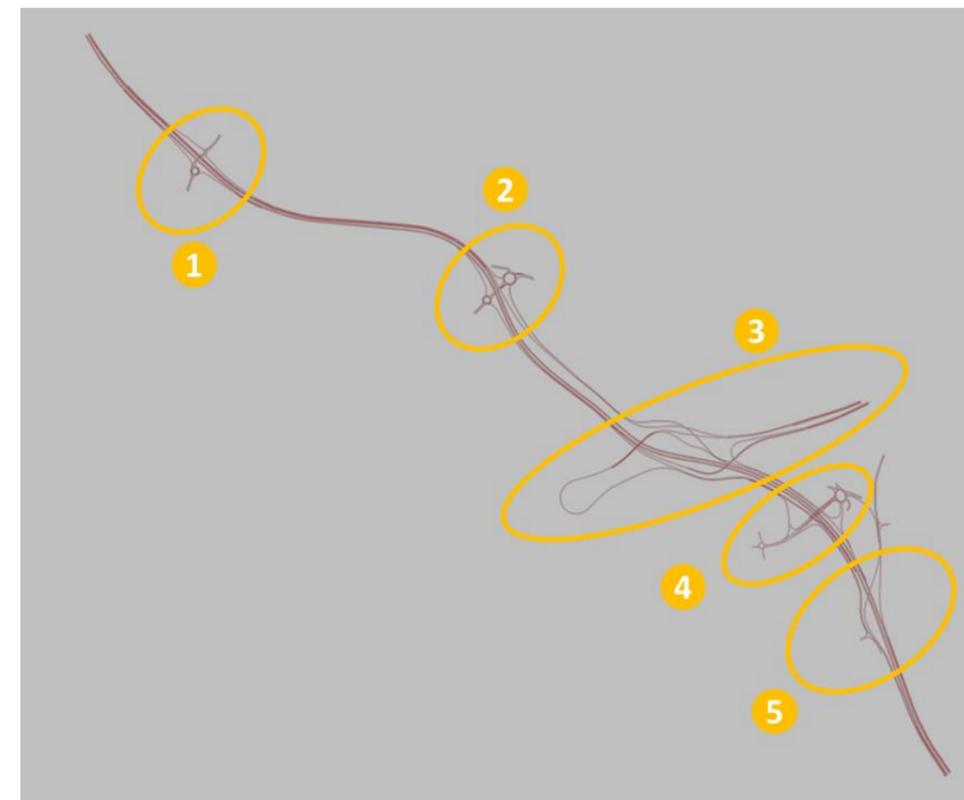
En el modelo se ha introducido la geometría de los enlaces, las limitaciones de velocidad pertinentes, las prioridades de paso, las longitudes de los carriles de aceleración, desaceleración o incorporación, las rotondas con los carriles correspondientes, así como otros parámetros pertinentes en la red viaria o en la interacción entre los vehículos.

11.3.4.1. **Ámbito estudiado**

En el presente apartado se analiza el comportamiento de la red viaria en los 6 enlaces de que son objeto de estudio, los enlaces son:

- Enlace 1: Esparraguera Centro (580)
- Enlace 2: Esparraguera Sud / Olesa (581)
- Enlace 3: B-40 (582)
- Enlace 4: Abrera (583)
- Enlace 5: C-55 (584)

Figura 56. Enlaces objeto de estudio el modelo de microsimulación



Fuente: Elaboración propia a partir de PTV Vissim 21

11.3.4.2. Análisis de la situación actual

El estudio se ha realizado con los datos en hora punta, al corresponderse con la franja horaria más desfavorable para la movilidad vial. Se han introducido los datos de tráfico de vehículos ligeros y pesados obtenidos en el modelo macroscópico. Se conoce que actualmente la vía no presenta problemas de congestión.

11.3.4.2.1. Calibración del modelo

Para la calibración del modelo se han utilizado los datos de tráfico que se obtienen del modelo de simulación macroscópico y el trabajo de campo específico que se resume a continuación.

Trabajo de campo

Se ha llevado a cabo un contaje manual de la ruta de los vehículos en las 4 rotondas del ámbito, en un día laborable, de 7 a 9 de la mañana.

Figura 57. Rotondas donde se llevado a cabo el trabajo de campo



Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestran los resultados del trabajo realizado:

Figura 58. Numeración de los ramales de las rotondas 1 y 2 del trabajo de campo



Fuente: Elaboración propia

En la tabla a continuación se muestra el tráfico y movimientos de la rotonda 1 en hora punta.

Tabla 43. Movimientos en la rotonda 1 del trabajo de campo

				1		2		3		4		5		6	
	VL	VP	TOTAL	VL	VP	VL	VP	VL	VP	VL	VP	VL	VP	VL	VP
1	247	17	264			24%	43%	1%	6%	70%	47%	3%	4%	3%	
2	139	25	164	78%	69%			5%	14%	8%	11%	7%		3%	6%
3	1	5	6		23%		15%			67%	54%	33%	8%		
4	477	11	488	57%	48%	23%	29%	1%		14%	16%	2%	6%	3%	
5	102	1	103	54%		12%		1%		29%	100%			4%	
6	45	6	51	42%		14%				44%	100%				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla a continuación se muestra el tráfico y movimientos de la rotonda 2 en hora punta.

Tabla 44. Movimientos en la rotonda 1 del trabajo de campo

				1		2		3		4		5	
	VL	VP	TOTAL	VL	VP	VL	VP	VL	VP	VL	VP	VL	VP
1	387	1	388			13%	31%	50%	26%			37%	43%
2	423	23	445					43%	19%	29%	26%	28%	56%
3	903	19	923			9%	19%			4%	19%	86%	62%
4													
5	196	11	207			60%	48%	26%	38%	14%	14%		

Fuente: Elaboración propia

Figura 59. Numeración de los ramales de las rotondas 3 y 4 del trabajo de campo



Fuente: Elaboración propia

En la tabla a continuación se muestra el tráfico y movimientos de la rotonda 3 en hora punta.

Tabla 45. Movimientos en la rotonda 3 del trabajo de campo

				1		2		3		4	
	VL	VP	TOTAL	VL	VP	VL	VP	VL	VP	VL	VP
1	208	15	223			43%	43%	0%	0%	57%	57%
2	228	13	253					80%	74%	20%	26%
3											
4	1140	31	1166			29%	36%	71%	64%		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla a continuación se muestra el tráfico y movimientos de la rotonda 4 en hora punta.

Tabla 46. Movimientos en la rotonda 4 del trabajo de campo

				1		2		3		4	
	VL	VP	TOTAL	VL	VP	VL	VP	VL	VP	VL	VP
1	400	94	494			75%	94%	25%	6%		
2											
3	416	130	545	36%	85%	64%	15%				
4	130	6	136	46%	60%			54%	40%		

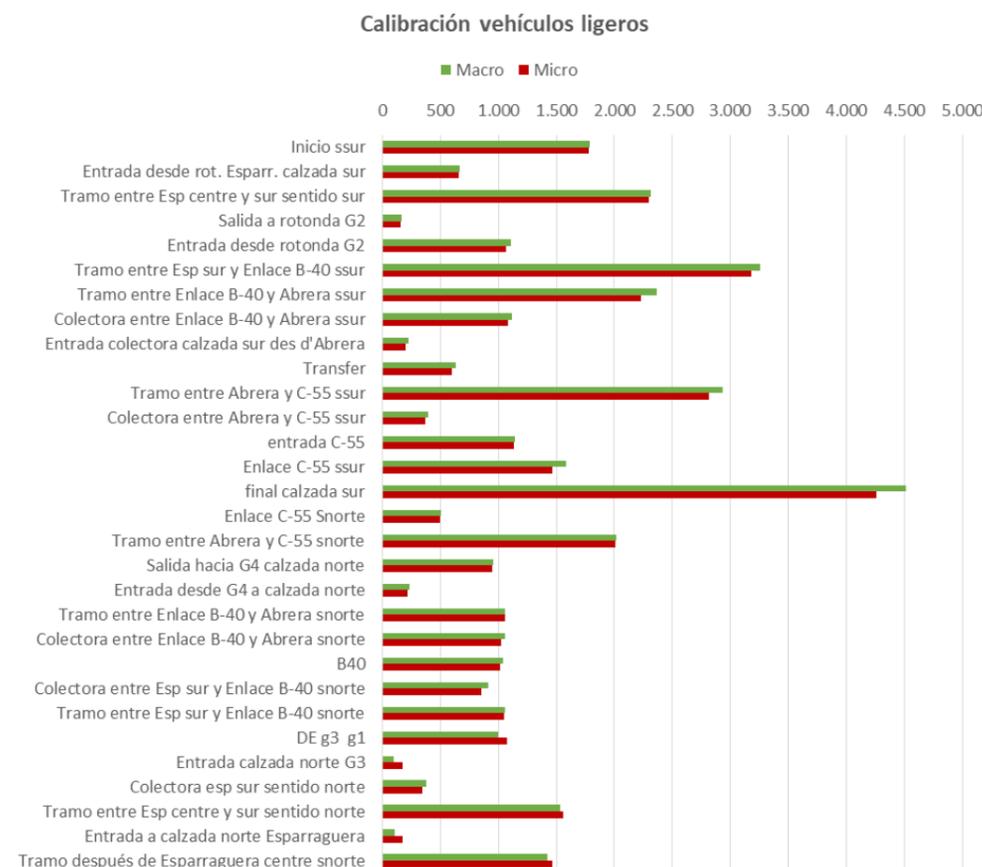
Fuente: Elaboración propia

Calibración

A continuación se muestran los resultados de la microsimulación de la situación futura, que representa la entrada en servicio de la B-40, la actuaciones en la A-2 en el tramo objeto de estudio y la supresión del peaje de la AP-7.

El modelo se ha calibrado para la situación actual en hora punta, reproduciendo el comportamiento del tráfico observado en el aforo de movimientos y el modelo macroscópico; la hora punta de las calzadas se sucede en diferentes horas del día; en el caso de la calzada sur se ha representado el tráfico de la mañana, y en la calzada norte el de la tarde. Las diferencias entre el tráfico real y el resultante en el modelo de microsimulación son mínimas.

Figura 60. Gráfico datos de la calibración



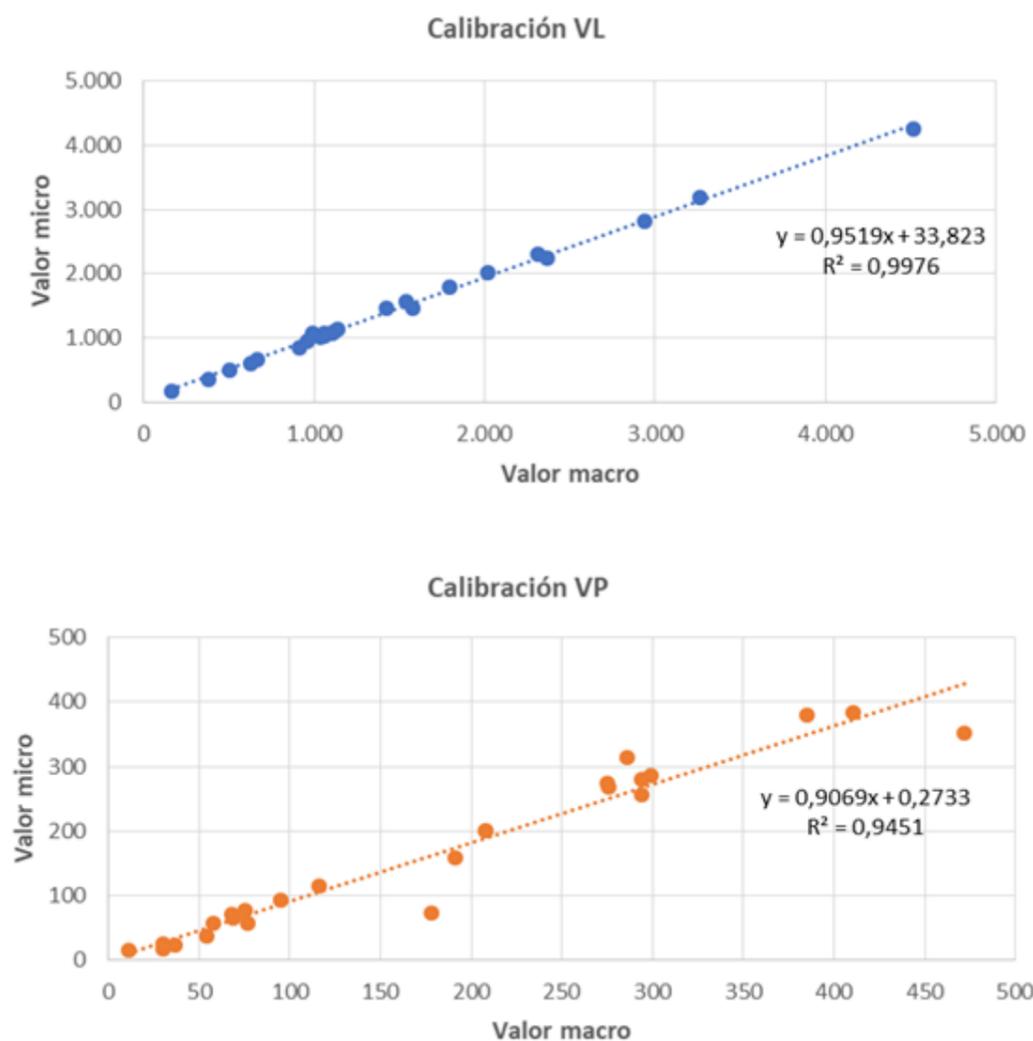
Fuente: Elaboración propia a partir de PTV Vissim 21

Para comprobar la bondad de la asignación, se siguen las recomendaciones de “Prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudio de tráfico de los Estudio Informativos, Anteproyectos y Proyectos de carreteras” en el que se indica que:

- Se ajustará una recta de regresión con los valores reales y los de la simulación, se comprobará que:
 - El valor de la pendiente es cercano a 1.
 - El valor de interceptación del eje y es cercano a 0.
 - El coeficiente de determinación r^2 sea deseablemente mayor que 0,7
- Cálculo del indicador %RMSE Para todas las parejas de valores observadas – reales.
 - El valor de %RMSE debe ser inferior al 30%.

En las siguientes gráficas se observa la recta de regresión para los vehículos ligeros y pesados; ambos cumplen las condiciones, el valor de la pendiente es superior a 0,9 y el coeficiente R² es 0,9976 para los VL y 0,9451 para los VP.

Figura 61. Calibración del tráfico, rectas de regresión



Fuente: Elaboración propia

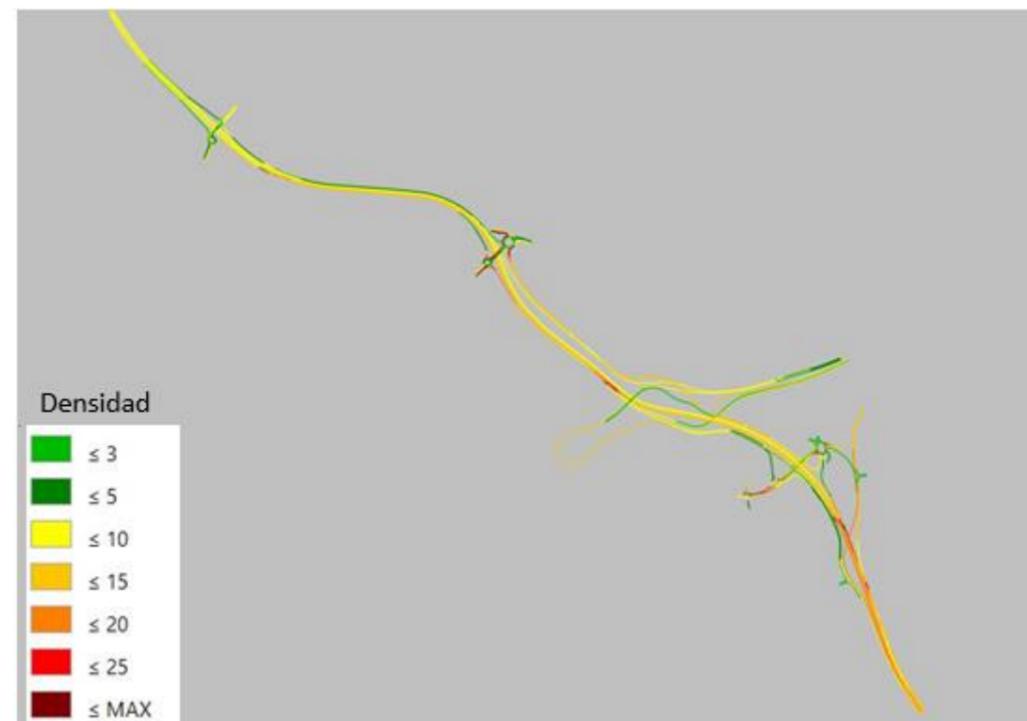
Se han obtenido valores de %RSME inferiores al 10% para las dos tipologías de vehículos.

11.3.4.2.2. Resultados Escenario 2025

A continuación se muestran imágenes de la densidad en el ámbito de estudio que son resultado de la microsimulación, los valores pueden diferir de los calculados mediante la HCM-2010 ya que la aproximación para la obtención del mismo es diferente. Sin embargo estos valores son interesantes para evaluar el funcionamiento de la carretera.

En el escenario 2025 no se ha detectado la formación de grandes colas en ningún punto, aunque si hay tramos que presentan cierto nivel de congestión. En la siguiente figura puede observarse los valores altos de densidad en el tronco de la A-2. En líneas generales, los tramos con mayor concentración de tráfico son los enlaces y en los puntos de reducción del número de carriles.

Figura 62. Vista general del modelo de microsimulación, resultados: densidad media



Fuente: Elaboración propia a partir de PTV Vissim 21

En líneas generales, los tramos con mayor concentración de tráfico son los enlaces y en los puntos de reducción del número de carriles.

En el tramo entre las salidas de Esparraguera número 580 y 581 el tráfico es fluido, se detectan ligeras congestiones en los puntos de incorporación y entrada de los enlaces.

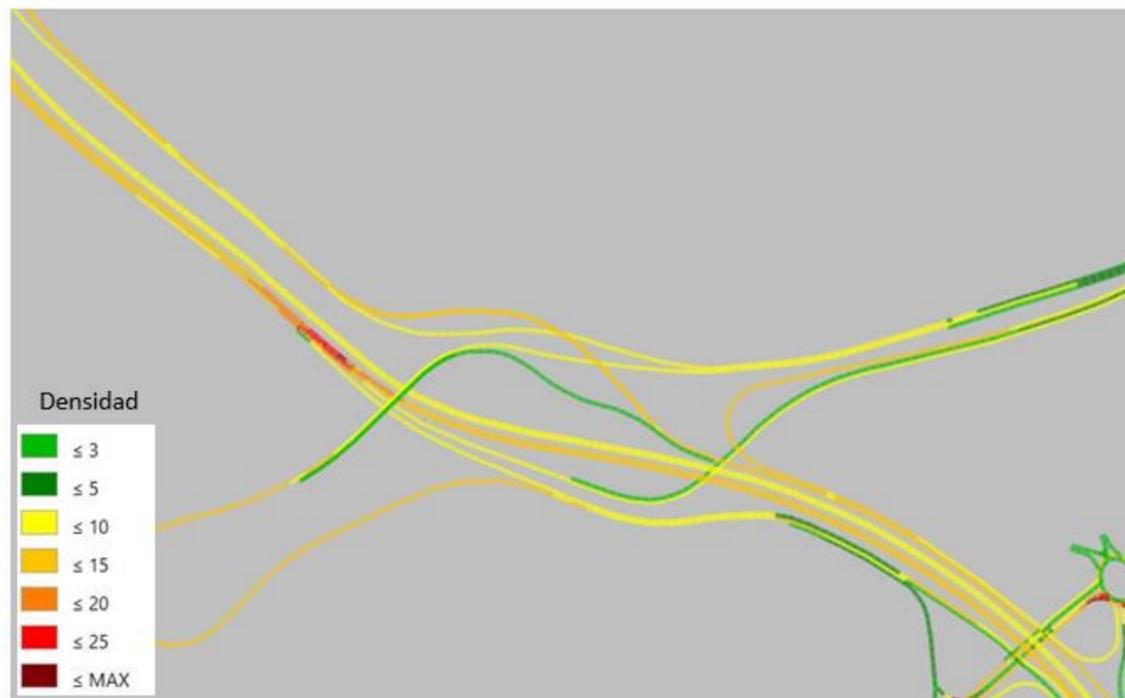
Figura 63. Detalle del modelo de microsimulación enlaces Esparraguera, resultados: densidad media



Fuente: Elaboración propia a partir de PTV Vissim 21

En la calzada sur, el punto más conflictivo es el trenzado para acceder a la B-40 y a la colectora. Se produce el cruce de los vehículos que se han incorporado al tronco desde el enlace de Esparraguera 581 y los vehículos que quieren acceder a la B-40 y la colectora desde el tronco de la A-2. Actualmente no se forman congestiones pero se encuentra al límite de su capacidad.

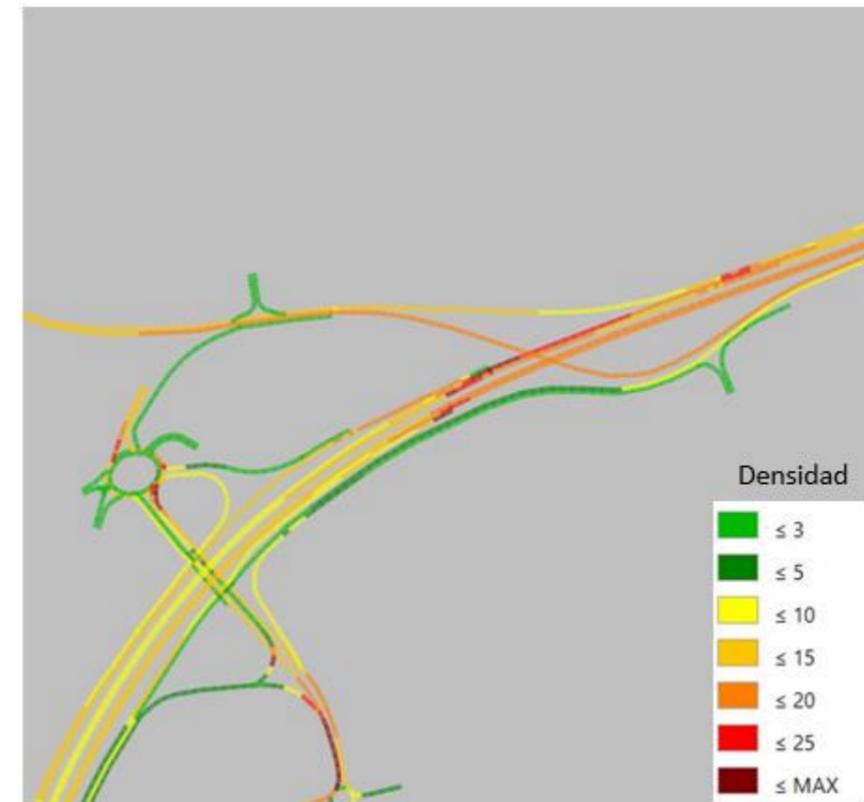
Figura 64. Detalle del modelo de microsimulación enlaces B-40 y Abrera, resultados: densidad media



Fuente: Elaboración propia a partir de PTV Vissim 21

Respecto al nuevo transfer de la B-40 a la A-2 sentido Barcelona, para el escenario 2025 funciona correctamente, el carril de aceleración del transfer tiene la suficiente longitud para que no se creen congestiones en la calzada de dos carriles de la A-2.

Figura 65. Detalle enlace C-55 del modelo de microsimulación



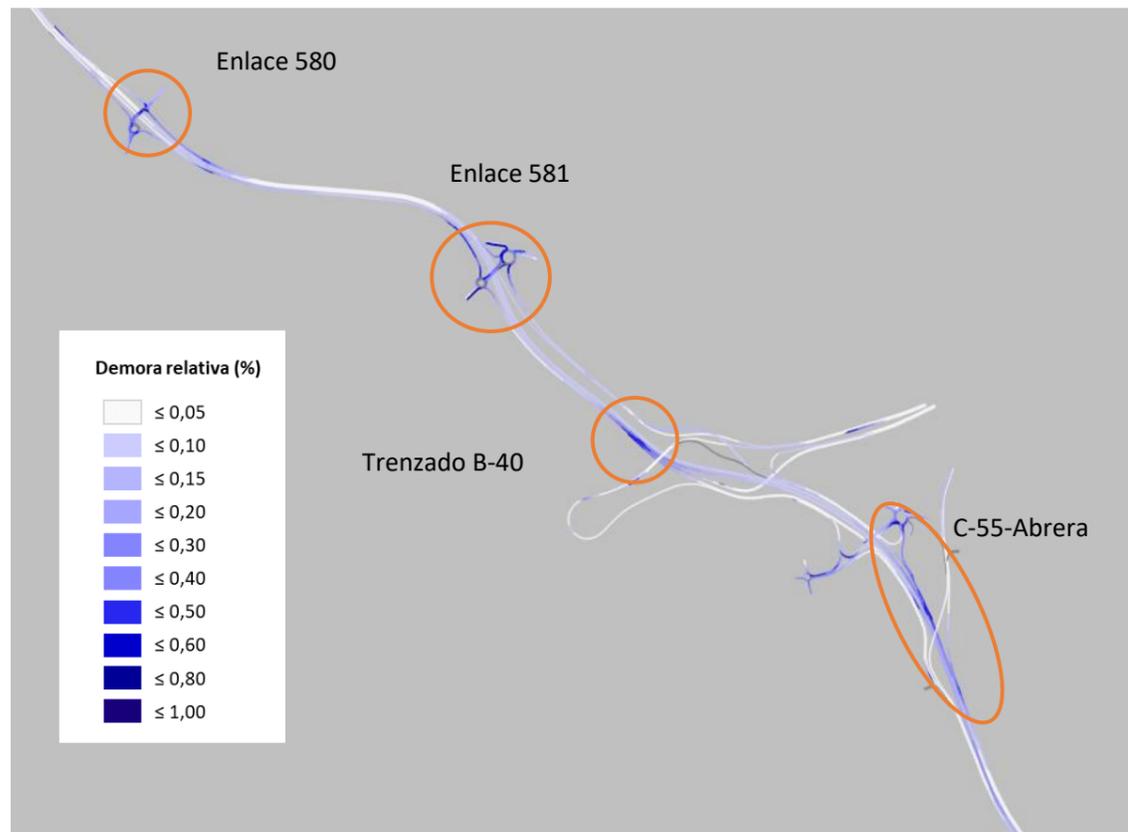
Fuente: Elaboración propia a partir de PTV Vissim 21

En la calzada norte, el punto más conflictivo del trazado los enlaces consecutivos de la C-55 y Abrera, la calzada norte pasa de tres a dos carriles en el enlace con la C-55; el enlace con Abrera tiene una salida directa desde la calzada. Por el tramo de dos carriles entre la C-55 y Abrera circulan casi 3.000 vehículos, de los cuales, 1.000 vehículos toman la salida de Abrera, en este punto se producen pequeñas congestiones para el escenario 2025.

Observando los resultados de demora relativa media, se confirman las conclusiones obtenidas analizando los datos de densidad; no se detecta la formación de grandes colas pero el ámbito de estudio presenta varios puntos conflictivos en los que se produce una pérdida de tiempo. Son los siguientes:

- Ligera congestión en los enlaces 580 y 581 de Esparraguera.
- Trenzado B-40
- Incorporación a la C-55

Figura 66. Vista general del modelo de microsimulación, resultados: demora relativa media



Fuente: Elaboración propia a partir de PTV Vissim 21

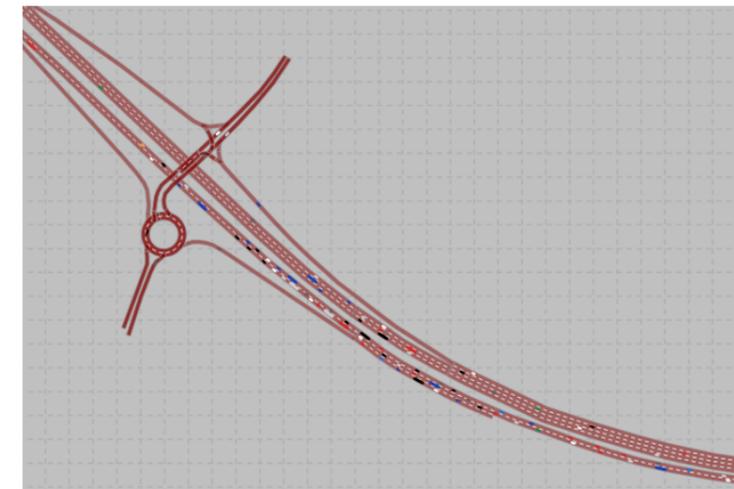
11.3.4.2.3. Resultados de la situación futura, año 2045

A continuación se muestran los resultados de la microsimulación en el año horizonte (2045).

En este escenario se han agravado los problemas que ya se habían identificado para el escenario 2025 y se han detectado nuevos puntos donde se generan congestiones.

En la calzada sur, se detectan pequeñas colas en la entrada del enlace 580 de Esparraguera, ya que se han de incorporar 1.000 vehículos a una calzada de 2 carriles, por la que circulan aproximadamente 2.500 vehículos.

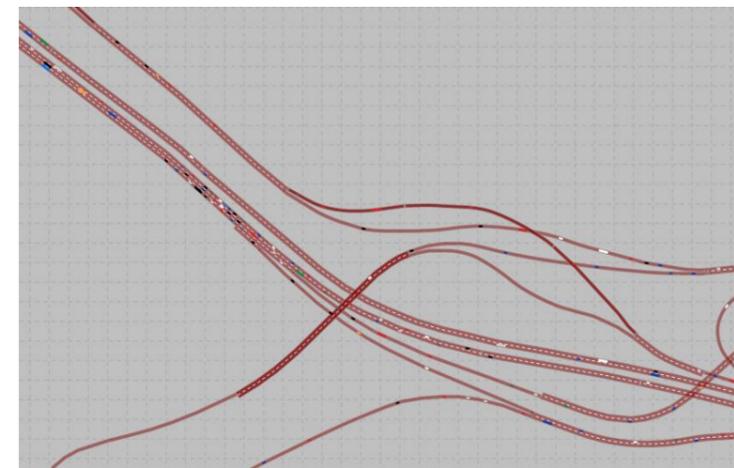
Figura 67. Detalle enlace 580 Esparraguera del modelo de microsimulación



Fuente: Elaboración propia a partir de PTV Vissim 21

El siguiente punto problemático de la calzada sur que ya se había detectado en el escenario 2025, es el tronzado del enlace de la B-40, ya que se produce el cruce entre los vehículos que toman el enlace desde el tronco y los que se incorporan al tronco principal desde el enlace 581 de Esparraguera. Además se reduce la calzada del tronco, se pasa de 3 a 2 carriles.

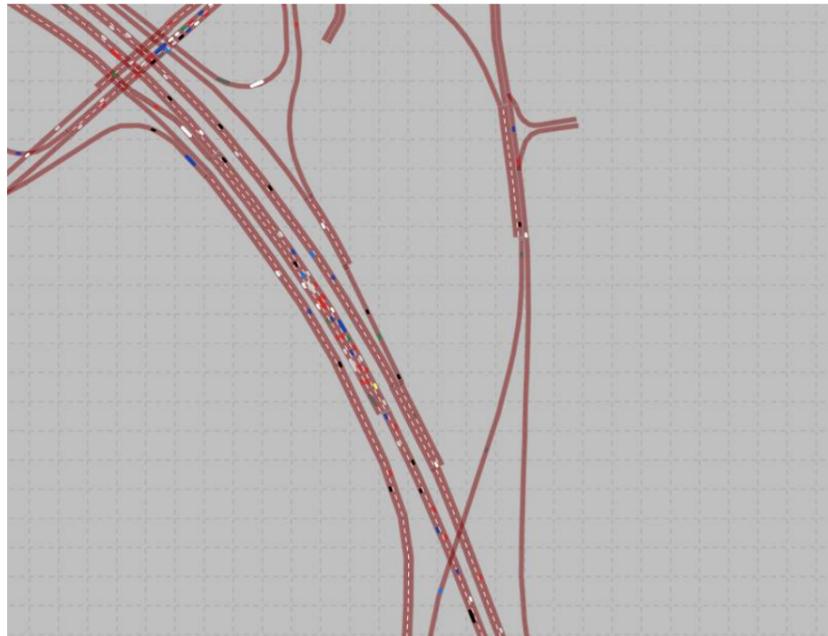
Figura 68. Detalle tronzado enlace B-40 del modelo de microsimulación



Fuente: Elaboración propia a partir de PTV Vissim 21

En la calzada sur, se ha localizado un punto más con problemas, se trata del transfer desde la B-40 hacia la calzada sur de la A-2. El problema es debido al alto tráfico en este punto, casi 4.000 vehículos por hora (850 vienen de la B-40), en una calzada de solo 2 carriles.

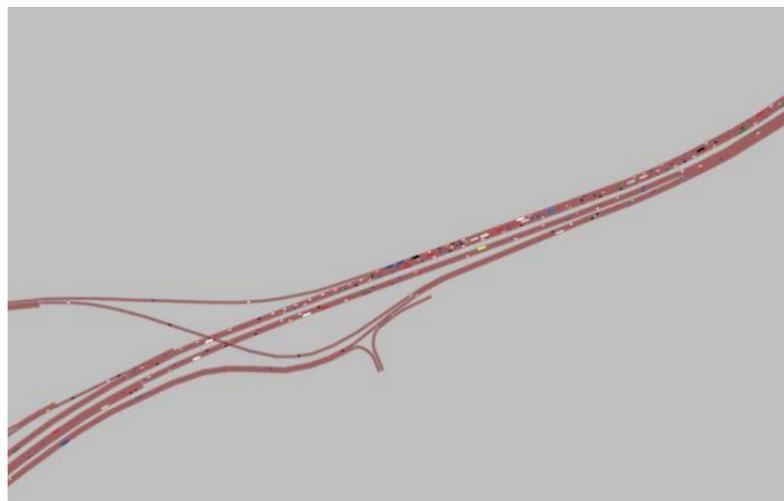
Figura 69. Detalle transfer de la B-40 del modelo de microsimulación



Fuente: Elaboración propia a partir de PTV Vissim 21

En la calzada norte, se han agravado los problemas en el tramo con los enlaces consecutivos de la C-55 y Abrera. La calzada norte pasa de tres a dos carriles en el enlace con la C-55; el enlace con Abrera tiene una salida directa desde la calzada. Por el tramo de dos carriles entre la C-55 y Abrera circulan 3.500 vehículos por hora aproximadamente, de los cuales, 1.500 vehículos toman la salida de Abrera, produciendo congestiones muy importantes para el escenario 2045.

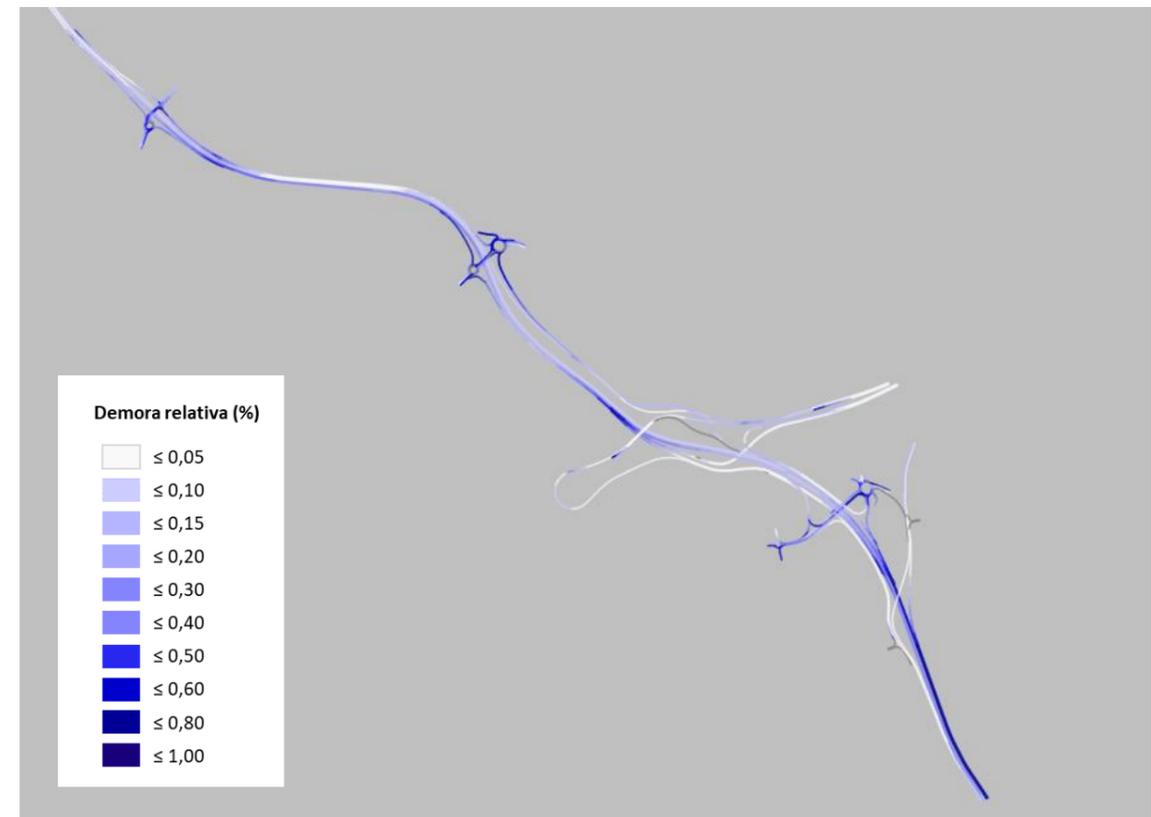
Figura 70. Detalle enlace C-55 del modelo de microsimulación



Fuente: Elaboración propia a partir de PTV Vissim 21

En la siguiente imagen de la demora relativa se puede observar con claridad cuáles son los puntos dónde se forman congestiones.

Figura 71. Vista general del modelo de microsimulación, resultados: demora relativa media



Fuente: Elaboración propia a partir de PTV Vissim 21

11.3.5. CONCLUSIONES

Actualmente el tráfico en la zona de estudio presenta una IMD de entorno de 30.000-50.000 veh/día, aumentando según nos acercamos a Barcelona, destacando el poco tráfico que circula por la B-40, debido a que no existe actualmente una continuidad de dicha vía hasta Terrassa.

Los niveles de servicio muestran que actualmente, en sentido Lleida la A-2 funciona principalmente a nivel de servicio D, excepto en el tramo del enlace 580 de Esparreguera que se alcanza el nivel de servicio C. En sentido Barcelona, la vía funciona a niveles de servicio C y D, alcanzando el nivel de servicio E en el tramo del trenzado entre Esparreguera Sud y Abrera / B-40.

Para los escenarios futuros, en los que se considera el crecimiento vegetativo del tráfico y el incremento debido a la entrada en servicio del arco de la autovía B-40 entre Abrera y Terrassa, aumenta el tráfico en todo el tramo estudiado.

Año 2025

A pesar del aumento del tráfico, sentido Lleida se observa una mejora significativa de los niveles de servicio con respecto a la situación actual, en los tramos 4 a 9. Las actuaciones incluidas en el presente proyecto se sitúan en los tramos 5 a 9, puesto que es la parte de la infraestructura donde se producirá el aumento del tráfico como consecuencia del cierre del arco de la autovía B-40 entre Abrera y Terrassa, por lo que **se considera que las actuaciones proyectadas sentido Lleida responden a las nuevas necesidades**. En los tramos 1 a 3, se observa un ligero empeoramiento de los niveles de servicio como consecuencia del propio crecimiento del tráfico, puesto que al ser zonas situadas fuera del alcance del presente proyecto no se plantean actuaciones.

Sentido Barcelona, los resultados reflejan un ligero aumento de los niveles de servicio, como consecuencia del propio crecimiento del tráfico. Los tramos 10 y 11 que se corresponden con nuevo transfer proyectado y al tramo de la autovía tras el transfer (zona donde se producirá el aumento más significativo de tráfico sentido Barcelona tras el cierre del arco de la autovía B-40 entre Abrera y Terrassa), aunque funcionan a nivel de servicio D en el año de puesta en servicio, el valor de la densidad es de 21,3 veh/km/carril, muy cercano al nivel de servicio E (22 veh/km/carril). **Se trata de un resultado muy comprometido y en corto plazo serían necesarias actuaciones que amplíen la capacidad de la autovía en este tramo**. Solo en el tramo 12, donde se amplía un carril, se observa una clara mejoría.

En vistas de estos resultados **se propone generar un tercer carril en la autovía tras el transfer para generar un aumento de capacidad en autovía pueda absorber el crecimiento del tráfico esperado tras la puesta en servicio del arco Abrera-Terrassa. Con esta nueva configuración, el nivel de servicio en la zona del transfer y el tramo de la autovía tras el transfer pasa a ser C, lo que se considera adecuado a las necesidades previstas**.

Año 2045

Los niveles de servicio en el año 2045 empeoran considerablemente siendo inadmisibles en los tramos en los que no se actúa, obteniéndose valores más aceptables en los tramos en los que sí se actúa.

En todo caso, el objetivo del presente proyecto de resolver la problemática del aumento de tráfico que supondrá a corto-medio plazo supondrá el cierre del arco de la autovía B-40 entre Abrera y Terrassa se cumple.

A largo plazo y si se producen los incrementos de tráfico esperados, serán necesarias actuaciones de mayor calado, como podrían ser la incluidas en el "Anteproyecto de Adecuación, Reforma y Conservación de la Autovía A-2. Tramo Igualada-Martorell", en las que, por otra parte, ya está trabajando la Demarcación de Carreteras.

APÉNDICE Nº 1. DATOS ESTACIONES DE AFORO. MINISTERIO DE FOMENTO 2018

ESTACIÓN E-226-0



EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE UNA ESTACIÓN

Estación: B-226-0 Calzada: Total Carriles: 4+4 Prov: B
 Población: MARTORELL Carretera: A-2 PK: 586,71
 Denominación antigua: A-2

Año	IMD			% CRECIMIENTO			FUNCIONAMIENTO		
	Total	Lige	Pesa	Total	Lige	Pesa	Nº Dias	Ref. Año Ant	Grado Comarac
2018	114521	101728	12793	11.2	1.43	1.34	2.2	000	0
2017	112901	100383	12518	11.1	1.26	0.93	3.97	363	99
2016	111497	99457	12040	10.8	1.52	1.93	3	361	98
2015	109827	97576	11689	10.6	3.79	3.32	7.31	324	88
2014	105814	94443	10893	10.3	-2.5	-2.8	0.94	271	74
2013	108531	97168	10792	9.9	-2.32	-2.07	-5.18	000	0
2012	111114	99222	11382	10.2	-1.17	-0.83	-4.1	366	100
2011	112435	100053	11869	10.6	5.12	6.03	-2.55	257	70
2010	106958	94365	12180	11.4	-0.84	0	-4.74	351	96
2009	107860	94365	12786	11.8	-5.86	-4.36	-11.63	295	81
2008	114571	98671	14468	12.63	5.62	8.49	-12.04	351	96
2007	108475	90950	16448	15.16	3.29	5.17	-5.67	344	94
2006	105021	86482	17437	16.6	3.21	2.85	5.54	336	92
2005	101750	84246	16521	16.23	4.63	4.23	5.04	364	99
2004	97244	80827	15727	16.17	5.84	6.5	3.25	349	95
2003	91870	75889	15231	16.57	5.82	4.25	14.33	364	99
2002	86817	72791	13321	15.34	9.65	10.39	5.52	346	94
2001	79173	65939	12623	15.94	8.19	8.14	9.32	365	100
2000	73175	60973	11546	15.77	-8.42	-11.61	14.4	329	90
1999	79906	68983	10092	12.62	0	0	0	352	96
1998	0	0	0	0	0	0	0	000	0
1997	0	0	0	0	0	0	0	000	0
1996	0	0	0	0	-100	-100	-100	000	0
1995	44590	39760	3640	8.16	-3.49	-1.53	-24.35	008	2
1994	46205	40381	4812	10.41	13.41	12.26	33.18	042	11
1993	40738	35989	3613	8.86	2.75	3.42	-10.14	014	4
1992	39647	34778	4021	10.14	1.47	3.57	-14.62	042	11
1991	39070	33577	4710	12.05	-1.68	-1.2	-6.73	042	11
1990	39740	33986	5050	12.7	0.53	1	-5.16	042	11
1989	39527	33648	5325	13.47	4.85	10.92	-21.93	042	11
1988	37696	30334	6821	18.09	0	0	0	042	11



ESTACIONES. DATOS DEFINITIVOS TRAFICO AÑO: 2018
 Estacion: B-226-0 Via: A-2 PK: 586,71 tipo: Autovia
 Provincia: BARCELONA

Calzada 1+2	IMD Definitivo	Num Dias	Nº Dias Validos	Nº Dias Validos 84	Afn	Calzada 1	Afn	Calzada 2
Motos:	2.055	300	78	78		949		1108
Ligeros:	101.728	300	78	78	B-226-0	50.862	B-226-0	50.866
Pesados:	12.793	300	78	78	B-226-0	6.217	B-226-0	6.576
Total:	114.521	300	78	78		57.079		57.442

Ligeros	Mes	L	M	X	J	V	S	D	T
ENERO	105995	103913	104113	105236	110372	93430	75085	96624	
FEBRERO	103226	98963	108099	107200	117512	91251	78056	100615	
MARZO	105446	105383	113316	108808	119612	90087	81508	102485	
ABRIL	102717	111241	109674	110406	121118	99110	73561	102920	
MAYO	109483	109169	112110	112928	123706	97034	81703	106170	
JUNIO	112084	110337	111514	113669	124327	93059	83288	107017	
JULIO	114080	110515	112916	113884	124099	94180	86998	107686	
AGOSTO	90270	89451	90715	90514	104926	76727	72238	87969	
SEPTIEMBRE	104842	99475	107683	110540	123476	93401	83541	102292	
OCTUBRE	106482	106238	110779	111697	120885	92926	83690	103777	
NOVIEMBRE	105655	106440	108665	107310	114539	97820	83658	103185	
DICIEMBRE	98025	108012	107141	109485	98843	99137	85009	98167	
TOTAL	104695	104984	108116	108189	116732	93116	80830	101728	

Pesados	Mes	L	M	X	J	V	S	D	T
ENERO	16556	16505	16977	16442	15328	4154	1775	12382	
FEBRERO	16618	16674	17319	17506	16811	4185	2072	13026	
MARZO	17197	17460	17805	17151	17674	4056	2158	12818	
ABRIL	16170	18103	18038	17955	17447	4587	2333	13235	
MAYO	16656	18408	18206	18518	17710	4604	2310	13699	
JUNIO	17503	18177	17994	18351	17450	4396	2188	13536	
JULIO	17217	18168	18341	18404	17536	4408	2061	13612	
AGOSTO	12611	14102	13952	14084	14012	3419	3045	10711	
SEPTIEMBRE	14764	17836	17972	17943	17193	4081	2124	12462	
OCTUBRE	17642	18135	18068	18185	17426	4150	2611	13674	
NOVIEMBRE	17225	18226	18162	17786	16001	4167	2558	13169	
DICIEMBRE	15463	18343	18487	17200	13151	4538	2532	11255	
TOTAL	16326	17500	17618	17413	16420	4227	2321	12793	

Total	Mes	L	M	X	J	V	S	D	T
ENERO	122551	120419	121090	121678	125700	97584	76860	111006	
FEBRERO	119844	115637	125418	124706	134323	95436	80128	113642	
MARZO	122643	122843	131121	125959	137286	94143	83666	115304	
ABRIL	118887	129344	127712	128361	138565	103697	75894	116154	
MAYO	126139	127577	130316	131446	141416	101638	84013	119870	
JUNIO	129587	128514	129508	132020	141777	97455	85476	120553	
JULIO	131297	128683	131257	132288	141635	98588	89059	121299	
AGOSTO	102881	103553	104667	104598	118938	80146	75283	96680	
SEPTIEMBRE	119606	117311	125655	128483	140669	97482	85665	114754	
OCTUBRE	124124	124373	128847	129882	138311	97076	86301	117451	
NOVIEMBRE	122880	124666	126827	125096	130540	101987	86416	116353	
DICIEMBRE	113488	126355	125628	126685	111994	103675	87541	109422	
TOTAL	121221	122484	125734	125603	133151	97342	83151	114521	

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



DETALLES, COEFICIENTES Y CONGESTIÓN. ESTACIÓN B-226-0 2018

Vía:	A-2	PK: 566,71	(*)	Hora 30	Hora 100	Hora 500
Calzada:	Total		Intensidad Horaria Total (veh/hora)	10049	9699	8842
Población:	BARCELONA		Porcentaje de Pesados (%)	9,9	9,9	10,8
Días Aforados:	328					

INTENSIDADES MEDIAS: IMD (VEH / DÍA)

TIPO	TOTAL	MERCANCIAS PELIGROSAS	VEH. EXTRANJEROS
1. MOTOS	2055	0	4
2. COCHES	95631	0	94
3. COCHES CON CARAVANA	5	0	2
4. CAMIONETAS	4037	0	0
5. TRACTORES AGRICOLAS	0	0	0
VEHICULOS LIGEROS (1+2+3+4+5)	101728	0	100
6. CAMIONES SIN REMOLQUE	5077	145	66
7. CAMIONES ARTICULADOS	6663	205	404
8. TRENES DE CARRETERA	464	6	44
9. VEHICULOS ESPECIALES	19	0	1
10. AUTOBUSES	570	0	57
VEHICULOS PESADOS (6+7+8+9+10)	12793	356	572
TOTAL	114521	356	672

COEFICIENTES

Mes	L			K			N			S		
	Ligeros	Pesados	Total									
ENERO	1,10	1,24	1,11	3,36	2,17	3,17	1,04	1,06	1,05	0,93	0,76	0,91
FEBRERO	1,09	1,18	1,10	3,31	2,19	3,13	1,05	1,06	1,05	0,94	0,77	0,92
MARZO	1,04	1,15	1,06	3,25	2,18	3,08	1,05	1,07	1,05	0,93	0,73	0,90
ABRIL	1,12	1,24	1,14	3,22	2,23	3,07	1,06	1,07	1,06	0,93	0,75	0,90
MAYO	1,03	1,14	1,04	3,41	2,21	3,21	1,05	1,06	1,06	0,94	0,77	0,91
JUNIO	1,07	1,18	1,08	3,30	2,24	3,14	1,07	1,08	1,07	0,94	0,76	0,91
JULIO	1,01	1,14	1,02	3,32	2,19	3,14	1,06	1,07	1,06	0,94	0,76	0,91
AGOSTO	1,25	1,47	1,28	3,21	2,19	3,06	1,06	1,07	1,06	0,94	0,78	0,92
SEPTIEMBRE	1,07	1,23	1,09	3,31	2,22	3,15	1,06	1,07	1,06	0,94	0,73	0,91
OCTUBRE	1,04	1,09	1,04	3,35	2,17	3,15	1,05	1,07	1,05	0,93	0,76	0,91
NOVIEMBRE	1,06	1,17	1,08	3,35	2,23	3,17	1,05	1,07	1,05	0,95	0,75	0,92
DICIEMBRE	1,10	1,33	1,12	2,98	2,22	2,88	1,04	1,07	1,05	0,94	0,68	0,91
TOTAL	1,08	1,21	1,10	3,28	2,20	3,11	1,05	1,07	1,06	0,94	0,77	0,92

CAPACIDAD, HORAS DE CONGESTIÓN Y VELOCIDAD MÁXIMA

UNIDAD DE TOMA DE DATOS 15'

Calzada 1 INT. HORARIA MAX. CALZADA (4 CARRILES) 6520 VEH / HORA PESADOS: 7.24% V Lig = 92,2 KM / H Y FHP = 0,762 (1) VELOCIDAD MÁXIMA CALZADA VEH. LIGEROS 128,69 Km / h Nº DE HORAS DE TRÁFICO ALTERADO Y/O CONGESTIÓN CALZADA. MÁXIMA: 2 , MEDIA 2 , MÍNIMA 1
Calzada 2 VELOCIDAD MÁXIMA CALZADA VEH. LIGEROS 124,61 Km / h INT. HORARIA MAX. CALZADA (4 CARRILES) 5968 VEH / HORA PESADOS: 7.04% V Lig = 93,66 KM / H Y FHP = 0,914 (1) Nº DE HORAS DE TRÁFICO ALTERADO Y/O CONGESTIÓN CALZADA. MÁXIMA: 49 , MEDIA 107 , MÍNIMA 22 (EL RESTO DE DATOS PUEDEN VERSE EN EL INFORME CAPACIDAD Y Nº DE HORAS DE CONGESTIÓN Y SUS DESAGREGACIONES) (*) CUANDO LAS HORAS DE ALTERACION DE TRÁFICO SON DÉBIDAS A LA CONGESTIÓN LA INTENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA COINCIDE CON LA CAPACIDAD En autovía la hora 30,100 y 500 de la estación completa tiene carácter meramente indicativo. Para los cálculos de capacidad y nivel de servicio debe hacerse únicamente sobre cada una de las calzadas empleando los datos correspondientes.