

**MODIFICACIÓN PUNTUAL DEL PLAN PARCIAL DEL SECTOR UZP 2.01 EL CAÑAVERAL DEL PGOU DE MADRID INCLUYENDO LA ORDENACIÓN DE LA ZONA MCS Y PARQUE CENTRAL.**

**BLOQUE III DOCUMENTACIÓN NORMATIVA**

VOLUMEN II.2 ANEXOS ZONA MCS-PARQUE CENTRAL

**ANEXO I: ESTUDIO DE TRÁFICO Y MOVILIDAD**

**PROMOTOR DE LA INICIATIVA: JUNTA DE COMPENSACIÓN DE EL CAÑAVERAL**

## Contenido

1. Introducción .....	4
2. Metodología general .....	5
2.1. Consideraciones previas .....	5
2.2. Descripción de la metodología .....	6
3. Macrosimulación .....	7
3.1. Actualización del modelo de macrosimulación de tráfico existente .....	7
3.2. Selección del ámbito necesario (Subárea Cañaveral). Modelo parcial .....	7
3.3. Modelo de situación actual .....	8
3.3.1.Revisión y actualización del viario .....	8
3.3.2.Calibración a aforos existentes .....	9
3.4. Modelo de situación futura .....	12
3.4.1.Estimación de la demanda prevista .....	12
3.4.2.Escenario h horizonte considerado .....	13
3.4.3.Demanda tendencial .....	13
3.4.4.Demanda de El Cañaveral .....	13
3.4.5.Demanda del resto de sectores .....	23
3.4.6.Representación del viario a escala detallada .....	24
3.5. Resultados obtenidos .....	24
3.6. Proceso iterativo .....	27
4. Microsimulación .....	30
4.1. Obtención de datos necesarios .....	30
4.2. Metodología a seguir e intersecciones a analizar .....	30
4.3. Resultados obtenidos .....	32
4.3.1.Intersección 70028 .....	33
4.3.2.Intersección 149 .....	35
4.3.3.Intersección 70027 .....	37
4.3.4.Intersección 70008 .....	40
4.3.5.Intersección 256 .....	42

4.3.6. Intersección 70007 .....	44
4.3.7. Intersección 70006 .....	47
4.3.8. Intersección 121 .....	49
4.4. Conclusiones .....	51
<b>5. Estudio de movilidad .....</b>	<b>52</b>
5.1. Introducción .....	52
5.2. Movilidad no motorizada: Peatones .....	53
5.3. Movilidad no motorizada: Bicicletas .....	56
5.4. Movilidad motorizada: Transporte Público .....	58
5.4.1. Cercanías .....	59
5.4.2. Autobuses .....	60
<b>6. Conclusiones .....</b>	<b>65</b>
<b>Apéndice 1. Resumen de resultados .....</b>	<b>66</b>



## 1. Introducción

El objetivo del presente Estudio de Tráfico y Movilidad es evaluar el impacto sobre el viario de la nueva ordenación propuesta para la Etapa 2 de la U.Z.P.2.01 El Cañaveral.

La Modificación del Plan Parcial habilitará esta nueva propuesta en la que se ejecutarán nuevos accesos y conexiones cuyo funcionamiento está analizado por el presente Estudio de tráfico y Movilidad

Es por tanto objetivo del presente estudio, el evaluar la accesibilidad a la zona central con la nueva propuesta de ordenación correspondiente a la Etapa 2 del sector El Cañaveral, desde diferentes puntos de vista, tráfico rodado, transporte público y medios no motorizados, en cumplimiento de las normativas, reglamentos y recomendaciones realizadas por el Ayuntamiento de Madrid, a través de su Subdirección General de Implantación de Movilidad y Transportes.

## 2. Metodología general

### 2.1. Consideraciones previas

Es importante recordar, en primer lugar, que existen varios trabajos previos sobre la movilidad de El Cañaveral, tanto para su conjunto como para determinados usos contemplados en su desarrollo. Dichos trabajos fueron realizados por TYPESA haciendo uso de un modelo de red, en software de macrosimulación EMME que data del año 2007.

Aquel modelo inicial era, a su vez, una evolución del modelo completo de la Comunidad de Madrid que fue realizado por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid (CRTM) a partir de la información de la EDM04 y de los aforos existentes en aquella fecha. La cuantificación de la demanda futura que se estimó el modelo trabajado atendía a un crecimiento general basado en las proyecciones de población y a un crecimiento particular, del ámbito de estudio, a partir de los usos considerados, en aquel entonces, para los distintos usos de los nuevos desarrollos de previstos.

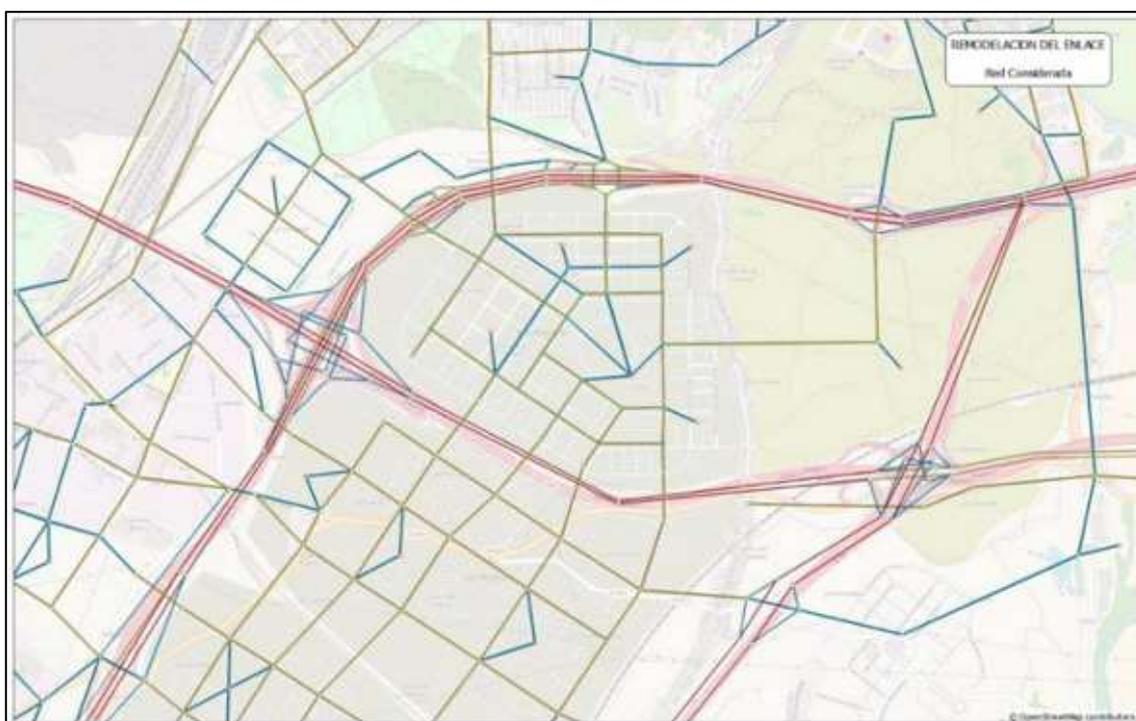


Figura 1. Imágenes del modelo 2007 utilizado como base para la realización del nuevo estudio

El modelo citado, permitía conocer los datos de tráfico sobre la red considerada para los escenarios de hora punta de mañana y hora punta de tarde para el año 2020.

Un análisis general del modelo previo permite concluir que las cifras de crecimiento previstas entonces fueron mayores que las que efectivamente se han producido. Una posible justificación de esta desviación de las hipótesis establecidas es la existencia de periodos de crisis económica en este periodo (2007 – 2020). Posiblemente, los mismos hechos justifican también que los grados de ocupación supuestos para los distintos desarrollos tampoco se hayan visto cumplidos.

Las razones anteriores, junto con la nueva ordenación actual de la zona central, hacen necesaria la revisión y actualización del modelo, tanto en términos de oferta (infraestructura) como en términos de demanda (viajes).

Por último, se avanza en este apartado que, dicho modelo, una vez actualizado, también permite la obtención de datos útiles a un nivel mucho más detallado. Más adelante se describen las acciones o tareas requeridas para obtener el tráfico a nivel de microsimulación, que permitirá complementar el modelo macro con otros modelos de análisis, posibilitando calcular los niveles de servicio en intersecciones.

## 2.2. Descripción de la metodología

La metodología se describe a partir del proceso mostrado en la siguiente ilustración y las tareas indicadas en él.

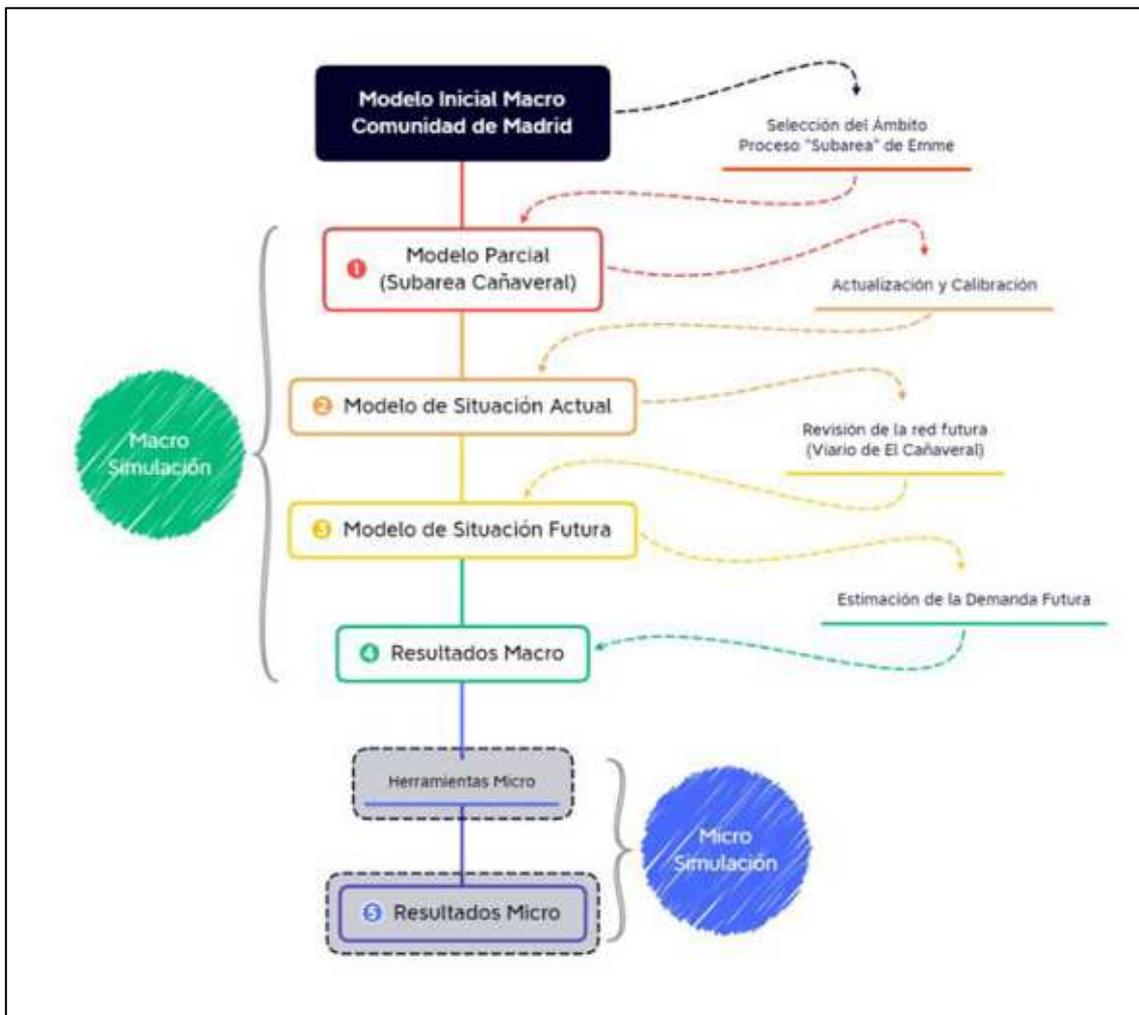


Figura 2. Metodología aplicada

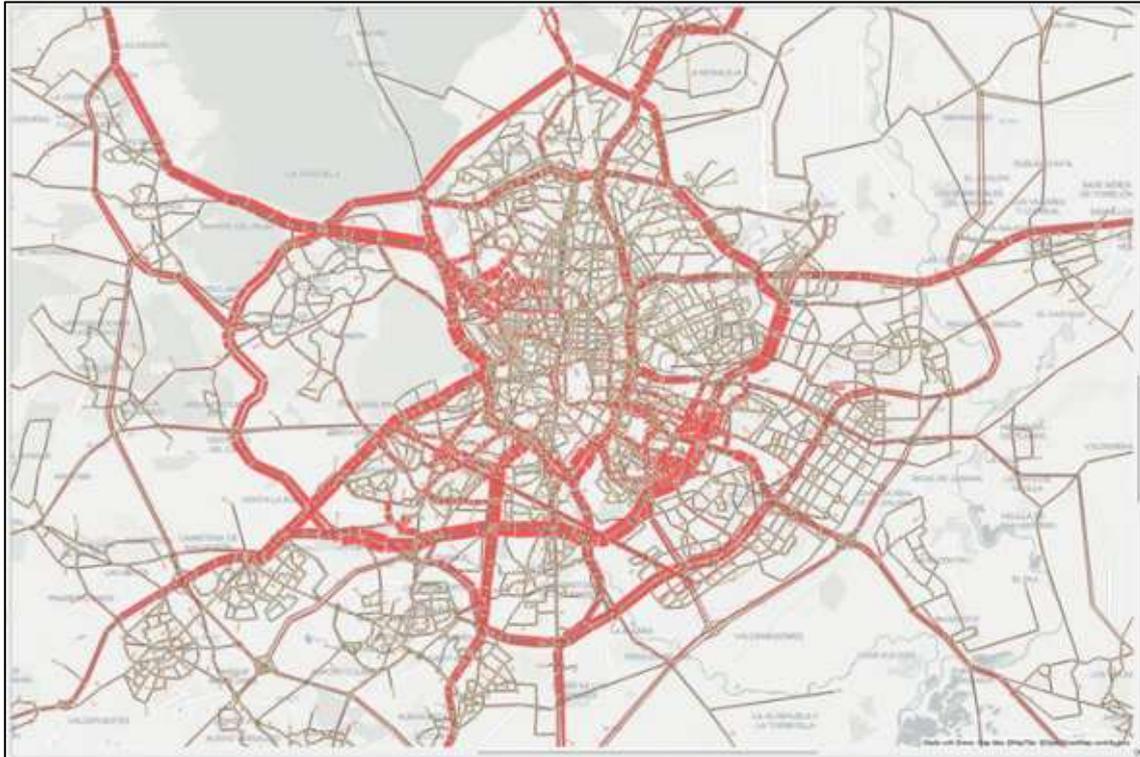
En la ilustración se diferencian una serie de hitos principales (enumerados del 1 al 5) así como las tareas que permiten avanzar de uno al otro.

Así mismo, se ha identificado una primera parte del desarrollo del trabajo, perteneciente a labores de macrosimulación, y una segunda parte, que aprovecha los resultados de la parte anterior y la desarrolla a nivel de microsimulación.

### 3. Macrosimulación

#### 3.1. Actualización del modelo de macrosimulación de tráfico existente

El modelo de macrosimulación origen del trabajo consideraba la totalidad del ámbito de la Comunidad de Madrid.



*Figura 3. Imagen del modelo original utilizado, sombreando el ámbito de El Cañaveral*

Sobre este modelo ya se habían realizado una serie de actualizaciones relacionadas con el ámbito de El Cañaveral. De hecho, su red ya estaba considerada, a nivel simplificado, y se habían supuesto unas demandas teóricas para las horas punta de mañana y tarde del año 2020, en el que se estimaba que la ocupación del desarrollo ya sería del 100 %.

Para el nuevo estudio son varias las consideraciones que han debido tenerse en cuenta, tanto a nivel de red viaria como a nivel de demanda esperada. Todas estas consideraciones se definen en los siguientes apartados.

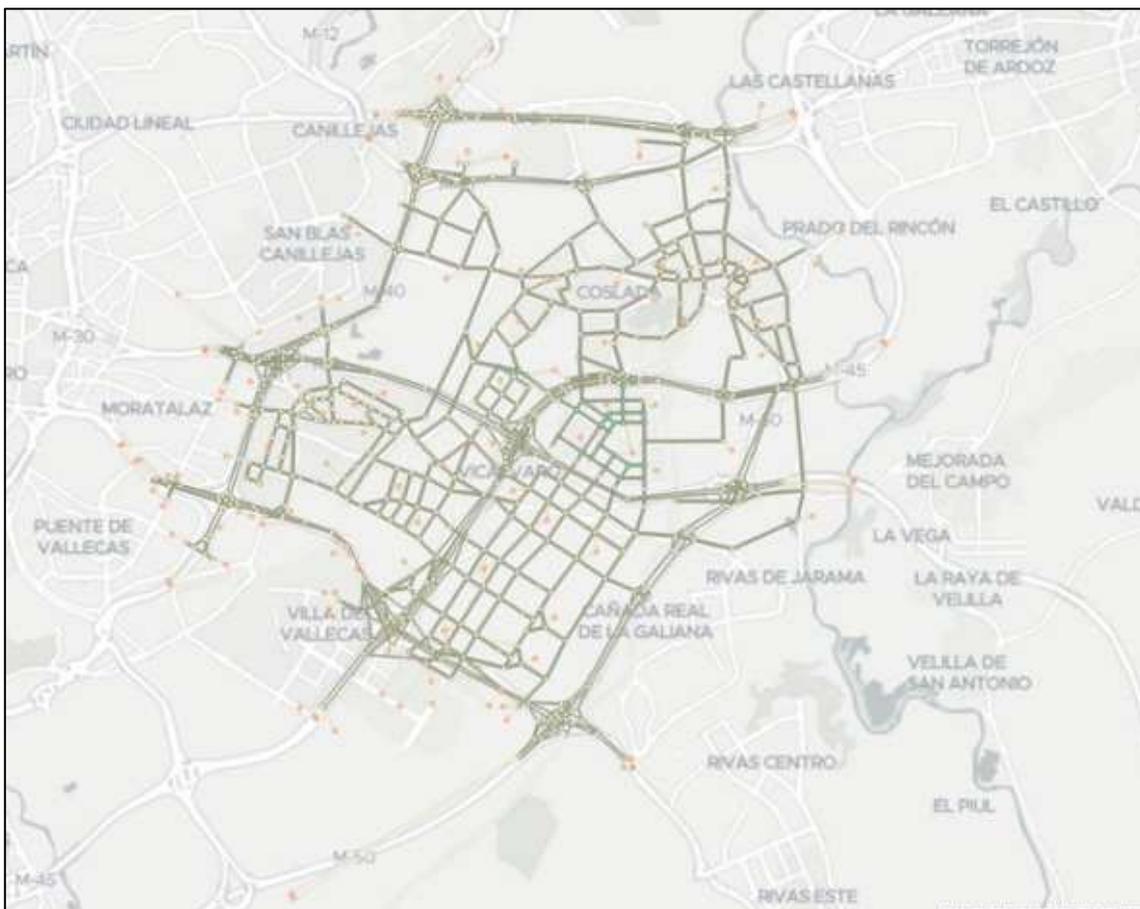
#### 3.2. Selección del ámbito necesario ( Subárea Cañaveral ). Modelo parcial

La primera de las consideraciones ha sido la de, en cierta medida, aligerar la complejidad del modelo a nivel de ámbito. El nuevo trabajo sólo precisa obtener resultados de tráfico para los accesos a El Cañaveral y para su viario interno.

Por el motivo anterior se definió un ámbito más restringido, acotado a los principales accesos a El Cañaveral proporcionados por las vías de gran capacidad que lo bordean y a todo el viario interno a los límites obtenidos.

El software de macrosimulación EMME posee una herramienta muy útil para estos casos, que permite, sobre un modelo ya realizado, seleccionar los límites del viario del ámbito necesario y obtener un modelo particular de la subárea resultante. Las matrices de demanda del modelo son recalculadas de manera que los viajes a aquellas zonas que queda fuera del nuevo ámbito quedar conectados a la red a través de nuevos centroides en los arcos del viario por el que acceden a la subárea.

La definición de la subárea resultante con la que se ha trabajado se muestra en la siguiente ilustración. En ella puede observarse cómo el viario límite del nuevo ámbito queda siempre conectado a, al menos, un centroide. Dichos centroides aglutinan los orígenes o destinos de todos los viajes relacionados con el exterior de la subárea y que, en el modelo original, hacían uso de algunos de los arcos interiores al nuevo ámbito.



*Figura 4. Subárea extraída del modelo original*

El modelo obtenido, limitado a la subárea definida, permite seguir trabajando en la obtención de los resultados buscados, sin la necesidad de seguir incluyendo el viario y la demanda del resto de la red de la Comunidad de Madrid.

### 3.3. Modelo de situación actual

#### 3.3.1. Revisión y actualización del viario

La primera de las modificaciones necesarias para poder trabajar con el modelo de red fue la revisión y actualización del viario considerado hasta el escenario actual (realmente al año 2019, fecha de los últimos aforos de tráfico publicados por el MITMA).

La revisión llevada a cabo no se ha centrado únicamente en incluir o modificar el viario del escenario temporal 2020 del modelo anterior que no coincidía con el escenario real del mismo año. Sino que también se ha realizado una tarea de ajuste geométrico de los arcos existentes, que en el modelo anterior se trazaron de manera esquemática y que, para esta ocasión, que ha llegado a un nivel de detalle más exigente, y se han trazado los arcos siguiendo la geometría real de carreteras y enlaces.

El trabajo anterior es especialmente visible en los enlaces con las vías de mayor capacidad, que es donde existen los nudos más complejos a nivel geométrico.



Figura 5. Detalle de mejora del trazado del viario considerado en el modelo del subárea

Así mismo, se ha llevado a cabo un importante trabajo de ampliación del viario considerado en El Cañaverál, que se redacta con mucho más detalle al describir la modelización de la situación futura.

### 3.3.2. Calibración a aforos existentes

Una vez revisado y actualizado el viario de situación actual para el modelo del subárea, se parte de la demanda extraída del modelo original y se resta la demanda de los desarrollos de El Cañaverál y del resto de sectores contiguos, todos ellos aún sin ocupar de manera avanzada. Así, se obtiene una demanda de hora punta de mañana y otra de hora punta de tarde para el año 2019.

La demanda así obtenida se ha comparado con los aforos existentes en el viario modelizado, siendo posible realizar una calibración que ajuste ambos valores, tanto para la hora punta de mañana como para la hora punta de tarde.

En la siguiente ilustración se muestran los arcos de la red para los que se ha considerado el dato de aforo válido para la calibración. Con posterioridad a esta ilustración se incluyen los histogramas del ajuste conseguido para ambos casos, hora punta de mañana (HPM) y hora punta de tarde (HPT).



Figura 6. Localización de los aforos utilizados para la calibración

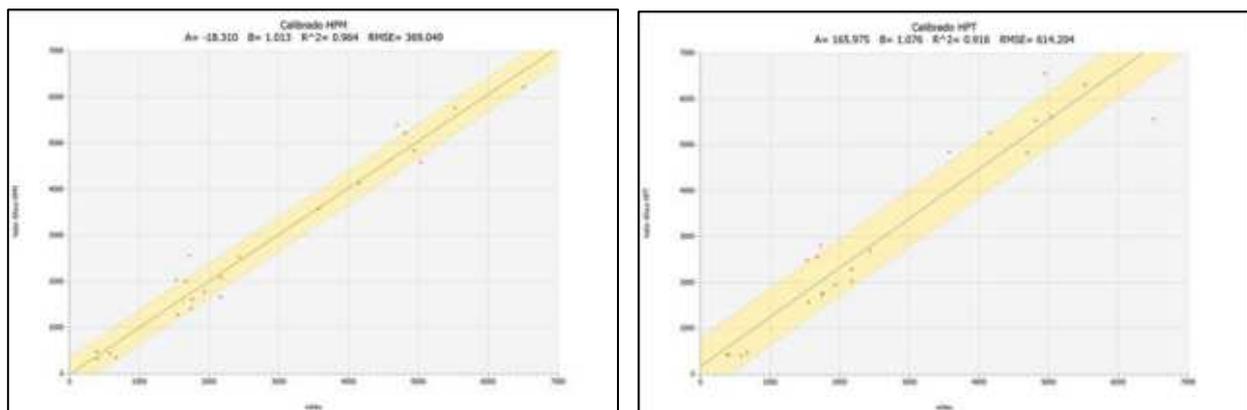


Figura 7. Ajuste obtenido para la calibración del tráfico de hora punta de mañana (izquierda) y de tarde (derecha)

La calibración llevada a cabo no sólo ha sido útil para adecuar los tráficos a los aforos reales existentes, sino que además ha permitido modificar el coste generalizado de los arcos de la vía de peaje  $R^{-3}$  (mediante un coeficiente de ponderación sobre la longitud) para reproducir la pérdida de utilidad introducida por el cobro del peaje.

A continuación, se muestran sendas imágenes de las asignaciones de tráfico obtenidas, ya calibradas, para la hora punta de mañana y hora punta de tarde del año 2019.



Figura 8. Asignación de tráfico. Escenario 2019. Hora punta de mañana



Figura 9. Asignación de tráfico. Escenario 2019. Hora punta de tarde

### 3.4. Modelo de situación futura

#### 3.4.1. Estimación de la demanda prevista

Una vez calibrado el modelo con la demanda actual, sin considerar la demanda de los desarrollos de El Cañaveral y sus ámbitos contiguos, se llevó a cabo la labor de cuantificar la demanda esperada, según grado de ocupación.

Esta demanda, justificada por los nuevos desarrollos previstos, se debe sumar a la demanda tendencial para el año horizonte considerado. De esta manera, también ha sido necesario considerar un crecimiento de tráfico anual a aplicar entre el año 2019 y el año horizonte modelizado.

En primer lugar, para la demanda tendencial, no relacionada con los desarrollos previstos, según 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, se indica que el incremento anual acumulativo de tráfico a emplear en los estudios según el periodo, será el que se recoge en la siguiente tabla:

Periodo	Incremento anual acumulativo
2010 – 2012	1,08%
2013 – 2015	1,12%
2017 – en adelante	1,44%

Tabla 1. Incremento anual acumulativo de tráfico a emplear en los estudios de tráfico

De acuerdo con la tabla anterior, se aplica un incremento anual de 1,44 % a los valores del año 2020 para estimar las intensidades medias diarias de vehículos en el año futuro considerado.

Por otro lado, al hablar de la demanda de los nuevos desarrollos previstos, es necesario hacer una diferenciación.

- Con respecto a los viajes del Cañaveral:
  - Se ha actualizado la red viaria y se han sustituido los centroides del modelo original (5 centroides) por nuevos centroides a nivel de manzana (78 centroides)
  - Para cada uno de los nuevos centroides se ha considerado el uso y superficie previsto y se han aplicado los ratios y distribuciones horarias indicadas en el documento "Guía para la realización de estudios de transportes en aparcamientos de más de 6.000 m<sup>2</sup>" del Ayto de Madrid.

- A la nueva cifra de viajes generados y atraídos para hora punta de mañana (HPM) y hora punta de tarde (HPT) se ha aplicado la distribución OD que existía en la matriz original, con la salvedad de que se ha limitado el porcentaje de viajes internos al Cañaverál<sup>1</sup>
- Con respecto a los viajes del resto de desarrollos
  - Se ha revisado la red viaria considerada, eliminando algún tramo que no va a realizarse e incorporando el viario (esquemático) de los Cerros y sus conexiones con el Cañaverál
  - Se han mantenido los viajes previstos en estos desarrollos, pero se han ponderado por las ocupaciones previstas en el año futuro.

La suma de las demandas futuras parciales calculadas con las indicaciones enumeradas en los párrafos anteriores, permite obtener la demanda futura para el año horizonte a analizar.

Los apartados siguientes describen con mayor detalle las operaciones a realizar y cuantifican la demanda para el caso particular de El Cañaverál.

### 3.4.2. Escenario horizonte considerado

El análisis del nivel de servicio del viario interior del desarrollo debe realizarse para una ocupación completa de sus usos, de manera que las intersecciones diseñadas se validen con los niveles de servicio frente a la demanda máxima.

De acuerdo a las estimaciones de ocupación actuales para El Cañaverál se resuelve suponer una ocupación completa para el año 2032 y será, por tanto, ese año el considerado para el escenario futuro.

### 3.4.3. Demanda tendencial

Una vez conocido el año del escenario futuro, para obtener la demanda tendencial, ajena a los futuros usos, se multiplican las matrices de las horas punta de mañana y tarde calibradas al año 2019 por el coeficiente resultante de la siguiente formulación.

$$IMD_{2032} = IMD_{2019} * \left( 1 + \frac{\% \text{ Tasa Crecimiento Anual}}{100} \right)^{(2032-2019)}$$

Siendo la tasa de crecimiento anual el 1,44% propuesto por la Orden FOM/3317/2010.

### 3.4.4. Demanda de El Cañaverál

Más complejo es el cálculo de la demanda futura para el desarrollo de El Cañaverál. Para obtener esta demanda se ha partido de los cuadros de superficies de todas y cada una de las parcelas que forma parte del sector, desagregando la información por parcelas a partir de información sobre los edificios ya construidos.

---

<sup>1</sup> Dicha cifra era próxima al 30% y se ha reducido al orden del 10% pasando a tener un mayor peso los vi

ajes relacionados con el exterior del desarrollo

Residencial (m <sup>2</sup> c)	Hipótesis viviendas	Oficinas (m <sup>2</sup> c)	Terciario (m <sup>2</sup> c)	Industrial (m <sup>2</sup> c)	Servicios privado (m <sup>2</sup> c)
1.421.070	13.768	152.740	190.918	414.580	2.692

Tabla 2. Resumen general de los usos considerados en el interior del desarrollo El Cañaveral

La tabla anterior queda desagregada por manzanas de la forma siguiente, diferenciando entre manzanas residenciales / terciarias y manzanas industriales de acuerdo con las dos zonas del desarrollo bien diferenciadas al este y al oeste de la M -45.

Manzana	Residencial (m <sup>2</sup> c)	Hipótesis viviendas	Oficinas (m <sup>2</sup> c)	Terciario (m <sup>2</sup> c)	Industrial (m <sup>2</sup> c)	Servicios privado (m <sup>2</sup> c)
1	26.970	251	0	2.000	0	0
2	31.070	369	7.500	1.000	0	0
3	31.070	311	7.500	0	0	0
4	26.970	303	0	1.000	0	0
5	22.200	164	0	2.000	0	0
6	40.455	405	0	2.000	0	0
7	31.070	311	7.500	1.000	0	0
8	26.970	270	7.500	1.000	0	0
9	26.970	270	7.500	0	0	0
10	31.070	311	7.500	1.000	0	0
11	26.970	270	0	1.000	0	0
12	40.455	405	0	2.000	0	0
13	40.455	405	0	2.000	0	0
14	40.455	405	0	2.000	0	0
15	11.880	83	0	0	0	0
16	12.210	117	0	0	0	0
17	13.200	132	0	0	0	0
18	17.750	178	7.500	1.000	0	0
19	17.750	178	7.500	1.000	0	0
20	11.220	69	0	0	0	0
21	11.550	78	0	0	0	0
22	11.550	116	0	0	0	0
23	12.540	86	0	0	0	0
24	39.600	385	0	1.600	0	0
25	39.600	408	0	1.600	0	0
26	39.600	408	0	1.600	0	0

Manzana	Residencial (m <sup>2</sup> c)	Hipótesis viviendas	Oficinas (m <sup>2</sup> c)	Terciario (m <sup>2</sup> c)	Industrial (m <sup>2</sup> c)	Servicios privado (m <sup>2</sup> c)
27	39.600	404	0	1.600	0	0
28	39.600	392	0	1.600	0	0
29	41.600	394	0	1.600	0	0
30	41.600	494	0	3.200	0	0
31	41.600	434	0	1.600	0	0
32	38.460	385	0	2.400	0	0
33	38.460	385	0	2.400	0	0
34	41.600	326	0	3.200	0	0
35	13.200	132	0	0	0	0
36	13.200	132	0	0	0	0
37	8.250	83	0	0	0	0
38	41.400	453	0	3.200	0	0
39	25.100	290	0	2.000	0	0
40	41.400	385	0	3.200	0	0
41	25.100	258	0	2.000	0	0
42	7.920	79	0	0	0	0
43	7.260	52	0	0	0	0
44	7.920	79	0	0	0	0
45	12.870	129	0	0	0	0
46	10.890	77	0	0	0	0
47	13.200	85	0	0	0	0
48	13.200	86	0	0	0	0
49	12.540	125	0	0	0	0
T1	8.200	82	0	0	0	0
T2	12.300	132	0	0	0	0
T3	12.300	119	0	0	0	0
T4	8.200	75	0	0	0	0
T5	12.300	111	0	0	0	0
T6	8.200	0	0	0	0	0
T7	12.300	125	0	0	0	0
T8	12.300	114	0	0	0	0
T9	12.300	123	0	0	0	0
T10	12.300	39	0	0	0	0

Manzana	Residencial (m <sup>2</sup> c)	Hipótesis viviendas	Oficinas (m <sup>2</sup> c)	Terciario (m <sup>2</sup> c)	Industrial (m <sup>2</sup> c)	Servicios privado (m <sup>2</sup> c)
T11	12.300	122	0	0	0	0
T12	12.300	123	0	0	0	0
T13	8.200	82	0	0	0	0
ES2.a	0	0	0	0	0	475
ES2.b	0	0	0	0	0	428
ES3	0	0	0	0	0	879
MCO	0	0	0	90.000	0	0
MCS Ofi	17.362 <sup>2</sup>	174	92.740	23.056	0	0
MCS Res	22.000	220	0	5.700	0	0

Tabla 3. Usos considerados por manzana. Manzanas residenciales y terciarias

De cara la modelo macro, se han agrupado las parcelas de la Manzana Central en dos únicas zonas.

La zona “MCS Ofi” se corresponde con las manzanas ubicadas la sur, las ST1, ST2, ST3, mientras que la zona “MCS Res” se corresponde con las manzanas de uso residencial ubicadas al norte, las manzanas RC1 y RC2.



Figura 10. Agrupación de parcelas de la Manzana central en el modelo macro

Manzana	Residencial (m <sup>2</sup> c)	Hipótesis viviendas	Oficinas (m <sup>2</sup> c)	Terciario (m <sup>2</sup> c)	Industrial (m <sup>2</sup> c)	Servicios privado (m <sup>2</sup> c)
A	0	0	0	0	17.368	0

<sup>2</sup> Esta superficie considerada como residencial a los efectos de generación y atracción de viajes, es de uso hotelero.

B	0	0	0	0	39.840	0
C	0	0	0	0	18.435	0
D	0	0	0	0	18.435	0
E	0	0	0	0	40.028	0
F	0	0	0	0	17.555	0
G	0	0	0	0	53.293	0
H	0	0	0	0	33.137	0
I	0	0	0	0	33.137	0
J	0	0	0	0	53.293	0
K	0	0	0	0	22.670	0
L	0	0	0	0	22.670	0
M	0	0	0	0	44.719	0
ES1.a	0	0	0	0	0	455
ES1.b	0	0	0	0	0	455

*Tabla 4. Usos considerados por manzana. Manzanas Industriales*

La ilustración siguiente muestra la codificación y ubicación de todas y cada una de las manzanas contenidas en las dos tablas anteriores. Así mismo, dicha ilustración muestra el estado actual de cada manzana. Se observa que gran parte de ellas están actualmente en construcción e incluso con licencias de primera ocupación en vigor.



Figura 11. Plano de las parcelas de El Cañaveral, en su estado actual

Para cada una de las manzanas anteriores se ha definido un centroide en el modelo de macrosimulación, de manera que todos los viajes generados o atraídos en la manzana puedan asignarse al viario perimetral de la misma, como se verá más adelante.

A partir de los datos de superficies se han calculados las cifras de viajes esperados para las horas punta de mañana y de tarde, considerando una ocupación completa. Tal y como ya se ha indicado, se han aplicado los ratios recomendados por la “Guía para la realización de estudios de transportes en aparcamientos de más de 6.000 m<sup>2</sup>” del Ayuntamiento de Madrid.

Concretamente, los ratios utilizados, han sido los mostrados en las siguientes tablas, obtenidas del citado documento.

Tipo de uso	Ratio de generación de viajes (1)	Unidad	Viajes generados/día	Hora Punta (HP)	Factor HP		Viajes generados/H punta
					Entrada	Salida	
Oficinas	10 viajes/100 m <sup>2</sup> techo			8:00-9:00 Laborable	0,40	0,00	
Comercial	50 viajes/100 m <sup>2</sup> techo			19:00-20:00 Viernes	0,12	0,07	
Industrial	5 viajes/100 m <sup>2</sup> techo			8:00-9:00 Laborable	0,40	0,00	
Ocio	1 viaje/1 localidad			Horario espectáculo (2)	1	1	
Residencial	7 viajes/vivienda			8:00-9:00 Laborable	0,00	0,40	
<b>Total</b>							

(1) Por sentido (entrada o salida)

Figura 12. Ratios y factores hora punta para la estimación de viajes

La aplicación de los ratios anteriores, sobre las superficies consideradas, da lugar al total de viajes generados/atraídos. En cuanto a los factores de hora punta se han aplicado los indicados en la tabla, pero con dos consideraciones adicionales:

- No parece adecuado aplicar un factor 0 en ningún caso. Se sustituyen esos valores nulos por 0,02 (2%) para considerar un tráfico mínimo.
- En todos los casos, la toma la hora punta de mañana o tarde indicada en la tabla y se aplica la distribución simétrica para la otra hora punta.

Ambas hipótesis permiten mantener los resultados del lado de la seguridad, al estar considerando un tráfico superior al indicado en la tabla.

Sobre los viajes obtenidos es necesario aplicar las cuotas de reparto modal, que también quedan recogidas en el mismo documento.

Uso	Distribución modal objetivo interior M30			Distribución modal objetivo exterior M30 (2)		
	Pie-bici	T. Público	Coche-moto	Pie-bici	T. Público	Coche-moto
Terciario	17%	50%	33%	10%	40%	50%
Espectáculos	32%	46%	22%	32%	46%	22%
Residencial	32%	46%	22%	32%	46%	22%

Figura 13. Reparto modal y tráfico vehicular generado

Para la anterior tabla también se ha considerado oportuno aplicar una pequeña modificación. Se trata de los viajes atraídos por la manzana comercial del desarrollo. En ella existirá un gran centro comercial, que atraerá demanda de un área mucho más amplia que los comercios más locales existentes en manzanas de uso mayoritario residencial.

En las manzanas de uso mixto si que se aplica una cuota modal del 22% para los usos comerciales y de ocio. Sin embargo, para el gran centro comercial, se ha aplicado una tasa modal del 75%, más acorde con el reparto modal de este tipo de superficies, que albergan un gran espacio de aparcamiento.

Finalmente, sobre las cifras de viajes en vehículo privado ha sido necesario aplicar los correspondientes índices de ocupación para obtener el número de vehículos. Para este caso, el documento citado hace alusión a los valores indicados en la Instrucción de Diseño de la Vía Pública, que recomienda un valor de 1,35 para residencial y terciario y de 2 para comercial y ocio. No obstante, en este caso se ha considerado oportuno aplicar unos índices menores, acordes con los observados en desarrollos residenciales situados en el exterior de la M -40. Los valores utilizados se muestran en la siguiente tabla.

Residencial (oc./veh. )	Oficinas ( oc./veh. )	Terciario ( oc./veh. )	Industrial ( oc./vrh. )
-------------------------	-----------------------	------------------------	-------------------------

1,2	1,0	1,4	1,0
-----	-----	-----	-----

Tabla 5. Índices de ocupación considerados según uso

La aplicación de los diferentes ratios, repartos y ocupaciones indicadas en las tablas, sobre cada uno de los usos de El Cañaveral da lugar al total de vehículos que genera o atrae el desarrollo, durante la hora punta de la mañana y la hora punta de la tarde.

La aplicación de estos ratios, según los cálculos adjuntos como anexo al presente documento, da lugar a las cifras de viajes mostradas en las tablas de las siguientes páginas, que se definen a continuación:

- Tabla de manzanas residenciales/terciarias: En ella se incluyen todas las ubicadas al este de la M-45, además de la gran manzana comercial (MCO).
- Tabla de manzanas industriales: En ella se incluyen las manzanas ubicadas al oeste de la M-45, con uso mayoritariamente industrial y con excepción de la gran manzana comercial, incluida en la tabla anterior.

En ambas tablas se muestra los valores del número de vehículos calculado para la entrada y la salida de cada una de las parcelas durante la hora punta de la mañana y durante la hora punta de la tarde.

Manzana	HPM Entrada	HPM Salida	Total HPM	HPT Entrada	HPT salida	Total HPT
1	11	134	145	149	19	168
2	162	200	362	208	166	374
3	158	168	326	168	158	326
4	10	158	168	166	14	180
5	9	89	98	104	17	121
6	15	212	227	227	23	250
7	160	170	330	178	164	342
8	159	149	308	157	163	320
9	157	147	304	147	157	304
10	160	170	330	178	164	342
11	9	141	150	149	13	162
12	15	212	227	227	23	250
13	15	212	227	227	23	250
14	15	212	227	227	23	250
15	3	43	46	43	3	46
16	4	61	65	61	4	65
17	4	68	72	68	4	72
18	157	102	259	110	161	271
19	157	102	259	110	161	271
20	2	36	38	36	2	38

Manzana	HPM Entrada	HPM Salida	Total HPM	HPT Entrada	HPT salida	Total HPT
21	3	41	44	41	3	44
22	3	60	63	60	3	63
23	3	45	48	45	3	48
24	13	201	214	214	19	233
25	14	213	227	226	20	246
26	14	213	227	226	20	246
27	14	211	225	224	20	244
28	14	205	219	218	20	238
29	14	206	220	219	20	239
30	19	260	279	285	31	316
31	15	226	241	239	21	260
32	14	202	216	221	24	245
33	14	202	216	221	24	245
34	15	174	189	199	27	226
35	4	68	72	68	4	72
36	4	68	72	68	4	72
37	3	43	46	43	3	46
38	18	239	257	264	30	294
39	12	154	166	169	20	189
40	16	204	220	229	28	257
41	11	137	148	152	19	171
42	3	41	44	41	3	44
43	2	27	29	27	2	29
44	3	41	44	41	3	44
45	4	67	71	67	4	71
46	2	40	42	40	2	42
47	3	44	47	44	3	47
48	3	45	48	45	3	48
49	4	65	69	65	4	69
T1	3	43	46	43	3	46
T2	4	68	72	68	4	72
T3	4	62	66	62	4	66
T4	2	39	41	39	2	41
T5	3	58	61	58	3	61

Manzana	HPM Entrada	HPM Salida	Total HPM	HPT Entrada	HPT salida	Total HPT
T6	0	0	0	0	0	0
T7	4	65	69	65	4	69
T8	3	59	62	59	3	62
T9	4	64	68	64	4	68
T10	2	21	23	21	2	23
T11	4	63	67	63	4	67
T12	4	64	68	64	4	68
T13	3	43	46	43	3	46
MCO	483	483	966	2,893	1,688	4,581
MCS Ofi	1,897	220	2,117	401	1,987	2,388
MCS Res	15	123	138	168	38	206

Tabla 6. Viajes asociados a los usos considerados por manzana. Manzanas residenciales y terciarias

Manzana	HPM Entrada	HPM Salida	Total HPM	HPT Entrada	HPT salida	Total HPT
A	174	9	183	9	174	183
B	399	20	419	20	399	419
C	185	10	195	10	185	195
D	185	10	195	10	185	195
E	401	21	422	21	401	422
F	176	9	185	9	176	185
G	534	27	561	27	534	561
H	332	17	349	17	332	349
I	332	17	349	17	332	349
J	534	27	561	27	534	561
K	227	12	239	12	227	239
L	227	12	239	12	227	239
M	448	23	471	23	448	471

Tabla 7. Viajes asociados a los usos considerados por manzana. Manzanas industriales

Todos estos viajes se han repartido de acuerdo con la distribución de las matrices consideradas en el modelo previo. Se ha hecho, por tanto, una actualización del número de viajes relacionados con El Cañaveral, asociando el polo del viaje interno a El Cañaveral a nivel de parcela y manteniendo la misma distribución entre las zonas externas al desarrollo en el polo externo del viaje.

Para aquellos viajes internos a El Cañaveral, se ha considerado oportuno limitarlos a un total del 10% de la demanda total, frente al excesivo 30% que existía en las matrices del modelo anterior. Una vez acotados

estos viajes, estos han sido distribuidos de acuerdo con los pesos de cada parcela interior en cuanto a viajes atraídos y viajes generados.

Con todas estas consideraciones, se obtiene que el desarrollo de El Cañaveral dará lugar a los viajes indicados en la siguiente tabla, repartidos entre la hora punta de mañana y la hora punta de la tarde

HPM Entrada	HPM Salida	Total HPM	HPT Entrada	HPT salida	Total HPT
8.217	8.094	16.311	11.098	9.718	20.816

Tabla 8. Resumen general de los viajes según ratios aplicados a los usos en el interior del desarrollo El Cañaveral

### 3.4.5. Demanda del resto de sectores

Para el resto de los sectores considerados, se han mantenido los mismos centroides que el modelo antecedente. Sin embargo, para estimar el número de viajes a considerar se han tomado los valores del modelo previo, que consideraban una ocupación del 100% de todos los desarrollos, y se han ponderado por el grado de ocupación previsto, a día de hoy, para el escenario 2032.

Dichos grados de ocupación son los mostrados a continuación, junto con una ilustración de la localización de los desarrollos considerados en el modelo.

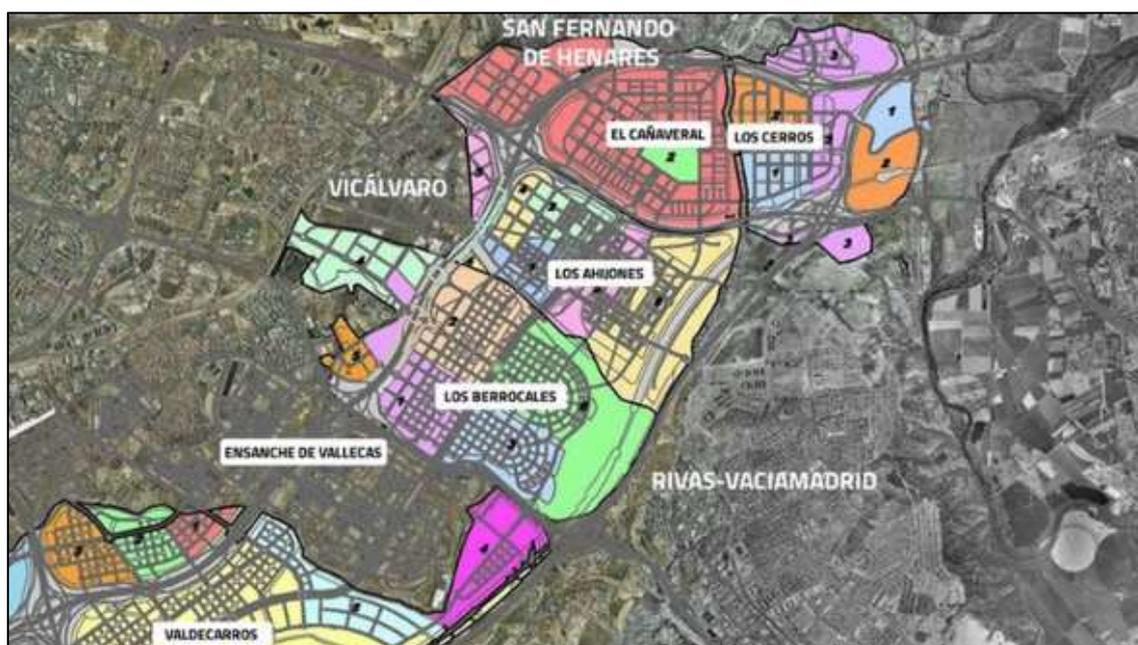


Figura 14. Ubicación de los Sectores considerados

Desarrollo urbanístico	2019	2032
Los Cerros	0	50%
Los Ahijones	0	50%
Los Berrocales	0	50%
Valdecarros	0	50%

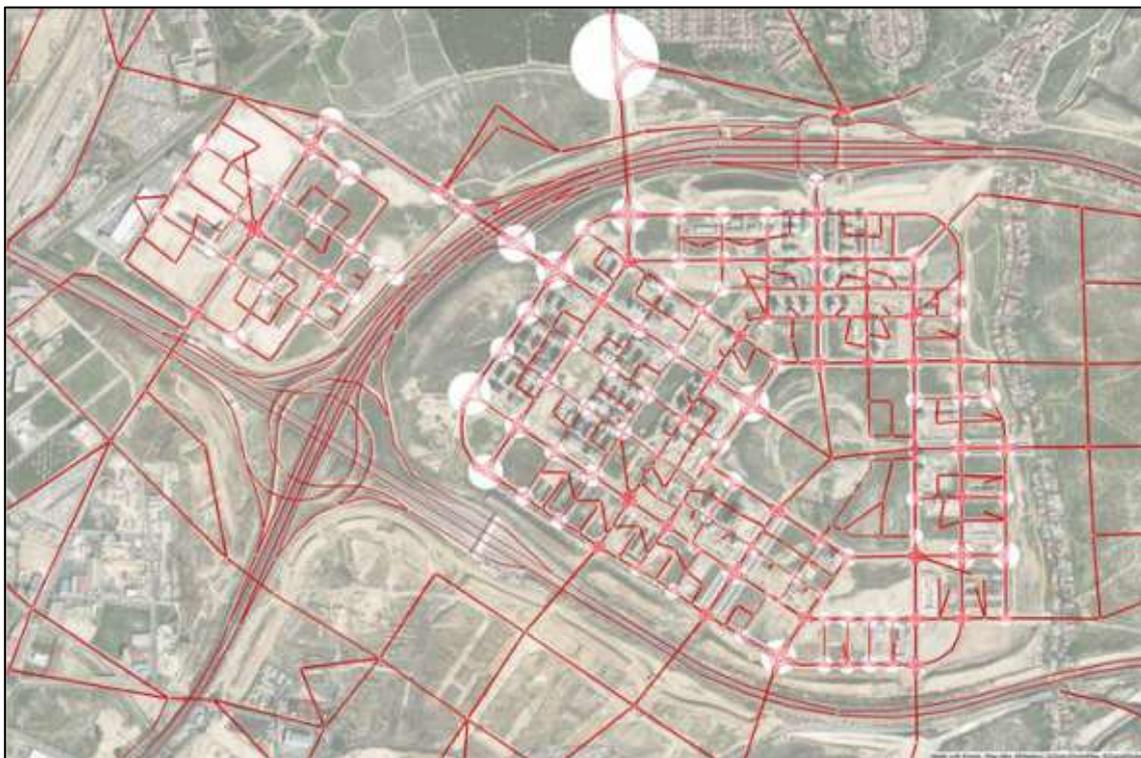
Tabla 9. Grado de ocupación supuesto para los escenarios temporales considerados

La aplicación adecuada de estos grados de ocupación permite obtener las matrices de viajes a sumar a la matriz tendencial de viajes ya definida.

### 3.4.6. Representación del viario a escala detallada

A partir del mismo plano considerado para los usos de El Cañaveral, y apoyados en el viario ya ejecutado, se han modificado los escenarios futuros del modelo para considerar la totalidad del viario interior, tanto del propio desarrollo como de las conexiones viarias de su entorno, incluyendo los sectores limítrofes.

Este trabajo ha dado lugar al viario mostrado en la siguiente ilustración, en la que también se observa cómo cada uno de los nodos ha sido definido como intersección. Cada una de las intersecciones ha sido tratada a nivel de movimiento, permitiendo o prohibiendo cada uno de los movimientos posibles y posibilitando que en la asignación correspondiente queden registrados todos los flujos de vehículos producidos en el interior de las intersecciones así consideradas.



*Figura 15. Red viaria considerada para El Cañaveral. Detalle de arcos e intersecciones consideradas*

Como ya se avanzaba en páginas anteriores, el grado de detalle de viario y centroides alcanzados, ha permitido conectar los viajes a la red sobre el viario perimetral de cada una de las manzanas de El Cañaveral. Incluso, para cada caso, se han limitado los conectores de unión a la red a aquellos tramos viarios donde será más lógico que existan bandas de aparcamiento o accesos a los aparcamientos.

### 3.5. Resultados obtenidos

Con toda la información anterior, se ha procedido a la asignación de las matrices de tráfico globales (tráfico tendencial + tráfico de El Cañaveral + tráfico del resto de sectores considerados) sobre la red.

A continuación, se incluyen las imágenes de las situaciones de hora punta de mañana y hora punta de tarde obtenidas.



Figura 16. Asignación de tráfico. Escenario 2032. Hora punta de mañana

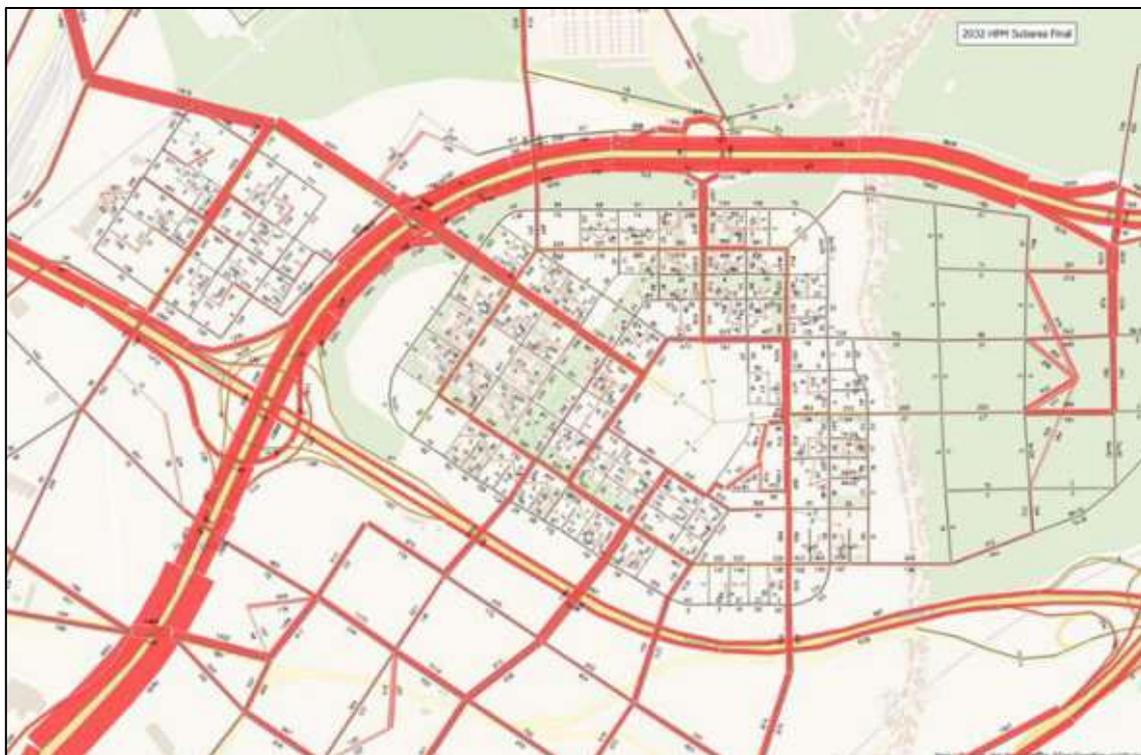


Figura 17. Asignación de tráfico. Escenario 2032. Hora punta de mañana. Detalle de El Cañaveral

En las imágenes anterior, se muestra cómo el viario interior de El Cañaveral registra tráfico en la práctica totalidad de sus calles, aunque existiendo una mayor intensidad de vehículos en aquellas vías de jerarquía

distribuidora. Esto es así por el esfuerzo realizado a la hora de desagregar las matrices de viajes a nivel de manzana.

Durante la hora punta de mañana existe una preponderancia de los viajes por motivo trabajo, con origen mayoritariamente en los usos residenciales. El elevado carácter residencial de El Cañaveral, con usos residenciales en la mayor parte de sus parcelas hace que la malla de tráfico sea bastante equilibrada durante este periodo.



Figura 18. Asignación de tráfico. Escenario 2032. Hora punta de tarde

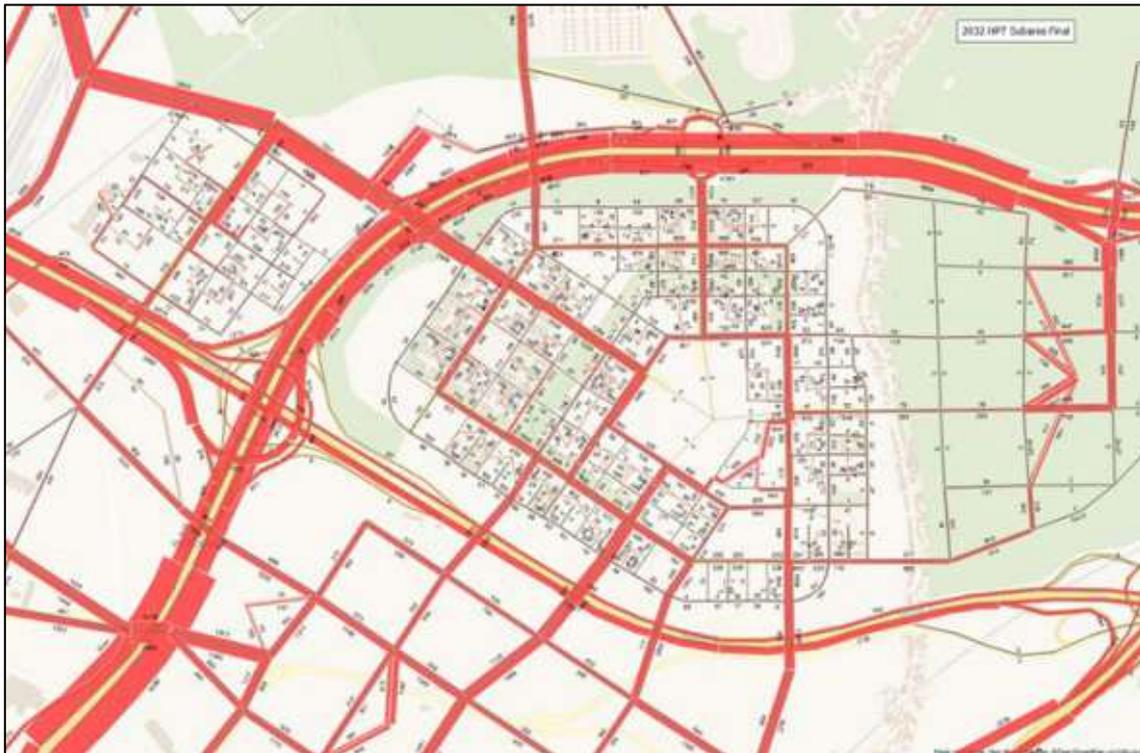


Figura 19. Asignación de tráfico. Escenario 2032. Hora punta de tarde. Detalle de El Cañaveral

Durante la hora punta de la tarde, se mezcla el regreso de los viajes por motivo trabajo con una alta importancia de los viajes por motivo ocio, en mayor medida durante los viernes, como inicio del fin de semana.

Esto se evidencia también en la araña de tráfico mostrada, que, si se observa detenidamente, se comprueba también cierto equilibrio en la mayor parte de la red pero, además, una mayor concentración de tráfico en aquellas parcelas con usos comerciales relevantes. Concretamente, esas parcelas comerciales son:

- MCO, ubicadas al norte de la M-45, junto a Coslada,
- MCS, ubicada en el centro del desarrollo residencial

Con respecto al desarrollo de parcelas industriales, ubicado al oeste de la M-45, no se aprecian grandes diferencias entre la distribución del tráfico de la hora punta de la mañana y el de la hora punta de la tarde. Esto es debido a que su viario da acceso, únicamente a usos de naturaleza casi exclusivamente industrial, por lo que la demanda que hace uso del viario se debe sólo a motivos laborales. Eso sí, se observa que se trata de movimientos de entrada durante la mañana y movimientos de salida durante la tarde.

### 3.6. Proceso iterativo

Para determinar los flujos finales en el viario y en las intersecciones, se procedió a un proceso iterativo entre los modelos macro y micro, que se describe brevemente a continuación.

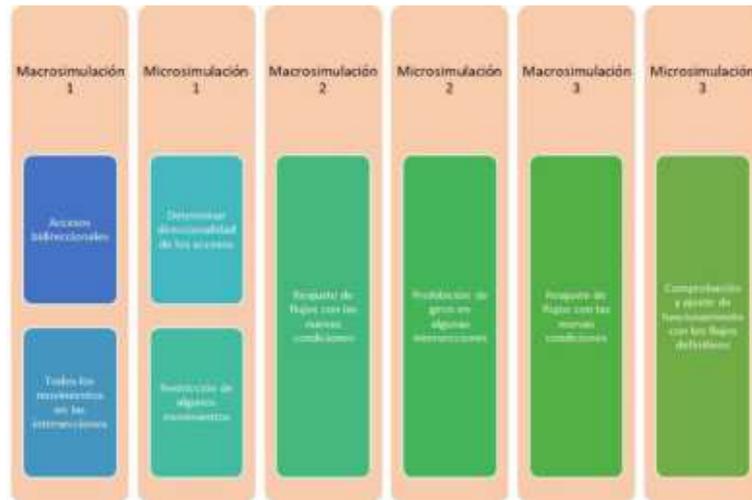


Figura 20. Proceso iterativo entre modelos macro y micro

En el **primer modelo macro** , se permitieron todos los movimientos y con las vías de acceso a la Manzana Central bidireccionales y se procedió a un **primer análisis** de las intersecciones, a **nivel micro** , con objeto de determinar si el funcionamiento de todas las intersecciones era correcto.

De este primer análisis se obtuvieron como conclusiones, que el funcionamiento de los accesos a la Manzana debería ser el siguiente.

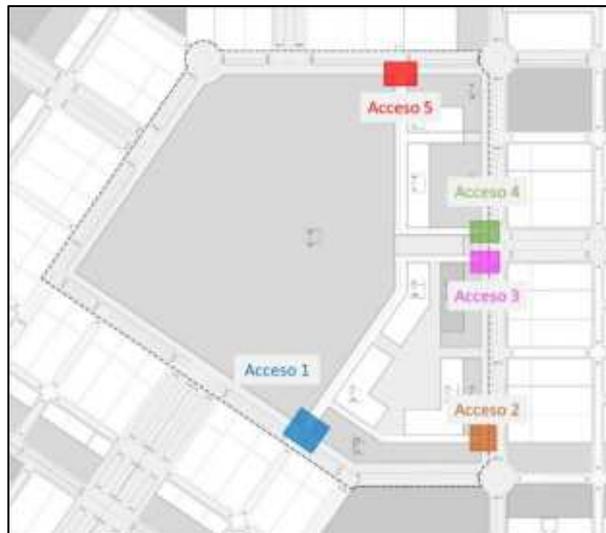


Figura 21. Asignación de tráfico. Escenario 2032. Hora punta de tarde. Detalle de El Cañaveral

El Acceso 1 será bidireccional, con entrada desde ambos lados del vial perimetral pero estando permitida la salida solo hacia la derecha.

El Acceso 2 será bidireccional. Al tener mediana el vial perimetral, la entrada y salida será desde/ solo al vial de sentido norte -sur.

El Acceso 3 será solo de salida, estando permitido todos los movimientos, paso de frente y giros a derecha e izquierda.

El Acceso 4 será solo de entrada, estando, a priori permitida la entrada tanto desde el vial perimetral o del vial perpendicular.

El Acceso 5 será solo de salida, en principio con todos los movimientos permitidos.

Con estas propuestas de modificación de giros y sentidos se realizó una **segunda macrosimulación**, manteniendo las matrices de viajes, pero modificando la red viaria y sus características.

Tras la obtención de los flujos en las intersecciones, se procedió al **análisis micro de nuevo**.

En este segundo análisis micro se determinó que era necesario prohibir algunos giros a la izquierda, en concreto en la intersección formada por el vial perimetral, los accesos 3 y 4 y el vial de comunicación con Los Cerros.

En esta intersección será necesario prohibir el giro a la izquierda desde ambos accesos del vial perimetral, para asegurar un correcto funcionamiento.

Con este nuevo ajuste se realizó la **macrosimulación por tercera vez** obteniéndose los flujos definitivos, que fueron posteriormente utilizados en la **última microsimulación**.

En esta tercera microsimulación se comprobó el correcto funcionamiento de todas las intersecciones y se determinó una estructura semafórica que permite este correcto funcionamiento.

## 4. Microsimulación

### 4.1. Obtención de datos necesarios

Como ya se ha comentado en el capítulo anterior donde se describe el proceso iterativo entre los modelos macro y micro, se tratan los resultados obtenidos en la macrosimulación, a nivel de giros en las intersecciones internas de El Cañaveral, como inputs de los modelos de microsimulación desarrollados para las intersecciones seleccionadas.

El hecho de haber considerado, ya en el modelo de macrosimulación, las intersecciones a nivel de giro, ha permitido que en las asignaciones realizadas queden registrados los vehículos horarios que efectúan cada uno de los giros posibles. Esta información es fácilmente exportable desde el software de macrosimulación, de manera que pueda ser utilizada casi de forma directa como dato de entrada en la microsimulación necesaria para evaluar el nivel de servicio.

### 4.2. Metodología a seguir e intersecciones a analizar

El análisis para comprobar el correcto funcionamiento de todas las intersecciones se ha realizado utilizando la metodología del Manual de Capacidad, en su versión de 2016, con el objeto de determinar el Nivel de Servicio<sup>3</sup> de cada una de ellas.

Para ello se utilizó un software, SIDRA<sup>4</sup>, especializado que ayuda en el caso de intersecciones, por ser en este caso la formulación más complicada que en el caso de vías interurbanas, donde la aplicación de la formulación es directa.

En el caso de intersecciones, el Nivel de Servicio está asociado a la demora. La relación entre la demora y el Nivel de Servicio en el caso de las glorietas y de las intersecciones semaforizadas son las que se muestra en la siguiente tabla.

Nivel de Servicio	Glorietas Demora (segundos)	Intersección semaforizada Demora (segundos)
A	0 – 10	0 - 10
B	>10 – 15	>10 – 20

<sup>3</sup> Los Niveles de Servicio son una medida cualitativa de las condiciones de circulación, que tienen en cuenta el efecto de varios factores tales como la velocidad, el tiempo de espera, etc. El nivel de servicio toma los siguientes valores: A (condiciones de circulación óptimas, la velocidad de los vehículos es igual a la que eligen libremente sus conductores), B (buenas condiciones de circulación), C (las condiciones permiten circular a la velocidad libre), D (todos los vehículos deben regular su velocidad según los vehículos precedentes), E (se forman colas) y F (situación de congestión).

<sup>4</sup> <http://www.sidrasolutions.com/>

Nivel de Servicio	Glorietas Demora (segundos)	Intersección semaforizada Demora (segundos)
C	>15 - 25	>20 - 35
D	>25 - 35	>35 - 55
E	>35 - 50	>55 - 80
F	>50	>80

Tabla 10. Relación entre el Nivel de Servicio y la demora en las glorietas e intersecciones semaforizadas

El valor de la demora se calcula para cada uno de los movimientos de todos los accesos a la intersección, obteniéndose además la longitud de cola media y el grado de saturación para completar el análisis.

El grado de saturación (relación entre la intensidad y la capacidad) es importante, pues la relación entre la demora y el nivel de servicio indicado en la tabla anterior es únicamente válido en caso de que el grado de saturación sea inferior a la unidad, es decir, que no se haya alcanzado la capacidad máxima de la vía.

Cuanto más próximo a la unidad sea el grado de saturación, menos reserva de capacidad tiene la intersección para recibir más tráfico. Siendo por tanto una variable importante a la hora de dimensionar, ya que permite valorar el posible funcionamiento de las intersecciones ante picos inesperados de tráfico o frente al crecimiento a futuro.

Por otro lado, la longitud de cola es una variable importante en el caso de intersecciones, ya que esta variable indica cual va a ser la ocupación de la vía por los vehículos que se detienen en la línea de parada de la intersección. Por ejemplo, aunque la demora sea pequeña, si la longitud de cola invade la intersección anexa, el funcionamiento no sería correcto, aunque el nivel de servicio fuera bueno.

Las intersecciones a analizar serán aquellas afectadas por la nueva configuración de la zona U.Z.P. 2.01.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación de dichas intersecciones, habiéndose mantenido la misma numeración que en el modelo macro, para una mayor facilidad en la transferencia de información.

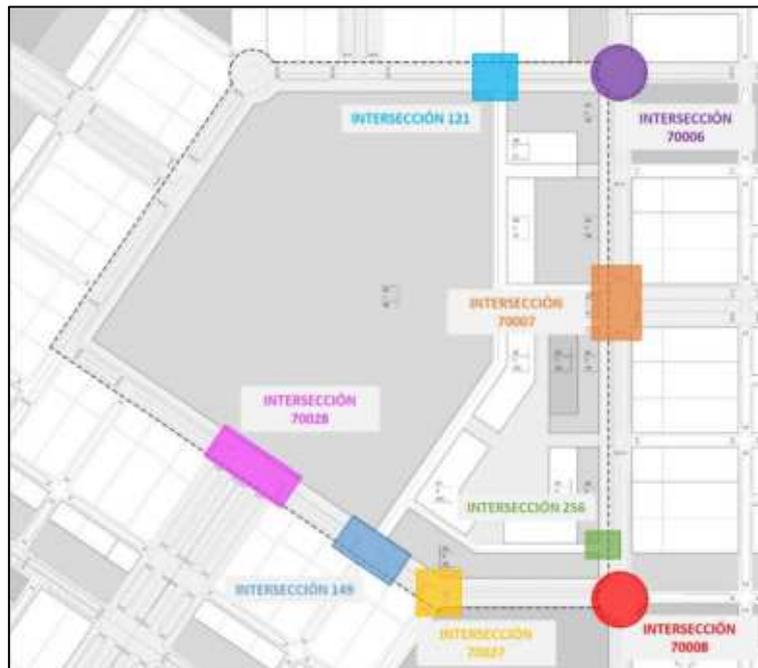


Figura 22. Ubicación de las intersecciones analizadas a nivel micro

### 4.3. Resultados obtenidos

Los valores máximos admisibles de cada variable y el código de colores utilizado en la presentación de resultados son los mostrados a continuación.

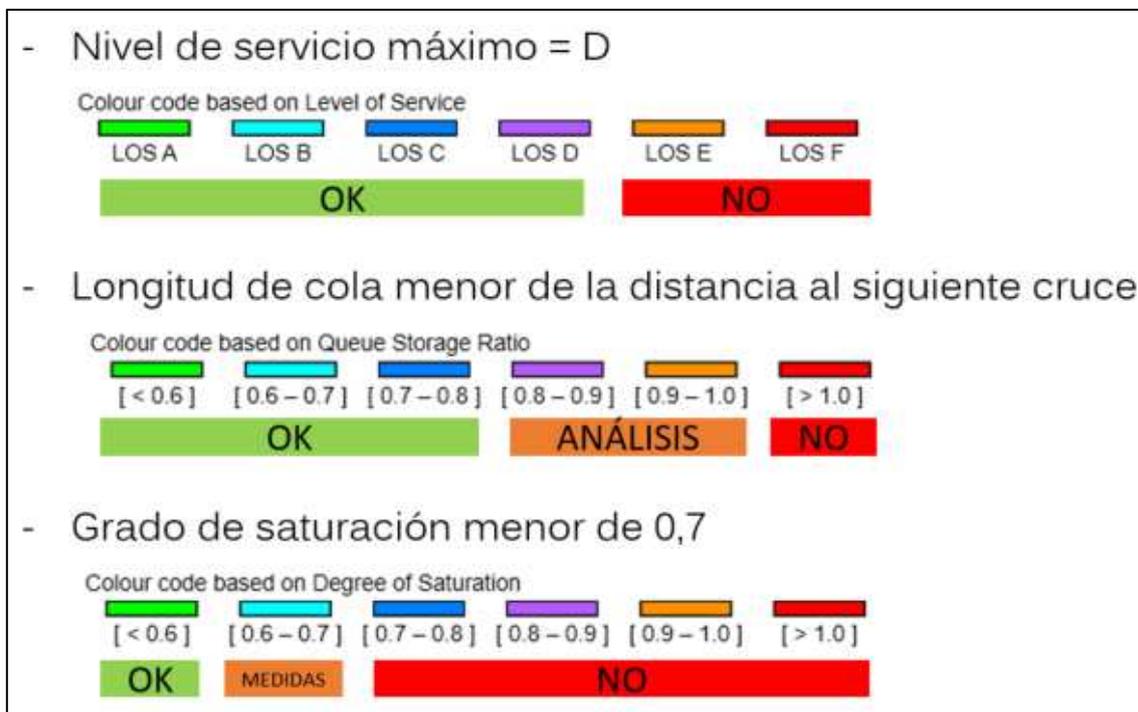


Figura 23. Valores admisibles y código de colores

A continuación se muestran los resultados en cada intersección, pudiéndose consultar en el Apéndice 1 un resumen de los resultados totales.

### 4.3.1. Intersección 70028

La intersección 70028 es la conexión entre la Gran Vía de Sureste y el vial perimetral de la Manzana Central.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación y la geometría de la intersección.

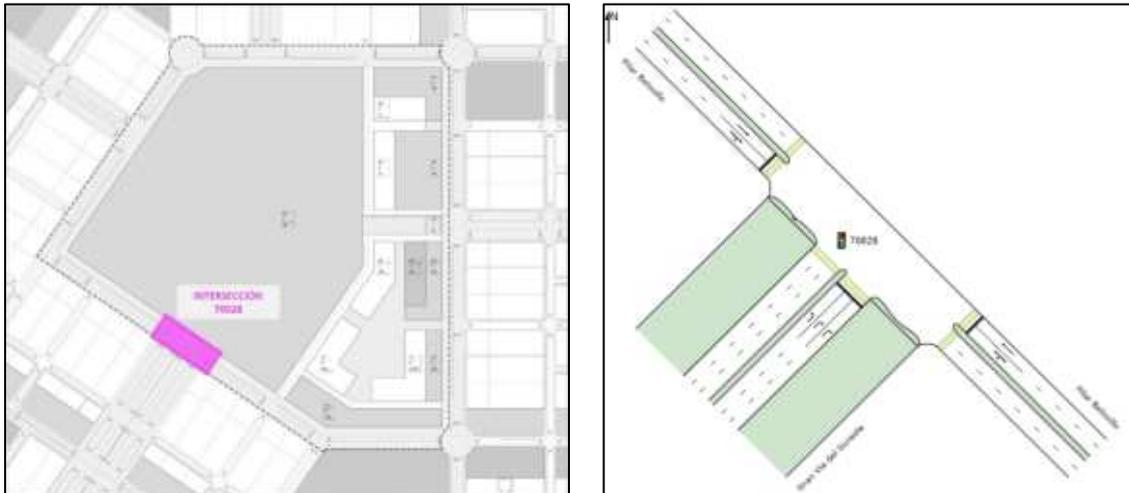


Figura 24. Ubicación y geometría de la Intersección 70028 <sup>5</sup>

La intensidad en cada movimiento fue la obtenida del modelo macro y que se muestra a continuación tanto para la hora punta de mañana como de tarde.



Figura 25. Intensidad hora punta de mañana (izquierda) y de tarde (derecha) en la Intersección 70028

Se muestra a continuación la estructura semafórica propuesta para la regulación es el que se muestra en la siguiente imagen, pero que serán los técnicos del Departamento de Tecnologías del Tráfico del

<sup>5</sup> La geometría mostrada es un esquema funcional del programa de microsimulación SIDRA, no es un dibujo de diseño.

Ayuntamiento de Madrid los que validen esta solución o propongan una mejor según el criterio y normativa del Ayuntamiento.

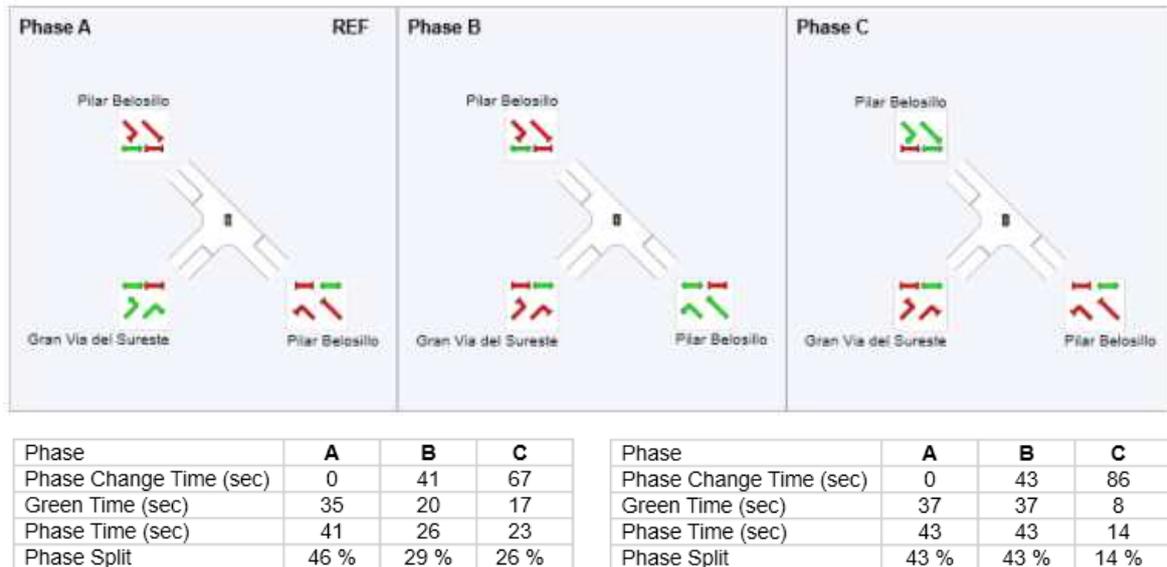


Figura 26. Estructura semafórica en la hora punta de mañana (izquierda) y de tarde (derecha) . Intersección 70028

Con esta intensidad horaria en cada movimiento y la estructura semafórica anterior, los resultados obtenidos tras la simulación en la hora punta de mañana y de tarde fueron los siguientes.

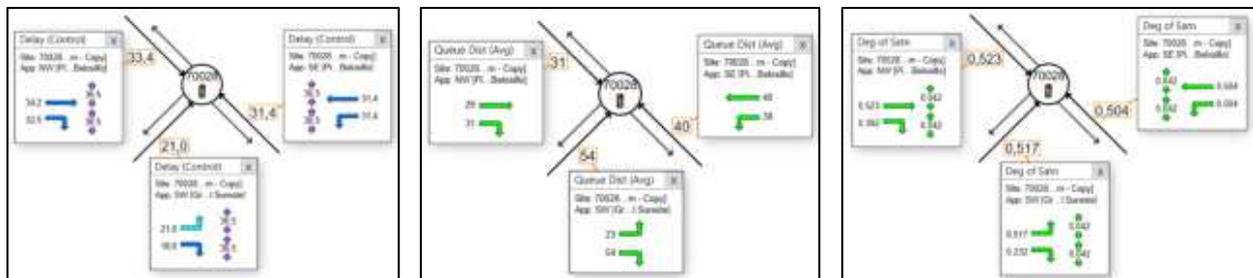


Figura 27. Resultados en la hora punta de la mañana. Intersección 70028

En la hora punta de la mañana, el nivel de servicio sería nivel C en todos los movimientos, a excepción de giro a la izquierda desde la Gran Vía que trabajaría en nivel B.

La mayor longitud de cola sería de 54 metros y se produciría en el giro a la derecha dese la Gran Vía.

En cuanto al grado de saturación, el máximo valor se alcanzaría en el movimiento recto oeste -este en Pilar Belosillo, con un valor de 0,523, es decir, un funcionamiento totalmente correcto.

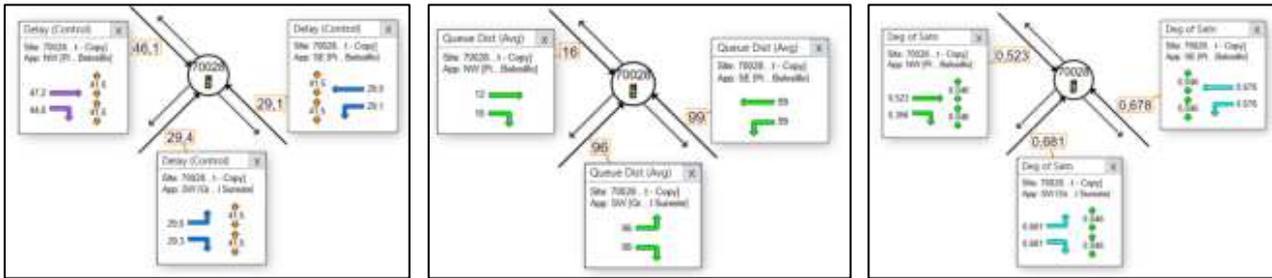


Figura 28. Resultados en la hora punta de la tarde. Intersección 70028

En la hora punta de tarde, los movimientos desde la Gran Vía y desde el acceso este de Pilar Bellosillo trabajarían en nivel C, mientras que los del acceso oeste, lo harían en nivel D.

La longitud de cola en el acceso este sería ligeramente inferior a los 100 metros, con lo que no habría problemas con las intersecciones adyacentes.

En cuanto al grado de saturación, en este caso sí que hay varios movimientos que sobrepasan el 0,6 sin llegar nunca al 0,7.

Como se indica en la Instrucción de la Vía Pública, en el caso de que el grado de saturación esté en la horquilla del 0,6 al 0,7 se han de proponer medidas de uso de transporte público.

En este sentido el CRTM está en estos momentos analizando diferentes opciones de transporte público en el Sector, entre ellos un BRT que comunique todos los sectores del sureste y que indudablemente será un gran incentivo para el uso del transporte público entre todos los sectores, ya que no se prevé, como se verá en capítulos posteriores, la llegada del transporte público masivo.

### 4.3.2. Intersección 149

La intersección 149 es la conexión entre el vial perimetral de la Manzana Central, la calle Pilar Bellosillo, con la entrada sur al viario interior a la Manzana

En la siguiente imagen se muestra la ubicación y la geometría de la intersección.

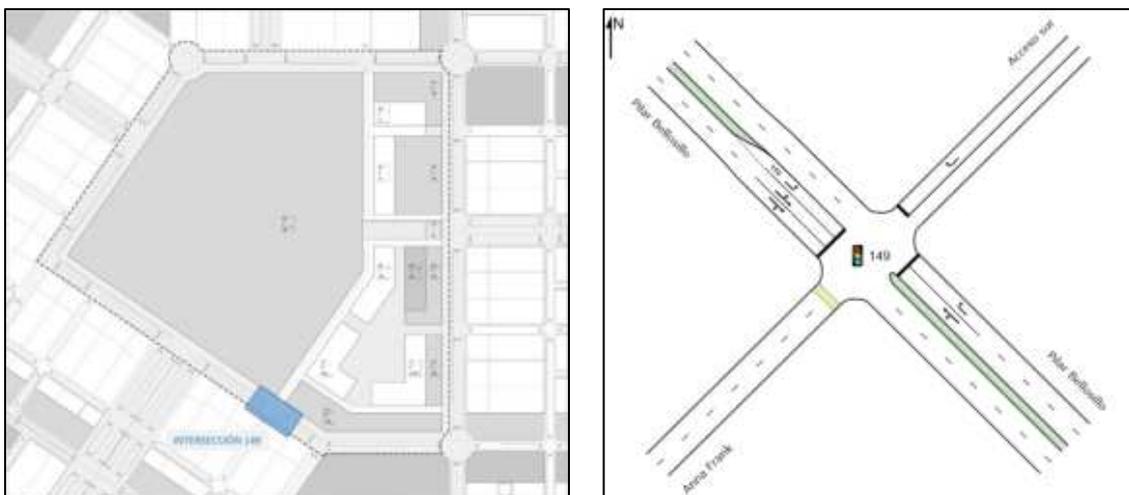


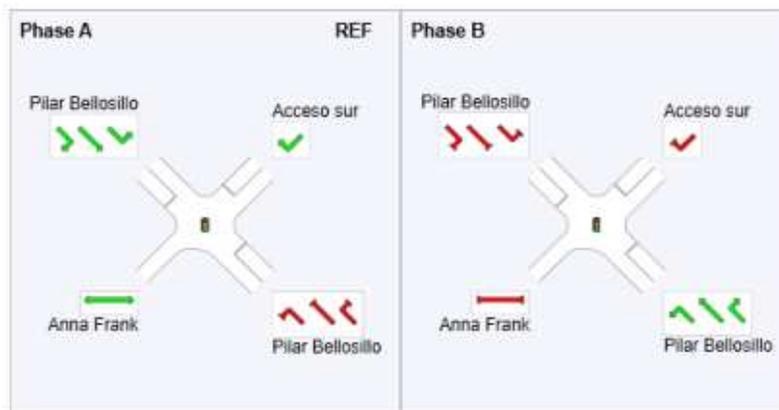
Figura 29. Ubicación y geometría de la Intersección 149

La intensidad en cada movimiento fue la obtenida del modelo macro y que se muestra a continuación tanto para la hora punta de mañana como de tarde.



Figura 30. Intensidad hora punta de mañana (izquierda) y de tarde (derecha) en la Intersección 149

Se muestra a continuación la estructura semafórica propuesta



Phase	A	B
Phase Change Time (sec)	0	54
Green Time (sec)	48	30
Phase Time (sec)	54	36
Phase Split	60 %	40 %

Phase	A	B
Phase Change Time (sec)	0	57
Green Time (sec)	51	27
Phase Time (sec)	57	33
Phase Split	63 %	37 %

Figura 31. Estructura semafórica en la hora punta de mañana (izquierda) y de tarde (derecha) . Intersección 149

Con esta intensidad horaria en cada movimiento y la estructura semafórica anterior, los resultados obtenidos tras la simulación en la hora punta de mañana y de tarde fueron los siguientes.

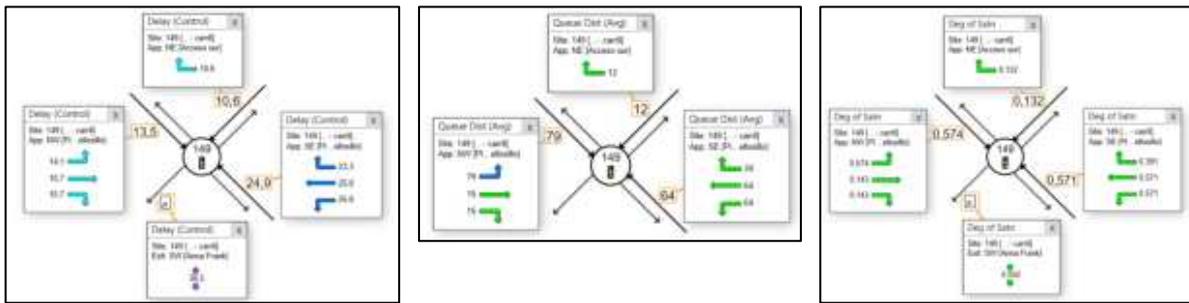


Figura 32. Resultados en la hora punta de la mañana. Intersección 149

En la hora punta de la mañana, el nivel de servicio sería nivel B en todos los movimientos del acceso oeste de Pilar Belosillo y la salida desde la Manzana Central. Los movimientos desde el acceso Este trabajarían en nivel C.

La mayor longitud de cola sería la del giro a la izquierda hacia la Manzana Central, que como se puede ver en el esquema de la geometría, se ha dotado de un carril exclusivo de giro a la izquierda, para minimizar el impacto sobre el tráfico pasante.

En cuanto al grado de saturación, todos los valores están por debajo del 0,6 .

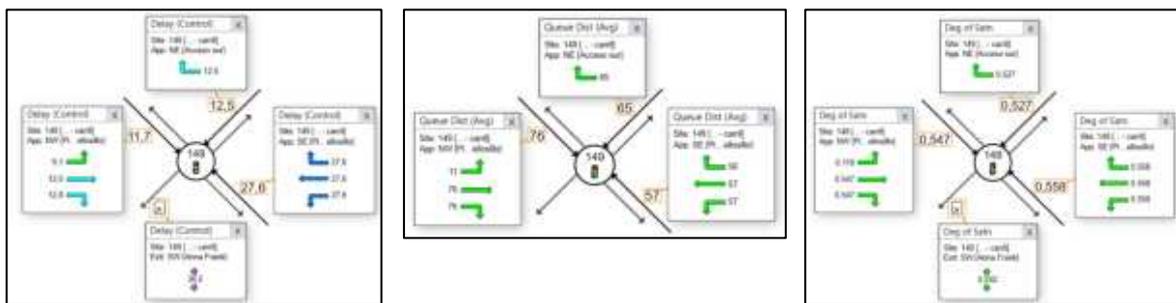


Figura 33. Resultados en la hora punta de la tarde. Intersección 149

En la hora punta de tarde, se mantienen los niveles de servicio de la mañana, mejorando el giro a la izquierda para entrar a la manzana en la que el nivel será A, debido a la baja intensidad de entrada por las tardes a la zona de oficina, donde la intensidad más elevada es de salida.

La longitud de cola en el acceso oeste estaría en torno a los 75 metros, con lo que no habría problemas con las intersecciones adyacentes.

En cuanto al grado de saturación, en todos los movimientos el valor sería inferior a 0,6 .

### 4.3.3. Intersección 70027

La intersección 70027 es la intersección contigua, en el vial perimetral de la Manzana Central, la calle Pilar Belosillo.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación y la geometría de la intersección.

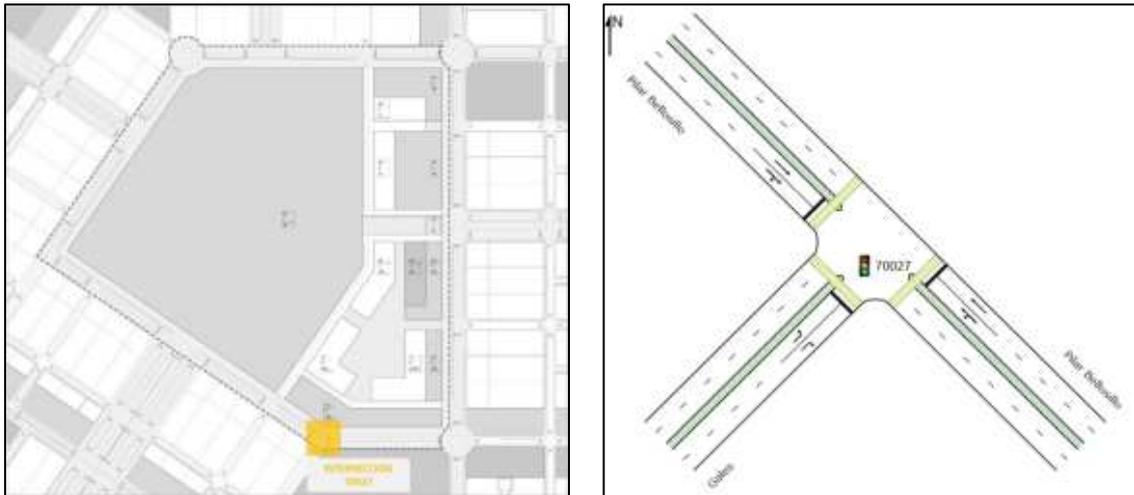


Figura 34. Ubicación y geometría de la Intersección 70027

La intensidad en cada movimiento fue la obtenida del modelo macro y que se muestra a continuación tanto para la hora punta de mañana como de tarde.

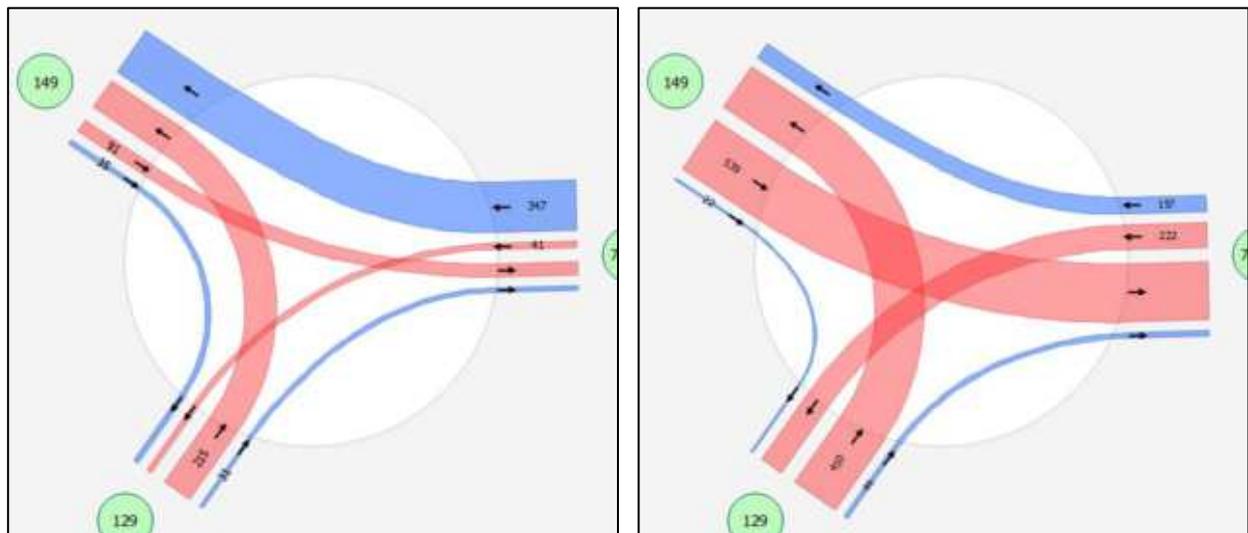
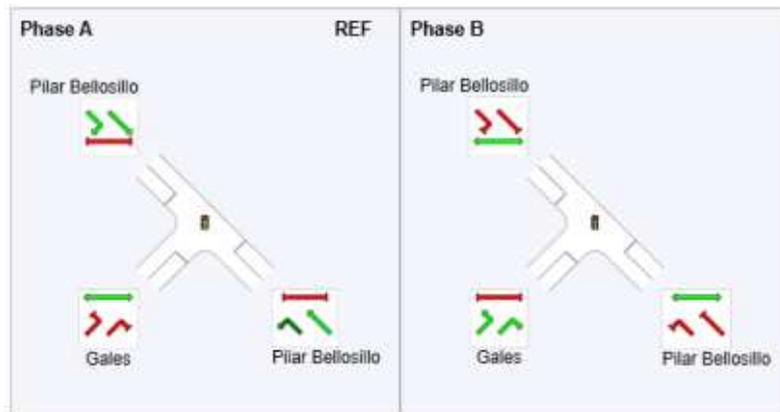


Figura 35. Intensidad hora punta de mañana (izquierda) y de tarde (derecha) en la Intersección 70027

Se muestra a continuación la estructura semafórica propuesta.



Phase	A	B	Phase	A	B
Phase Change Time (sec)	0	43	Phase Change Time (sec)	0	58
Green Time (sec)	37	41	Green Time (sec)	52	26
Phase Time (sec)	43	47	Phase Time (sec)	58	32
Phase Split	48 %	52 %	Phase Split	64 %	36 %

Figura 36. Estructura semafórica en la hora punta de mañana (izquierda) y de tarde (derecha). Intersección 70027

Con esta intensidad horaria en cada movimiento y la estructura semafórica anterior, los resultados obtenidos tras la simulación en la hora punta de mañana y de tarde fueron los siguientes.

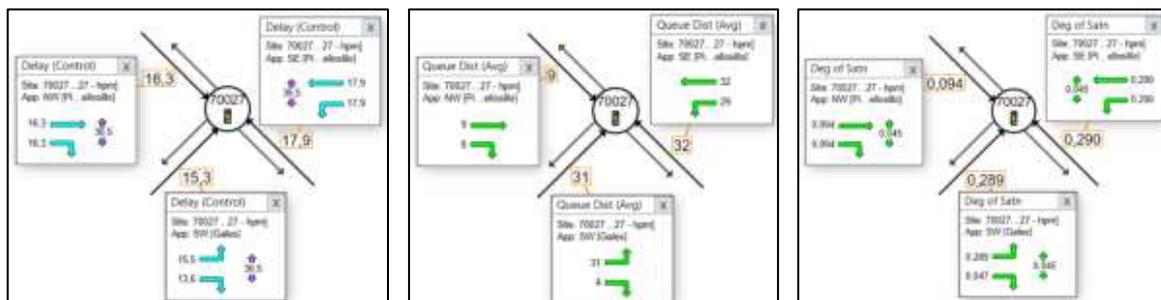


Figura 37. Resultados en la hora punta de la mañana. Intersección 70027

En la hora punta de la mañana, el nivel de servicio sería nivel B en todos los movimientos de la intersección.

La mayor longitud de cola media sería en los movimientos del acceso este, siendo ligeramente mayores de 30 metros.

En cuanto al grado de saturación, todos los valores están por debajo del 0,6.

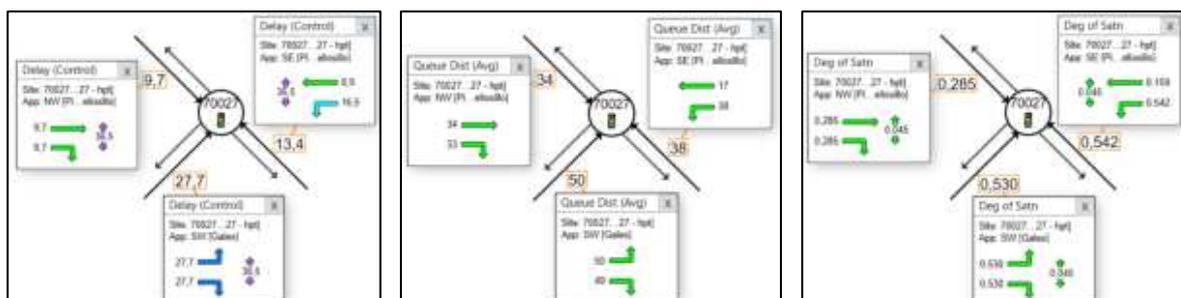


Figura 38. Resultados en la hora punta de la tarde. Intersección 70027

En la hora punta de tarde, los movimientos del acceso sur trabajarían en nivel de servicio C, mientras que los del acceso oeste y el movimiento de paso del acceso este lo harían en nivel A y el giro a la izquierda desde dicho acceso en nivel B.

La longitud de cola en el acceso sur estaría en torno a los 50 metros, con lo que no habría problemas con las intersecciones adyacentes.

En cuanto al grado de saturación, en todos los movimientos el valor sería inferior a 0,6.

#### 4.3.4. Intersección 70008

La intersección 70008 es la rotonda ubicada en la esquina sureste de la Manzana Central.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación y la geometría de la intersección.

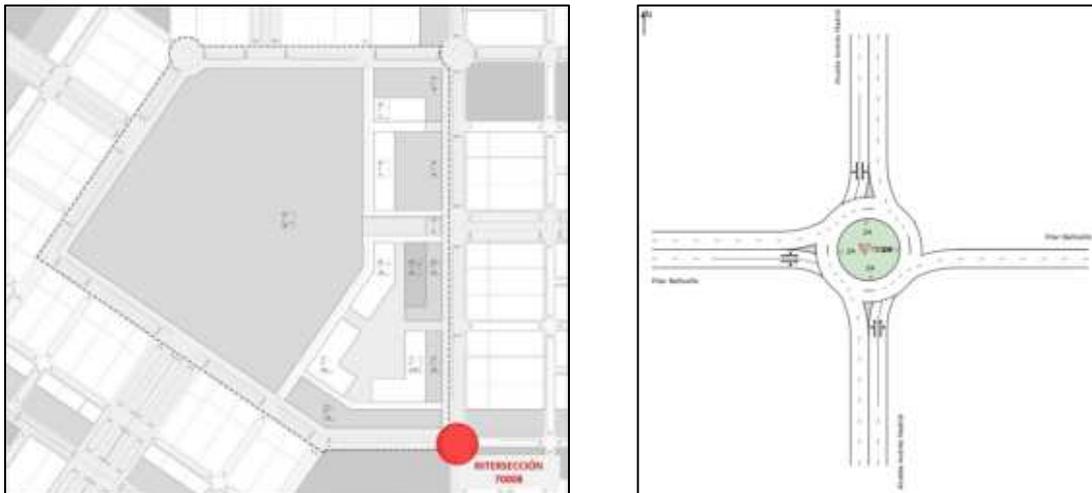


Figura 39. Ubicación y geometría de la Intersección 70008

La intensidad en cada movimiento fue la obtenida del modelo macro y que se muestra a continuación tanto para la hora punta de mañana como de tarde.

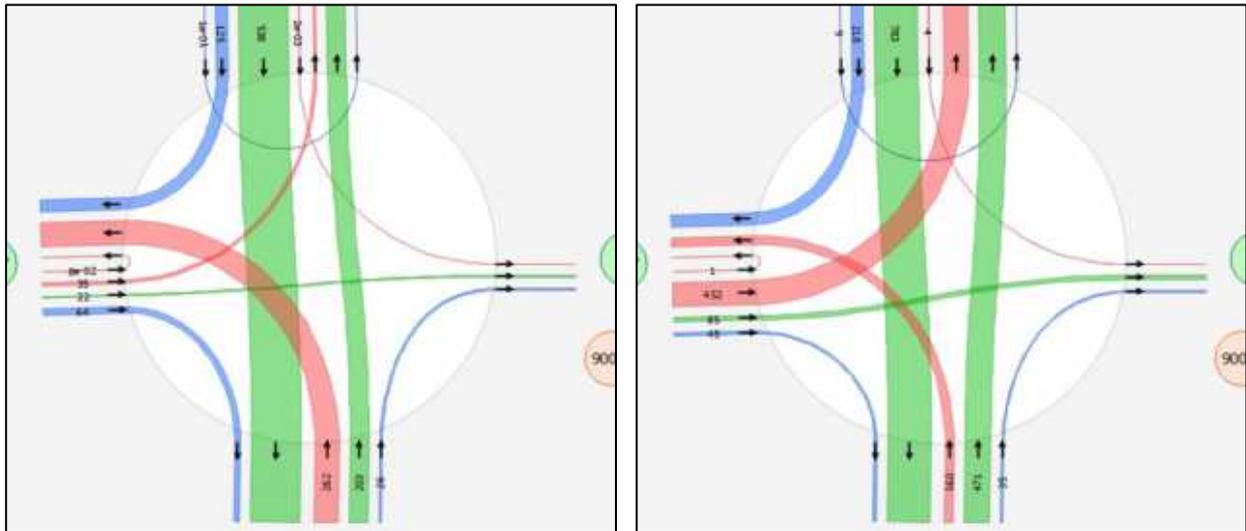


Figura 40. Intensidad hora punta de mañana (izquierda) y de tarde (derecha) en la Intersección 70008

Se trata de una rotonda con una isleta de 24 metros de diámetro, y un anillo circular con dos carriles y una anchura de 12 metros.

Cuenta con cuatro accesos, tres de ellos bidireccionales y uno, el acceso este, solo de salida de la intersección.

Con esta intensidad horaria en cada movimiento y la geometría anterior, los resultados obtenidos tras la simulación en la hora punta de mañana y de tarde fueron los siguientes.

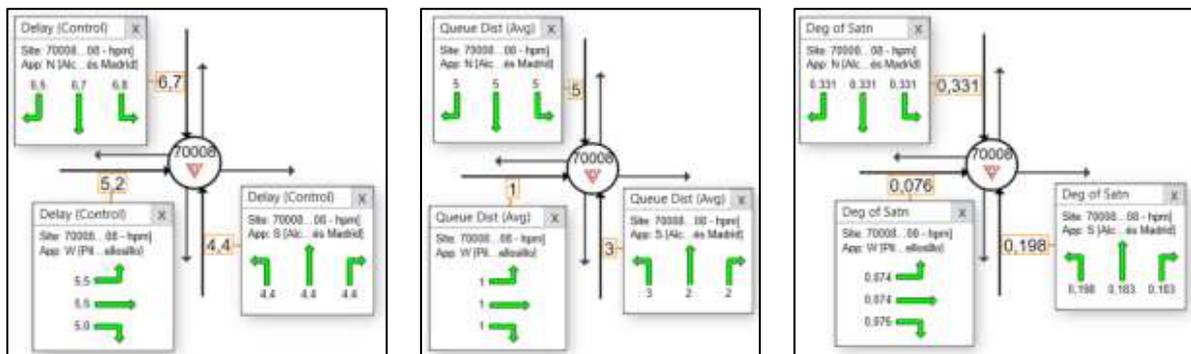


Figura 41. Resultados en la hora punta de la mañana. Intersección 70008

En la hora punta de la mañana, el nivel de servicio sería nivel A en todos los movimientos de la intersección.

La mayor longitud de cola media sería de apenas 5 metros en el acceso norte de la glorieta.

En cuanto al grado de saturación, todos los valores están por debajo del 0,6.

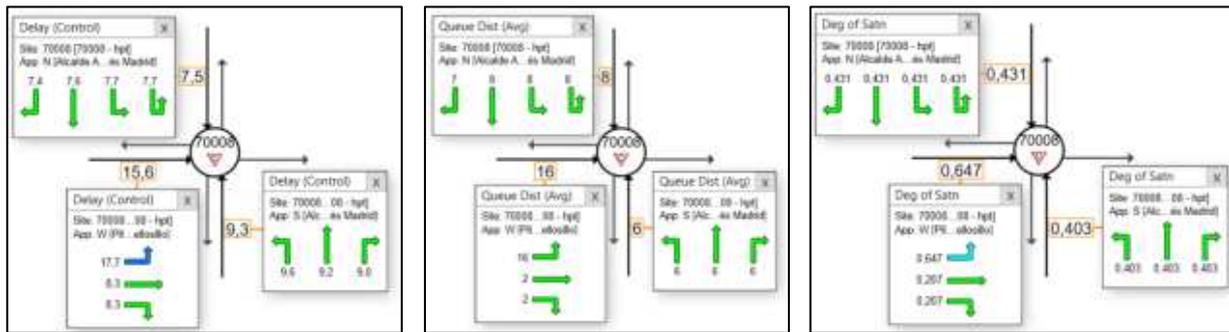


Figura 42. Resultados en la hora punta de la tarde. In tersección 7008

En la hora punta de tarde, todos los movimientos trabajarían en nivel A, a excepción del giro a la izquierda desde el acceso oeste hacia el norte, que en esta hora punta contará con una elevada intensidad.

La longitud de cola apenas llegará a los 8 metros en todos los movimientos, a excepción del giro a la izquierda ya mencionado en el que la longitud sería de unos 16 metros.

En cuanto al grado de saturación, en todos los movimientos el valor sería inferior a 0,6, a excepción del movimiento con mayor intensidad, el giro a la izquierda, en el que será superior a 0,6 pero sin llegar a 0,7.

#### 4.3.5. Intersección 256

La intersección 256 es la intersección del vial perimetral de la Manzana Central, la calle Alcalde Andrés Madrid, con el vial interior a la Manzana.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación y la geometría de la intersección.



Figura 43. Ubicación y geometría de la Intersección 256

La intensidad en cada movimiento fue la obtenida del modelo macro y que se muestra a continuación tanto para la hora punta de mañana como de tarde.

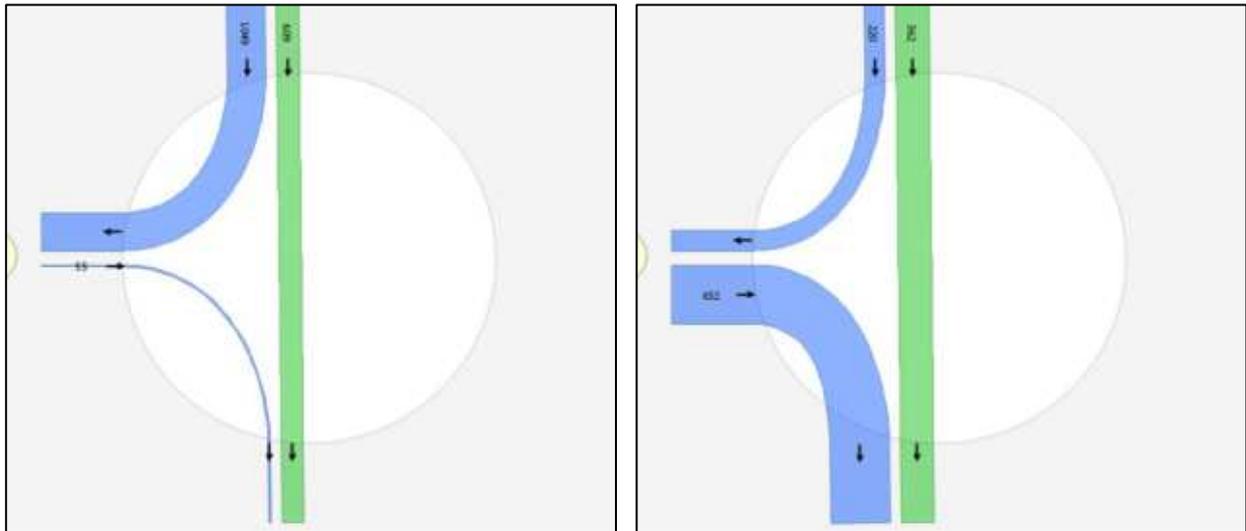


Figura 44. Intensidad hora punta de mañana (izquierda) y de tarde (derecha) en la Intersección 256

Se trata de una intersección en "T", regulada por un "Ceda el paso", en la que está permitida la entrada y salida hacia/desde la Manzana Central.

Con esta intensidad d horaria en cada movimiento y la geometría anterior, los resultados obtenidos tras la simulación en la hora punta de mañana y de tarde fueron los siguientes.

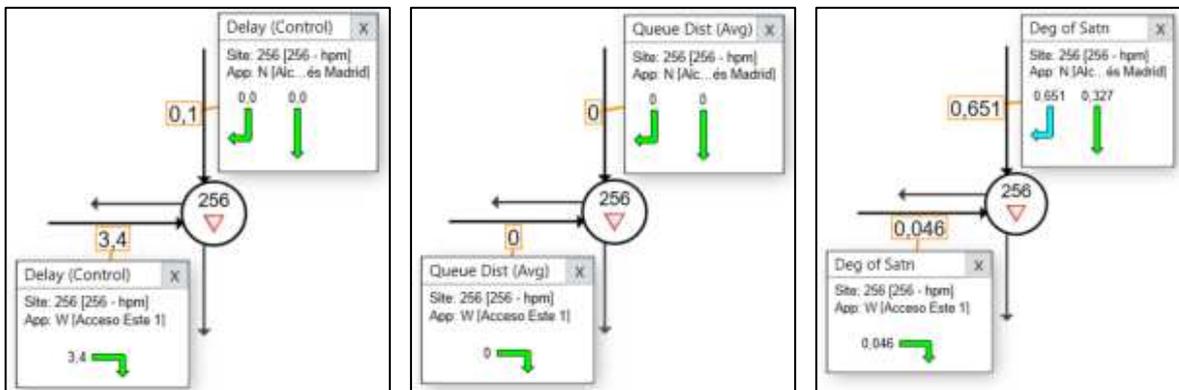


Figura 45. Resultados en la hora punta de la mañana. Intersección 256

En la hora punta de la mañana, el nivel de servicio sería nivel A en todos los movimientos de la intersección, sin longitud de cola media.

La intensidad en el giro a la derecha, en la entrada hacia la Manzana Central, dará lugar a un grado de saturación superior al 0,6, pero inferior al 0,7 .

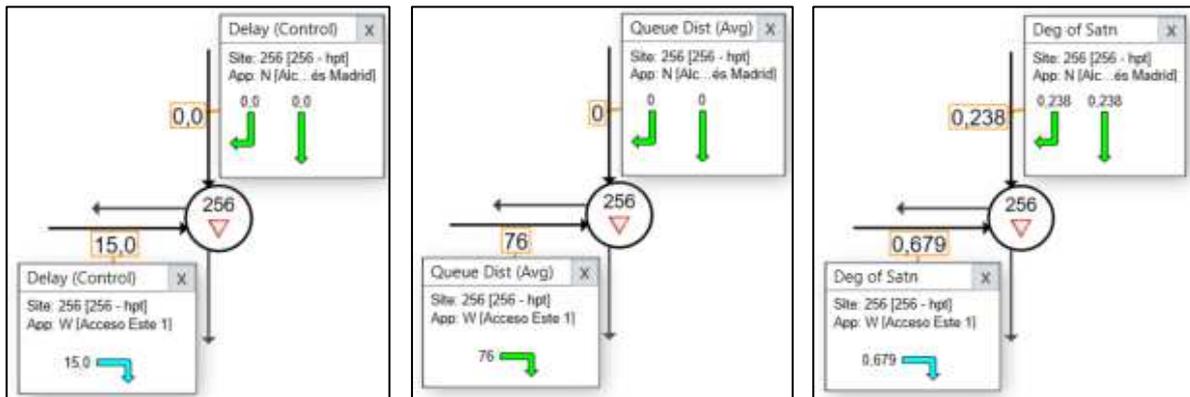


Figura 46. Resultados en la hora punta de la tarde. Intersección 256

En la hora punta de tarde, los movimientos de la vía principal tendrían nivel de servicio A, mientras que la salida desde la manzana Central tendría nivel B.

La longitud de cola del movimiento de salida sería de unos 76 metros, con un grado de saturación superior al 0,6, sin llegar al 0,7.

#### 4.3.6. Intersección 70007

La intersección 70007 es la intersección en el vial perimetral de la Manzana Central, con el vial de conexión principal con el futuro desarrollo de Los Cerros.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación y la geometría de la intersección.



Figura 47. Ubicación y geometría de la Intersección 70007

La intensidad en cada movimiento fue la obtenida del modelo macro y que se muestra a continuación tanto para la hora punta de mañana como de tarde.

Esta intersección, está simulada en el modelo macro con tres nodos, por lo que se incluyen a continuación las intensidades en las tres.

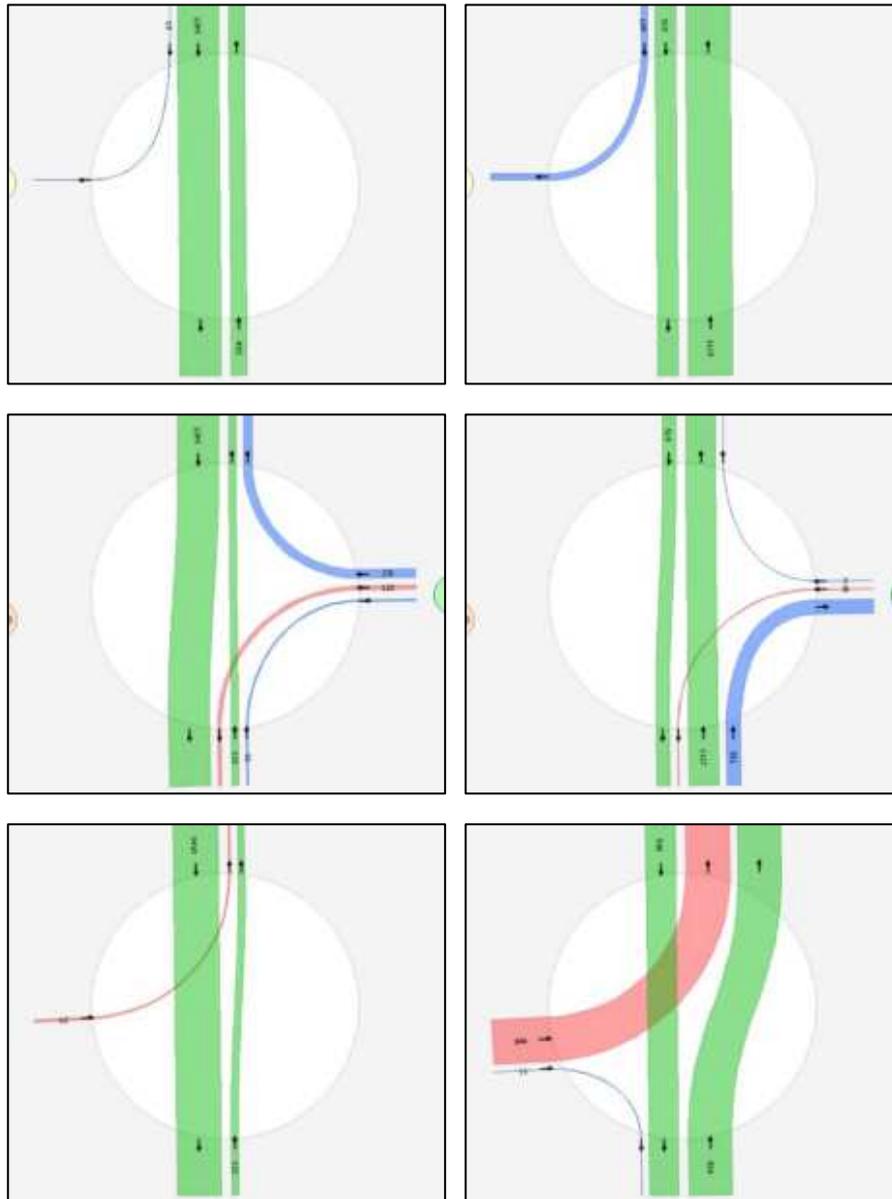


Figura 48. Intensidad hora punta de mañana (izquierda) y de tarde ( derecha) en la Intersección 7000 7

Se muestra a continuación la estructura semafórica propuesta.

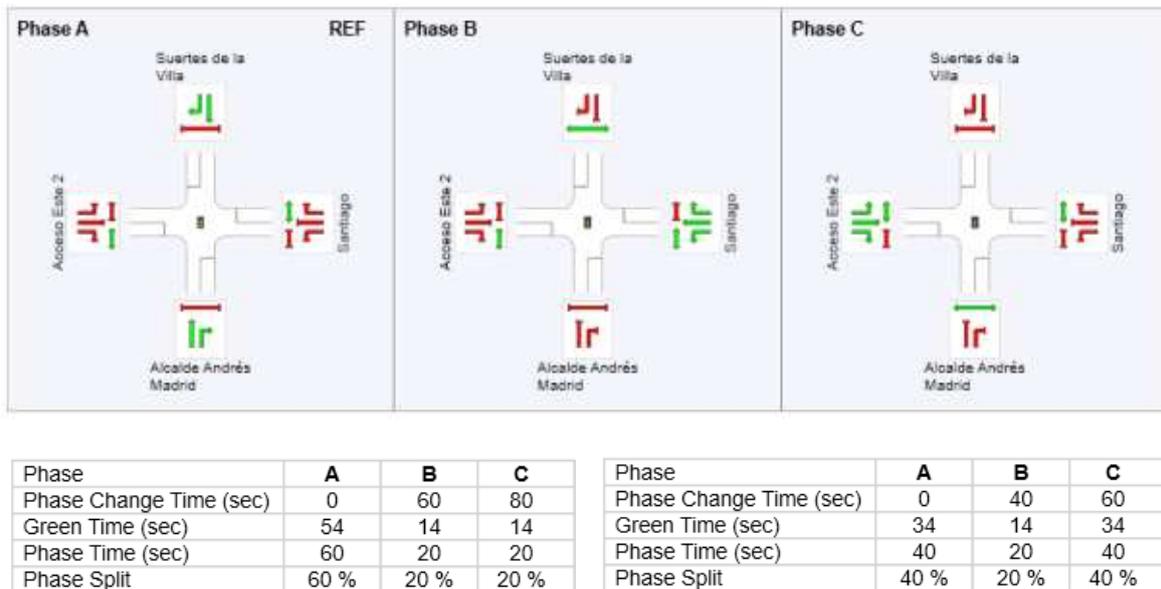


Figura 49. Estructura semafórica en la hora punta de mañana (izquierda) y de tarde (derecha). Intersección 700 07

Con esta intensidad horaria en cada movimiento y la estructura semafórica anterior, los resultados obtenidos tras la simulación en la hora punta de mañana y de tarde fueron los siguientes.

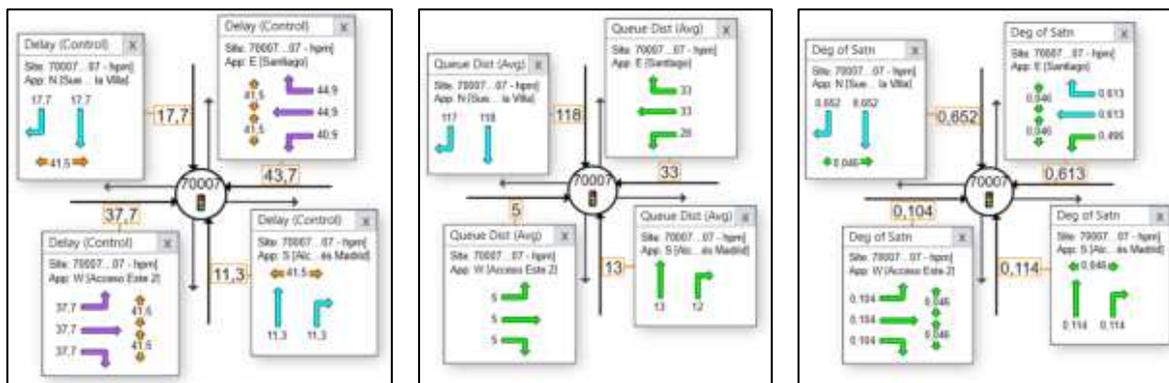


Figura 50. Resultados en la hora punta de la mañana. Intersección 7000 7

En la hora punta de la mañana, el nivel de servicio en el eje norte sur sería nivel B, mientras que los movimientos con menor intensidad, los de acceso por las transversales, trabajarían en nivel D.

La mayor longitud de cola media se producirá en los movimientos del acceso norte, los de mayor intensidad, sería ligeramente inferior a los 120 metros, es decir, con reserva suficiente de espacio para no alcanzar la intersección adyacente.

En cuanto al grado de saturación, todos los movimientos desde el acceso sur y desde la Manzana Central tendrían valores inferiores a 0,6. Los movimientos de los accesos este y norte, tendrían valores superiores a 0,6, pero siempre inferiores a 0,7.

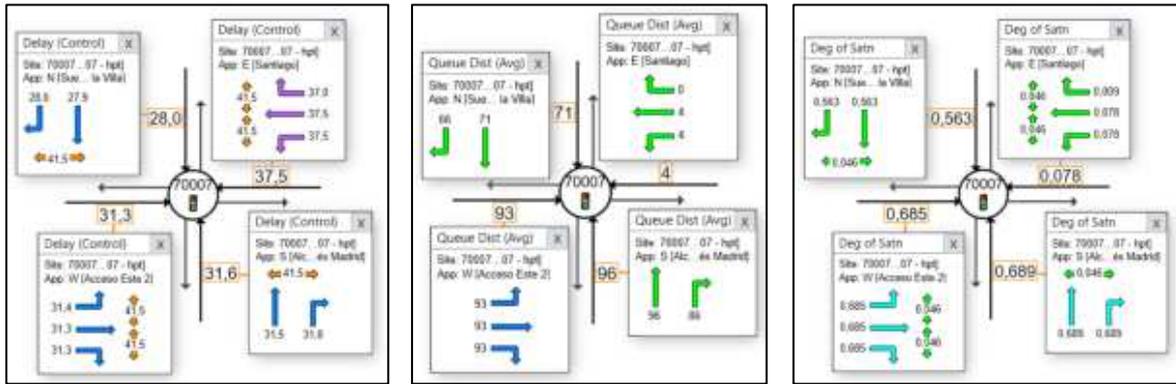


Figura 51. Resultados en la hora punta de la tarde. Intersección 7000 7

En la hora punta de tarde, los movimientos de los accesos sur y norte, así como la salida desde la Manzana Central, trabajarían en nivel de servicio C, mientras que los movimientos desde el vial de conexión con Los Cerros funcionarían en nivel D.

La longitud de cola media en la salida desde la Manzana Central sería ligeramente superior a los 90 metros. En los movimientos del acceso norte estarían en torno a los 70 metros y de apenas 4 en el acceso desde Los Cerros.

En cuanto al grado de saturación, en los movimientos de los accesos norte y este se mantendría por debajo del 0,6, mientras que en los movimientos de los accesos sur y oeste serían ligeramente superiores a este valor.

#### 4.3.7. Intersección 70006

La intersección 70006 es la rotonda ubicada en la esquina noreste de la Manzana Central.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación y la geometría de la intersección.

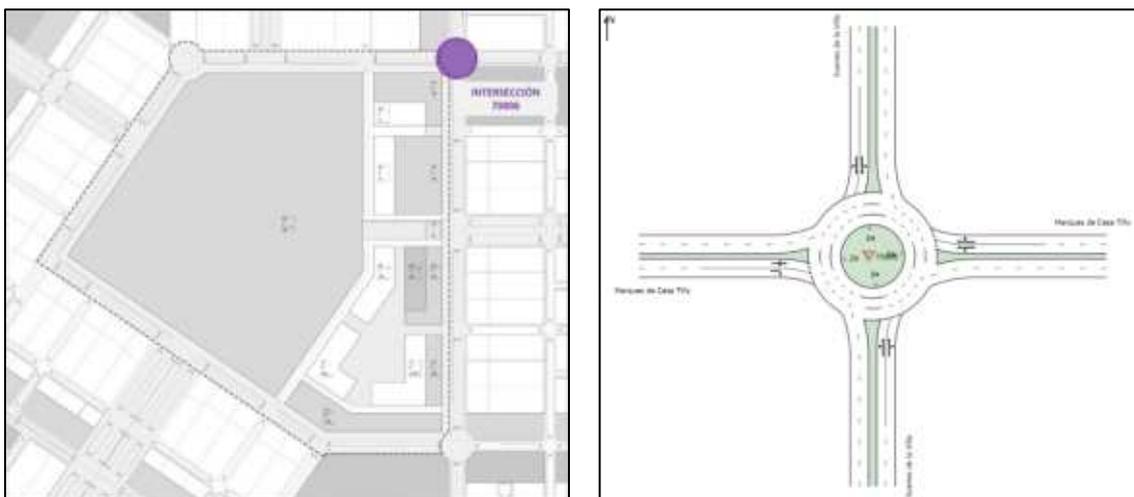


Figura 52. Ubicación y geometría de la Intersección 7000 6



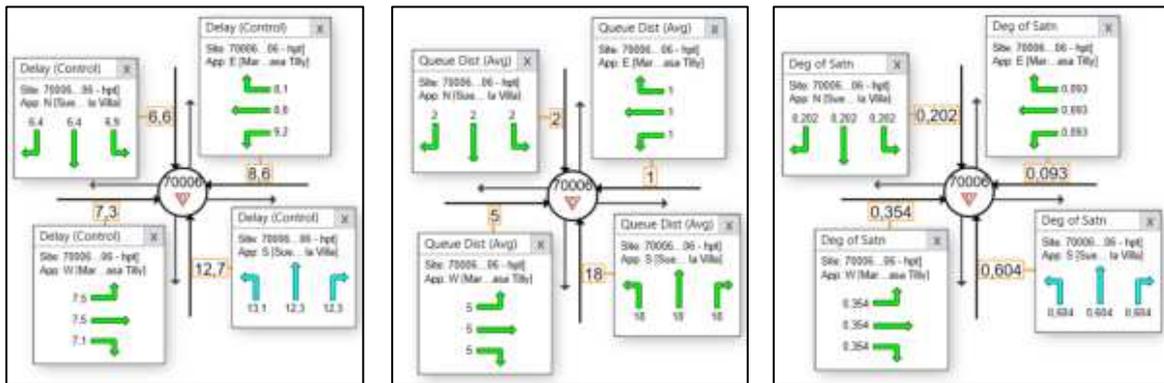


Figura 55. Resultados en la hora punta de la tarde. Intersección 70006

En la hora punta de tarde, todos los movimientos de los accesos este, norte y sur trabajarían en nivel A, mientras que los del acceso sur lo harían en nivel B.

La mayor longitud de cola se produciría en el acceso con más tráfico, el acceso sur, y apenas llegaría a 20 metros.

En cuanto al grado de saturación, en todos los movimientos el valor sería inferior a 0,6, a excepción de los movimientos del acceso sur, en el que sería ligeramente superior a este valor.

#### 4.3.8. Intersección 121

La intersección 121 es la conexión entre el vial perimetral de la Manzana Central, la calle Marqués de Casa Tilly, con la entrada norte al viario interior a la Manzana.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación y la geometría de la intersección.

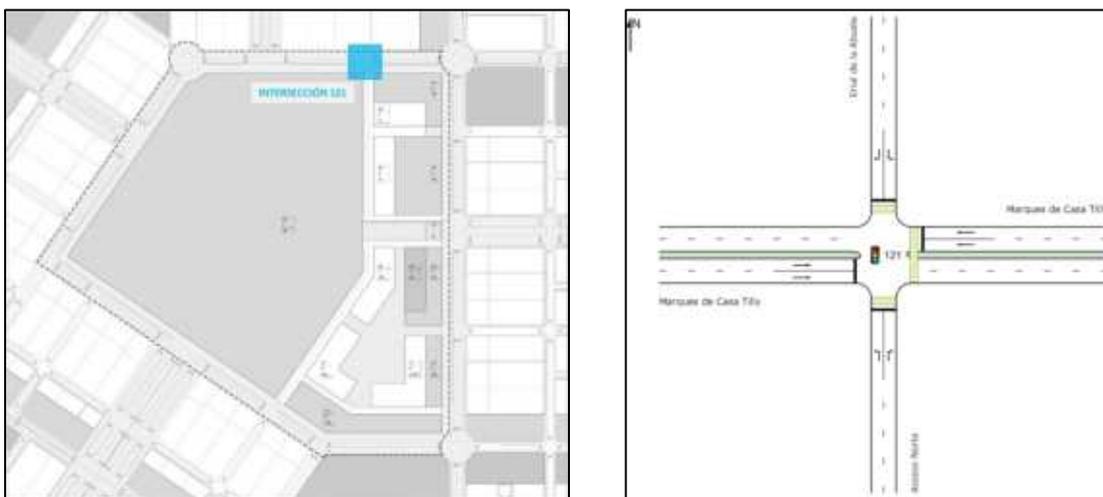


Figura 56. Ubicación y geometría de la Intersección 121

La intensidad en cada movimiento fue la obtenida del modelo macro y que se muestra a continuación tanto para la hora punta de mañana como de tarde.

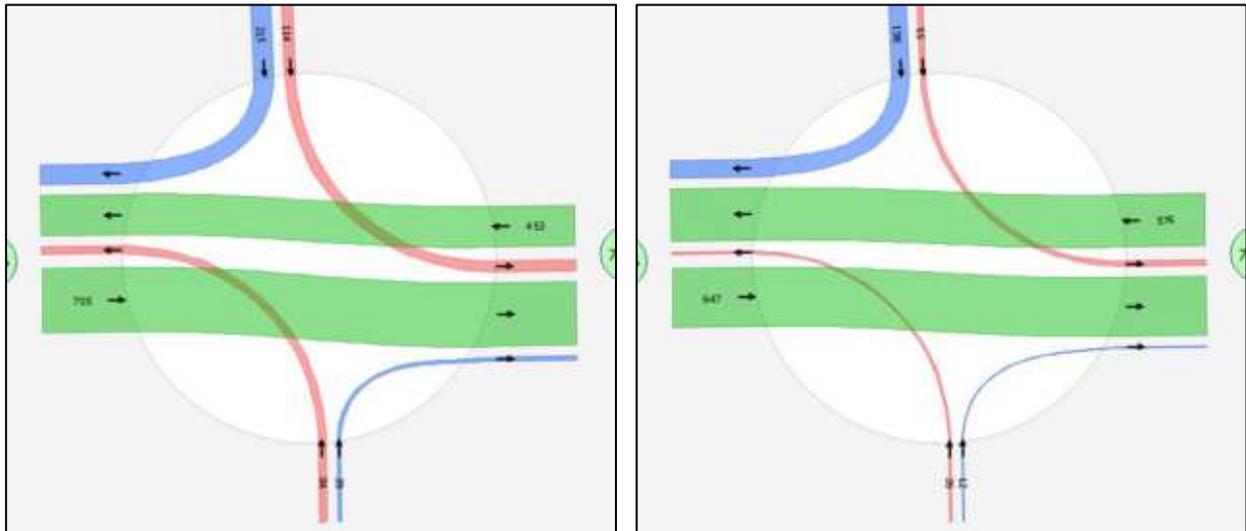


Figura 57. Intensidad hora punta de mañana (izquierda) y de tarde (derecha) en la Intersección 121

Se muestra a continuación la estructura semafórica propuesta.

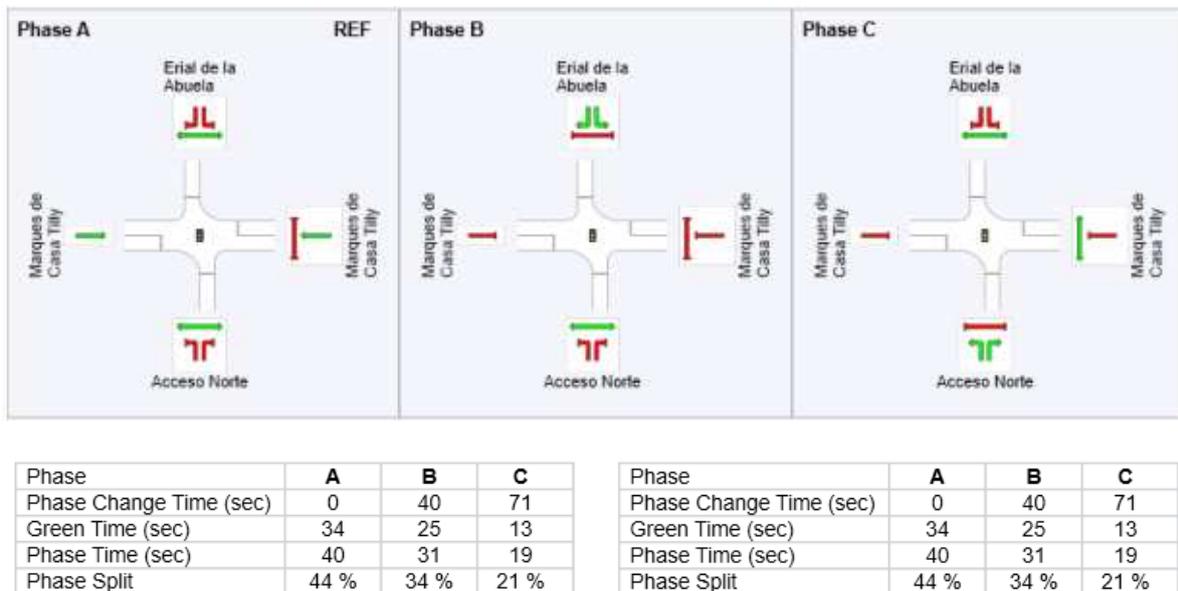


Figura 58. Estructura semafórica en la hora punta de mañana (izquierda) y de tarde (derecha). Intersección 121

Con esta intensidad horaria en cada movimiento y la estructura semafórica anterior, los resultados obtenidos tras la simulación en la hora punta de mañana y de tarde fueron los siguientes.

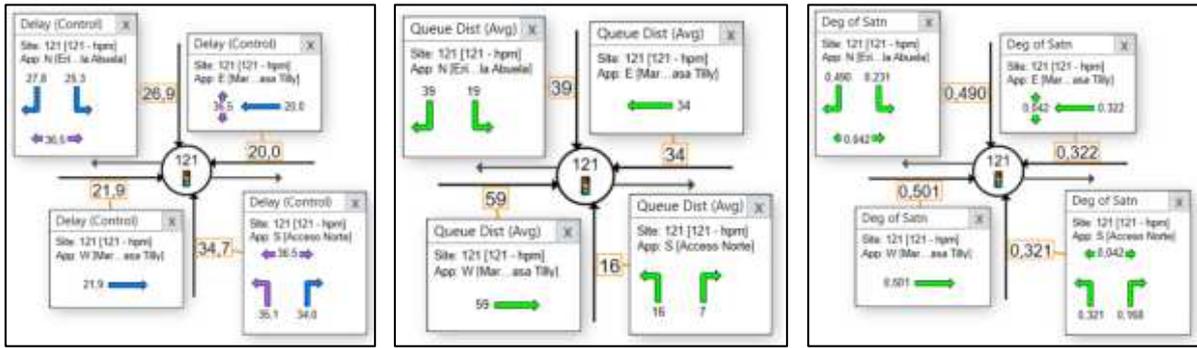


Figura 59. Resultados en la hora punta de la mañana. Intersección 121

En la hora punta de la mañana, el nivel de servicio sería C en todos los movimientos, a excepción del giro a la izquierda desde la manzana Central que trabajaría en nivel D.

La mayor longitud de cola sería la del movimiento de paso desde el acceso oeste, que es el que mayor intensidad soporta, siendo dicha cola inferior a los 60 metros.

En cuanto al grado de saturación, todos los valores están por debajo del 0,6.

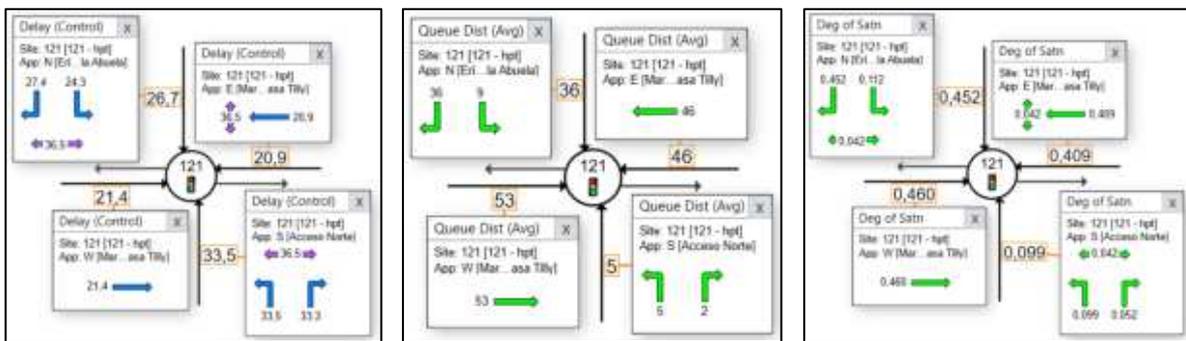


Figura 60. Resultados en la hora punta de la tarde. Intersección 121

En la hora punta de tarde, todos los movimientos funcionarían adecuadamente, siendo el nivel de servicio, nivel C.

Las mayores longitudes de cola se producirán en los movimientos de paso en la vía principal, estando alrededor de los 50 metros.

En cuanto al grado de saturación, en todos los movimientos el valor sería inferior a 0,6.

#### 4.4. Conclusiones

Tras el análisis realizado, se puede concluir que con la ordenación de sentidos de circulación interior, la prohibición de algunos giros a la izquierda y las estructuras semafórica prevista, el funcionamiento de las intersecciones de acceso a la Manzana Central y las anexas, funcionarían correctamente tanto en hora punta de mañana como de tarde.

## 5. Estudio de movilidad

### 5.1. Introducción

Según los resultados recogidos en la última EDM de Madrid, la de 2018, la relación entre los la utilización de un medio de transporte u otro y el motivo del viaje fueron los reflejados en la siguiente imagen.

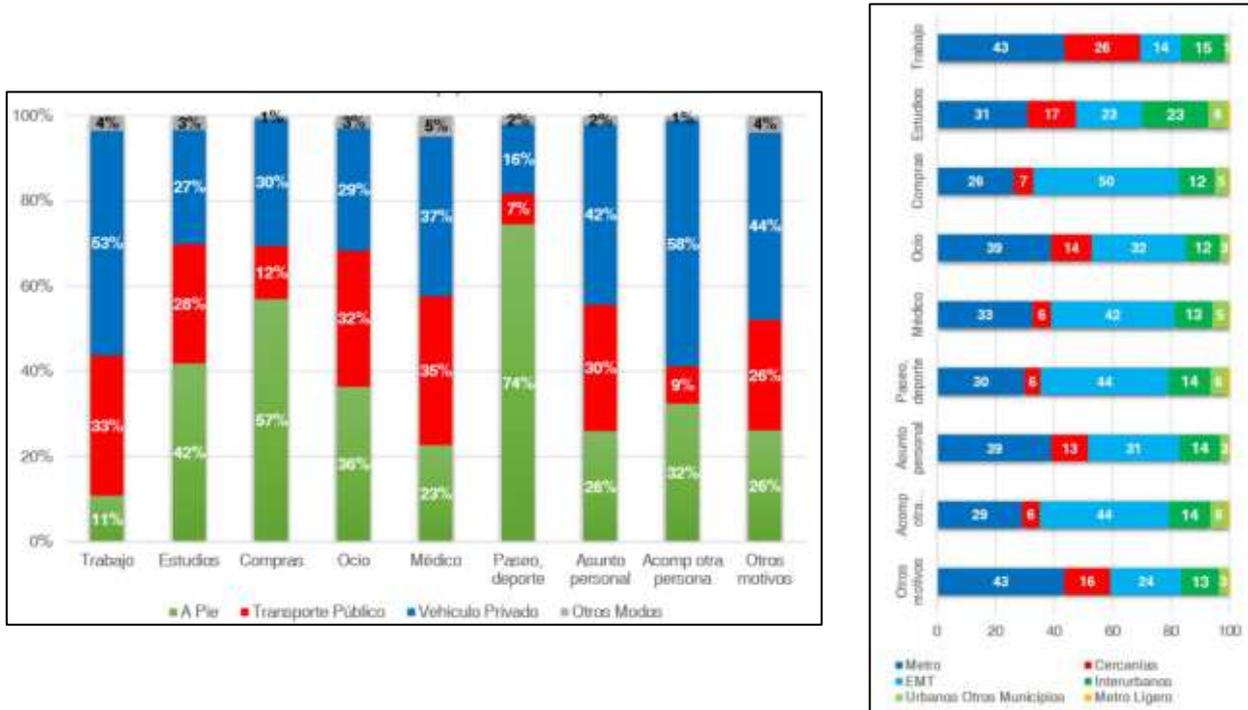


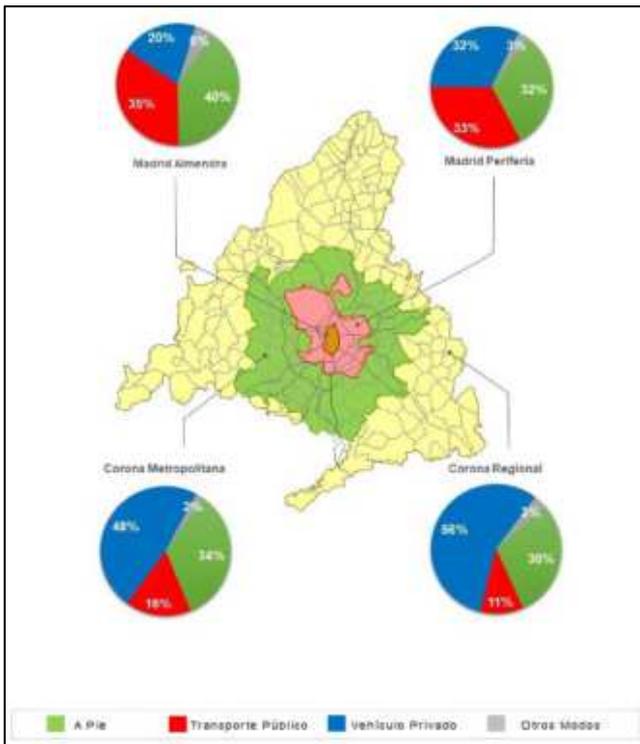
Figura 61. Motivo de viaje por modo de transporte (izquierda) y de transporte público en % (derecha) (EDM18)

Para el estudio de la afección al tráfico de la urbanización de la Manzana Central, el uso más importante y determinante es el terciario de oficinas, aunque el viario circundante acogerá todo tipo de viajes.

Como se puede ver en las gráficas anteriores, por el motivo trabajo, el uso del vehículo privado asciende al 53%, reduciéndose al 33% el uso del transporte público y al 11% los desplazamientos a pie.

Dentro del uso del transporte público, en el reparto entre las diferentes opciones el medio más usado es el metro, con un 43%, seguido del Cercanías con un 26% y de los autobuses interurbanos, con un 15%.

Si se agrupan todos los viajes y se hace el reparto en medios mecanizados y no mecanizados, los resultados que se obtuvieron, a nivel global, fueron los siguientes.



Corona de Residencia	A Pie	Transporte Público	Vehículo Privado	Otros
Madrid Alameda	49,0%	20,0%	28,0%	3,0%
Madrid Periferia	32,0%	32,0%	32,4%	2,0%
Corona Metropolitana	48,0%	18,0%	34,0%	1,0%
Corona Regional	29,6%	10,8%	58,2%	1,4%
Comunidad de Madrid	30,0%	20,3%	39,0%	1,7%



Figura 62. Reparto modal en la CAM y evolución (EDM18)

Como se ve de los datos anteriores, en Madrid periferia, a la que pertenece El Cañaverál el uso del vehículo y del transporte público es similar, con 32% cada uno. Sin embargo, debido a la ubicación de Sector y que se encuentra en pleno desarrollo con un acceso muy limitado al transporte público, como se verá en los apartados siguientes, su situación es más parecida a la recogida en la Corona Metropolitana.

Además, como se ve también el gráfico de evolución, el uso del transporte público ha descendido del 32 al 24% desde la anterior EDM de 2004, mientras que el uso del vehículo privado ha ascendido del 34% en 2004 al 39% en 2018.

El objetivo ha de ser revertir esta tendencia, y que se utilicen más los medios de transporte sostenibles.

Por ello, a continuación se hace un análisis de la disponibilidad de esos medios en el ámbito del proyecto.

## 5.2. Movilidad no motorizada: Peatones

El alcance de la movilidad peatonal es muy limitado, la distancia a recorrer no ha de ser muy grande y además el camino peatonal debe ser atractivo, seguro y confortable para el usuario.

En la actualidad el recorrido peatonal en el interior del Sector está garantizado existiendo aceras y pasos de peatones en todo el viario.

En la parcela MCS también se tendrá muy en cuenta al peatón, proponiendo aceras de anchura superior a la estrictamente necesaria, con objeto de favorecer esta movilidad peatonal lo máximo posible.

En las imágenes siguientes se muestra la ubicación de los tres tipos de secciones viarias consideradas. Así como el perfil de dichas secciones.

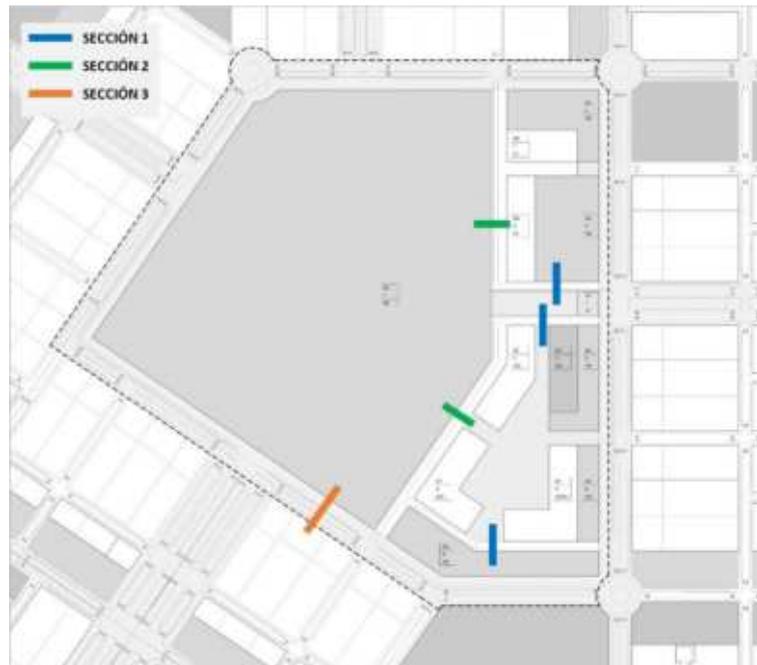


Figura 63. Secciones viarias consideradas

En el caso del viario interior, la anchura será de 12,5 metros, de los cuales 6, 5 metros serán destinados a dos aceras de 4 y 2,5 metros, respectivamente.



Figura 64. Sección 1. Viario interior

La anchura el vial interior colindante con el parque será de 19,75 metros. En este caso descontada la calzada de 6 metros, las aceras tendrán una anchura de 3 metros, en la anexa al parque, y de 10,75 metros en la anexa a las edificaciones.



Figura 65. Sección 2. Vialidad interior colindante con el parque

Por último en la sección exterior, ya construida y en funcionamiento, se propone en el lado del parque, ampliar la acera hasta los 12,33 metros e incluir un carril bici de 3 metros de anchura.



Figura 66. Sección 3. Vialidad exterior

Todas estas secciones alrededor del parque central muestran un espacio dedicado para los peatones. Esta red de aceras conecta con el esquema conceptual del parque verde conectado, que pretende mediante boulevares y zonas verdes longitudinales, extender el parque central proporcionando espacios libres de vehículos con preferencia peatonal y ciclista.



Figura 67. Esquema conceptual del sistema verde interconectado

### 5.3. Movilidad no motorizada: Bicicletas

La situación actual en cuanto a los carriles bici existentes tanto en el municipio de Madrid como en el de Coslada son los reflejados en la siguiente imagen.



Figura 68. Carriles bici existentes

Como se puede apreciar, en la actualidad los carriles bici del municipio de Madrid están bastante alejados de la Manzana Central de El Cañaveral, existiendo únicamente un carril bici que bordea a la zona residencial del desarrollo y que estaba incluido en el Proyecto de Urbanización de la Etapa 1.

Sin embargo, en cuanto a la red futura, las vías previstas en el “Plan Director de Movilidad Ciclista de Madrid”, mostradas en la siguiente imagen, si conectarán El Cañaveral, en general, y la Manzana Central en particular, con el resto de desarrollos del Sureste y con la red existente en la actualidad.

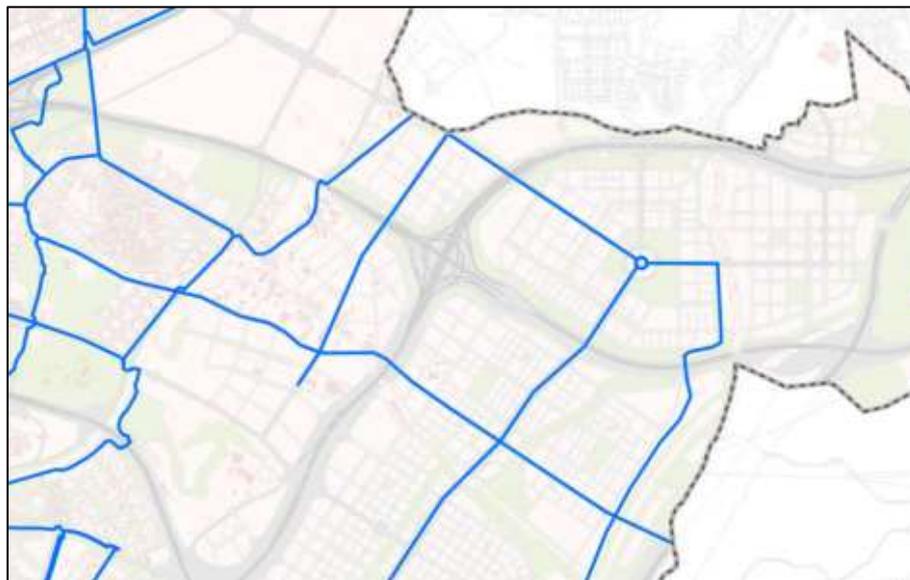


Figura 69. Carriles bici propuestos en el Plan Director de Movilidad Ciclista de Madrid

Además de los carriles existentes y los previstos en el Plan Director, en el presente proyecto está prevista la construcción de un carril bici perimetral a la manzana, como se muestra en la sección siguiente.



Figura 70. Sección 3. Vialto perimetral

En la siguiente figura se muestra la integración del carril bici perimetral del parque con el resto de carriles bici existentes y previstos para crear una red ciclista permeable que permita el desplazamiento a otros barrios.



Figura 71. Esquema de integración de la red ciclista, con la propuesta del anillo central.

#### 5.4. Movilidad motorizada: Transporte P úblico

Además de los medios de transporte no motorizados, y dentro de la movilidad sostenible, se encuentran la movilidad en transporte público, bien mediante medios de transporte masivos, como el tren, como en medios no masivos, el autobús.

En este capítulo se describirán cuáles son las actuaciones planificadas por las diferentes administraciones locales, regionales y estatales en materia de transporte público, en el entorno de El Cañaverál.

### 5.4.1. Cercanías

En la actualidad, la red de Cercanías de la CAM tiene su recorrido en las proximidades del Sector de El Cañaveral, sin embargo no existe parada en las inmediaciones, estando ubicadas estas en Vicálvaro y en Coslada.

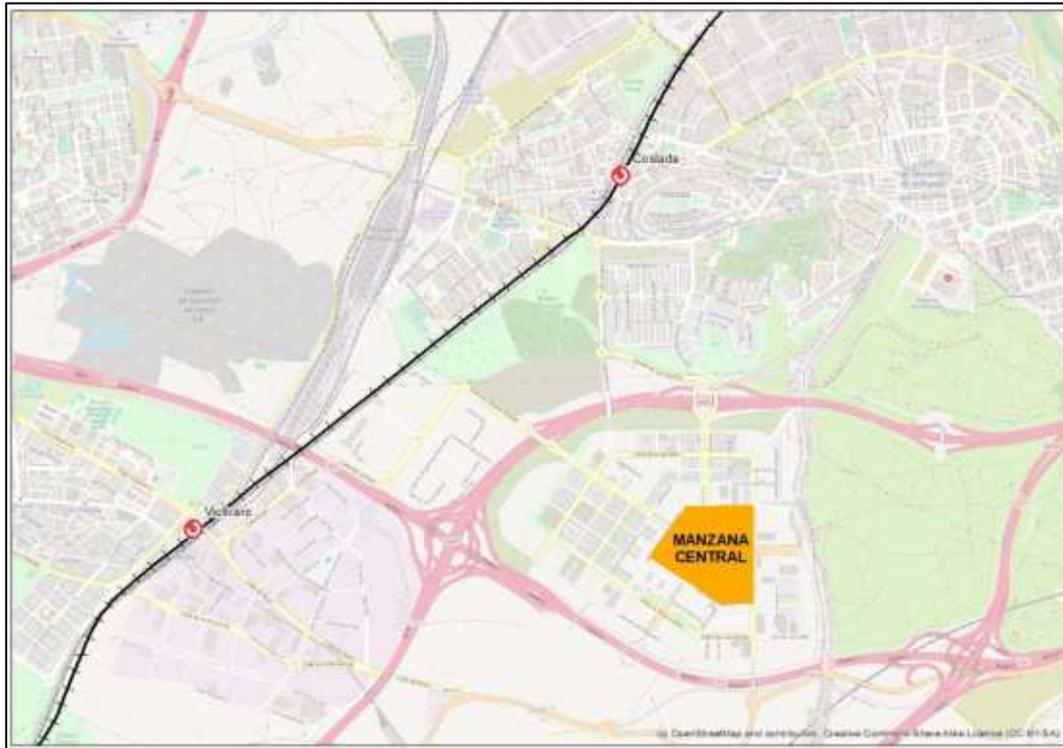


Figura 72. Red de Cercanías actual

En el nuevo Plan de Cercanías para la Comunidad de Madrid, presentado el 5 de abril de 2018, se incluían una serie de propuestas para acometer hasta el año 2025, es decir, es un plan a largo plazo.

Muchas de las medidas iban enfocadas a la mejora de la infraestructura existente, estaciones, catenarias, duplicación de vías, etc.

Únicamente se propone la construcción/renovación de 4 estaciones, pero que están fuera totalmente del alcance del Sector.

Dentro del apartado de Estudios a desarrollar, se encuentra la extensión de la línea férrea hasta Mejorada del Campo, bien desde Vicálvaro o bien de San Fernando de Henares. En el caso de que la extensión partiera desde la estación de Vicálvaro, y dependiendo de la alternativa elegida y que en estos momentos se desconoce, podría tener alguna parada en las cercanías del Sector El Cañaveral.

En conclusión, se puede afirmar que no existirá estación de Cercanías en el Sector de El Cañaveral en al menos la próxima década y que la conexión con la red ferroviaria deberá realizarse a través de otro medio de transporte, vehículo privado o autobús.

### 5.4.2. Autobuses

Al contrario de lo que ocurre con los modos de transporte masivos, que requieren mucha planificación y anticipación, la implantación de nuevas líneas de autobús es más inmediata, y además se realiza a posteriori, es decir, cuando existe demanda que la utilice.

En la actualidad existen tres líneas de autobús que dan servicio al sector.

En primer lugar la línea 290, que recorre la zona residencial que está habitada del Sector y se dirige hacia Coslada, pasando por las estaciones de Metro y Cercanías y terminando en el Centro Comercial Plenilunio.

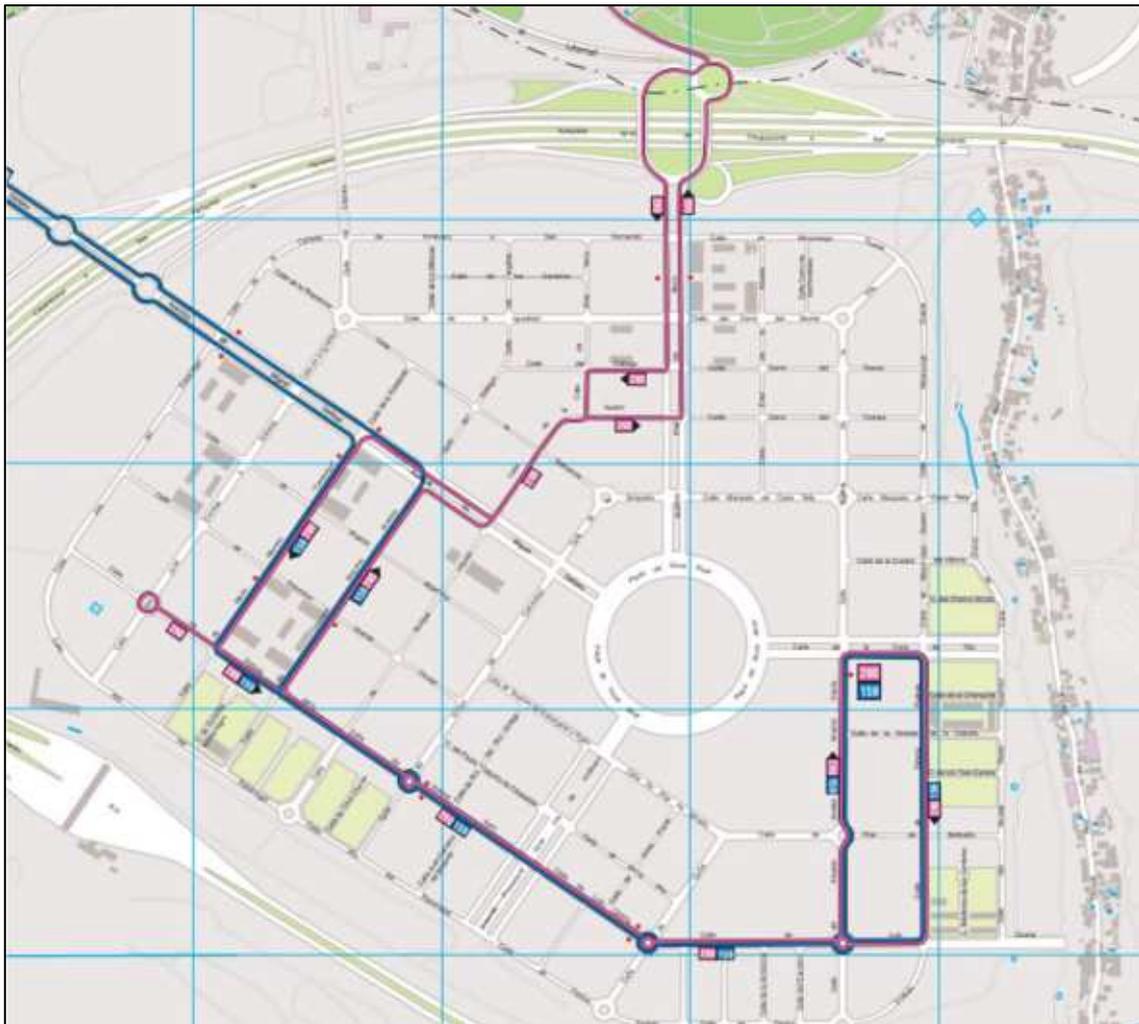


Figura 73. Recorrido de la Línea 290 de autobús a su paso por El Cañaveral

La línea funciona entre las 6:20 y las 23:00 horas con una frecuencia media de 30 minutos, en días laborables. Los fines de semana y festivos el horario se ve recortado y la frecuencia pasa a ser de 1 hora y 20 minutos.



Figura 74. Paradas y horarios de la Línea 290

La segunda línea, que entró en funcionamiento en octubre de 2018, es la línea 159, que une el Sector con la Plaza de Alsacia, y cuyo recorrido actual es el mostrado en la siguiente imagen.

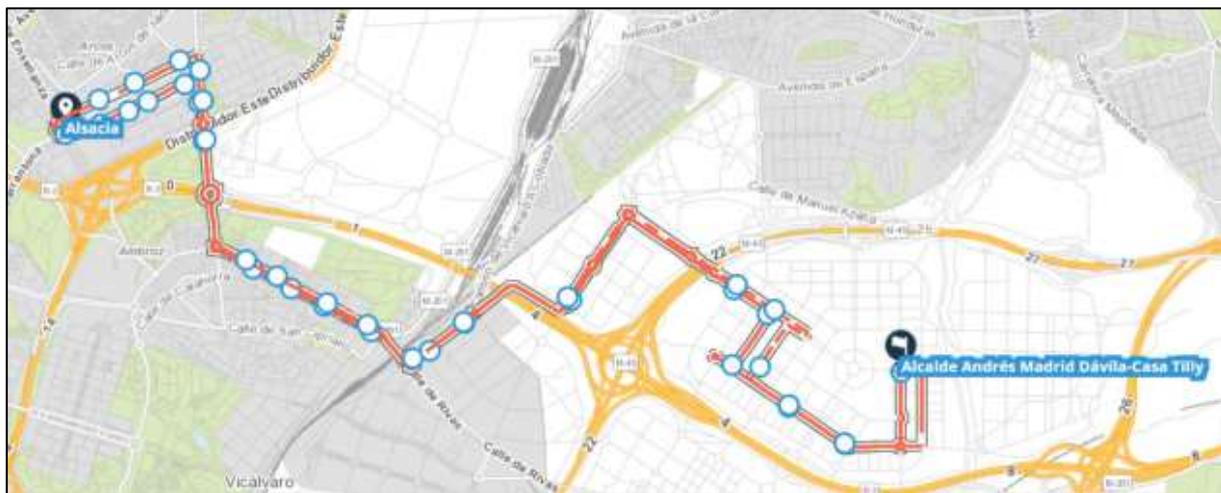


Figura 75. Recorrido de la Línea 159 de autobús

La línea da servicio entre las 5:30 y las 23:30 de lunes a sábado y los domingos entre las 7:00 y las 23:30. Con una frecuencia de entre 14 y 20 minutos en días laborables, y de 30 minutos los fines de semana y festivos.

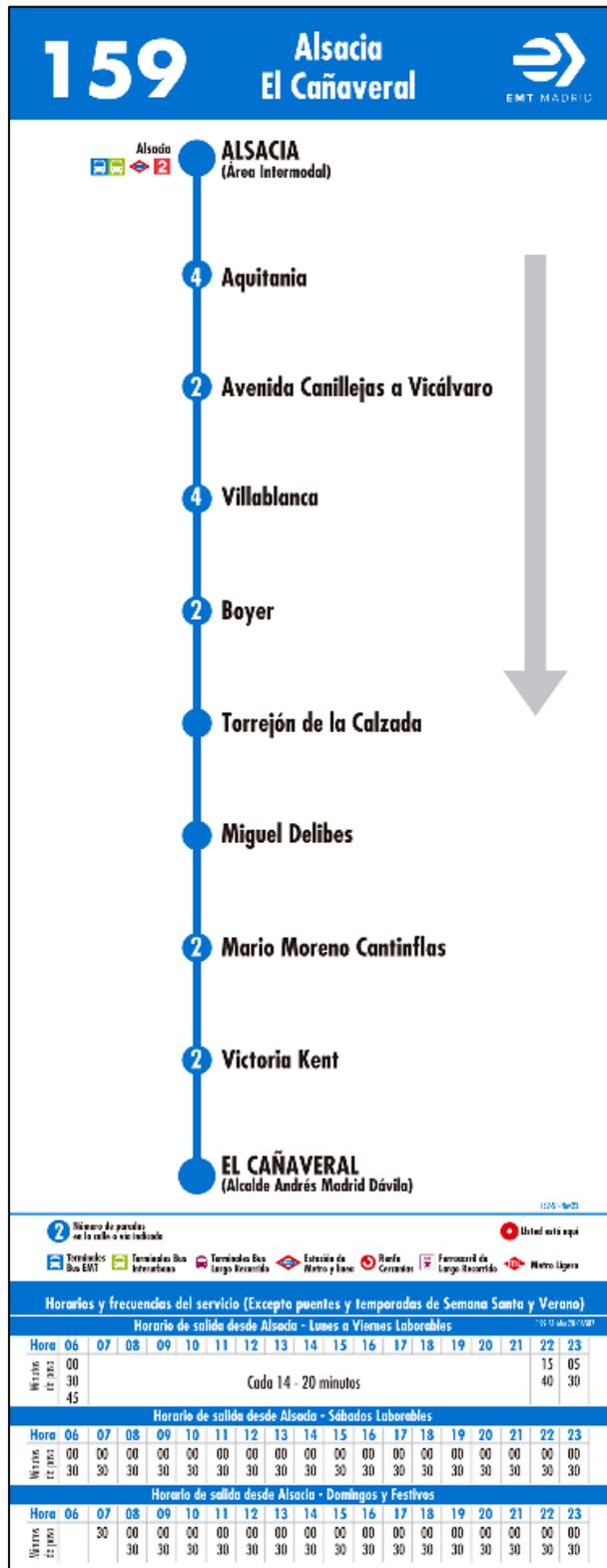


Figura 76. Paradas y horarios de la Línea 159

Por último la tercera línea que tiene parte de su recorrido por El Cañaveral es la línea exprés E5 que parte de la calle Blas de Lezo y termina en Manuel Becerra.



Figura 77. Recorrido de la Línea E5 de autobús

Los días laborables y sábados, el primer servicio sale de El Cañaveral a las 5:40 y el último lo hace desde Manuel Becerra a las 23:30, con una frecuencia variable entre los 10 y 20 minutos, dependiendo de la hora del día.

Los domingos el primer servicio desde El Cañaveral se retasa a las 7, manteniéndose el mismo horario en la noche. La frecuencia, en este caso es menor variando entre los 23 y 35 minutos.

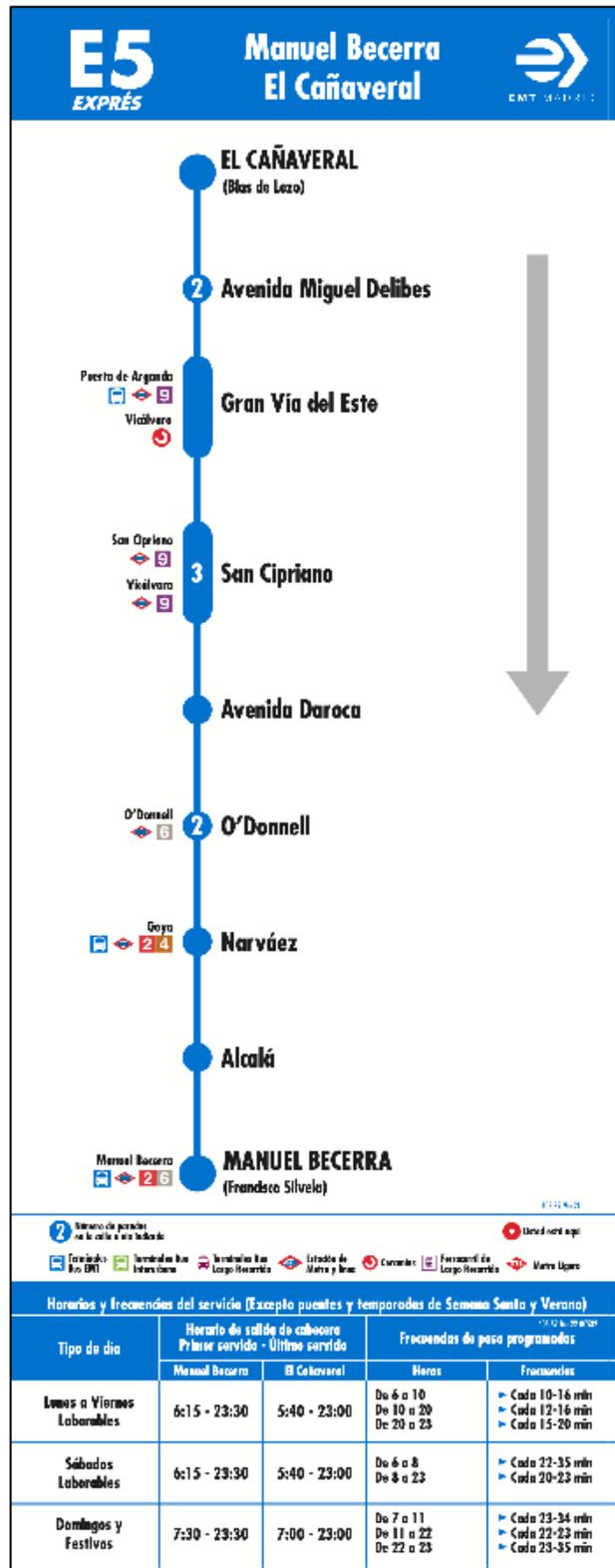
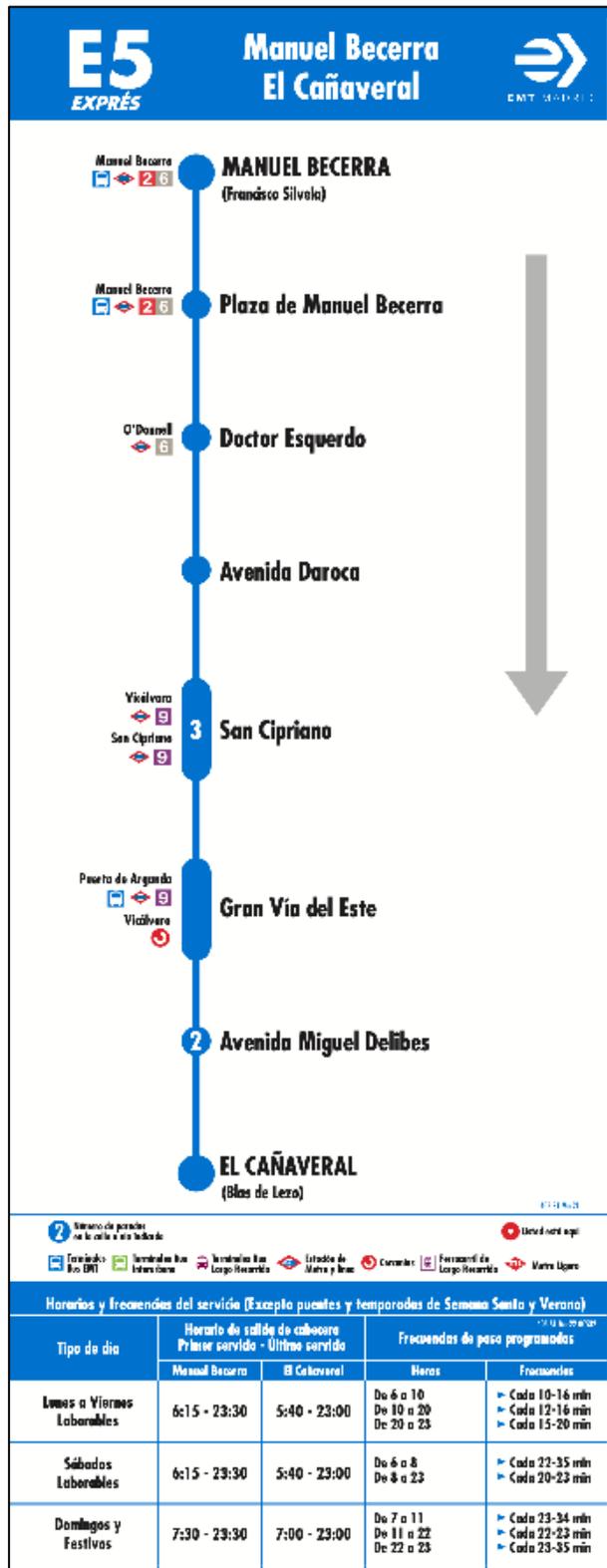


Figura 78. Paradas y horarios de la Línea E5

## 6. Conclusiones

Para este estudio de tráfico y movilidad se ha realizado una nueva calibración del modelo de transporte adaptado a los últimos ratios de generación y atracción proporcionados por el Ayuntamiento de Madrid. Además, se han considerado los últimos datos de tráfico disponibles antes de la pandemia y se han actualizado la previsión de crecimiento y el estado de los desarrollos ya realizados y futuros.

Considerando los viales propuestos, se observa una equilibrada redistribución del tráfico por los diferentes viales, sin congestionar ninguno de ellos (comprobación de relación volumen/capacidad realizada).

El estudio de microsimulación ha estudiado en detalle las principales intersecciones que se incorporan con la nueva propuesta. Se puede concluir que, con la ordenación de sentidos de circulación interior, la prohibición de algunos giros a la izquierda y las estructuras semafórica prevista, el funcionamiento de las intersecciones de acceso a la Manzana Central y las anexas, funcionarían correctamente tanto en hora punta de mañana como de tarde.

La propuesta de sentidos de circulación y prohibición de giros busca además la desincentivación del uso del vehículo privado en el nuevo desarrollo propuesto del Parque Central. La ordenación propuesta favorece la movilidad tanto peatonal como ciclista, dando mayor importancia al peatón, al diseñar aceras más anchas y proponiendo un viario de coexistencia en el interior de la Manzana, que obligue a los vehículos a circular a bajas velocidades y de protagonismo a los peatones y a las áreas estanciales.

En cuanto a la red ciclista, se propone la construcción de un vial perimetral, similar al existente en el anillo más exterior, que permita dar continuidad al viario ciclista existente y al programado.

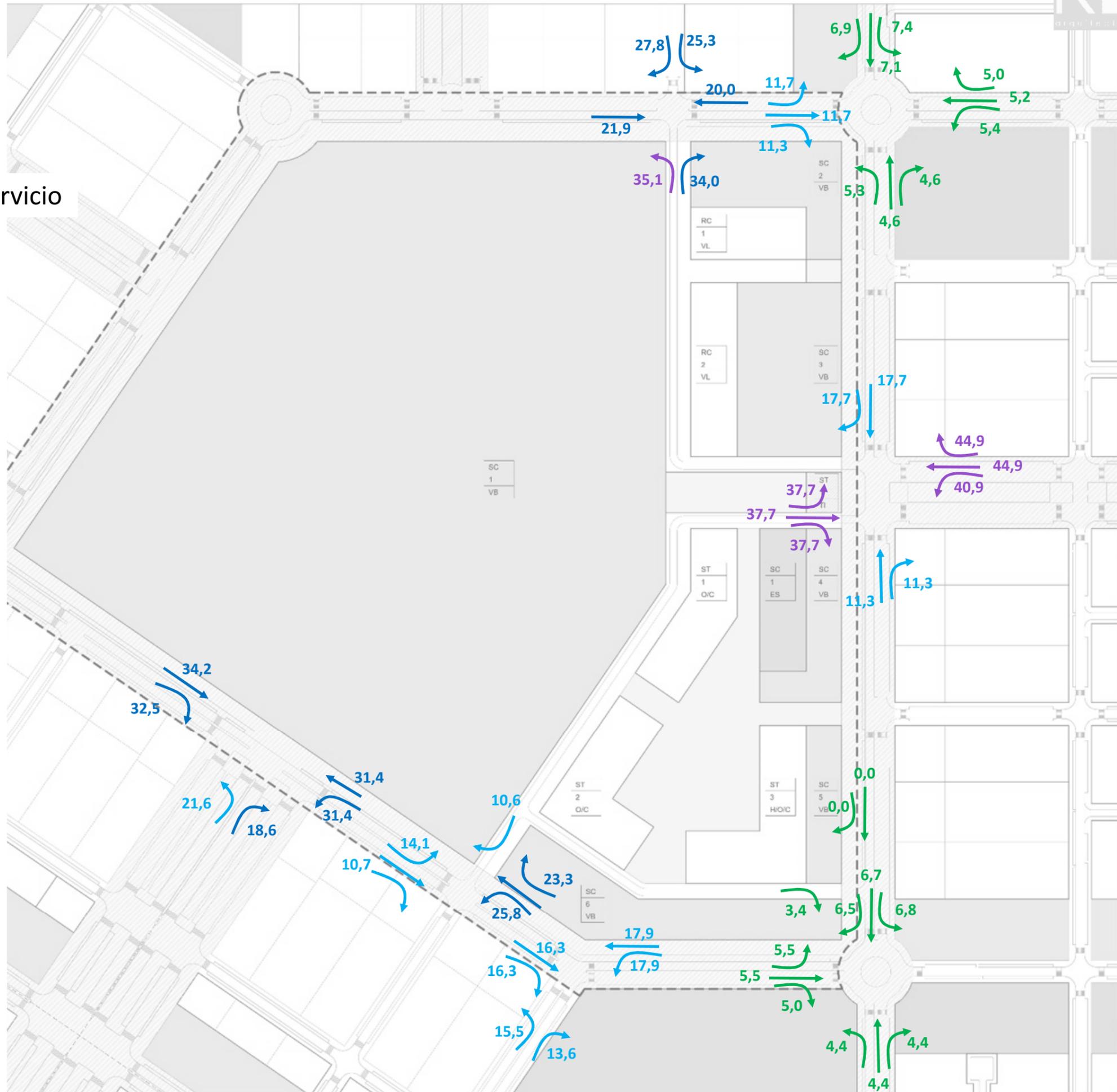
# Apéndice 1. Resumen de resultados



### Hora Punta de Mañana

### Demora (s) y Nivel de Servicio

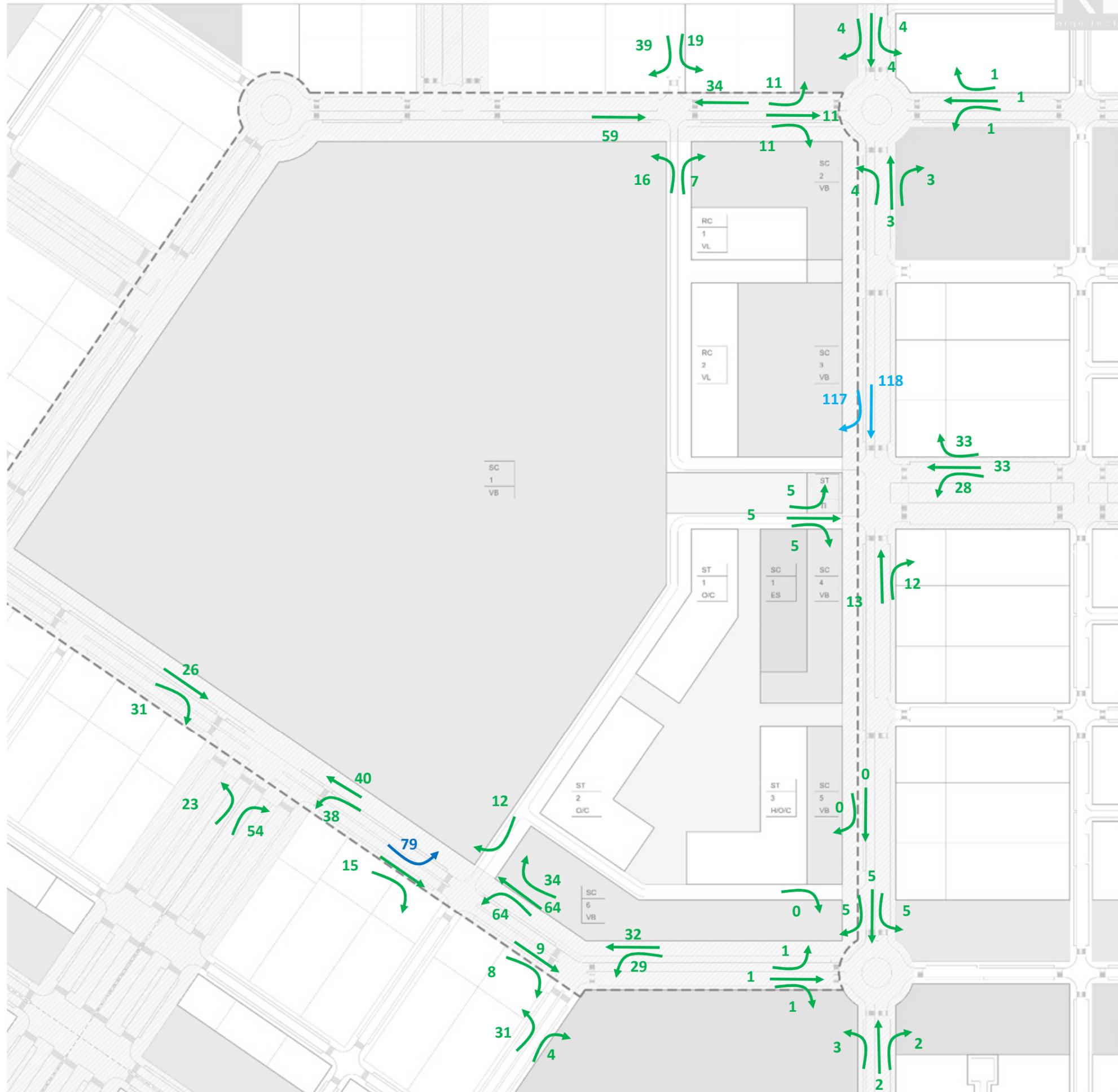
- Nivel A
- Nivel B
- Nivel C
- Nivel D
- Nivel E
- Nivel F



### Hora Punta de Mañana

Longitud de cola (m)

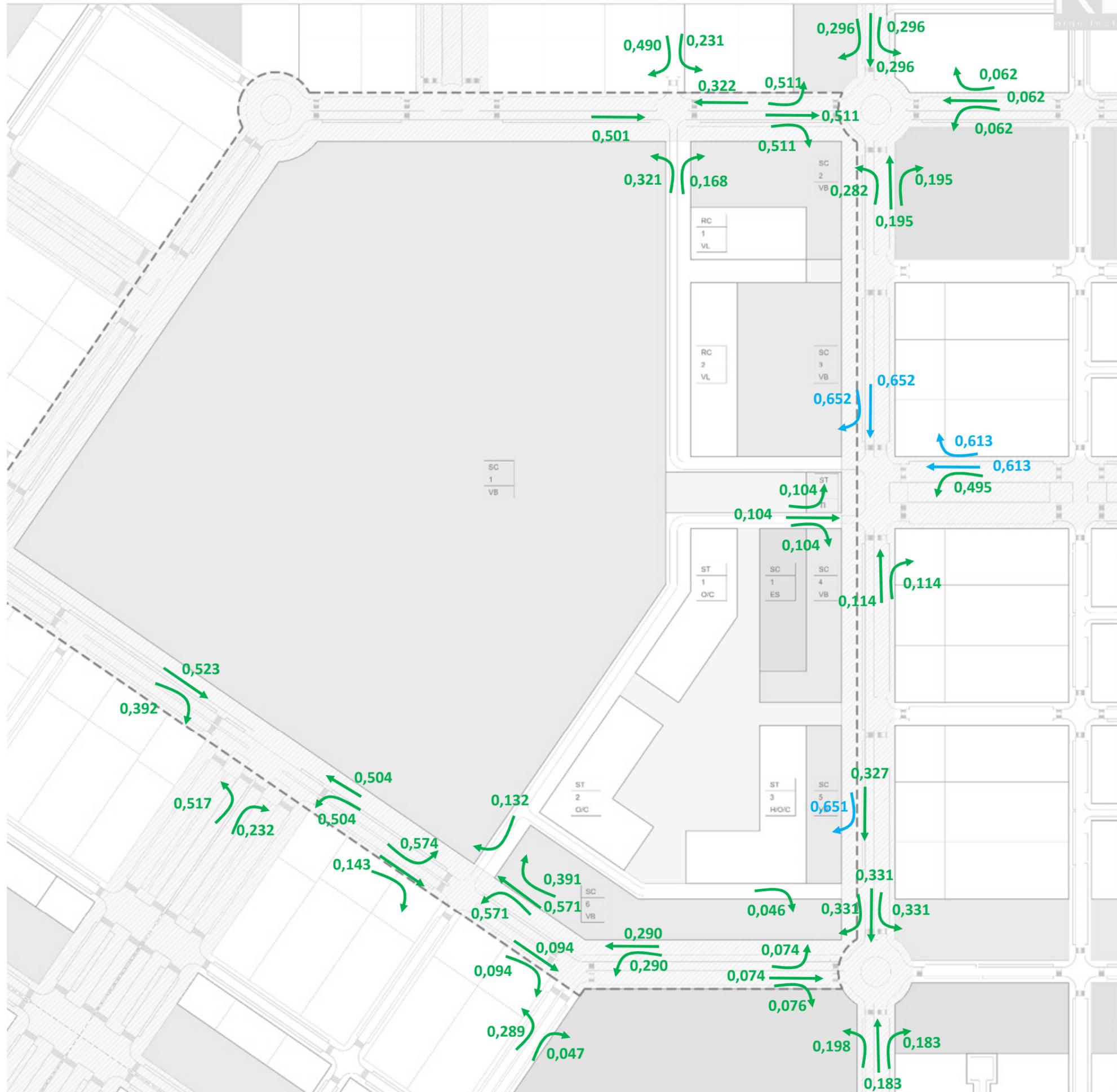
- █ < 0,6
- █ 0,6-0,7
- █ 0,7-0,8
- █ 0,8-0,9
- █ 0,9-1,0
- █ > 1,0



### Hora Punta de Mañana

### Grado de Saturación

- █ < 0,6
- █ 0,6-0,7
- █ 0,7-0,8
- █ 0,8-0,9
- █ 0,9-1,0
- █ > 1,0



Hora Punta de Tarde

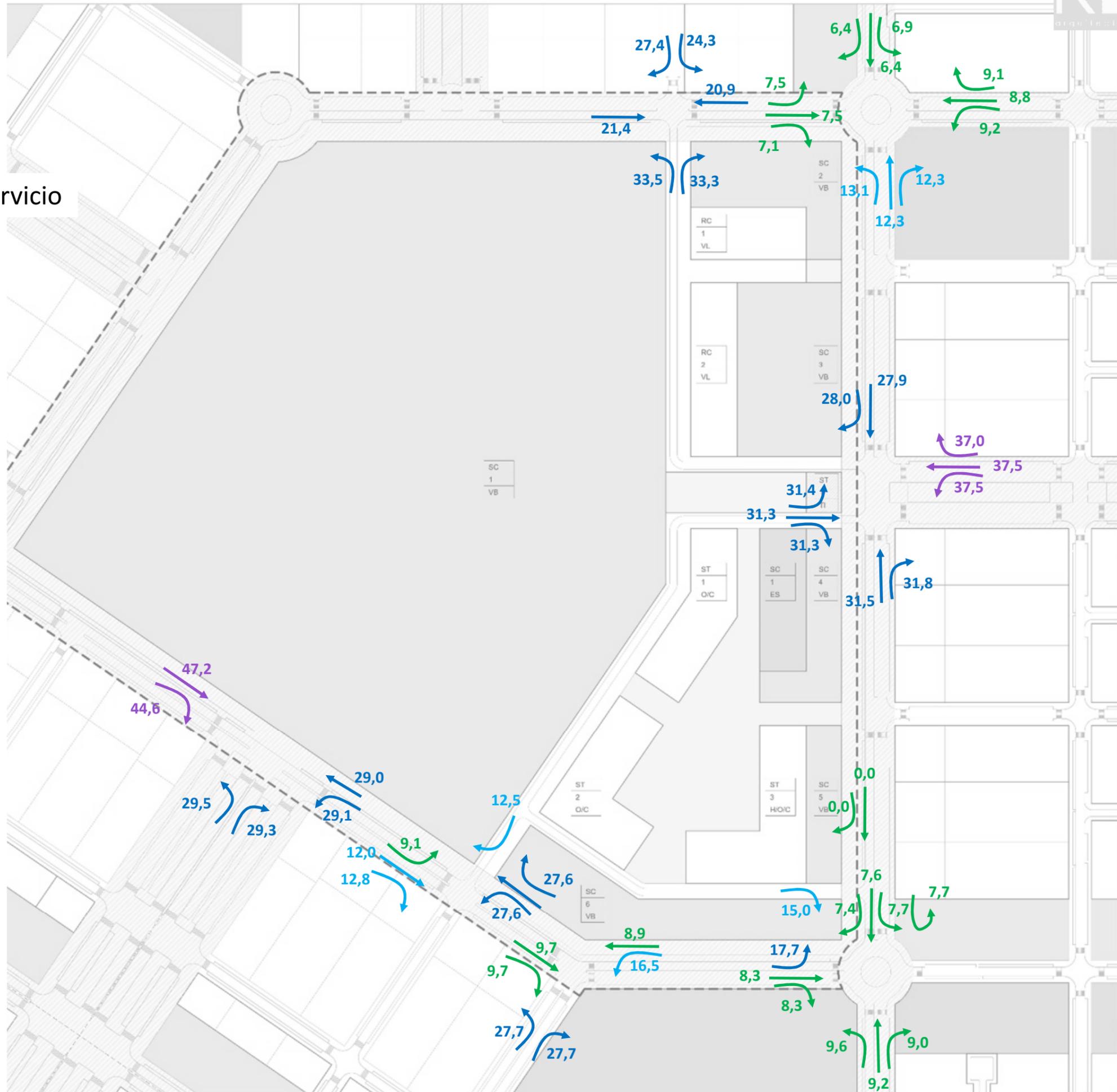
Intensidad horaria (v/h)



# Hora Punta de Tarde

## Demora (s) y Nivel de Servicio

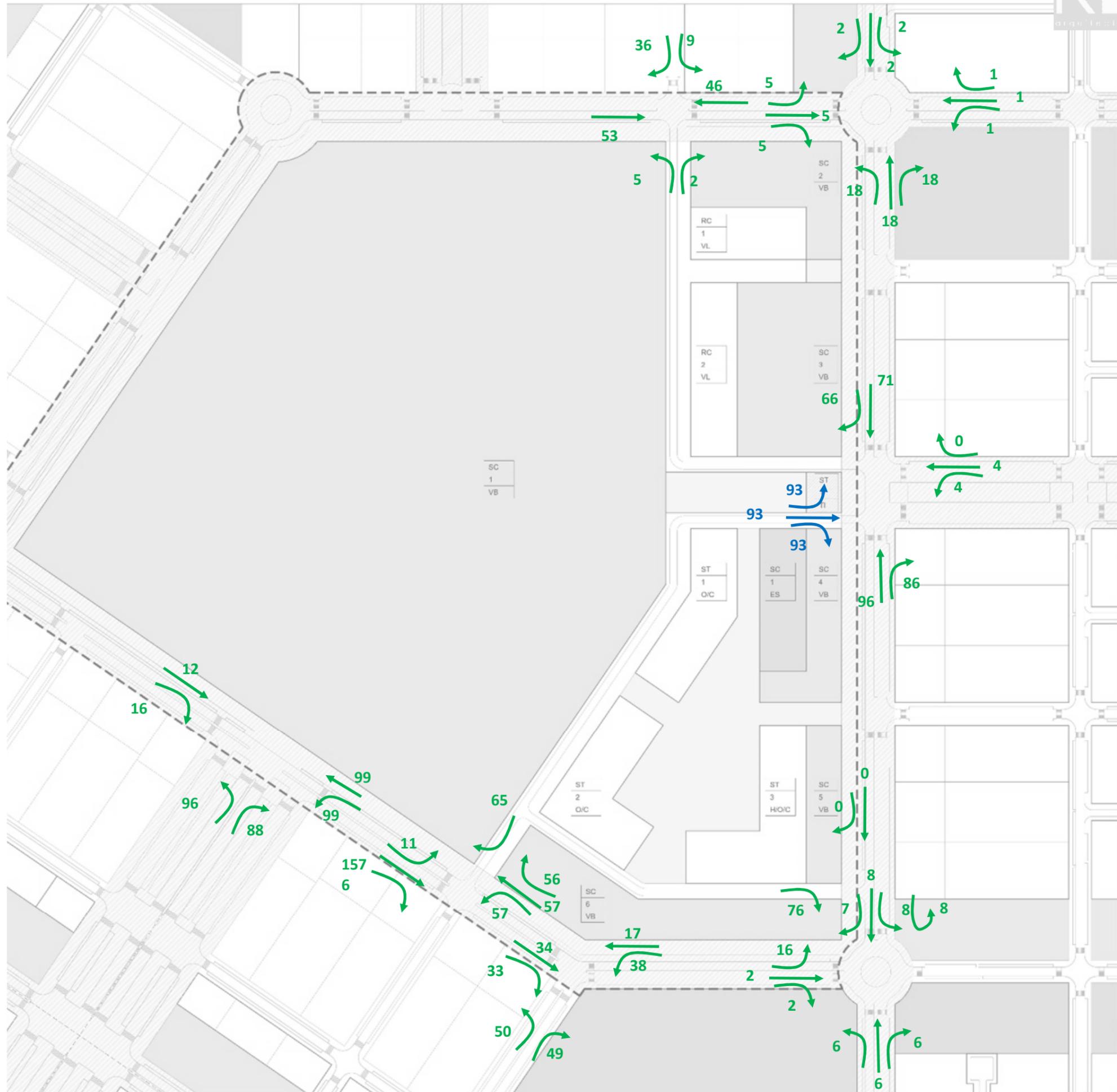
- Nivel A
- Nivel B
- Nivel C
- Nivel D
- Nivel E
- Nivel F



### Hora Punta de Tarde

### Longitud de cola (m)

- █ < 0,6
- █ 0,6-0,7
- █ 0,7-0,8
- █ 0,8-0,9
- █ 0,9-1,0
- █ > 1,0



### Hora Punta de Tarde

### Grado de Saturación

- █ < 0,6
- █ 0,6-0,7
- █ 0,7-0,8
- █ 0,8-0,9
- █ 0,9-1,0
- █ > 1,0

