



ESTUDIO TÉCNICO
REF: P2021170 · ENE 2022

TA – Estudio de Tráfico para desarrollo logístico en Avenida Daganzo, 33 (Alcalá de Henares, Madrid)

Arrow Capital Partners España S.L.



Orense 58, 7º, 28020 - Madrid (ES) · (+34) 918 319 711
Uría 50, 4º 33001 - Oviedo (ES) · (+34) 984 109 011
41 Corsham Street N1 6DR - London (UK) · (+44) (0)780 3558 453
55 Colmore Row, B3 2AA - Birmingham (UK) (+44) (0)780 3558 453
Balboa Plaza 3º, 306 - Ciudad de Panamá (PA) · (+507) 374 1367
info@vectio.com · vectio.com

Índice General

A.	MEMORIA TÉCNICA.....	8	12.2.	Niveles de servicio de los segmentos de autovía	38
1.	INTRODUCCIÓN.....	9	12.3.	Niveles de Servicio de los ramales de convergencia/divergencia	38
2.	OBJETIVO DEL ESTUDIO	10	12.4.	Niveles de servicio en las glorietas	40
3.	MARCO GENERAL	11	12.5.	Intensidad horaria de cálculo.....	41
3.1.	Marco geográfico.....	11	12.6.	Cálculo Niveles de Servicio	42
3.2.	Marco normativo	11	12.6.1.	Ramales de acceso a la parcela	43
4.	INFORMACIÓN RECOPIADA.....	15	12.6.2.	Glorieta entre Av. Daganzo y C. de Méjico	44
4.1.	Estaciones de aforo permanentes del Ministerio de Fomento 2019.....	15	12.6.3.	Intersección entre Av. Daganzo y A-2	45
4.2.	Estaciones de aforo permanentes de la Comunidad de Madrid	17	12.6.4.	Incorporación desde el sur de la A-2 a la Av. Daganzo	46
5.	TRABAJOS DE CAMPO	18	B.	RESUMEN EJECUTIVO	49
5.1.	Objeto de los trabajos de campo.....	18	13.	RESUMEN EJECUTIVO	50
5.2.	Aforos direccionales.....	19	13.1.	Introducción y objeto de estudio	50
5.3.	Videos de recorrido con cámara embarcada georreferenciada	19	13.2.	Marco geográfico.....	50
6.	SIMULACIÓN.....	20	13.3.	Estaciones de aforo permanentes del Ministerio de Fomento 2019.....	51
6.1.	Asignación a la red y calibración	20	13.4.	Trabajos de campo	51
6.2.	Calibración del Modelo.....	21	13.5.	Método de los cuatro pasos	52
7.	MOVILIDAD EN TRANSPORTE PÚBLICO	22	13.5.1.	Desarrollo futuro.....	53
7.1.	Introducción.....	22	13.5.2.	Generación de viajes	53
7.2.	Autobús.....	22	13.5.3.	Distribución de viajes	54
7.3.	Tren.....	23	13.5.4.	Asignación	54
8.	MOVILIDAD NO MOTORIZADA	24	13.6.	Análisis del acceso a la parcela	55
8.1.	Red Peatonal	24	13.7.	Evaluación y afección a la infraestructura.....	56
8.2.	Red Ciclista.....	25	13.7.1.	Intensidad horaria de cálculo.....	56
9.	MOVILIDAD DE VEHÍCULOS PESADOS	26	13.7.2.	Situación actual (sin desarrollo)	57
10.	DESARROLLO FUTURO ÁREA	27	13.7.3.	Glorieta entre Av. Daganzo y C. de Méjico	59
10.1.	Introducción.....	27	13.7.4.	Intersección entre Av. Daganzo y A-2	60
10.2.	Método de los cuatro pasos	27	13.7.5.	Incorporación desde el sur de la A-2 a la Av. Daganzo	61
10.3.	Uso logístico tipo	28	C.	PLANOS	64
10.3.1.	Desarrollo futuro.....	28			
10.3.2.	Generación de viajes	29			
10.3.3.	Distribución de viajes	31			
10.3.4.	Reparto modal	33			
10.3.5.	Asignación	34			
11.	ANÁLISIS DE DISEÑO	35			
11.1.	Análisis del acceso a la parcela.....	36			
12.	EVALUACIÓN Y AFECCIÓN A LA INFRAESTRUCTURA	38			
12.1.	Introducción.....	38			

Índice de tablas

Tabla 1. Datos de aforo en autovía A-2. Sentido creciente	15
Tabla 2. Datos de aforo en autovía A-2. Sentido Decreciente	16
Tabla 3. Estaciones de tren más cercanas a la parcela	23
Tabla 4. Superficies de la parcela según su uso.	28
Tabla 5. Superficies según el uso del suelo.	28
Tabla 6. Ratios de generación de viajes según usos del suelo.	29
Tabla 7. Distribución del tráfico generado (Logístico Tipo).....	29
Tabla 8. Distribución del tráfico generado (Logístico Tipo).....	29
Tabla 9. Distribución horaria de entradas y salidas.	30
Tabla 10. Distribución del tráfico en vehículo privado generado.	31
Tabla 11. Distribución de los viajes en hora punta generados por el desarrollo en Av. Daganzo 23.	32
Tabla 12. Distribución desagregada del tráfico generado durante la hora punta.....	33
Tabla 13. Asignación de viajes (Acceso Av. Daganzo).....	34
Tabla 14. Niveles de Servicio Segmento Autovía.....	38
Tabla 15. Niveles de servicio Ramal.....	39
Tabla 16. Niveles de Servicio Glorietas.	40
Tabla 17. Resumen de cálculos. Comparativa niveles de servicio en hora punta.....	44
Tabla 18. Superficies según el uso del suelo.	53
Tabla 19. Ratios de generación de viajes según usos del suelo.	53
Tabla 20. Distribución del tráfico en vehículo privado generado.	53
Tabla 21. Asignación de viajes (Acceso Av. Daganzo).....	54
Tabla 22. Resumen de cálculos. Comparativa niveles de servicio en hora punta.....	59

Índice de imágenes

Imagen 1. Ubicación de la parcela objeto del presente estudio.	9	Imagen 40. Flujos de tráfico en una glorieta.	40
Imagen 2. Consulta descriptiva y gráfica. Referencia catastral: 6830509VK6863S0001FR	9	Imagen 41. Detalle de la estación permanente M-304-0 ubicada en las inmediaciones de la zona de estudio.	41
Imagen 3. Proyecto de implantación propuesto.	10	Imagen 42. Detalle de la IH30 de la calzada principal de la Estación M-304-0. Mapa de Tráfico 2019.	41
Imagen 4. Localización de la parcela y principales vías de comunicación del entorno.	11	Imagen 43. Porcentajes horarios de la calzada 1 (Ascendente. Dirección Guadalajara).	42
Imagen 5. Zonas industriales o polígonos de Alcalá de Henares.	14	Imagen 44. Porcentajes horarios de la calzada 2 (Descendente. Dirección Madrid).	42
Imagen 6. Reparto modal de viajes atraídos/generados en Alcalá de Henares.	14	Imagen 45. Secciones de medición de niveles de servicio.	43
Imagen 7. Estaciones de aforo cercanas al desarrollo. Mapa de aforos del Ministerio de Fomento.	15	Imagen 46. Niveles de servicio secciones autovía A-2. Situación actual. Hora Punta PM.	43
Imagen 8. Mapa de intensidades de tráfico 2019. Comunidad de Madrid.	17	Imagen 47. Niveles de servicio secciones autovía A-2. Situación futura. Hora Punta PM.	44
Imagen 9. Estación de aforo 101 en la vía M-100 de titularidad de la Comunidad de Madrid.	17	Imagen 48. Niveles de servicio situación actual. Punto 07. Hora Punta AM.	44
Imagen 10. Campaña de trabajos de campo.	18	Imagen 49. Niveles de servicio situación actual. Punto 07. Hora Punta PM.	44
Imagen 11. Detalle de instalación de cámara de visión artificial en glorieta entre Av. Daganzo y Av. del Descubrimiento.	19	Imagen 50. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 07. Hora Punta AM.	45
Imagen 12. Procesamiento vídeos de recorrido.	19	Imagen 51. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 07. Hora Punta PM.	45
Imagen 13. Red digital del entorno.	20	Imagen 52. Niveles de servicio situación actual. Punto 05. Hora Punta AM.	45
Imagen 14. Detalle del modelo de simulación.	20	Imagen 53. Niveles de servicio situación actual. Punto 05. Hora Punta PM.	46
Imagen 15. Detalle de calibración del Modelo. Recta de regresión.	21	Imagen 54. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 05. Hora Punta AM.	46
Imagen 16. Detalle de calibración del Modelo. Puntos de ajuste.	21	Imagen 55. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 05. Hora Punta PM.	46
Imagen 17. Itinerario de las líneas de transporte público del entorno de la parcela estudiada. (Fuente: Ayto. Alcalá de Henares)	22	Imagen 56. Niveles de servicio situación actual. Punto 06. Hora Punta AM.	47
Imagen 18. Paradas de la L9 urbana de Alcalá de Henares. (Fuente: Consorcio de Transportes de Madrid)	22	Imagen 57. Niveles de servicio situación actual. Punto 06. Hora Punta PM.	47
Imagen 19. Líneas y estaciones de Cercanías de Alcalá de Henares.	23	Imagen 58. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 06. Hora Punta AM.	47
Imagen 20. Sección de Av. Daganzo.	24	Imagen 59. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 06. Hora Punta PM.	47
Imagen 21. Sección de Av. Daganzo sobre la autovía A-2.	24	Imagen 60. Ubicación de la parcela objeto del presente estudio.	50
Imagen 22. Sección de Av. Daganzo sobre la línea de ferrocarril.	24	Imagen 61. Localización de la parcela y principales vías de comunicación del entorno.	50
Imagen 23. Red ciclista de Alcalá de Henares. Fuente: Ayto. Alcalá de Henares.	25	Imagen 62. Estaciones de aforo cercanas al desarrollo. Mapa de aforos del Ministerio de Fomento.	51
Imagen 24. Señalización vertical pesados en calles del centro. Fuente: PIMUS Alcalá de Henares.	26	Imagen 63. Campaña de trabajos de campo.	52
Imagen 25. Detalle de la parcela objeto de estudio.	27	Imagen 64. Procesamiento vídeos de recorrido.	52
Imagen 26. Esquema del método de los cuatro pasos.	27	Imagen 65. Esquema del método de los cuatro pasos.	52
Imagen 27. Superficies de la parcela objeto de estudio (según el diseño preliminar).	28	Imagen 66. Superficies de la parcela objeto de estudio (diseño interior preliminar).	53
Imagen 28. Distribución horaria del tráfico logístico.	30	Imagen 67. Atracción metropolitana	54
Imagen 29. Atracción metropolitana	32	Imagen 68. Acceso diseñado según la solución más restrictiva.	55
Imagen 30. Zonificación EDM 18.	33	Imagen 69. Comprobación tridimensional de giros en el acceso a la parcela	55
Imagen 31. Detalle de acceso en "Y".	35	Imagen 70. Detalle de la estación permanente M-304-0 ubicada en las inmediaciones de la zona de estudio.	56
Imagen 32. Detalle de los vehículos patrón empleados.	35	Imagen 71. Detalle de la IH30 de la calzada principal de la Estación M-304-0. Mapa de Tráfico 2019.	56
Imagen 33. Esquema del art. 25 apartado a) de la Ley de Carreteras de la Comunidad de Madrid.	36	Imagen 72. Porcentajes horarios de la calzada 1 (Ascendente. Dirección Guadalajara).	57
Imagen 34. Acceso diseñado según la solución más restrictiva.	37	Imagen 73. Porcentajes horarios de la calzada 2 (Descendente. Dirección Madrid).	57
Imagen 35. Comprobación tridimensional de giros en el acceso a la parcela	37	Imagen 74. Secciones de medición de niveles de servicio.	57
Imagen 36. Nota de Servicio 5/2014 del Ministerio de Fomento (izq.) y Highway Capacity Manual (dcha.).	38	Imagen 75. Niveles de servicio secciones autovía A-2. Situación actual. Hora Punta PM.	58
Imagen 37. Secciones características del carril de aceleración. Norma 3.1.-IC de Trazado (2016).	39	Imagen 76. Niveles de servicio secciones autovía A-2. Situación futura. Hora Punta PM.	58
Imagen 38. Sección característica del carril de deceleración. Norma 3.1.-IC de Trazado (2016).	39	Imagen 77. Niveles de servicio situación actual. Punto 07. Hora Punta AM.	59
Imagen 39. Variables de cálculo críticas del ramal. Highway Capacity Manual (HCM 2010).	39	Imagen 78. Niveles de servicio situación actual. Punto 07. Hora Punta PM.	59
		Imagen 79. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 07. Hora Punta AM.	60

Imagen 80. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 07. Hora Punta PM.....	60
Imagen 81. Niveles de servicio situación actual. Punto 05. Hora Punta AM.	60
Imagen 82. Niveles de servicio situación actual. Punto 05. Hora Punta PM.	61
Imagen 83. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 05. Hora Punta AM.....	61
Imagen 84. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 05. Hora Punta PM.....	61
Imagen 85. Niveles de servicio situación actual. Punto 06. Hora Punta AM.	62
Imagen 86. Niveles de servicio situación actual. Punto 06. Hora Punta PM.	62
Imagen 87. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 06. Hora Punta AM.....	62
Imagen 88. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 06. Hora Punta PM.....	62

Índice de Planos

Plano 1. P2021170.01 Localización.....	65
Plano 2. P2021170.02 Trabajos de Campo.....	66
Plano 3. P2021170.03 Rutas de Acceso.....	67
Plano 4. P2021170.04A Matriz 01 AM.....	68
Plano 5. P2021170.04B Matriz 01 PM.....	69
Plano 6. P2021170.04C Matriz 02 AM.....	70
Plano 7. P2021170.04D Matriz 02 PM.....	71
Plano 8. P2021170.04E Matriz 03 AM.....	72
Plano 9. P2021170.04F Matriz 03 PM.....	74
Plano 10. P2021170.04G Matriz 04 AM.....	75
Plano 11. P2021170.04H Matriz 04 PM.....	76
Plano 12. P2021170.04I Matriz 05 AM.....	77
Plano 13. P2021170.04J Matriz 05 PM.....	78
Plano 14. P2021170.04K Matriz 06 AM.....	79
Plano 15. P2021170.04L Matriz 06 PM.....	80
Plano 16. P2021170.04M Matriz 07 AM.....	81
Plano 17. P2021170.04N Matriz 07 PM.....	82
Plano 18. P2021170.05 Atracción Metropolitana.....	83
Plano 19. P2021170.06A Itinerarios de entrada.....	84
Plano 20. P2021170.06B Itinerarios de salida.....	85
Plano 21. P2021170.06C Comparativa entre itinerarios.....	86
Plano 22. P2021170.07A Transporte Público.....	87
Plano 23. P2021170.07B Transporte Público.....	88
Plano 24. P2021170.08A Niveles de servicio actuales AM.....	89
Plano 25. P2021170.08B Niveles de servicio futuros AM.....	90
Plano 26. P2021170.08C Niveles de servicio actuales PM.....	91
Plano 27. P2021170.08D Niveles de servicio futuros AM.....	92
Plano 28. P2021170.09 Niveles de servicio en los ramales.....	93
Plano 29. P2021170.10 Comprobación de giros e.....	94
Plano 30. P2021170.11. Comprobación de giros en 3D.....	95

A.MEMORIA TÉCNICA

1. INTRODUCCIÓN

La empresa Arrow Capital Partners España está en la actualidad promoviendo un desarrollo de una nave de uso logístico en el número 33 de la Avenida Daganzo, el Alcalá de Henares (Madrid).

La parcela de 29.346 m² es accesible desde la propia Avenida Daganzo a través de una vía pecuaria y se encuentra cercana al nudo de enlace de la zona industrial con la autopista A-2. Actualmente, tiene algunos inmuebles construidos, por lo que ha de ser rehabilitada para su uso



Imagen 1. Ubicación de la parcela objeto del presente estudio.

La parcela, con referencia catastral 6830509VK6863S0001FR (Imagen 2), no delimita con ninguna infraestructura viaria, aunque dispone de una vía pecuaria que conecta con la Avenida Daganzo; en el resto del perímetro limita con otras parcelas industriales.

El objeto del presente documento es impulsar la tramitación de la licencia urbanística con el Ayuntamiento de Alcalá de Henares dotando a la empresa Arrow de un estudio de tráfico y movilidad con descripción del tráfico actual en los tramos viarios afectados y en su entorno inmediato; estimando la generación de tráfico futuro del desarrollo. Debido a que la implantación de una nueva actividad generará, en mayor o menor medida, un impacto sobre las condiciones de explotación de las infraestructuras existentes, se analizarán los niveles de servicio, procediendo a la propuesta de medidas de mejora si estas fuesen necesarias, con el fin de asegurar que las condiciones de circulación se mantengan en los términos de movilidad eficaz y fluida.

Por lo tanto, de manera general, el presente informe analizará el estado actual del entorno de estudio para, una vez estimada la generación derivada de la puesta en funcionamiento del nuevo servicio empresarial, evaluar el impacto sobre las condiciones de circulación del tráfico rodado y desarrollar una serie de actuaciones que minimicen el impacto generado, si estas fuesen necesarias.



Imagen 2. Consulta descriptiva y gráfica. Referencia catastral: 6830509VK6863S0001FR

2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

De manera general, el presente informe supone un análisis de la movilidad global del entorno del desarrollo objeto de estudio. Por lo cual, el análisis se centrará en la evaluación de la situación actual existente, tanto desde el punto de vista de la accesibilidad mediante transporte público o vehículo privado, así como realizando un diagnóstico de la capacidad actual de las infraestructuras del transporte. Para el estudio de la situación inicial es de gran importancia la captación y recopilación de datos referentes a movilidad del entorno, para lo cual Vectio planteó una importante campaña de aforos en distintos puntos considerados de importancia tanto en la autovía A-2 como en los enlaces cercanos a la implantación.

A partir del punto inicial de partida que supone la recopilación de información de movilidad relativa al entorno de estudio, la siguiente tarea que afronta el presente informe es la estimación de la movilidad generada por el nuevo desarrollo logístico y su interacción con las condiciones de movilidad existentes. De esta manera, el análisis del entorno iniciado anteriormente con las condiciones existentes llega a un nuevo punto mediante la incorporación de los flujos de tráfico generados por el nuevo desarrollo.

La implantación de un área de estas características exige un análisis de las condiciones de accesibilidad a la misma, incorporando las infraestructuras tanto de transporte público como privado.

Una vez identificados todos los posibles puntos de conflicto entre tráficos, la capacidad de la infraestructura de transporte y la accesibilidad al entorno en los distintos modos, la siguiente fase será llevar a cabo una optimización de la infraestructura existente actuando sobre los itinerarios de acceso y planteando una serie de propuestas de mejora que minimicen o eliminen el impacto del nuevo desarrollo sobre las condiciones existentes actuales, siempre y cuando el impacto generado fuese de trascendencia y estas fuesen necesarias.

A modo de resumen, el objetivo del presente estudio será realizar un exhaustivo análisis sobre las condiciones actuales de movilidad del entorno con especial atención al tráfico y a la capacidad de la infraestructura existente, para después examinar el impacto generado por la implantación del nuevo desarrollo y, por último, proponer una batería de medidas si este impacto generado tuviese trascendencia en la operatividad de la instalación y en la capacidad de las vías adyacentes.



Imagen 3. Proyecto de implantación propuesto.

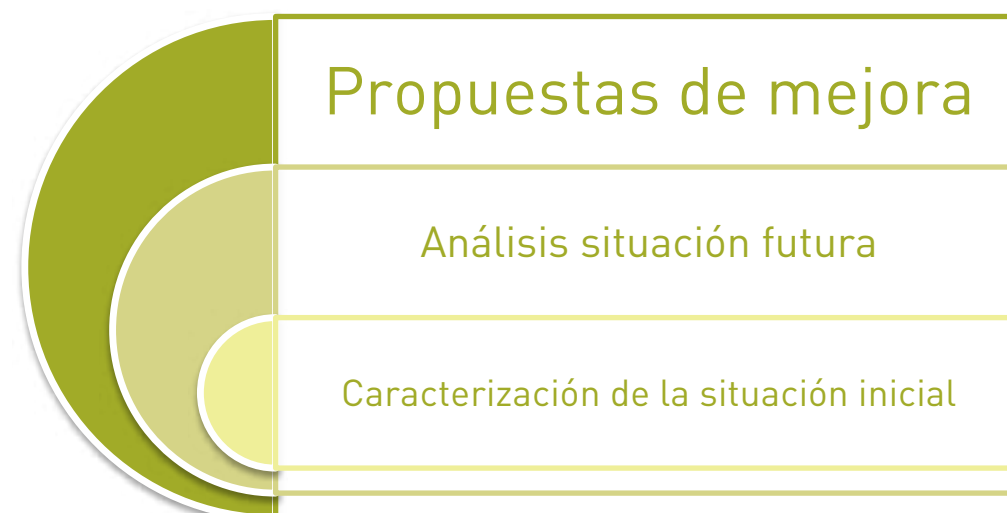


Gráfico 1. Proceso de desarrollo del informe.

3. MARCO GENERAL

3.1. Marco geográfico

La parcela objeto de estudio donde Arrow desarrollará el nuevo emplazamiento logístico se ubica en la Av. Daganzo, número 33 ubicada en Alcalá de Henares, entre el polígono industrial Euclides (al sur de la parcela) y el polígono industrial Ajaimir (al norte), a 4 km del centro de Alcalá de Henares y 30 km del centro de Madrid, en las inmediaciones de la autovía A-2 y la carretera M-100.



Imagen 4. Localización de la parcela y principales vías de comunicación del entorno.

El aeropuerto Adolfo Suárez Madrid – Barajas se sitúa a una distancia de 25 kilómetros y es accesible desde la parcela a través de la autovía A-2.

3.2. Marco normativo

En la presente sección se hace referencia a la normativa en materia de urbanismo y movilidad a considerar en el presente estudio, encargada de fijar algunas especificaciones técnicas de diseño como al que comprende a los accesos o la dotación mínima de aparcamiento.

3.2.1. Ficha 12 de la Instrucción de la Vía Pública del Ayuntamiento de Madrid. Estudios de Transporte

Objetivos

La inclusión de un Estudio de Transporte en planes parciales, planes especiales y proyectos de edificación tiene como objetivos principales:

- Garantizar la fundamentación técnica de las decisiones relativas a transporte y diseño de la vía pública en el planeamiento de desarrollo.
- Impedir que el aumento de la congestión circulatoria en la red principal supere ciertos niveles.

Alcance

Deberán incluir un Estudio de Transporte todos los planes y proyectos que superen cualquiera de los siguientes umbrales en edificación de nueva construcción:

- 150 viviendas o 15.000 m², en edificación residencial
- 5.000 m² en edificación para oficinas
- 4.000 m² de edificación comercial, o de ocio
- 500 plazas en locales de espectáculos
- 18.000 m² en cualquier tipo de edificación

Todos los planes especiales que, aún sin prever los umbrales de construcción establecidos en el punto anterior, afecten a más de 500 viviendas o 50.000 m² de edificación o a elementos de la red viaria principal del municipio de Madrid.

Contenido de los Estudios de Transporte

1. Los Estudios de Transporte tendrán el siguiente contenido mínimo:

A. Descripción del emplazamiento, entorno y ámbito del plano proyecto

- Situación y características generales.
- Descripción general de los sistemas de transporte y red viaria de su entorno.

B. Programa de usos del plano proyecto

- N^o de viviendas, por clases. Superficie edificable (por uso: industrial, garaje-aparcamiento, terciario y dotacional, en sus distintos tipos). Estimación del número de empleos en cada sector.
- Programa de desarrollo y fases.

C. Condiciones de tráfico y transporte existentes y previsibles en puntos de acceso a la red viaria principal.

Tipo, regulación, geometría y capacidad de cada intersección o tramo, potencialmente utilizable para la conexión del plan o proyecto. Intensidades de tráfico en todos los ramales referidas a:

- Día laborable y hora punta de la mañana, para áreas residenciales y terciarias.
- Viernes y hora punta de la tarde, para áreas comerciales y de ocio.
- Grado de saturación de cada elemento, calculado como cociente entre la Intensidad en hora punta y la capacidad.
- Capacidad y posibilidades de los sistemas de transporte alternativos al vehículo privado.

D. Estimación de la generación de viajes en hora punta, mediante

- Datos locales de generación de viajes.
- Referencias tomadas de publicaciones nacionales y extranjeras.
- El siguiente cálculo simplificado:
 - En áreas residenciales, se estimarán los viajes de salida en la hora punta de la mañana, mediante la tasa de población activa previsible y un factor de concentración de viajes al trabajo en hora punta que, en ausencia de otros datos, se tomará igual al 0.4.
 - En áreas productivas, se estimará el número de empleados que llegan en la hora punta de la mañana, mediante una evaluación del número de empleos y el citado factor de concentración de viajes al trabajo en hora punta
 - En centros comerciales, en ausencia de otros datos, los vehículos entrados y salidos en hora punta del viernes por cada 1.000 m² de superficie comercial (venta + almacenes + oficinas), se estimarán de acuerdo con los siguientes índices:
 - De 10.000 a 20.000 m² de superficie comercial: 50 veh
 - De 20.000 a 50.000 m² de superficie comercial: 35 veh
 - Más de 50.000 m² de superficie comercial: 20 veh
 - En áreas mixtas, la generación de viajes se estimará como combinación de las anteriores.

E. Reparto modal y tráfico vehicular generado, a estimar en función de:

- La situación relativa del ámbito de estudio y la distancia relativa entre orígenes y destinos de los viajes considerados.
- La disponibilidad y accesibilidad de sistemas de transporte colectivo, considerándose los siguientes radios de cobertura:
 - Parada de autobús: 400 metros
 - Estación de tren o metro sin aparcamiento: 600 metros
 - Estación de tren o metro con aparcamiento: hasta 5 km

- La experiencia de áreas similares en la Comunidad de Madrid
- El índice medio de ocupación de los vehículos privados que, en ausencia de otros datos, se tomará igual a 1,35 personas por vehículo

F. Evaluación, localización y, en su caso, diseño de los puntos de acceso y elementos internos de la red principal

- Evaluación y selección del número y localización de los puntos de acceso a la red principal y diseño de los elementos interiores de la misma
- Asignación del tráfico entre los diferentes accesos y elementos.
- Definición de geometría y regulación.

G. Evaluación del funcionamiento de los puntos de acceso y elementos internos de la red principal

- Estimación de afecciones a la red principal por funcionamiento de los puntos de acceso. Valores absolutos y relativos de los aumentos de tráfico en cada ramal y movimiento
- Estimación de las intensidades de circulación en los elementos de circulación de la red principal interna.
- Cálculo de los niveles de congestión potencialmente alcanzables con el desarrollo inmobiliario previsto

H. Propuesta de medidas complementarias, métodos de gestión de la demanda y modos de transporte alternativos

2. En planes o proyectos de áreas con más de 100.000 metros cuadrados de edificación residencial, 50.000 de industrial o 25.000 de terciaria será preceptivo estudiar la prolongación o nueva creación de líneas de autobús, que incluyan el 80% del área en un radio de 300 metros, medidos desde las paradas de autobús. Igualmente se estudiará la conveniencia de disponer plataformas reservadas para autobuses, según los criterios de diseño contenidos en la ficha 9.1.

3. En el caso de planes o proyectos que se refieran a más de 1.000.000 de metros cuadrados de edificación residencial o que, aún siendo de menor capacidad, puedan constituirse en centro de distribución para barrios limítrofes que conjuntamente alcancen la referida cifra, deberá estudiarse la posible prolongación de la red de metro o ferrocarril y la reserva de terrenos necesaria para los estacionamientos a ellas asociados.

4. Con independencia de los contenidos indicados, los Estudios de Transporte contendrán todos los indicados en las Fichas de la presente Instrucción para justificar el diseño propuesto para la vía pública, tales como: anchura de calzadas y aceras, reserva de carriles para plataformas reservadas, etc.

3.2.2. Compendio de las Normas Urbanísticas Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Alcalá de Henares de 1998.

El Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) del Ayuntamiento de Alcalá de Henares recoge en su título V "Condiciones generales de la Edificación", en el capítulo 5 "Uso Industrial y Almacenaje", una serie de condicionantes relacionados con la clasificación de la industria, las emisiones contaminantes o aspectos de seguridad, de entre ellos, cabe destacar los siguientes epígrafes:

- Epígrafe 6. Fraccionamiento en el suministro de mercancías.
 - 5.5.30.

Se refiere este impacto a las molestias ocasionadas por el trasiego de vehículos de transporte de mercancías que origina la actividad industrial de la que se trate, cuando estos vehículos tienen un tamaño incompatible con los del transporte público y privado .se establecen tres niveles de impacto, que regirán durante el horario que establezca el Ayuntamiento; quedando garantizado el acceso, sin limitación de tonelaje, durante el periodo no coincidente con el limitado:

 - Nivel 1: Actividades cuyo proceso productivo permite el transporte de mercancías (tanto materias primas como productos manufacturados) en vehículos industriales de tonelaje inferior a 5 Tm.
 - Nivel 2: id. de un tonelaje inferior a 15 Tm.
 - Nivel 3: id. de un tonelaje superior a 15 Tm.
- Epígrafe 7. Frecuencia en el suministro de mercancías.
 - 5.5.31.

Se refiere este impacto a las servidumbres ocasionadas por el trasiego de vehículos pesados en ciertas horas del día, a través de calles en las que existen otros usos no industriales. se establecen dos niveles:

 - Nivel 1: Actividades cuyo proceso productivo no puede someterse a regulación horaria sobre las entradas y las salidas de mercancía.
 - Nivel 2: Actividades cuyo proceso productivo permite regular el horario del tráfico de mercancía que produce, pudiendo por tanto someterse a señalización vial según las necesidades de la zona.
- Epígrafe 8. Condiciones generales de funcionamiento.
 - 5.5.35.

Los usos industriales clasificados en situaciones E, F, G y H deberán cumplir las siguientes condiciones:

 - a) El edificio deberá disponer de una zona de carga y descarga de mercancías, a la cual tengan acceso todos los locales destinados a almacén o industria y con capacidad suficiente para una plaza de turismo por cada 100 m² de nave, así como una plaza para vehículo industrial por cada 2.000 m² de nave (o

fracción) y un acceso que permita la entrada o salida de los vehículos sin maniobras sobre la vía pública.

- b) Los accesos deberán ubicarse en calles de anchura entre alineaciones no menor de 12 metros.
 - c) El acceso de vehículos industriales será exclusivo e independiente del de personal, hasta la línea de fachada.
 - d) Los cerramientos a los linderos se realizarán, preferentemente, con elementos vegetales de baja altura. cuando sea necesario por motivos de seguridad, se permitirán cerramientos de otro tipo siempre que no superen los 2 m. de altura total, con una base maciza de 0,50 m., siendo el resto visualmente permeable.
 - e) Se ajardinará la parte de las parcelas no ocupadas por la edificación u otros elementos propios de la actividad, a base de especies vegetales autóctonas y de fácil conservación.
- Epígrafe 11. Plazas de estacionamiento de vehículos.
 - 5.5.53.

Todo proyecto de nueva instalación regulada a través de una Clave de ordenanza industrial incorporará, obligatoriamente, una plaza de estacionamiento de automóviles cada 75 m² construidos, y un espacio para carga-descarga y/o estacionamiento de vehículos industriales pesados cada 2.000 m² construidos, o fracción de superficie construida. En las instalaciones multiempresa, existirá un espacio de este tipo por cada empresa distinta.
 - 5.5.54.

El estacionamiento de automóviles y vehículos industriales pesados deberá ser resuelto íntegramente en el interior de la parcela, así como todas las maniobras necesarias para el movimiento de vehículos industriales, excepto el acceso de los mismos desde/hacia la red viaria pública.

3.2.3. Plan Integral de Movilidad Urbana Sostenible (PIMUS) de Alcalá de Henares

El Plan Integral de Movilidad Urbana Sostenible (PIMUS) de Alcalá de Henares, de finales del año 2020, se trata de una herramienta muy valiosa de planificación estratégica que además, sirve como un instrumento de concienciación y sensibilización para los ciudadanos, administraciones públicas y el resto de agentes implicados en la movilidad.

En él se analiza el tejido productivo y comercial, localizando los principales centros de trabajo y relacionándolos con los viajes por motivo laboral. De esta forma, se analizan los parques empresariales y polígonos industriales de la zona. De acuerdo con el Directorio Interactivo de Empresas del Ayuntamiento pueden destacarse 4 grandes zonas con los principales centros productivos o polígonos industriales.



Imagen 5. Zonas industriales o polígonos de Alcalá de Henares.

Además de realizar un diagnóstico de Alcalá de Henares en el que se incluyen los distintos equipamientos, su localización y su relación con la movilidad, también se caracteriza la movilidad general de la ciudad. En esta ocasión, debido al estado excepcional de movilidad en el que se encontraba la ciudad, ocasionado por el COVID-19, se utiliza como fuente de información fiable y representativa la encuesta domiciliaria realizada por el Consorcio Regional de Transportes en el año 2018. De esta destacan los siguientes aspectos:

- Los hogares de Alcalá de Henares registran 6,07 viajes/día. 2,34 viajes/persona, lo cual es ligeramente inferior a la media de la comunidad autónoma de Madrid.
- Los viajes internos son la relación más fuerte, 343.000 viajes-día (59% del total), y el 56% de ellos se realizan en modos no mecanizados
- La tasa de empleos frente a personas ocupadas registra un 0,70. Los residentes deben viajar fuera de Alcalá por motivo de empleo.

- En lo que respecta al reparto modal de viajes generados/atraídos, muestra los siguientes porcentajes:

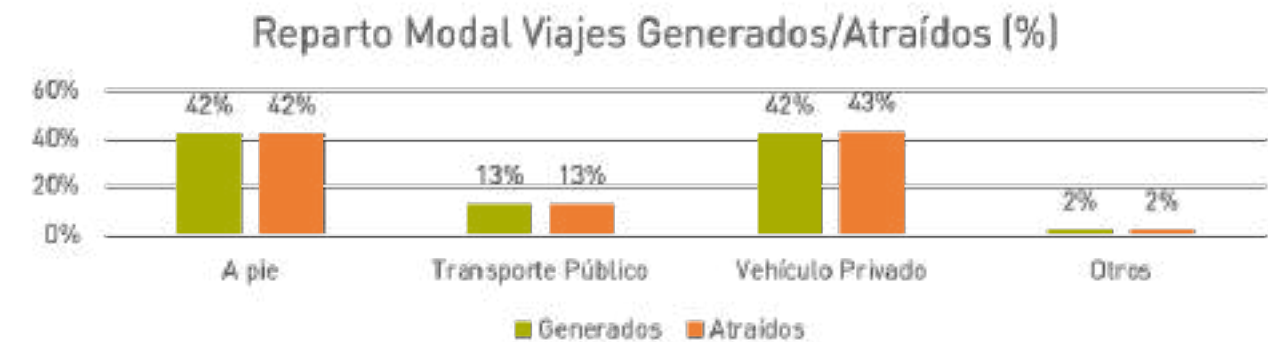


Imagen 6. Reparto modal de viajes atraídos/generados en Alcalá de Henares.

- Otras características y conclusiones destacadas del reparto modal son:
 - El transporte público compite con el coche en desplazamientos interurbanos (de media, en transporte público 43 min. y 21,9 km, y en vehículo privado 23 min. y 13,9 km.
 - El modo peatonal y VMP se complementan, tiempo y distancia medios, a pie 18 min. y 800 m, en otros 5,4 km y 25 min.
 - Destaca que el 45% de viajes en transporte público son en autobús urbano, casi un 7% del total de viajes.
- Además, diferenciando por motivo la demanda en vehículo privado se observa que el número de coches que se desplazan del total de desplazamientos tiene una ocupación media de 1,33 personas por coche, ocupación que baja a 1,12 para el motivo prioritario de trabajo.

4. INFORMACIÓN RECOPIlada

4.1. Estaciones de aforo permanentes del Ministerio de Fomento 2019

El Ministerio de Fomento dispone de un mapa de tráfico en el que se dispone de información relativa a la intensidad de tráfico de las estaciones de aforo ubicadas en las carreteras españolas. Los aforos que se pueden encontrar en dicho mapa digital son de seis categorías: permanentes, semipermanentes, primaria, secundaria, cobertura y autopista peaje, dependiente de la duración de la medición realizada.

En las inmediaciones del entorno, en concreto en el p.k. 29 de la autovía A-2, muy cerca del futuro desarrollo, se encuentran tres estaciones de aforo permanente del estado:

- **Estación M-304-0:** Registra las dos calzadas principales de la A-2, es decir, el tráfico en ambos sentidos (ascendente y descendente). Presenta una Intensidad Media Diaria (IMD) de 84.138 vehículos, con un porcentaje de pesados del 15%.
- **Estación M-834-0:** Registra una vía de servicio adicional a las dos calzadas principales, concretamente en sentido descendente. Presenta una Intensidad Media Diaria (IMD) de 33.321 vehículos, de los cuales un 5% son vehículos pesados.
- **Estación M-734-0:** Registra la otra de las vías de servicio adicional al flujo principal, es decir, los vehículos en sentido ascendente. La Intensidad Media Diaria (IMD) de esta calzada es de 39.778 vehículos, con un 6% de vehículos pesados.



Imagen 7. Estaciones de aforo cercanas al desarrollo. Mapa de aforos del Ministerio de Fomento.

La Intensidad Media Diaria (IMD) en el tronco principal de la autovía A-2 en cada uno de los sentidos, se recoge en las siguientes tablas.

Tabla 1. Datos de aforo en autovía A-2. Sentido creciente									
	Lun	Mar	Miércoles	Jue	Vie	Sab	Dom	5d (L-V)	7d (L-D)
12h, 7-19	31.331	30.496	30.717	31.132	33.321	23.618	19.480	31.399	28.585
16h, 6-22	39.202	38.346	38.592	39.059	41.932	29.463	25.554	39.426	36.021
18h, 6-24	41.195	40.362	40.757	41.274	44.315	31.769	27.749	41.581	38.203
24h, 0-24	43.468	42.622	43.056	43.606	46.721	34.238	30.064	43.895	40.539

IMD horaria media (Sentido creciente)

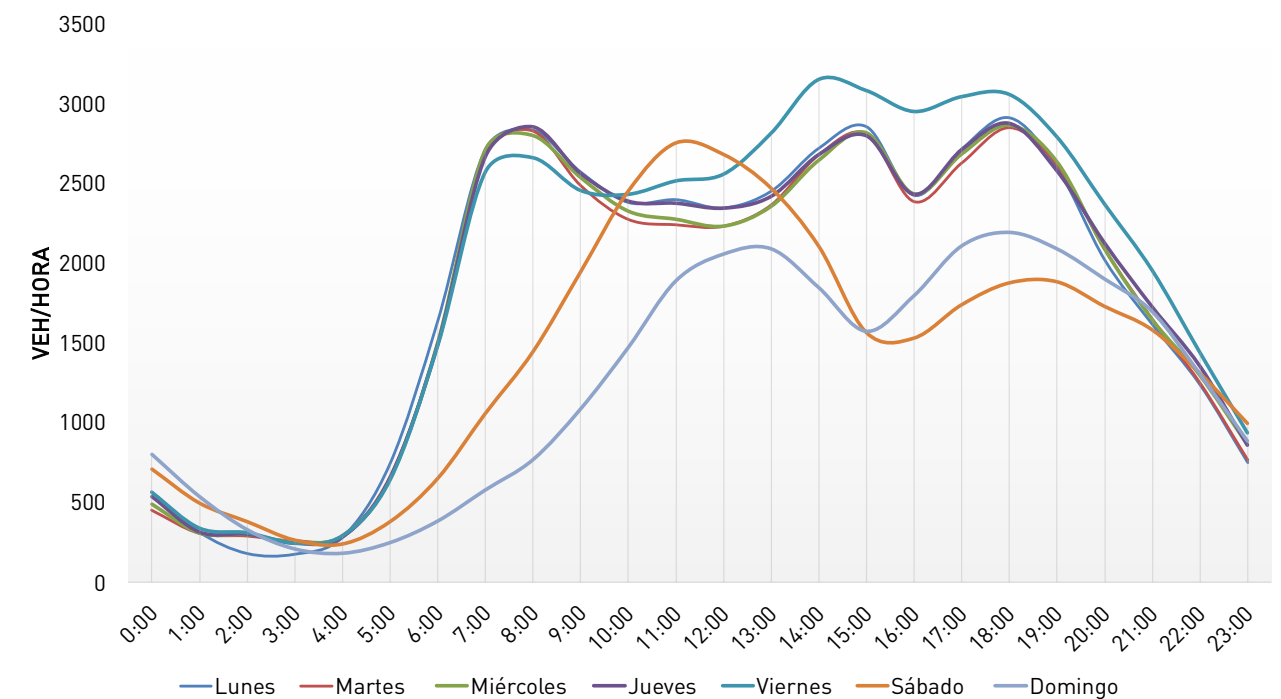


Gráfico 2. Intensidad Horaria Media segregada por días de la semana. Sentido Creciente.

IMD Diaria (Calibrado)

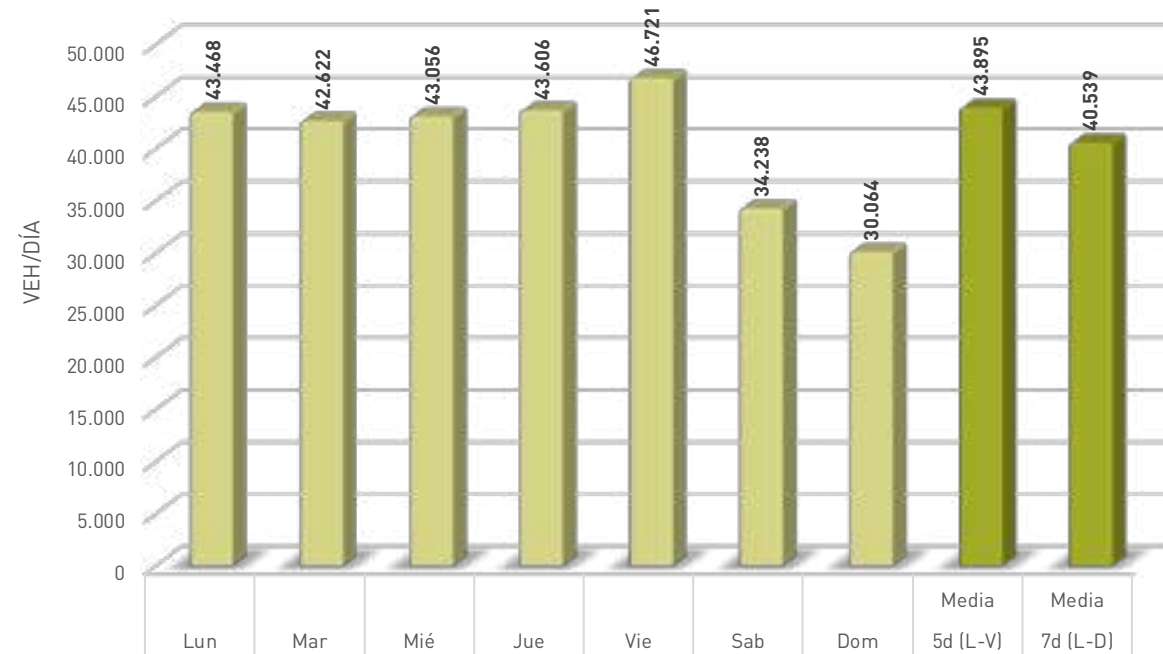


Gráfico 3. Intensidad Media Diaria (IMD) segregada por días de la semana. Sentido Creciente.

IMD horaria media (Sentido decreciente)

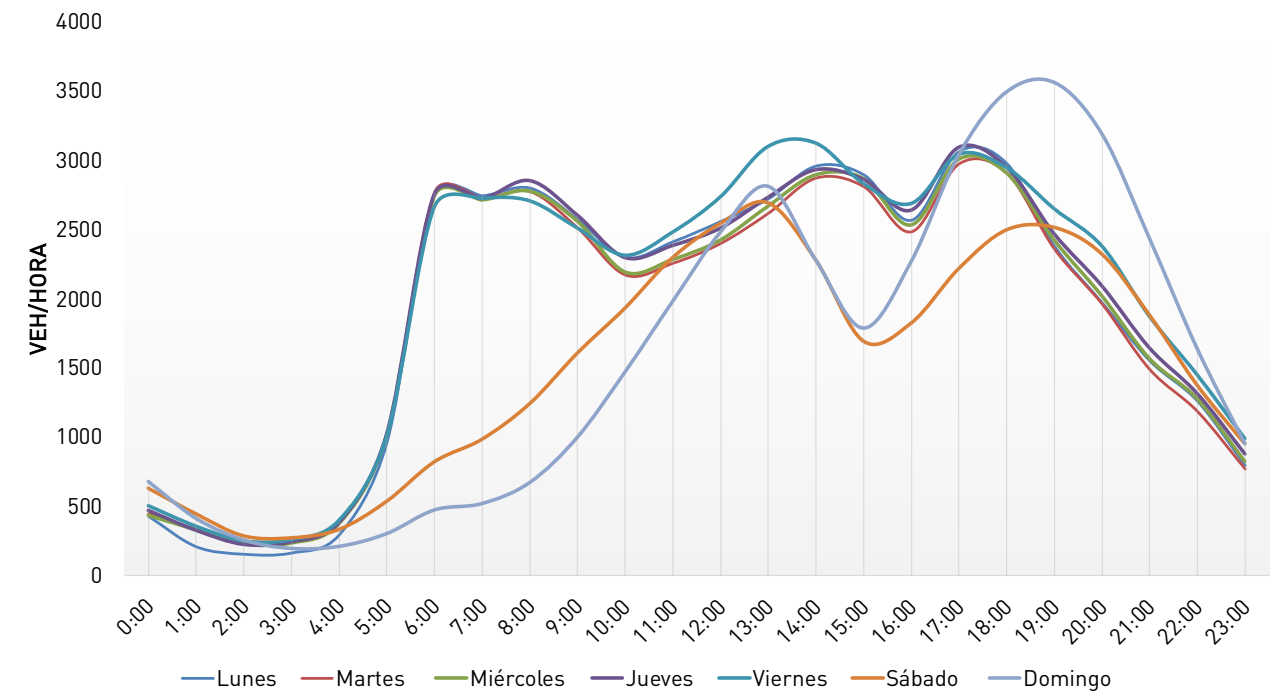


Gráfico 4. Intensidad Horaria Media segregada por días de la semana. Sentido Decreciente.

En cuanto a la Intensidad Media Diaria (IMD) en el sentido decreciente del tronco principal de la autovía A-2, se recoge a continuación.

Tabla 2. Datos de aforo en autovía A-2. Sentido Decreciente									
	Lun	Mar	Miércoles	Jue	Vie	Sab	Dom	5d (L-V)	7d (L-D)
12h, 7-19	32.554	31.458	31.822	32.549	33.174	23.781	23.773	32.311	29.873
16h, 6-22	41.216	40.022	40.572	41.499	42.730	31.312	33.425	41.208	38.682
18h, 6-24	43.280	41.969	42.672	43.594	45.175	33.642	36.012	43.338	40.906
24h, 0-24	45.497	44.609	45.291	46.249	47.946	36.138	38.059	45.918	43.398

IMD Diaria (Calibrado)

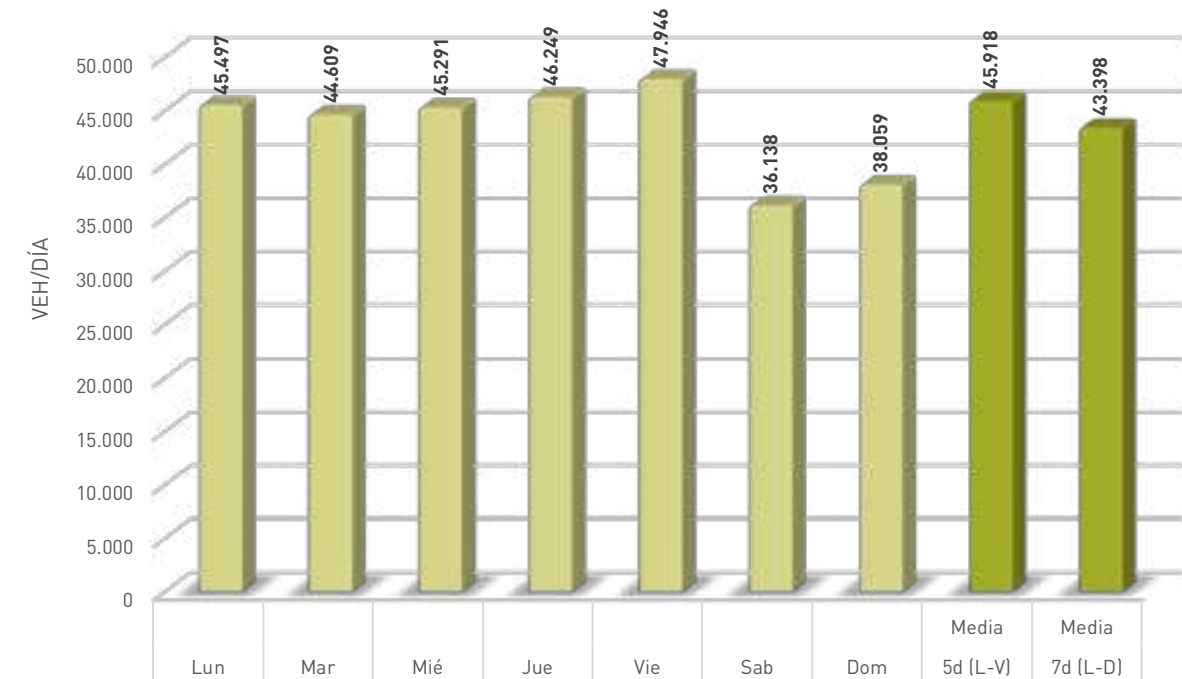


Gráfico 5. Intensidad Media Diaria (IMD) segregada por días de la semana. Sentido Decreciente.

4.2. Estaciones de aforo permanentes de la Comunidad de Madrid

La Comunidad de Madrid es titular de las carreteras de la red viaria básica de la red comarcal que no están reservadas a la titularidad del Estado. La Consejería de Transportes, Movilidad e Infraestructuras presenta anualmente el mapa y la memoria de las intensidades de tráfico en la red de carreteras de la Comunidad de Madrid, mostrado a continuación.

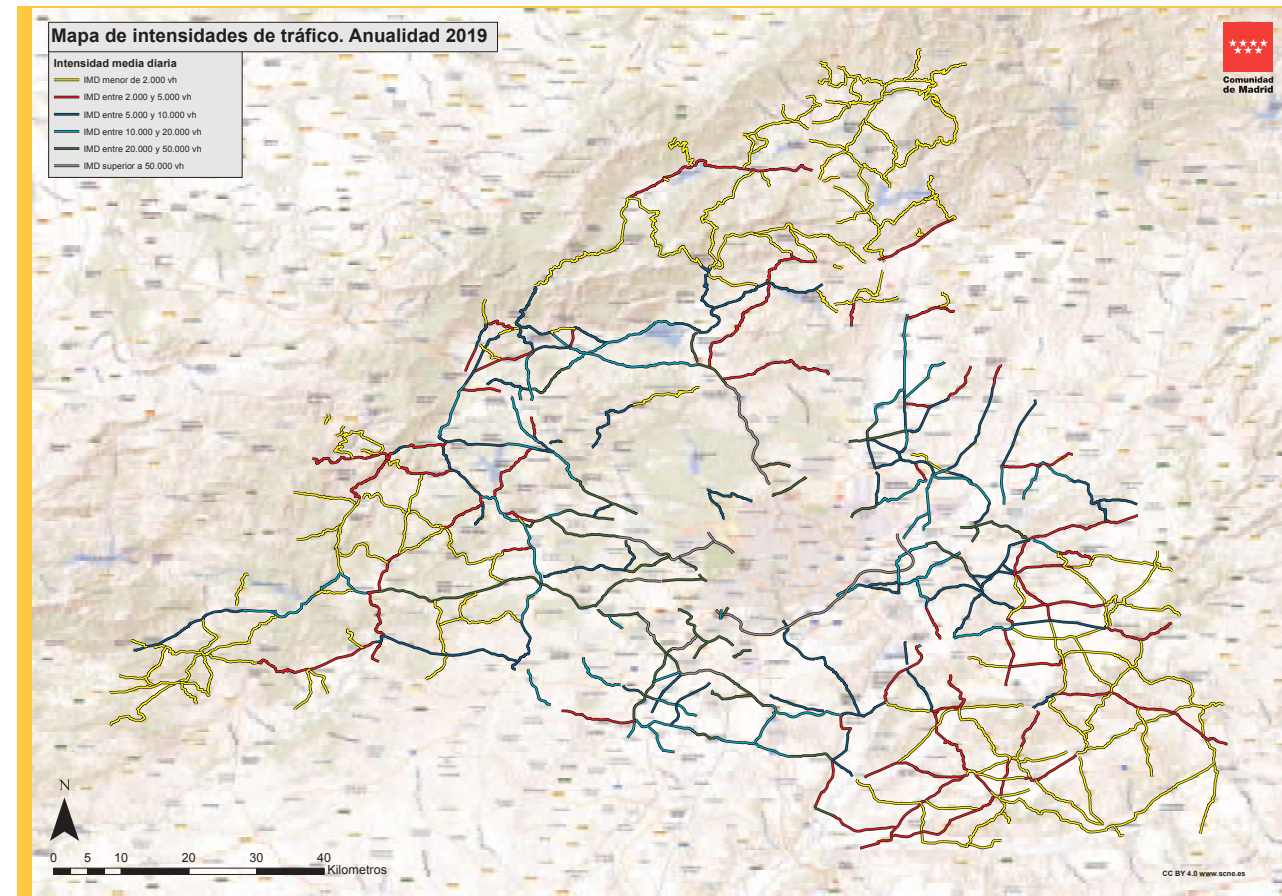


Imagen 8. Mapa de intensidades de tráfico 2019. Comunidad de Madrid.

La estación más cercana al futuro desarrollo es la estación primaria denominada con el código 101, en el PK 5,9 de la carretera M-100, cerca de su intersección con la carretera R-2, a 3 kilómetros de la parcela objeto de estudio (Imagen 9).

Entre los datos recogidos se incluyen la Intensidad Media Diaria (IMD) de los diferentes tramos de la red viaria, así como otros valores de gran utilidad de cara a:

- La planificación de la red
- El dimensionamiento de los nuevos firmes
- Proyectar los refuerzos de los firmes en servicio
- Programación de las obras de mejora, acondicionamiento y conservación de la red, para disminuir las afectaciones al tránsito
- La proyección de obras para mejorar la seguridad vial.

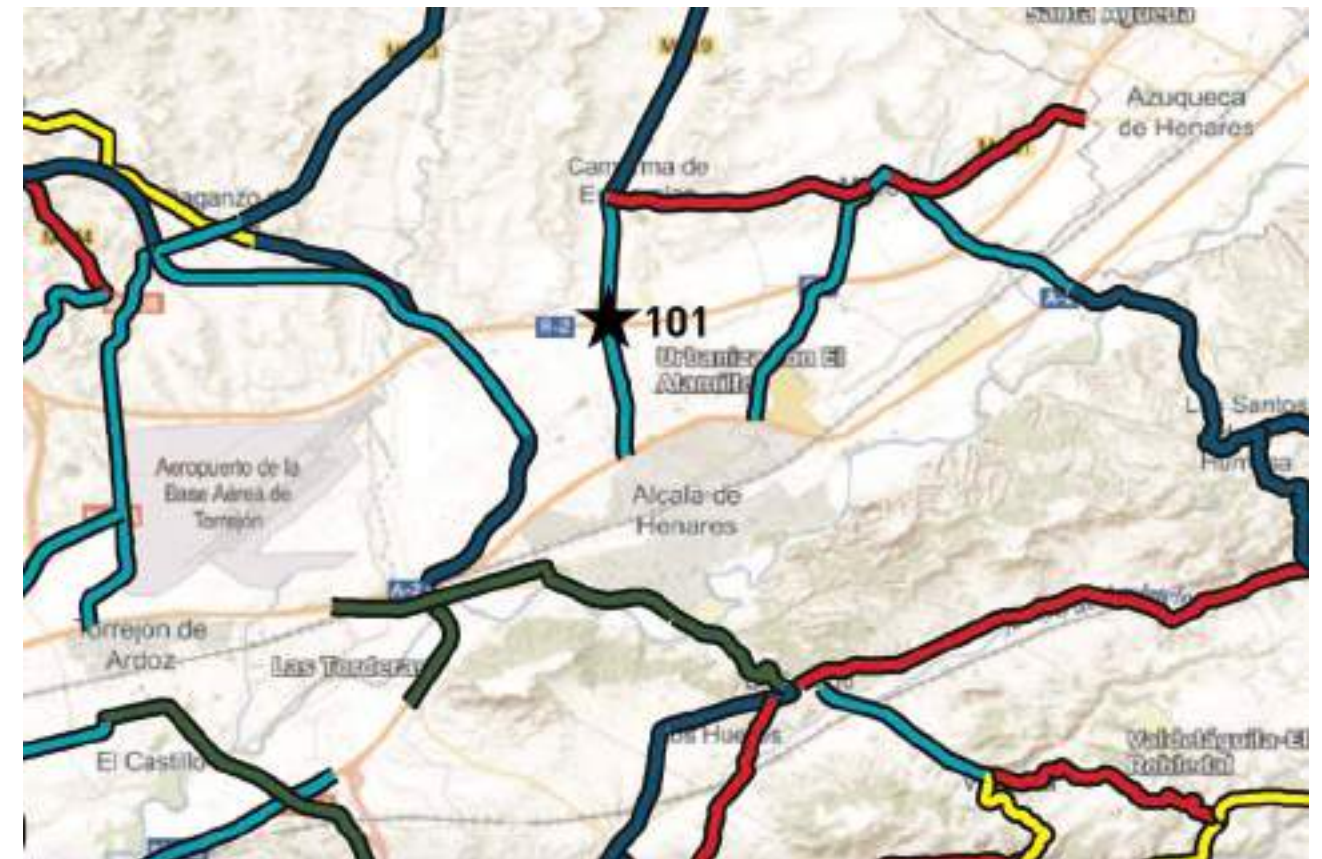


Imagen 9. Estación de aforo 101 en la vía M-100 de titularidad de la Comunidad de Madrid.

5. TRABAJOS DE CAMPO

5.1. Objeto de los trabajos de campo

Los trabajos de campo constituirán la base sobre la que realizar el análisis y diagnóstico de la situación actual del entorno de estudio, por lo que su finalidad es la obtención de datos del entorno que permitan su evaluación. Para ello, el personal técnico de Vectio planteó, en coordinación con la dirección del estudio, una campaña de aforos en distintos puntos del entorno de estudio. (Imagen 10 y Plano 2)

La campaña de trabajos de campo diseñada se centra en los principales viales del entorno, realizando especial énfasis en aquellos que pertenecen a la ruta de acceso o salida del nuevo desarrollo.

Tanto los trabajos de campo realizados como la recopilación de datos existentes para la realización del presente estudio han sido:

- Recopilación de datos actuales de tráfico existentes en las carreteras afectadas del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.
- Recopilación de datos actuales de tráfico existentes en las carreteras afectadas de la Comunidad de Madrid.
- Recopilación de planimetría con la propuesta de diseño y otros datos generales de la parcela.
- Instalación de **6 cámaras de visión artificial** en las siguientes intersecciones:
 - Salidas hacia el norte de la M-100 y la calle Perú.
 - Acceso desde el sur de la M-100.
 - Glorieta entre la calle Perú, la Av. del Descubrimiento, la Av. Daganzo y los accesos de la M-100, tanto desde el norte como desde el sur.
 - Tronco de la A-2/E-90.
 - Tronco de la Av. Daganzo y los accesos desde la A-2/E-90.
 - Carril de deceleración desde el sur de la A-2/E-90.
 - Glorieta entre la Av. Daganzo y la calle de Méjico.
- Conteos automáticos de tráfico (vídeos procesados mediante software de visión artificial).
- Vídeos de recorrido filmados mediante cámara georeferenciada a bordo de vehículo desde diferentes orígenes principales de los viajes al área de estudio.

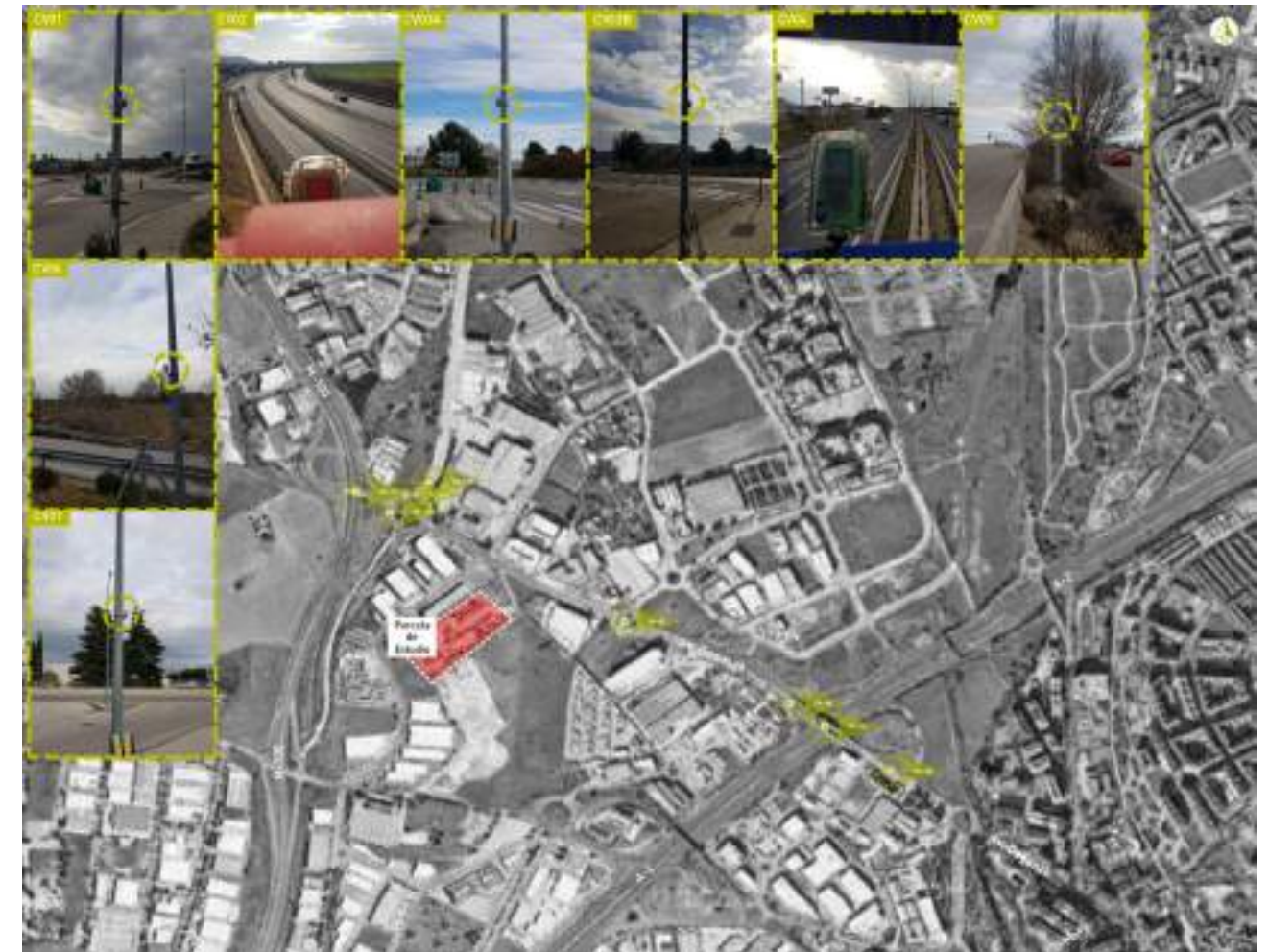


Imagen 10. Campaña de trabajos de campo.

5.2. Aforos direccionales

La importancia de esta tipología de aforos reside en la relevancia de la caracterización de la intensidad de cada uno de los movimientos, a fin de reproducir en el modelo de simulación las mismas condiciones de circulación existentes en la actualidad.

Los aforos direccionales complementarán los aforos troncales, obtenidos de la base de datos del Mapa de Tráfico y de los equipos de aforo de Vectio, aportando la información de distribución del tráfico en cada una de las intersecciones aforadas. Esta tipología de aforos se realizó con cámaras de visión artificial, que permiten que el posterior procesamiento se realice de manera automática con el software OD Soft.

La campaña de trabajos de campo relativa a los aforos direccionales se realizó el entre el martes 4 de enero y el miércoles 5 de enero de 2022. Durante dicho día se filmaron las intersecciones recogidas en la Imagen 10 y Plano 2:

- Salidas hacia el norte de la M-100 y la calle Perú.
- Acceso desde el sur de la M-100.
- Glorieta entre la calle Perú, la Av. del Descubrimiento, la Av. Daganzo y los accesos de la M-100, tanto desde el norte como desde el sur.
- Tronco de la A-2/E-90.
- Tronco de la Av. Daganzo y los accesos desde la A-2/E-90.
- Carril de deceleración desde el sur de la A-2/E-90.
- Glorieta entre la Av. Daganzo y la calle de Méjico.



Imagen 11. Detalle de instalación de cámara de visión artificial en glorieta entre Av. Daganzo y Av. del Descubrimiento.

5.3. Videos de recorrido con cámara embarcada georreferenciada

Los videos de recorrido con cámara embarcada georreferenciada permiten el reconocimiento “in situ” de los puntos críticos del entorno de estudio, así como la cuantificación en materia de tiempo del recorrido de principales itinerarios de acceso al entorno de estudio.

Además, los resultados extraídos de los vídeos de recorrido no solo sirven para evaluar las condiciones de circulación y, por lo tanto, la accesibilidad mediante vehículo privado, si no que también es empleada como una herramienta de calibración del modelo digital de simulación elaborado por Vectio.

Los itinerarios fueron realizados por técnicos de Vectio con equipos de filmación georreferenciados. Éstos realizaron los itinerarios desde todos los orígenes considerados de destacable influencia por el entorno donde se encuentra enmarcado el futuro desarrollo. El horario de realización de los mismos fue durante las horas de demanda punta AM y PM, durante un día laborable típico.



Imagen 12. Procesamiento vídeos de recorrido.

6. SIMULACIÓN

En términos generales, el enfoque metodológico ha seguido los pasos tradicionales de un proceso clásico de Planificación del Transporte, en el que se lleva a cabo una primera fase dedicada a la recopilación de la información, seguida por una fase de diagnóstico y modelización de la demanda, para finalmente, analizar un conjunto de alternativas que se han simulado en diferentes escenarios de futuro.



Imagen 13. Red digital del entorno.

6.1. Asignación a la red y calibración

Una vez que se obtuvieron las matrices de demanda punta del entorno del nuevo desarrollo objeto de estudio, se procedió a realizar la asignación de éstas a la red mediante un modelo de equilibrio (stochastic user equilibrium) que tiene en cuenta la influencia de los flujos de tráfico en el tiempo de viaje de un origen a un destino. La asignación de los flujos se realiza de manera que exista una consistencia entre ellos y el tiempo de viaje. En cada iteración se asigna un flujo de tráfico a cada tramo de la red, el cual implicará efectos de restricción por capacidad en este tramo y un nuevo tiempo de viaje, que sirven de punto de partida para la siguiente iteración, en base a la fórmula:

$$t = t_n \left[1 + \alpha \left(\frac{v}{c} \right)^\beta \right]$$

Donde:

- t : tiempo de recorrido en el tramo en condiciones de congestión
- t_n : tiempo de recorrido en el tramo en condiciones de flujo libre
- α, β : parámetros de calibración
- v : volumen del tramo estudiado
- c : capacidad del tramo estudiado. Los parámetros α y β serán diferentes para cada tipo de vía: autopista, calle urbana, carril acceso / salida o carretera convencional.



Imagen 14. Detalle del modelo de simulación.

6.2. Calibración del Modelo

Para conocer el destino de los viajes, sin realizar una expansión lineal, se realizó un ajuste de dicha matriz utilizando el algoritmo bi-proporcional de Furness. Dicho algoritmo requiere realizar sucesivas iteraciones hasta que se satisfaga las condiciones impuestas, total de orígenes y destinos conocidos (a partir de los aforos y matrices de giro tomadas).

Modelo biproporcional de Furness:

$$T_{ij} = a_i \cdot b_j \cdot T_{ij}^0$$

Total de viajes atraídos y generados conocido: $\sum_j T_{ij} = O_i$

Posteriormente se procedió al ajuste de las matrices resultantes. El ajuste de matriz se basa en un modelo de dos niveles resuelto heurísticamente por un algoritmo de gradiente, y que es un procedimiento para la estimación de una matriz de O / D, a partir de una matriz previa, utilizando los recuentos de tráfico de los puntos aforados para el presente estudio y aquellos que están disponible. Como el resultado del ajuste de la matriz depende de la calidad de la detección, en este caso la disponibilidad de una buena malla de aforos tanto público como los realizados para el presente estudio, garantizan la fiabilidad del proceso.

$$\left. \begin{aligned} O_i = \sum_j T_{ij} = a_i \sum_j b_j T_{ij}^0 &\Rightarrow a_i = \frac{O_i}{\sum_j b_j T_{ij}^0} \\ D_j = \sum_i T_{ij} = b_j \sum_i a_i T_{ij}^0 &\Rightarrow b_j = \frac{D_j}{\sum_i a_i T_{ij}^0} \end{aligned} \right\} \Rightarrow a_i = \frac{O_i}{\sum_j \frac{D_j}{\sum_p a_p T_{pj}^0} T_{ij}^0}$$

El proceso de ajuste realizado con el software Aimsun, se reduce al método del gradiente aplicado a un problema de ajuste de matrices O-D. Dada una red de transporte en la que se dispone de un conjunto de arcos aforados y una matriz de viajes previa, la formulación que propone Spiess (1990) para el ajuste de la matriz O-D es:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z &= \frac{1}{2} \sum_{a \in A} (v_a - F_a)^2 \\ \text{s. a. } v &= \text{asignación}(T_{ij}) \end{aligned}$$

Se puede observar que la función objetivo (recta de regresión lineal) mide la distancia entre los aforos medidos en la red real y los calculados mediante el simulador. El método del gradiente aplicado al problema de ajuste matrices O-D puede expresarse como:

$$T_{ij}^{n+1} = T_{ij}^n + \lambda \cdot d_{ij}$$

Siendo ∂ el paso de cada iteración, que posteriormente calcularemos para tomar el óptimo, y siendo la dirección de máxima mejora de la función objetivo, es decir:

$$d_{ij} = -\frac{\partial Z}{\partial T_{ij}}$$

En resumen, los **modelos de tráfico** en hora punta (máxima demanda del sector), creado para el presente estudio se consideran **validados** ya que, en el conjunto de replicaciones realizadas, contrastando varios puntos de "chequeo" (de los que se disponen de mediciones reales), dan como resultado una R² de 0,9948.

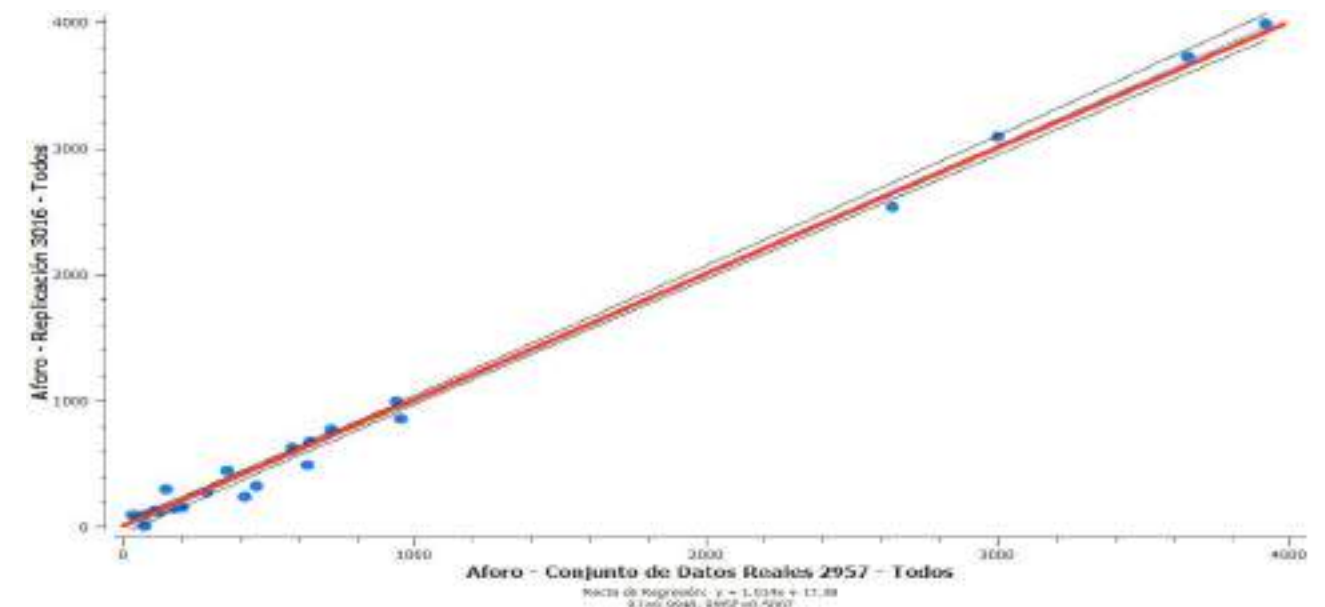


Imagen 15. Detalle de calibración del Modelo. Recta de regresión.

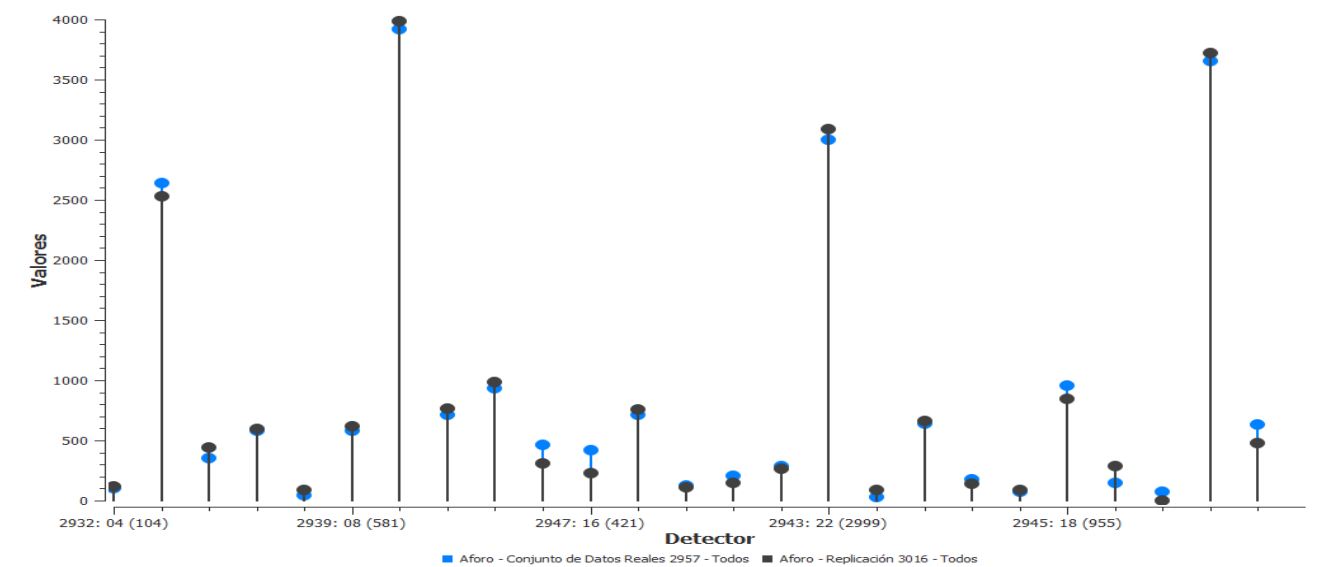


Imagen 16. Detalle de calibración del Modelo. Puntos de ajuste.

7. MOVILIDAD EN TRANSPORTE PÚBLICO

7.1. Introducción

El transporte público constituye uno de los ejes principales de mejora de la movilidad y la accesibilidad debido a su alta capacidad, todo ello asociado a una serie de factores, como puede ser su bajo efecto contaminante y su alta capacidad, que fomentan su uso.

Para el caso del nuevo desarrollo en la Avenida Daganzo 33, la oferta de transporte público es muy escasa debido a su ubicación, por lo que solamente dispone de conectividad mediante autobús urbano.

A continuación, se va a realizar un análisis de este sistema, prestando especial atención a la oferta disponible y cómo influye en la articulación del entorno.



Imagen 17. Itinerario de las líneas de transporte público del entorno de la parcela estudiada. (Fuente: Ayto. Alcalá de Henares)

7.2. Autobús

La línea de autobús L9 de Alcalá de Henares es la única con parada disponible en el entorno de la parcela estudiada. Tiene un total de 11 paradas repartidas a lo largo de un itinerario de 7 kilómetros de longitud (Imagen 17).

La parada más cercana de esta línea se ubica en la Avenida Daganzo, en las inmediaciones de la Plaza Panamá, y está cubierta por un servicio de transporte que opera con una frecuencia de 30 minutos en días laborables entre las 6:30 y las 22:00; y en fines de semana con una frecuencia de 60 minutos entre las 7:30 y las 22:30.

La Imagen 18 muestra las paradas y los horarios habituales de la línea de autobús urbano L9. La parada más cercana al nuevo desarrollo es la denominada "Ctra. De Daganzo-Plaza Panamá", que se encuentra a 300 metros de distancia de la futura parcela logística.



Imagen 18. Paradas de la L9 urbana de Alcalá de Henares. (Fuente: Consorcio de Transportes de Madrid)

7.3. Tren

El servicio de ferrocarril ofrece cobertura a Alcalá de Henares realizando parada en las dos principales estaciones de la localidad, ambas ofreciendo el servicio de tren de Cercanías de RENFE Madrid. Las dos estaciones más cercanas al futuro desarrollo son la siguientes:

Tabla 3. Estaciones de tren más cercanas a la parcela.		
Estación	Ubicación	Líneas
La Garena	C. Arturo Soria	C-2, C-7 y C-8
Alcalá de Henares	C. Pedro Lainez	C-2, C-7 y C-8



Imagen 19. Líneas y estaciones de Cercanías de Alcalá de Henares.

Como se puede observar en la imagen anterior, ambas estaciones están alejadas del futuro desarrollo, por lo que no es realista suponer este modo de transporte como algo habitual. La estación de Alcalá de Henares se encuentra ubicada a 2,9 kilómetros del futuro desarrollo logístico, mientras que la estación de la Garena se encuentra a unos 3,2 kilómetros (36 minutos a pie) de la parcela objeto de este estudio.

La estación de Alcalá de Henares tiene un mayor interés para el presente estudio debido a que es el punto de partida de la línea 9 de autobús detallada previamente; en ella, realizan servicio las siguientes líneas de Cercanías:

- **Línea C-2.** Guadalajara – Alcalá de Henares – Atocha - Chamartín.
 - Opera de 5:56 AM a 00:33 AM de lunes a viernes laborables.
 - Tiene una frecuencia aproximada de paso de 6, 8 y 10 minutos en función de la hora.
- **Línea C-7.** Alcalá de Henares – Atocha – Chamartín – Príncipe Pío.
 - Opera de 5:06 AM a 23:22 PM de lunes a viernes laborables.
 - Tiene una frecuencia aproximada de 20 minutos.
- **Línea C-8.** Guadalajara - Alcalá de Henares - Atocha - Chamartín - Villalba – Cercedilla.
 - Opera de 6:19 AM a 22:19 PM.
 - Tiene una frecuencia aproximada de 60 minutos.

8. MOVILIDAD NO MOTORIZADA

La movilidad no motorizada, o movilidad activa, es una parte muy importante de la movilidad que se debe potenciar, ya que apenas provocan externalidades negativas, además de los beneficios que crean potenciando los entornos urbanos y mejorando la salud de los ciudadanos.

Además, es un modo que permite absorber gran cantidad de volúmenes de personas sin que se produzcan problemas de congestión, y en el que no existen externalidades negativas.

Por otro lado, la inversión necesaria para permitir este tipo de movilidad es muy reducida en comparación con la de la movilidad motorizada, por lo que el esfuerzo a realizar es muy bajo. Por ello, en este capítulo se va a analizar la situación actual y el impacto que tendría sobre el desarrollo logístico estudiado.

8.1. Red Peatonal

La parcela en la que se ubica el futuro desarrollo se ubica en la Av. Daganzo, en Alcalá de Henares, entre los polígonos industriales de Euclides (al sur) y de Ajaimir (al norte). La parcela se sitúa a aproximadamente 4 kilómetros del centro de Alcalá de Henares, no obstante, entre la parcela objeto de estudio y el centro de Alcalá de Henares se encuentran 2 grandes infraestructuras lineales que suponen barreras a salvar para la movilidad peatonal, como son la autovía A-2 y la línea de ferrocarril.

En lo que respecta a la movilidad peatonal en el entorno de la parcela, cabe destacar que las inmediaciones de la parcela disponen de una red peatonal que incluye aceras y pasos de peatones para desplazarse por y entre los polígonos industriales.

La Av. Daganzo, de la cual se adjunta su sección a continuación, cuenta con dos carriles de circulación por cada sentido, de 3,5 metros de ancho cada uno, y con una mediana de separación de 3 metros de ancho. Además, existen aceras de 2,5 metros a ambos lados de la carretera.



Imagen 20. Sección de Av. Daganzo.

Por otro lado, cabe destacar algunos aspectos de la accesibilidad peatonal desde Alcalá de Henares hasta la parcela objeto del desarrollo por medio de la Av. Daganzo. De esta forma, a lo largo de la mayor parte del recorrido existen aceras y pasos de peatones que aseguran un recorrido peatonal.

No obstante, la Av. Daganzo tiene que superar a la autovía A-2 y a la línea de ferrocarril, encontrando en estos dos puntos, zonas de conflicto para asegurar la movilidad peatonal.

En el caso del cruce sobre la autovía A-2, se solventa mediante un viaducto que asegura el paso peatonal mediante aceras a ambos lados del mismo, tal y como se puede observar en la siguiente imagen:



Imagen 21. Sección de Av. Daganzo sobre la autovía A-2.

No obstante, en el segundo punto, el puente sobre la línea de ferrocarril no cuenta en la actualidad con ningún paso peatonal, interrumpiendo la continuidad que ofrece la red peatonal para alcanzar la parcela de estudio desde el centro de Alcalá de Henares por la Av. Daganzo.



Imagen 22. Sección de Av. Daganzo sobre la línea de ferrocarril.

Además, la falta de accesibilidad peatonal por el puente que cruza sobre la línea del ferrocarril se señala en el Plan Integral de Movilidad Urbana Sostenible (PIMUS) de Alcalá de Henares (noviembre 2020), como uno de los aspectos susceptibles de mejora de cara al futuro de la movilidad peatonal: *“En su conjunto, y a nivel ciudad, se ha detectado la falta de conexión de espacios peatonales formando una red compacta de transporte y movilidad en la ciudad confortable y funcional. Por ello, se hace necesarios configurar itinerarios de conexión desde los distritos al centro y de forma transversal entre estos con adecuadas condiciones en cuanto a anchuras de aceras o del espacio peatonal, continuidad de estos en intersecciones dando los menos rodeos posibles, señalización vertical, adecuada iluminación, etc. Destacan la falta de comunicación entre La Garena y el centro de la ciudad a través de algún paso sobre el ferrocarril que permita un itinerario directo por la antigua fábrica GAL, el puente de la Avenida de Daganzo sobre le FFCC actualmente sin paso peatonal, o los puentes en la Avenida de Meco sobre el FFCC con una funcionalidad limitada para el peatón a pesar de contar con tres pasos sobre el FFCC.”*

8.2. Red Ciclista

La red ciclista de Alcalá de Henares fomenta la normalización del uso de la bicicleta en la calzada, con la creación de ciclocarriles o carriles 30.

Un ciclocarril se reconoce por las marcas viales, como la señal de 30 km/h o el símbolo de la bicicleta. El objetivo de limitar la velocidad es reducir la diferencia de velocidad entre los vehículos motorizados y las bicis y fomentar de esta forma una movilidad más segura en la calzada de todos los vehículos.

La red de ciclocarriles existente en la ciudad de Alcalá de Henares se adjunta en el siguiente mapa:



Imagen 23. Red ciclista de Alcalá de Henares. Fuente: Ayto. Alcalá de Henares.

No obstante, la red ciclista no alcanza a la parcela objeto de estudio ni a sus inmediaciones, por lo que no existe conexión mediante la bicicleta con el centro de Alcalá de Henares.

9. MOVILIDAD DE VEHÍCULOS PESADOS

Otro de los factores que se debe analizar a la hora de planificar los accesos a un nuevo centro logístico es la movilidad del tráfico pesado. Aunque en este caso la parcela objeto de estudio se encuentra distante del núcleo urbano de Alcalá de Henares, es importante conocer la movilidad de los vehículos pesados que circulan por este.

En muchas zonas urbanas el entramado urbano de las calles obliga a limitar la circulación del tráfico pesado, no solo para evitar conflictos entre los camiones y la población, sino también para disminuir el riesgo de los giros en las calles más estrechas de las ciudades.

Alcalá de Henares presenta una estructura radial, con una morfología intrincada y estrecha en el centro urbano, con una amplia zona peatonalizada, restricción al tráfico pesado, y una gran concentración de zonas de trabajo y administrativas, comerciales, hosteleras y de ocio, lo que se genera un flujo de movimiento de personas y mercancías desde la periferia hacia el centro, especialmente acentuado en hora punta.

Es por ello que, en la actualidad, ya existe una limitación horaria para la carga y descarga entre las 8:00 y las 11:00 en algunas calles del centro de la ciudad.

Además, la circulación de vehículos pesados en la ciudad está restringida en la ordenanza municipal a un máximo de 12 toneladas, y en la práctica, adicionalmente y mediante señalización vertical, dicha restricción baja hasta las 8 toneladas por el centro de la ciudad.



Imagen 24. Señalización vertical pesados en calles del centro. Fuente: PIMUS Alcalá de Henares.

Aunque de nuevo, cabe recordar que la parcela objeto de estudio se ubica lejos del núcleo urbano de Alcalá de Henares, por lo que dichas limitaciones no deberían de influir en la accesibilidad de los vehículos pesados a la misma.

10. DESARROLLO FUTURO ÁREA

10.1. Introducción

El nuevo desarrollo objeto de estudio se destinará a la actividad logística. La actividad logística difiere del funcionamiento de un polígono industrial tradicional, lo que hace necesaria una definición de su actividad que permita un conocimiento profundo de las características de esta, a fin de estimar la generación del nuevo desarrollo, así como la potencial afección a las infraestructuras del transporte que pueda tener lugar.

En este capítulo, se describen con detalle las características del escenario considerado en el nuevo desarrollo objeto de estudio para, a continuación, desarrollar el proceso metodológico de estimación de la generación asociada a cada caso. Por último, se definen las hipótesis de cálculo consideradas para el análisis de la afección al entorno.

El nuevo desarrollo logístico se ubica en el municipio madrileño de Alcalá de Henares, en el número 33 de la Avenida Daganzo. La parcela, con referencia catastral 6830509VK6863S0001FR, se encuentra en el polígono industrial Euclides, cerca del nudo de enlace de la zona industrial con la autovía A-2. Actualmente, la nave ya está construida y requiere de una rehabilitación.



Imagen 25. Detalle de la parcela objeto de estudio.

10.2. Método de los cuatro pasos

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

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



Imagen 26. Esquema del método de los cuatro pasos.

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

10.3. Uso logístico tipo

En el presenta apartado, se analiza y desarrolla la demanda para una nave con uso logístico tipo.

10.3.1. Desarrollo futuro

El desarrollo futuro, que consistirá en la rehabilitación de una nave existente, cuenta con una superficie de la parcela de 29.318 m², sobre la que se construirá una nave de 16.175 m² dividida en 3 módulos: el módulo 1 cuenta con una superficie de 7.430 m²; el segundo módulo 2.747 m² y el tercero 5.998 m².

Tabla 4. Superficies de la parcela según su uso.

Parcela		Superficie	
Module #1	GF	6610,81	m2
	GF Offices	144,76	m2
	1F Offices	147,37	m2
	2F Offices	527,49	m2
TOTAL MODULE 1		7430,43	m2
Module #2	GF	2456,51	m2
	GF Offices	143,92	m2
	1F Offices	0,00	m2
	2F	146,51	m2
TOTAL MODULE 2		2746,94	m2
Module #3	GF	5037,04	m2
	GF Offices	144,71	m2
	1F Offices	147,37	m2
	2F Offices	668,71	m2
TOTAL MODULE 3		5997,83	m2

En lo que se refiere a estacionamientos, la superficie logística está diseñada con una plaza de estacionamiento de automóviles cada 66 m² construidos, y una plaza de estacionamiento de vehículos industriales pesados cada 735 m², cumpliendo con el mínimo requerido por ley que es cada 75 m² para automóviles y cada 2000 m² para camiones. De esta forma, cuenta con 244 plazas de estacionamiento de automóviles y con 22 plazas de estacionamiento de vehículos industriales pesados.

A modo de resumen, según sus usos, la parcela cuenta con las siguientes superficies:

Tabla 5. Superficies según el uso del suelo.

Tipo de suelo	Superficie	
Oficinas	1924,33	m2
Uso Logístico	14250,87	m2

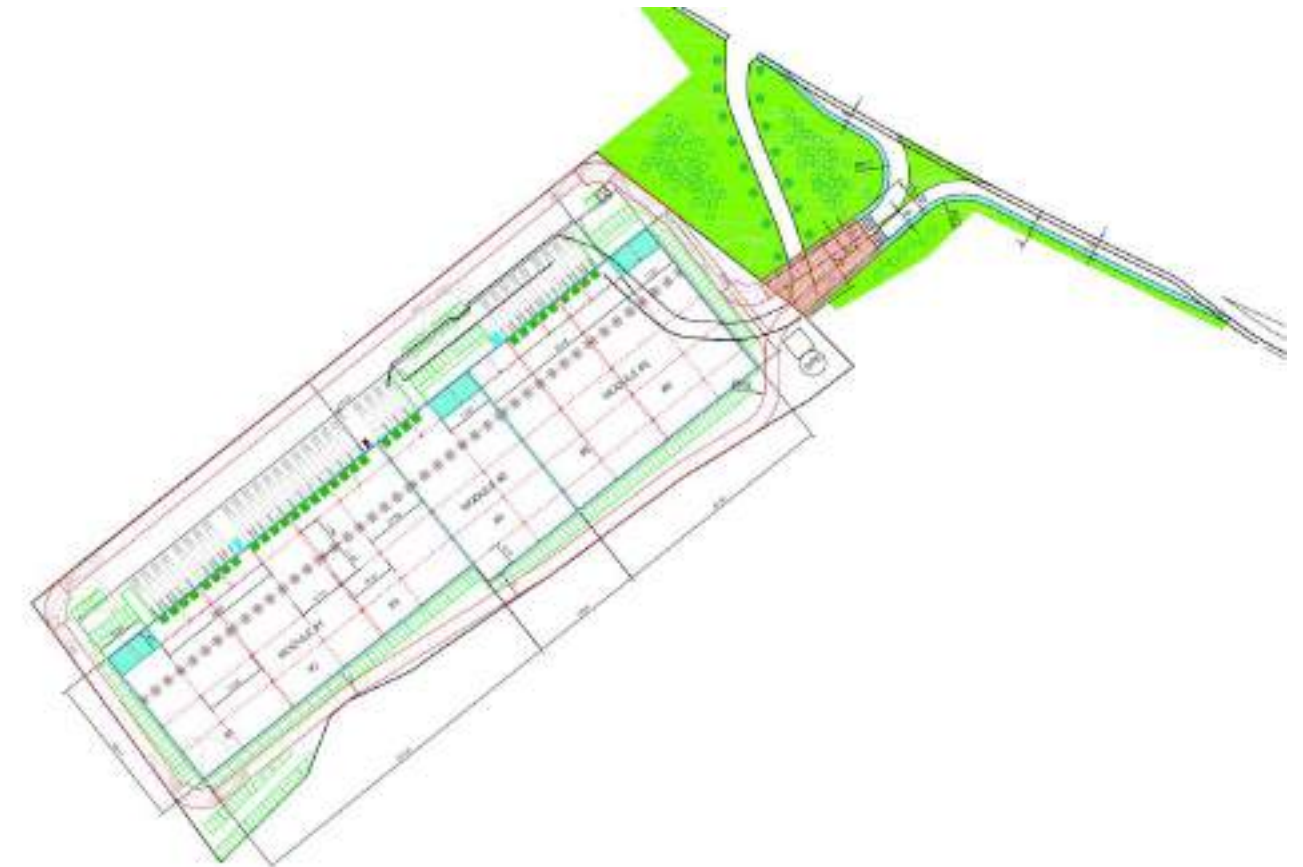


Imagen 27. Superficies de la parcela objeto de estudio (según el diseño preliminar).

A continuación, se desarrollan el método de los cuatro pasos explicado con anterioridad, en el que se determinarán:

- Generación de viajes.
- Distribución de viajes.
- Reparto modal.
- Asignación de viajes.

10.3.2. Generación de viajes

Para analizar la movilidad generada (viajes generados y atraídos), la variable más comúnmente utilizada es la generación de tráfico por tipo de suelo, esta variable asigna viajes totales por unidades de actividad. Este coeficiente se puede obtener de dos fuentes diferentes:

- Legislación existente en España
- Estudios empíricos

En este caso, la legislación existente en España es el Decreto 344/2006 de regulación de los estudios de evaluación de la movilidad generada. Esta última, establece las siguientes ratios de generación para los usos relacionados con los usos del suelo que se desarrollarán en el ámbito de estudio.

Tabla 6. Ratios de generación de viajes según usos del suelo.

Tipo de suelo	Viajes generados/día
Uso oficinas	15 viajes/100 m ² de techo
Uso industrial	5 viajes/100 m ² de techo

De esta forma, se toman de referencia las ratios estadísticas del Decreto 344/2006 de regulación de los estudios de evaluación de la movilidad generada que indican que, para el uso industrial, los viajes generados al día por cada 100 m² de techo se estimarán de acuerdo con el índice de 5 viajes por cada 100 m², mientras que los viajes generados por las oficinas serán de 15 viajes diarios por cada 100 m².

Por lo tanto, según la superficie destinada al uso de oficinas y al uso industrial, el número de viajes con destino al nuevo desarrollo es el que se muestra en la siguiente tabla. En total se generan **987 viajes/día**.

Además, aplicando la distribución de la tipología del tráfico registrada en estudios empíricos realizados por Vectio en otros centros logísticos de similares características, se puede obtener el volumen de vehículos ligeros y pesados diarios.

Tabla 7. Distribución del tráfico generado (Logístico Tipo).

Viajes por uso	Viajes diarios
Viajes Oficina	274
Viajes Logístico	713
Total diario	987

De los 987 viajes realizados, se estima que el 92% lo conforman vehículos ligeros (1.467 viajes diarios), mientras que el 8% restante son vehículos pesados.

Tabla 8. Distribución del tráfico generado (Logístico Tipo).

	%	Viajes diarios
Viajes Ligeros Logístico	92,00%	908
Viajes Pesados Logístico	8,00%	79
Total diario		987

Con objeto de obtener el porcentaje de tráfico en las horas punta y el reparto entre vehículos ligeros y pesados se aplica la distribución registrada en estudios empíricos realizados por Vectio en otros sectores de similares características que el estudiado en el presente estudio.

Tal y como se puede observar en la siguiente tabla, las horas punta de generación y atracción de tráfico del sector son las 8:00 horas por la mañana y las 15:00 y 17:00 horas por la tarde. Estas horas punta coinciden con las horas punta de afluencia de tráfico en las carreteras del entorno y, por lo tanto, serán las horas punta de estudio sobre las que se establecerán los cálculos de niveles de servicio.

Tabla 9. Distribución horaria de entradas y salidas.		
	Entrada	Salida
00:00	0,74%	1,10%
01:00	0,51%	0,50%
02:00	0,43%	0,50%
03:00	0,47%	0,50%
04:00	1,75%	0,30%
05:00	2,71%	0,90%
06:00	6,59%	2,40%
07:00	8,14%	2,70%
08:00	11,56%	4,60%
09:00	8,38%	6,90%
10:00	5,16%	5,80%
11:00	5,34%	5,20%
12:00	5,56%	5,90%
13:00	5,63%	6,20%
14:00	6,80%	8,40%
15:00	7,49%	7,70%
16:00	4,99%	7,10%
17:00	4,64%	6,50%
18:00	4,60%	8,50%
19:00	2,85%	6,40%
20:00	2,02%	4,40%
21:00	1,53%	2,50%
22:00	1,13%	2,00%
23:00	0,98%	3,00%
Total	100,00%	100,00%

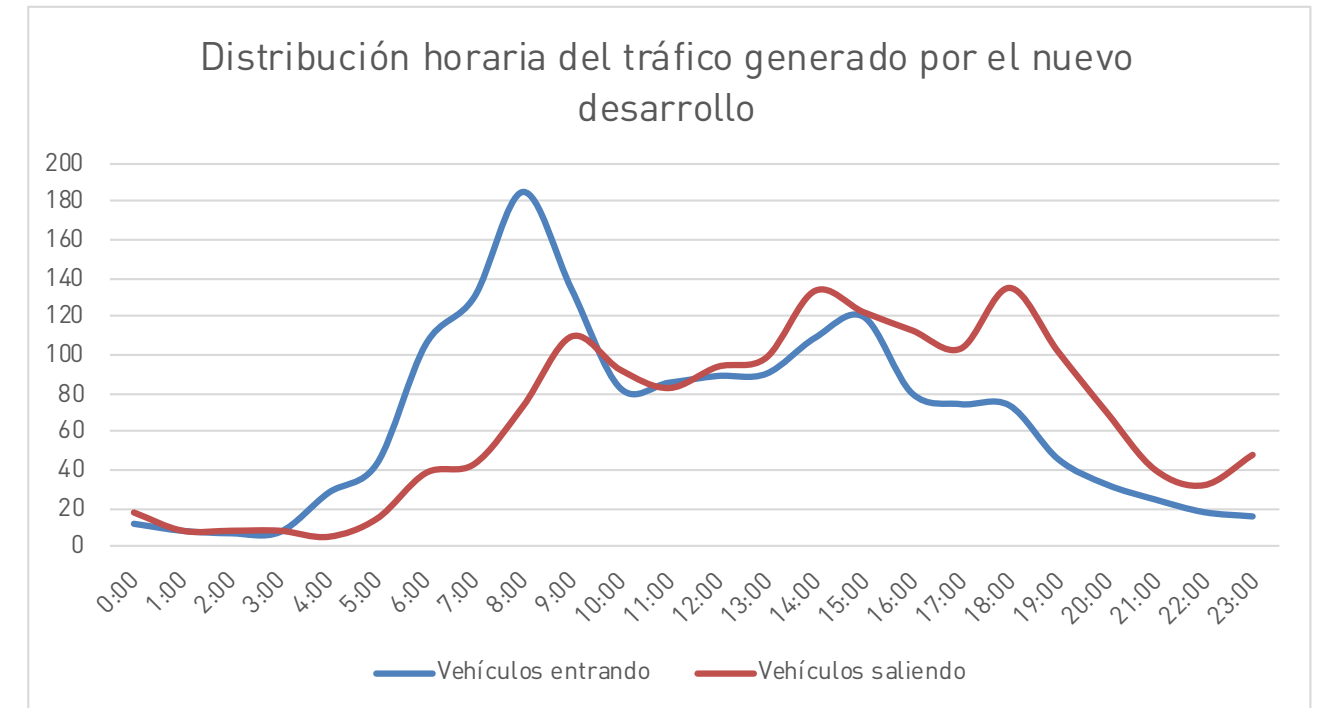


Imagen 28. Distribución horaria del tráfico logístico.

Tal y como se puede observar en la imagen anterior, la hora punta de la mañana se produce entre las 08:00 y las 09:00 para los vehículos ligeros; en esta franja horaria, coincide el tráfico de vehículos de empleados con el de vehículos de reparto, de ahí que se conforme este pico de tráfico. Cabe destacar que los estudios empíricos concluyen que para este tipo de naves logísticas la hora punta de desplazamientos de los empleados es a las 06:00 de la mañana, no obstante, con objeto de mantener los cálculos del lado de la seguridad, y poder plantear un caso más extremo, se ha retrasado dicha hora para tomar como referencia el peor escenario posible.

Dicho perfil, se determina en base a estudios anteriores realizados por Vectio en superficies logísticas en funcionamiento, pertenecientes estas a grandes multinacionales. En él, se recoge la distribución horaria del tráfico atraído a lo largo del día, desgregado entre vehículos entrantes y vehículos salientes.

A continuación, se estima la movilidad generada durante la hora punta de demanda, para lo cual se emplearán los porcentajes mostrados en el gráfico anterior.

Tabla 10. Distribución del tráfico en vehículo privado generado.				
	Entrada Pesados	Salida Pesados	Entrada Ligeros	Salida Ligeros
0:00	1	1	7	10
1:00	0	0	5	5
2:00	0	0	4	5
3:00	0	0	4	5
4:00	1	0	16	3
5:00	2	1	25	8
6:00	5	2	60	22
7:00	6	2	74	25
8:00	9	4	105	42
9:00	7	5	76	63
10:00	4	5	47	53
11:00	4	4	48	47
12:00	4	5	50	54
13:00	4	5	51	56
14:00	5	7	62	76
15:00	6	6	68	70
16:00	4	6	45	64
17:00	4	5	42	59
18:00	4	7	42	77
19:00	2	5	26	58
20:00	2	3	18	40
21:00	1	2	14	23
22:00	1	2	10	18
23:00	1	2	9	27
Total	79	79	908	908

10.3.3. Distribución de viajes

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

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

Entrando a valorar específicamente el municipio de Alcalá de Henares y tomando los datos de la citada matriz O/D, obtenemos que el principal origen de los trabajadores en la zona de estudio es el municipio de Alcalá de Henares con el 47,4%, seguido del municipio de Madrid con el 13,1%.

Procedencia de los trabajadores

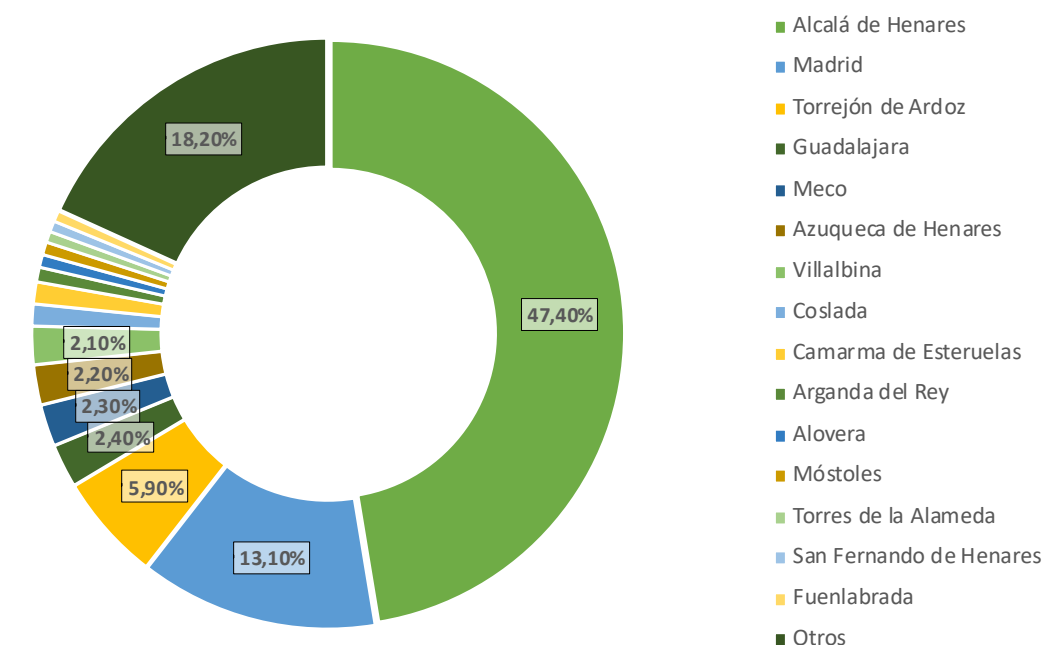


Gráfico 6. Procedencia de los trabajadores en el municipio de Alcalá de Henares

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

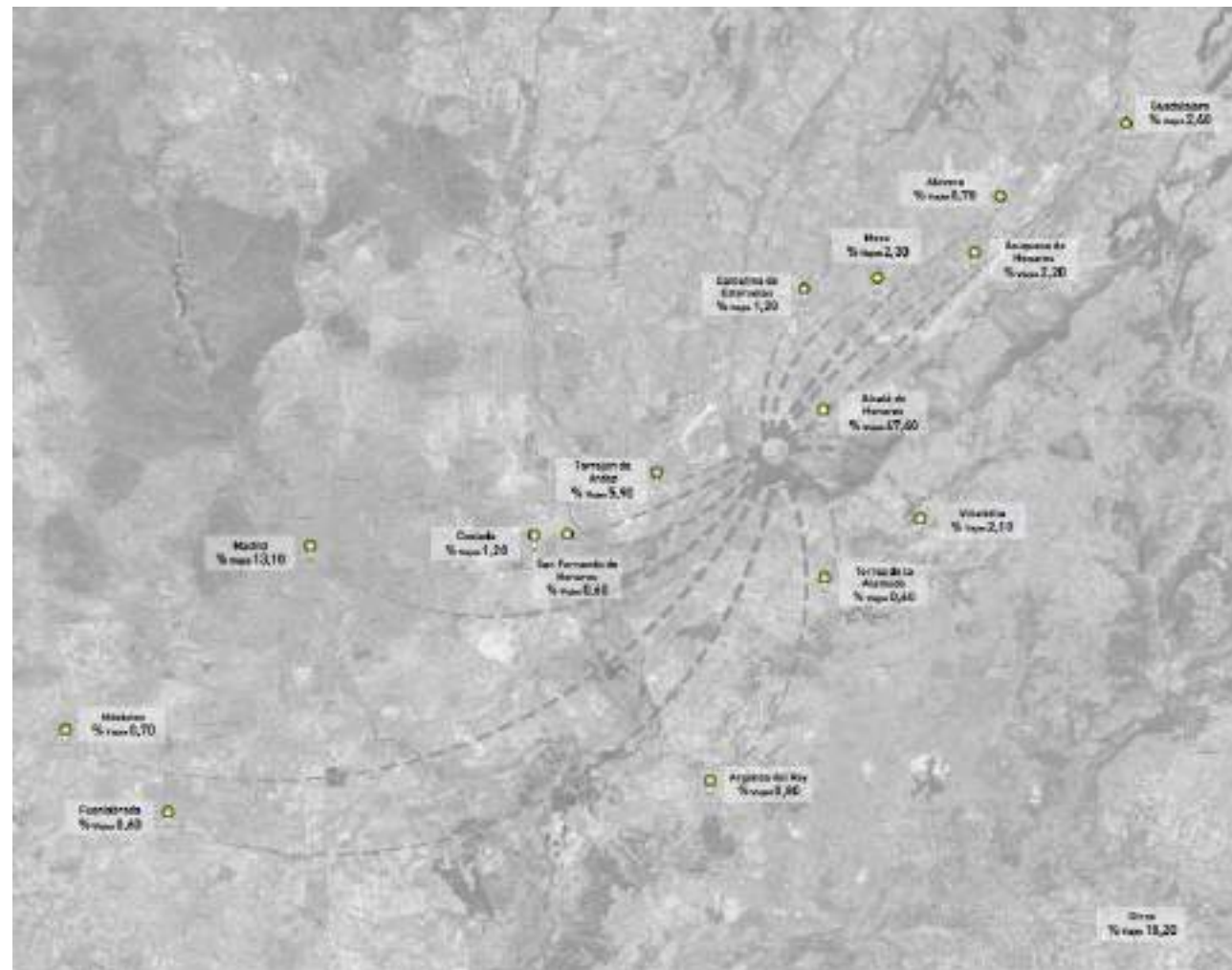


Imagen 29. Atracción metropolitana

Respecto a la distribución de vehículos pesados, esta se ha estimado en función de la posición de los principales polos industriales respecto al área de estudio, determinando que el 70 % provendrán desde el centro del área metropolitana de Madrid y el 30 % restante del este de la provincia y de Guadalajara.

Tabla 11. Distribución de los viajes en hora punta generados por el desarrollo en Av. Daganzo 23.

	%	Punta AM (viajes/h)		Punta PM (viajes/h)	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
Alcalá de Henares	47,40%	54	22	35	36
Madrid	13,10%	15	6	10	10
Torrejón de Ardoz	5,90%	7	3	4	4
Guadalajara	2,40%	3	1	2	2
Meco	2,30%	3	1	2	2
Azuqueca de Henares	2,20%	3	1	2	2
Villalbina	2,10%	2	1	2	2
Coslada	1,20%	1	1	1	1
Camarma de Esteruelas	1,20%	1	1	1	1
Arganda del Rey	0,80%	1	0	1	1
Alovera	0,70%	1	0	1	1
Móstoles	0,70%	1	0	1	1
Torres de la Alameda	0,60%	1	0	0	0
San Fernando de Henares	0,60%	1	0	0	0
Fuenlabrada	0,60%	1	0	0	0
Otros	18,20%	20	7	12	13

10.3.4. Reparto modal

El uso principal del área objeto de estudio del presente informe es logístico por lo que, tal y como se ha expuesto anteriormente, atraerá un volumen de tráfico, especialmente vehículos industriales ligeros y pesados. Así mismo, existe un alto número de viajes diarios asociados a los empleados del parque logístico, que junto a los vehículos industriales ligeros serán los que tendrán un mayor impacto sobre las condiciones actuales de circulación. Los modos de acceso principales identificados en el entorno de estudio son vehículo privado y modo de transporte público.

La *Guía para la realización de estudios de transporte en aparcamientos de más de 6.000 m²* en función del Plan de Movilidad Urbana Sostenible del Ayto. de Madrid (aprobado en 2015), establece que el reparto modal es 10% a Pie-Bici, 40% el transporte público y 50% en vehículo privado.

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

Se ha realizado la explotación de la encuesta para la zona de transporte 005-001 que corresponde con la zona donde se localiza la parcela objeto de estudio.



Imagen 30. Zonificación EDM 18

De la EDM18 se ha podido concluir que el 92% de los viajes se realizan en vehículo privado mientras que el 8% restante en transporte público; es decir, de los 274 empleados en oficinas que accederán a la futura parcela, el número total de viajes **en vehículo privado es 252 viajes** y los **22 viajes restantes en transporte público**.

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

Tabla 12. Distribución desagregada del tráfico generado durante la hora punta.

	Automóviles	Vehículos industriales	Total
Nave principal	634	79	713
Oficinas	245	0	245
Total veh.	879	79	958

10.3.5. Asignación

La última fase de las cuatro que completan el método de los cuatro pasos es la asignación a la red. Esta fase consiste en la valoración de los viajes y su distribución en la red de infraestructuras existentes. De esta manera, se tendrá una imagen de cómo quedará el entorno tras la implantación del nuevo desarrollo y cuál será su afección a la red de infraestructuras existentes.

Esta asignación de los viajes atraídos/generados a la red en base a la distribución porcentual expuesta, permitirá analizar el impacto del nuevo desarrollo, así como identificar principales “cuellos de botella” o puntos críticos de la red y medidas paliativas que reduzcan el potencial impacto. La red de infraestructuras viarias presente en el entorno del futuro desarrollo y que concede acceso y salida del mismo, agrupa principalmente a la Avenida Daganzo y a la autovía A-2.

La asignación de los vehículos se realizará para el acceso a la parcela en Av. Daganzo, ya que sería el escenario más favorable para acceder a la parcela objeto de estudio. A continuación, se muestra dicho análisis, según la infraestructura actual, donde las principales carreteras de la red de infraestructuras asumirán los volúmenes de tráfico de vehículos para una nave logística tipo.

Acceso por Av. Daganzo

A continuación, se muestra la tabla resumen con la asignación de los vehículos en las principales infraestructuras del entorno, en forma de porcentajes de asignación y los correspondientes vehículos, tanto de entrada como de salida:

Tabla 13. Asignación de viajes (Acceso Av. Daganzo)					
		% Entrada	% Salida	Vehículos Entrada	Vehículos Salida
Av. Daganzo	Ligeros	59,90%	59,90%	544	544
	Pesados	0,00%	0,00%	0	0
A-2 (Este)	Ligeros	13,40%	13,40%	122	122
	Pesados	30,00%	30,00%	24	24
A-2 (Oeste)	Ligeros	26,70%	26,70%	242	242
	Pesados	70,00%	70,00%	55	55
TOTAL entrada/salida				987	987
TOTAL VIAJES				1974	

Vehículos ligeros

Los vehículos ligeros proceden en su mayor parte de Alcalá de Henares y disponen de diferentes rutas de acceso a la parcela. Los vehículos procedentes de la zona oeste de Alcalá llegarán a la parcela a través de la Avenida Europa hasta enlazar con la Avenida Daganzo que da acceso al nuevo desarrollo; los vehículos procedentes del centro de la ciudad accederán a la parcela principalmente a través de la Av. Daganzo; y los vehículos del este de la ciudad lo harán a través de la autopista A-2, concretamente a lo largo de la vía de servicio accesible a través de la salida 30. Se ha tenido en cuenta la densidad de la población de las diferentes zonas del centro urbano de Alcalá para determinar la cantidad de vehículos que acceden por cada ruta.

Por otro lado, los vehículos que proceden del oeste de la parcela (Madrid, Torrejón de Ardoz...) accederán desde la autovía A-2, salida 23. Los vehículos procedentes de Guadalajara accederán a la parcela por la autovía A-2, en sentido Madrid, enlazando con la vía de servicio en la salida 30.

Por lo tanto, **el 59,9% de los vehículos accede por el este a través de la Avenida Daganzo; el 26,7% accede desde el oeste, a través de la A-2 en sentido a Guadalajara y el 13,40% restante accede desde el este, a través de la autovía A-2 en sentido Madrid.** Es decir, el 100% de los vehículos que accedan a la parcela lo harán desde el sur utilizando al Avenida Daganzo.

Vehículos pesados

Debido a la limitación de circulación de los vehículos pesados en los entornos urbanos, se estima que los camiones accederán a la parcela principalmente a través de la autovía A-2, principalmente desde Madrid. Por ello, en base a otros estudios de la zona, se estima que el 70% de los vehículos pesados entrarán desde el oeste de la A-2, a través de la salida 28, mientras que el 30% restante accederá desde el este de la parcela, enlazando con la vía de servicio en la salida 30 de la autovía.

11. ANÁLISIS DE DISEÑO

Conocida la movilidad que generará el desarrollo empresarial objeto de estudio, a continuación, se realizará un planteamiento de los accesos que garanticen la movilidad fluida dentro de la parcela, apoyándonos de herramientas de simulación de giros que nos ayudan a evaluar maniobras de vehículos en cualquier tipo de vías, intersecciones, glorietas, zonas de carga o zonas de estacionamiento, entre otros, detectando los posibles puntos de conflicto que pudiera haber.

Unos de los puntos más importantes a la hora de diseñar un emplazamiento logístico es que se trate de un lugar con buenos accesos y fluidez en las comunicaciones. Es un elemento primordial para mantenerse competitivo y evitar retrasos, problemas de coordinación y otros inconvenientes que pudieran alterar la planificación o interrumpir las operaciones. Por ello, un centro de estas características debe contar con accesos directos o situarse en las proximidades de grandes ejes viarios (autopistas o autovías), como es el caso del emplazamiento que estamos estudiando, el cual se sitúa muy próximo a la autovía A-2 al sur del desarrollo), a la autovía R-2 (autovía radial al norte del desarrollo) y a un tramo de autovía correspondiente a la M-100 (el tramo que une la A-2 con la R-2).

Para planificar de la mejor manera los accesos y cerramientos se debe tener en cuenta que:

- Accesos de automóviles y vehículos de mercancías se realizarán por Av. Daganzo construyendo un nuevo acceso a la parcela (ver Anejo **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.. ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).
- Los accesos en forma de "Y" son los que ofrecen mayores ventajas; los vehículos que entran en el almacén pueden abandonar rápidamente la carretera sin bloquear el tráfico; y los que salen pueden incorporarse al tráfico con mayor facilidad. Por ello, el nuevo acceso diseñado tendrá esta configuración.

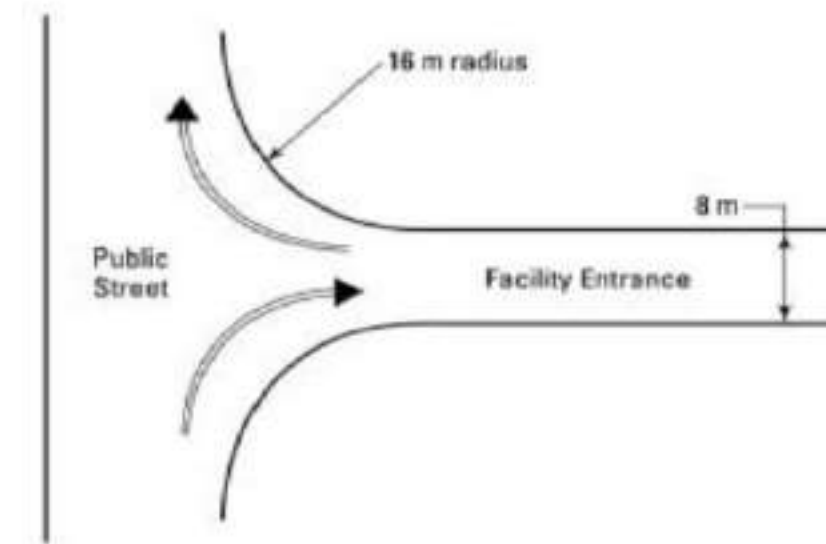


Imagen 31. Detalle de acceso en "Y".

Respecto a la maniobrabilidad en los accesos, se ha realizado el análisis teniendo en cuenta los diferentes tipos de vehículos que emplearán cada uno ellos estableciendo, por tanto, dos tipos de vehículos patrón (camión y vehículo ligero) tal y como se muestra en la siguiente imagen.

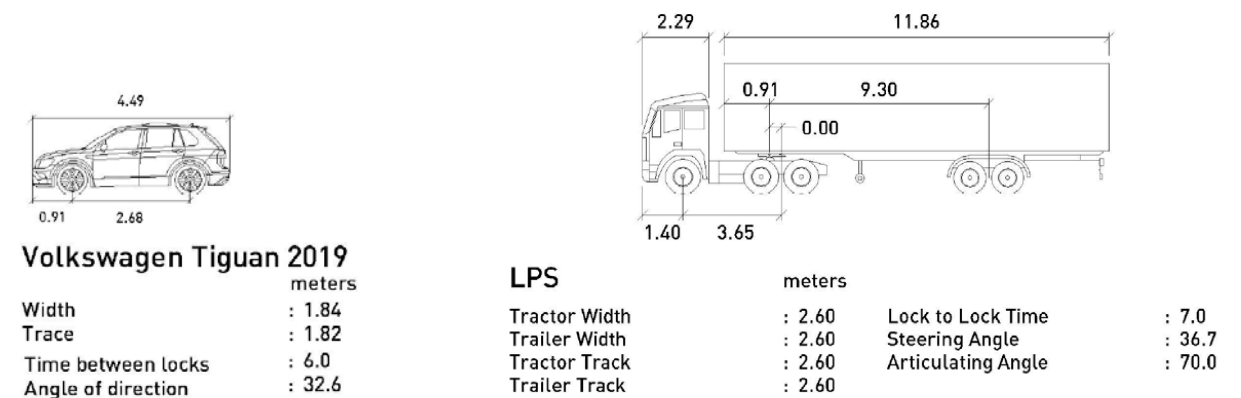


Imagen 32. Detalle de los vehículos patrón empleados.

Por lo tanto, en el presente capítulo, se analizarán los accesos a la parcela, tanto desde la calle Argentina como desde la Avenida Daganzo. También se estudiarán los movimientos y las maniobras que los vehículos ligeros y pesados tienen que realizar en el interior de la parcela, identificando, si fuese el caso, los puntos y zonas de conflicto de estos.

Por último, cabe destacar que se acompaña el presente análisis de simulaciones de los giros y maniobras a realizar.

11.1. Análisis del acceso a la parcela

Av. Daganzo cuenta con una mediana separadora de los dos sentidos de circulación y un total de cuatro carriles de circulación (dos por sentido). Un diseño de acceso adecuado permitiría la salida de los vehículos pesados sin necesidad de interrumpir el tráfico que circule por el carril izquierdo.

De este modo, se ha analizado el acceso a la parcela teniendo en cuenta la normativa más restrictiva, que en este caso es la Ley de Carreteras de la Comunidad de Madrid. Esta Ley, en su artículo 25 determina las siguientes distancias de seguridad entre conexiones de entrada y salida de ramales de enlace:

“Las distancias de seguridad entre conexiones de entrada y salida de ramales de enlace serán las siguientes:

a) La distancia entre el final de un carril de aceleración de enlace y el principio del carril de deceleración del enlace consecutivo será, como mínimo, de 600 metros. Si no fuera posible, se unirán ambos carriles de cambio de velocidad, debiendo tener el resultante una longitud mínima de 400 metros.

Cuando no se pueda cumplir lo previsto en el párrafo anterior, se proyectará una vía colectora-distribuidora, siendo la distancia entre el final del carril de deceleración, o el principio del de aceleración y el ramal, nudo, glorieta, confluencia o bifurcación más próximo, como mínimo, de 200 metros, medidos sobre la propia vía colectora- distribuidora, como se expone en la figura 1 del Anexo I a la presente Orden. En cualquier caso, si existiera una vía de servicio, no se podrá conectar con la vía colectora-distribuidora.”

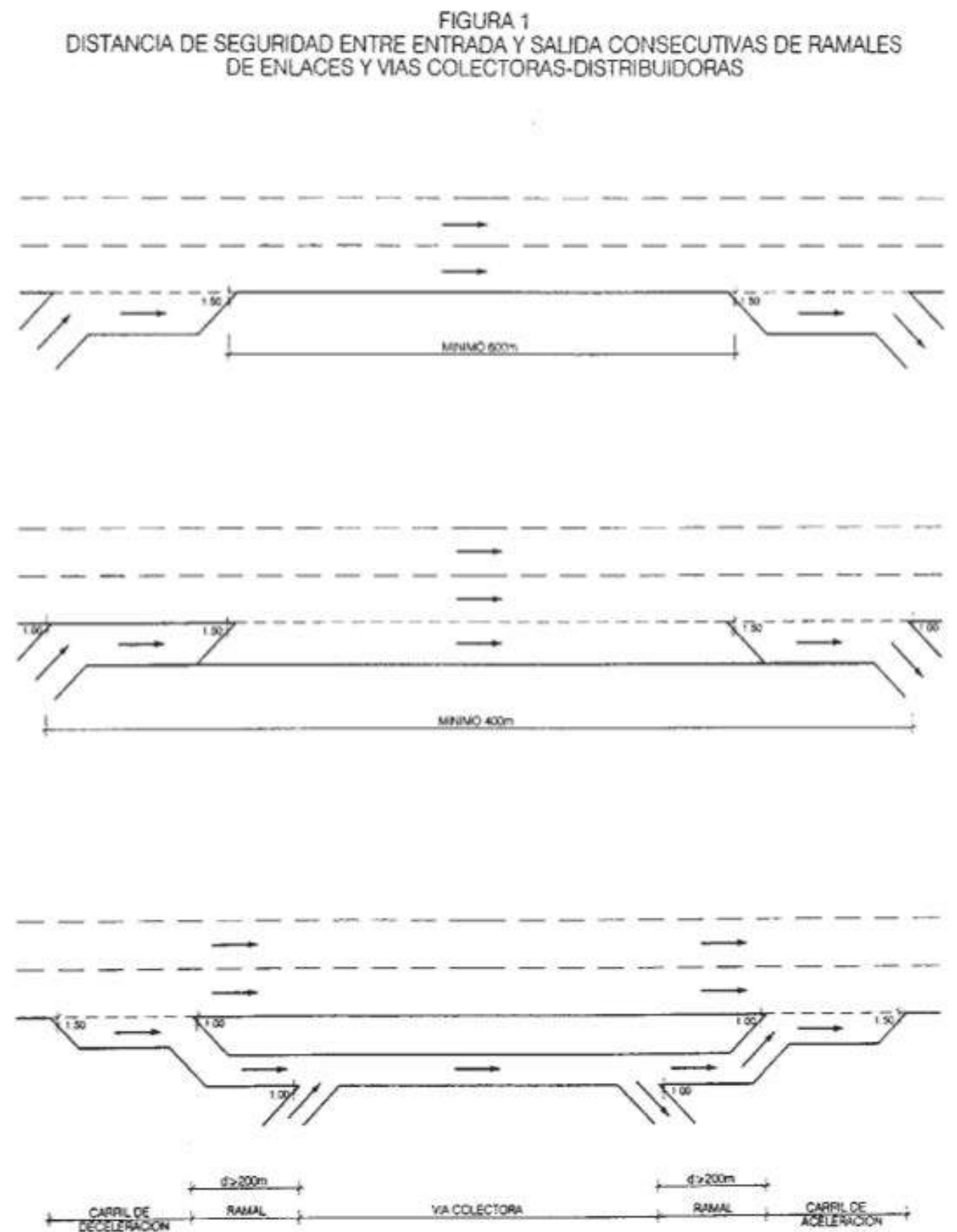


Imagen 33. Esquema del art. 25 apartado a) de la Ley de Carreteras de la Comunidad de Madrid.

Teniendo en cuenta estas restricciones y, a pesar de que esta normativa no afecta a Av. Daganzo que es de titularidad municipal, se comprueba la simulación de giros de modo bidimensional y tridimensional en el acceso a la parcela desde Av. Daganzo, y en ambas se observa la ausencia de conflictos en los giros de los vehículos pesados.



Imagen 34. Acceso diseñado según la solución más restrictiva.

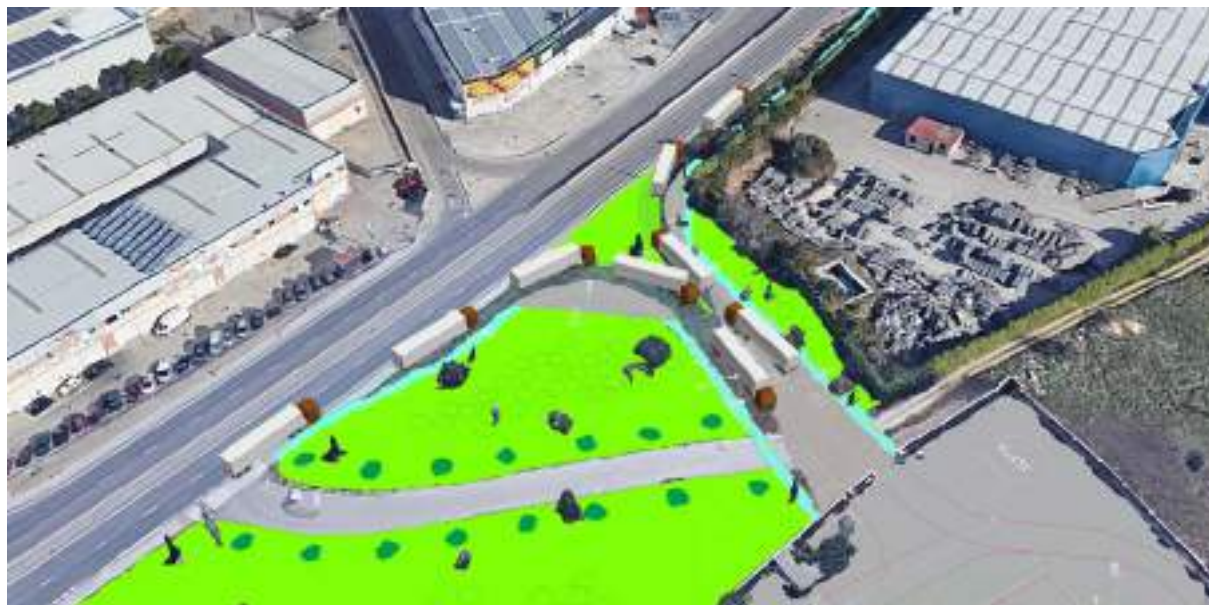


Imagen 35. Comprobación tridimensional de giros en el acceso a la parcela

12. EVALUACIÓN Y AFECCIÓN A LA INFRAESTRUCTURA

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

12.1. Introducción

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

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

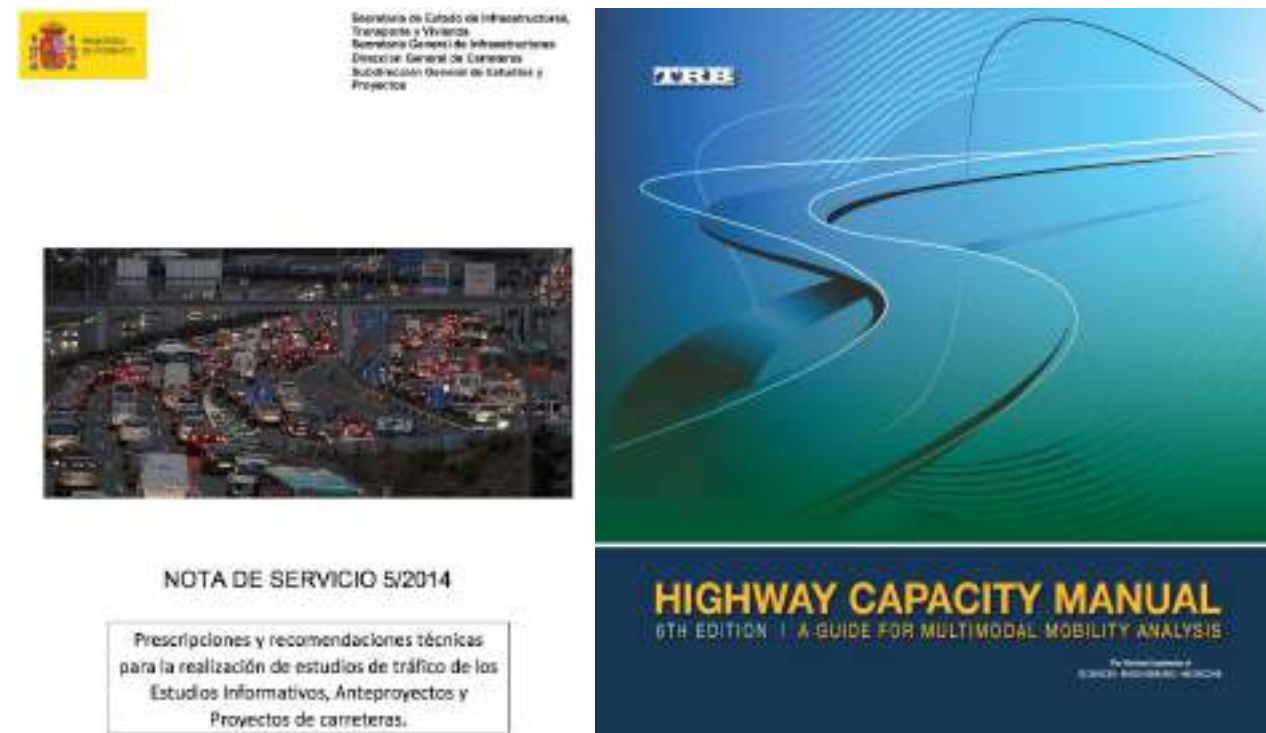


Imagen 36. Nota de Servicio 5/2014 del Ministerio de Fomento (izq.) y Highway Capacity Manual (dcha.).

En la citada nota de servicio se definen los criterios de niveles de servicio para los siguientes elementos: segmentos básicos de autopistas/autovías, tramos de trenzado, convergencias y divergencias y carreteras multi-carriles. Para el presente estudio son de interés los segmentos

básicos de tramos de trenzado, convergencias y divergencias, así como las glorietas que no quedan recogidas en la nota de servicio.

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

12.2. Niveles de servicio de los segmentos de autovía

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

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

Tabla 14. Niveles de Servicio Segmento Autovía.

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

12.3. Niveles de Servicio de los ramales de convergencia/divergencia

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

- Sección característica de 1 m: Aquella donde la separación entre bordes de calzada del carril y la calzada principal, medida perpendicularmente al eje de ésta, sea de un metro (1,00 m). Corresponde a la sección característica final de un carril de deceleración y a la sección característica inicial de un carril de aceleración.

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

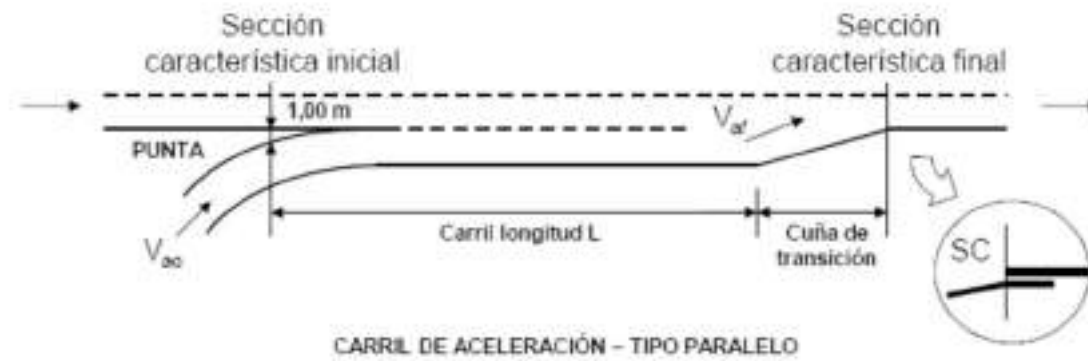


Imagen 37. Secciones características del carril de aceleración. Norma 3.1.-IC de Trazado (2016).

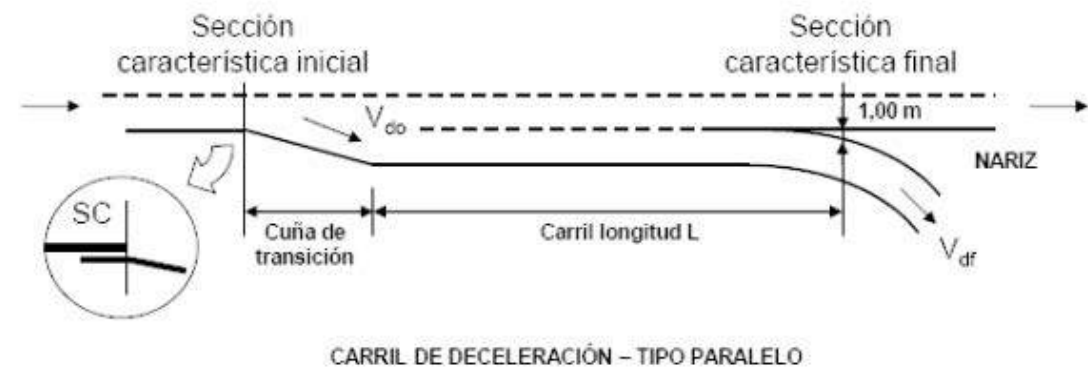


Imagen 38. Sección característica del carril de deceleración. Norma 3.1.-IC de Trazado (2016).

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

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

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

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

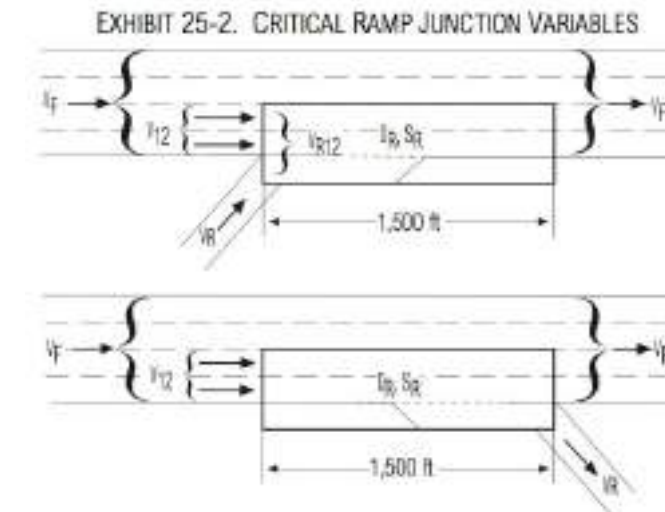


Imagen 39. Variables de cálculo críticas del ramal. Highway Capacity Manual (HCM 2010).

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

Tabla 15. Niveles de servicio Ramal	
Nivel de servicio	Densidad (veh/Km/carril)
A	≤ 6
B	6-12
C	12-17
D	17-22
E	> 22
F	demanda > capacidad

12.4. Niveles de servicio en las glorietas

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

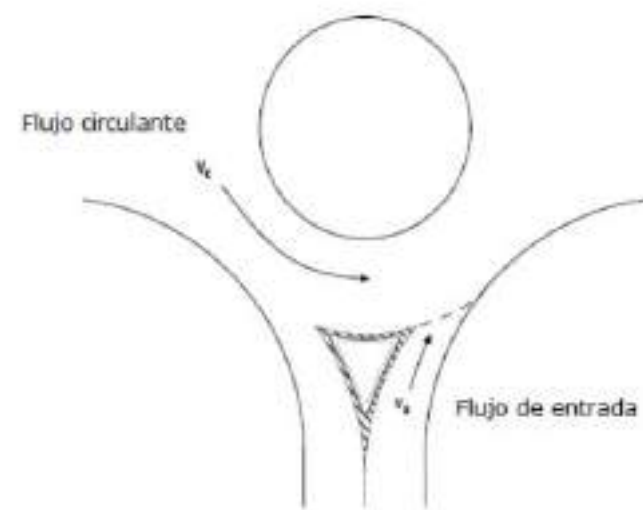


Imagen 40. Flujos de tráfico en una glorieta.

El método de evaluación de glorietas del HCM, evalúa la capacidad de las glorietas, brazo por brazo teniendo en cuenta los patrones de flujo. Los flujos de interés en una glorieta son el flujo circulante y el flujo de entrada por el brazo (ver Imagen 40). Según el HCM la capacidad del brazo de entrada se reduce en función del flujo de conflicto circulante. La mayoría de los factores clave, a tener en cuenta, aparte de los flujos, son los tiempos de reacción y aquellos inherentes al modelo de aceptación de hueco (gap acceptance model), estos son ofrecidos en forma de constantes, que a su vez vienen dadas de estudios empíricos realizados por los investigadores el TRB (Transport Research Board).

La capacidad de cada brazo viene dada por las fórmulas:

$$C_{int} = Ae^{(-B \cdot V_c)}$$

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

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

donde:

- C_{crit} es la capacidad del carril más crítico del brazo
- V_c flujo circulante / flujo de conflicto
- t_c intervalo crítico

- A_{tr} Intervalo entre vehículos sucesivos

Para determinar la demora media debemos emplear la fórmula:

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

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

Tabla 16. Niveles de Servicio Glorietas.

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

12.5. Intensidad horaria de cálculo

Según Norma 3.1. IC de Trazado “El diseño de una carretera o cualquier elemento de la misma, se establecerá en función de la intensidad y de la composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte, considerando como tal el posterior a veinte (20) años al de la fecha de entrada en servicio. En cada caso deberá justificarse la hora de proyecto adoptada, que **no será inferior a la hora treinta ni superior a la hora ciento cincuenta**”. En este caso en concreto, tomaremos como hora de proyecto la Intensidad de la Hora 30 (IH30), es decir, el valor de la intensidad (horaria) únicamente superada durante 30 horas a lo largo de un año.

Tal y como se ha explicado en el capítulo 5, para la obtención de datos de tráfico que permitan obtener los cálculos de niveles de servicio, así como el impacto que sobre ellos tendrá la nueva actividad planteada, se ha realizado una campaña de aforos temporales. A los datos obtenidos en dicha campaña, se les debe aplicar, por tanto, un coeficiente corrector que ubique las mediciones dentro de la hora de proyecto adoptada.

En este estudio, se ha tomado como intensidad horaria la intensidad de la hora 30. Como se ha visto en capítulos anteriores, las horas punta de estudio sobre las que mayor impacto va a tener la actividad desarrollada en la parcela de estudio son las 8:00 horas en horario AM y las 18:00 horas en horario PM. Por lo tanto, los coeficientes correctores calculados en esta sección se aplicarán sobre las mediciones obtenidas para estas horas en concreto.

Para su calculo, debemos basarnos en la estación permanente más cercana del Ministerio de Fomento, dado que estas recogen las intensidades de las 200 horas del año de mayor intensidad y, por tanto, está perfectamente caracterizada la Intensidad de la hora 30 (IH30).



Imagen 41. Detalle de la estación permanente M-304-0 ubicada en las inmediaciones de la zona de estudio.

La estación permanente más cercana es la estación M-304-0 ubicada en el p.k. 29 de la autovía A-2. Dicha estación, cuya ubicación se puede ver en la Imagen 41, tiene su IH30 a las 14:00 horas para el caso de la calzada principal, siendo registrada en abril de 2019 con un total de 6.662 vehículos.

200 HORAS DE INTENSIDAD MÁXIMA EN EL AÑO 2019

FECHA	HORA	TOTAL	LIGE	PESA	PORCEN	ORDEN
14-06-19	17	6686	5912	774	11,58	24
26-07-19	14	6680	5748	932	13,95	25
24-05-19	14	6671	5744	927	13,9	26
18-10-19	18	6671	5950	721	10,81	27
17-05-19	14	6668	5730	938	14,07	28
05-12-19	15	6666	5761	905	13,58	29
12-04-19	14	6662	5759	903	13,55	30*
06-09-19	18	6658	6017	641	9,63	31
25-10-19	14	6654	5786	868	13,04	32
20-09-19	17	6645	5849	796	11,98	33
01-03-19	14	6637	5818	819	12,34	34
30-10-19	17	6631	5684	947	14,28	35
05-12-19	17	6629	6062	567	8,55	36
10-05-19	14	6628	5729	899	13,56	37

Hora 30 Total horario medio	6658	% de Pesados	12,83
Hora 100 Total horario medio	6429	% de Pesados	11,77

SALIR

Imagen 42. Detalle de la IH30 de la calzada principal de la Estación M-304-0. Mapa de Tráfico 2019.

Una vez conocida la IH30, deben trasladarse a la hora 30 las mediciones realizadas en campo un miércoles del mes de enero. Queda, por tanto, conocer la relación existente en la estación M-304-0 entre la intensidad horaria de un miércoles (porque las mediciones de campo se realizaron un miércoles) respecto a la intensidad de la hora 30. Para ello, es necesario emplear los datos de distribución horaria del miércoles (ver Imagen 43 e Imagen 44).

$$IHP_{C1} = 0,0724 * 35.224 + 0,0405 * 7.532 = 2.550 + 305 = 2.855 \text{ veh/h}$$

$$IHP_{C2} = 0,0694 * 36.188 + 0,0543 * 9.103 = 2.512 + 494 = 3.006 \text{ veh/h}$$

Por lo tanto, la Intensidad Horaria de un miércoles día medio es la siguiente:

$$IPH_{M-304-0} = 5.062 + 399 = 5.461$$

El último paso para obtener el coeficiente de expansión a la hora 30 es relacionar el volumen horario obtenido para el miércoles medio en hora punta con respecto a la Intensidad de la Hora 30 (IH30) de la estación de aforo. De este modo, el coeficiente calculado para la calzada principal debe de emplearse para trasladar a la IH30 los datos medidos obtenidos en campo un miércoles de enero, siendo el coeficiente de expansión el siguiente:

$$\text{Coeficiente de calibración} = \frac{IH30_{C1}}{IPH_{M-304-0}} = \frac{6.662}{5.461} = 1,21$$

Por lo tanto, el coeficiente de expansión de la medición de un miércoles medio a la IH30 es igual a 1,21.



		L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20	L21	L22	L23	IMD aprox
1	Ligeros	2.03	1.10	3.87	3.74	1.33	2.17	3.36	6.13	5.88	4.02	4.17	4.10	4.00	4.33	5.33	6.01	5.05	6.34	7.56	8.09	6.68	4.81	3.87	3.22	8.122
1	Pesados	1.75	1.58	1.89	1.52	1.94	2.47	3.85	4.33	4.08	5.00	5.89	7.18	7.10	9.57	8.57	5.30	5.57	4.04	4.04	3.88	3.99	3.43	3.35	2.23	8.588
1	Total	1.98	1.30	1.45	1.90	1.50	2.33	3.94	5.19	5.40	5.48	5.28	5.70	5.81	5.46	5.45	5.64	5.33	5.58	5.74	5.37	4.65	4.00	3.45	2.71	12.710
2	Ligeros	1.20	0.60	3.43	3.33	0.47	1.85	3.97	5.19	6.14	5.73	5.27	5.15	5.07	5.42	6.12	6.37	5.70	6.21	6.26	6.11	5.35	4.42	3.54	2.30	17.948
2	Pesados	0.68	1.35	2.35	1.71	1.88	1.20	3.52	4.42	5.25	7.31	8.12	8.94	8.88	7.87	5.96	4.79	5.42	4.51	3.97	3.43	3.71	3.53	1.99	1.90	1.028
2	Total	1.18	0.95	3.84	3.41	0.80	1.65	3.95	6.03	6.06	6.52	5.49	5.37	5.28	5.55	6.12	6.26	5.77	6.11	6.15	5.65	5.20	4.29	3.45	2.20	19.974
3	Ligeros	0.21	0.00	0.88	3.85	3.84	0.39	2.47	5.01	5.90	5.50	5.04	4.68	4.54	5.35	6.90	6.05	5.86	7.22	6.50	7.32	4.88	2.87	1.81	0.70	11.186
3	Pesados	0.74	1.47	2.84	2.21	0.80	0.74	3.86	5.86	5.66	6.52	7.38	8.08	8.00	6.82	5.85	4.41	5.08	5.15	5.15	3.68	2.94	1.47	2.21	0.74	139
3	Total	0.21	3.11	3.12	3.88	0.84	0.40	2.49	7.99	6.47	6.53	6.07	4.69	4.58	6.37	6.90	6.03	5.90	7.20	6.65	7.28	4.94	2.85	1.82	0.70	11.292
Todos	Ligeros	1.03	0.53	3.39	3.31	0.43	1.35	3.45	6.73	6.93	6.93	6.01	4.81	4.72	5.21	6.20	6.95	6.69	6.68	7.24	6.65	5.18	3.65	3.05	2.80	35.234
Todos	Pesados	1.62	1.54	2.68	1.81	1.79	2.27	3.76	4.37	5.00	6.23	7.21	7.44	7.34	6.73	6.83	5.21	5.95	4.80	4.85	3.79	3.54	3.27	2.99	2.04	7.832
Todos	Total	1.14	0.72	3.73	3.59	0.85	1.51	3.40	8.30	8.51	5.90	5.41	5.29	5.19	5.48	6.15	6.55	6.08	6.24	6.69	6.13	4.88	3.83	3.32	2.81	43.066

Imagen 43. Porcentajes horarios de la calzada 1 (Ascendente. Dirección Guadalajara).



		L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20	L21	L22	L23	IMD aprox
1	Ligeros	1.33	1.00	3.72	3.84	1.45	3.13	6.74	6.30	5.91	4.22	3.88	4.27	4.80	5.95	5.53	5.11	4.75	6.02	6.80	6.13	5.53	4.74	4.15	2.52	4.287
1	Pesados	2.28	1.94	1.82	1.84	2.15	3.52	3.90	3.76	4.08	5.18	5.38	5.37	6.20	5.48	5.39	5.00	5.27	4.44	3.94	3.72	3.31	2.84	2.52		7.213
1	Total	1.94	1.59	1.29	1.34	1.89	3.37	4.95	4.72	5.17	5.45	5.43	5.59	5.92	5.77	5.49	5.29	5.29	5.68	5.24	4.76	4.39	3.84	3.33	2.52	11.500
2	Ligeros	0.78	0.51	3.33	3.33	0.88	2.29	6.00	6.06	5.99	5.40	4.77	4.68	5.25	5.79	6.30	6.10	5.54	6.36	6.44	5.72	4.88	4.02	3.32	2.05	18.899
2	Pesados	2.51	1.95	2.87	3.82	1.34	2.56	3.90	3.00	4.91	7.03	7.31	7.25	7.54	7.93	6.82	6.00	6.38	6.00	4.65	3.88	3.65	3.29	1.91	2.34	1.834
2	Total	0.60	0.84	3.37	3.38	0.70	2.30	5.70	5.84	5.90	5.54	4.99	5.18	5.48	6.20	6.24	6.15	6.01	6.34	6.30	5.54	4.81	3.88	3.20	2.06	20.735
3	Ligeros	0.16	0.00	3.84	3.83	3.10	1.12	7.46	7.35	7.37	5.99	4.09	4.34	4.79	5.97	7.43	7.54	6.82	8.06	7.68	6.58	5.97	2.48	1.77	0.70	13.832
3	Pesados	5.38	3.57	3.00	3.00	0.80	0.80	3.57	3.57	3.57	5.38	5.38	5.38	7.14	7.14	5.38	5.38	5.38	7.14	5.38	3.57	3.57	1.79	3.57	3.83	86
3	Total	0.18	3.11	3.84	3.83	0.10	1.12	7.44	7.33	7.35	5.98	4.10	4.34	4.92	6.87	7.42	7.52	6.82	6.85	6.88	3.87	2.48	1.79	0.82		13.980
Todos	Ligeros	0.61	0.42	3.27	3.28	0.55	1.96	6.81	6.55	6.43	5.47	4.42	4.68	4.69	5.77	6.81	6.54	5.5	6.94	6.90	5.72	4.88	3.55	2.89	1.85	36.188
Todos	Pesados	2.38	1.90	1.49	1.46	1.81	3.31	3.83	3.76	4.06	6.38	6.88	6.88	8.78	8.37	6.48	5.91	5.7	5.43	4.55	3.67	3.58	3.12	2.89	2.80	9.105
Todos	Total	0.68	0.73	3.81	3.82	0.83	2.23	8.05	5.99	5.13	5.88	4.84	5.04	5.35	6.89	6.30	6.33	5.9	6.94	6.42	5.38	4.46	3.48	2.82	1.82	45.291

Imagen 44. Porcentajes horarios de la calzada 2 (Descendente. Dirección Madrid).

12.6. Cálculo Niveles de Servicio

El cálculo de los niveles de servicio se llevará a cabo según lo marcado por el "Highway Capacity Manual" (HCM). Los cálculos se realizarán para el año 2020 "con" y "sin" desarrollo. Asimismo, se realizarán estos mismos cálculos ("con" y "sin" desarrollo) para el año horizonte 2040.

Para los cálculos se empleará el programa informático "Highway Capacity Software", (a excepción de las glorietas, cuyos niveles de servicio se obtienen a partir del modelo de simulación AIMSUN), software diseñado por los autores del HCM para la correcta interpretación y cálculo de las fórmulas que estudian la capacidad y otras características viaarias (velocidad, densidad, tiempos de demora,...) ya sean vías urbanas, regionales o de alta capacidad.

Los parámetros de cálculo del citado software son los siguientes:

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

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

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

A continuación, se lleva a cabo el análisis del nivel de servicio en los diferentes escenarios propuestos de cada uno de los siguientes elementos:

- Tramos de trenzado.
- Ramales de convergencia y divergencia.
- Glorietas.
- Intersecciones reguladas por ceda-stop

12.6.1. Ramales de acceso a la parcela

Con el objetivo de valorar el impacto que los tráficos generados por el nuevo desarrollo tendrán sobre las condiciones de circulación, es necesario conocer su situación actual. Para ello, se calculan los niveles de servicio sobre las secciones de carretera donde los nuevos tráficos tendrán impacto. Estas secciones en las que se han medido los niveles de servicio se muestran en la Imagen 45.

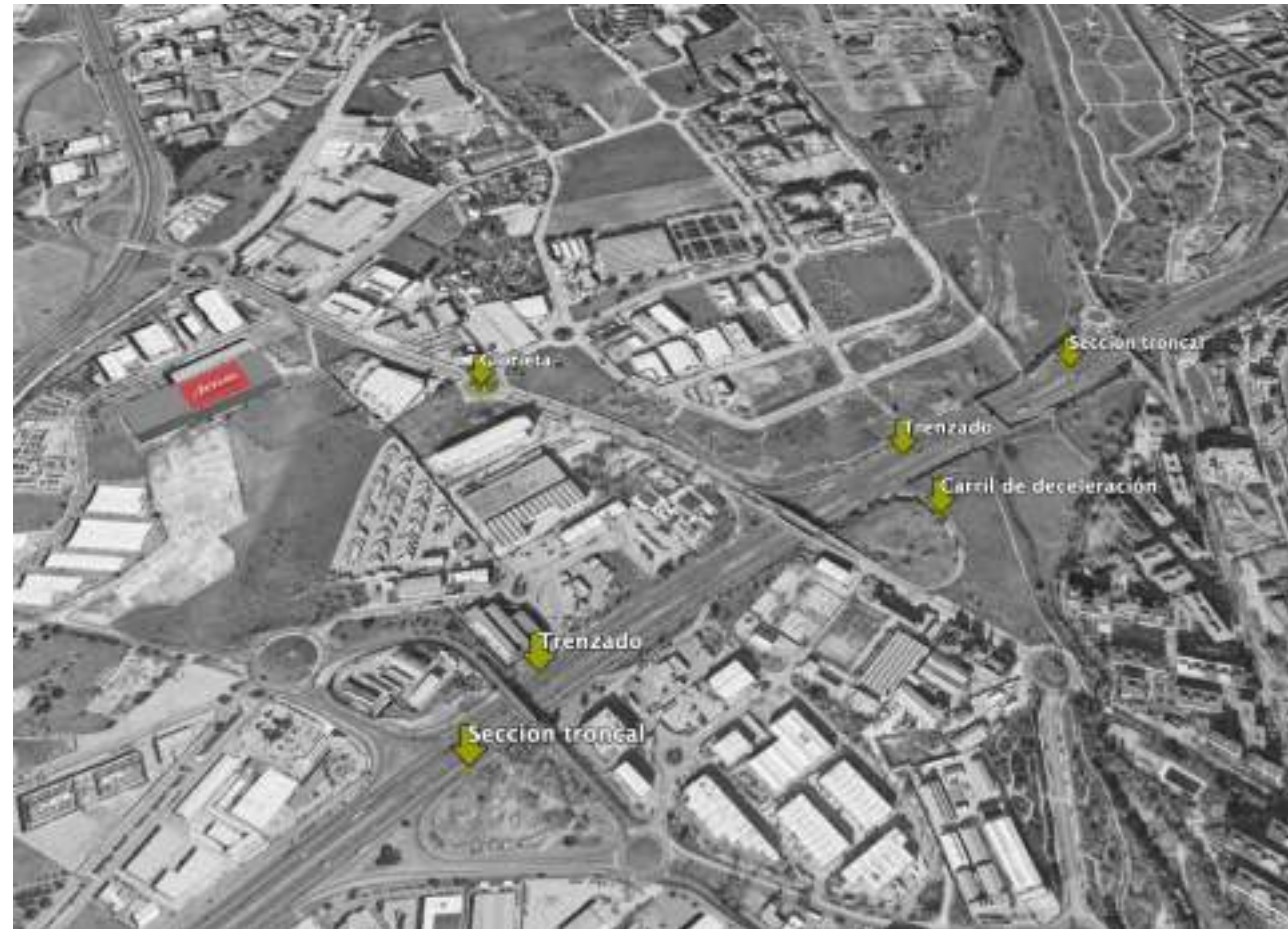


Imagen 45. Secciones de medición de niveles de servicio.

En primer lugar, en referencia a los niveles de servicio de los ramales de acceso a la futura parcela, se han analizado las secciones troncales de las principales vías de servicio de la autovía A-2 y se han complementado mediante el cálculo de los niveles de servicio de los trenzados de la autopista. De este modo, tal y como muestran las siguientes imágenes, el mayor nivel de servicio del entorno en hora punta se presenta en la vía de servicio en sentido creciente (sentido Guadalajara), con una densidad de 23,8 vehículos/km/carril (Imagen 46), lo que corresponde a un nivel de servicio E. Este valor se debe a la gran intensidad de tráfico registrada en la vía de servicio mencionada durante la hora punta; no obstante, a pesar de que el futuro desarrollo aportará tráfico a este ramal, tras su puesta en marcha el nivel de servicio se mantendrá con una densidad futura de 24,4 vehículos/km/carril (Imagen 47).

Del mismo modo, la incorporación hacia el carril de deceleración en el mismo sentido, afectada por la intensidad de tráfico de la vía de servicio, presenta en la actualidad un nivel de servicio E con una densidad de 23,6 vehículos/km/carril que tras la puesta en marcha del nuevo desarrollo se mantendría, en el peor escenario posible, en un nivel de servicio E con una densidad de 23,7 vehículos/km/carril.

En referencia al sentido decreciente (dirección Madrid), la hora punta vespertina muestra unos flujos de tráfico inferiores a los recogidos en el sentido contrario. En este caso, el nivel de servicio tanto del tronco principal como de los carriles de trenzado se mantiene en un C. En el caso de la sección troncal principal de la vía de servicio, la densidad actual es de 13,3 vehículos/km/carril, que pasará a ser de 14,6 vehículos/km/carril tras la puesta en marcha del nuevo desarrollo. En cuanto al trenzado de acceso a la parcela desde el este, la densidad del tráfico actual es de 15,44 veh/km/carril que pasará a ser de 15,70 veh/km/carril en el futuro, manteniendo un nivel de servicio C en la sección. Por último, en la sección de trenzado de salida de la parcela hacia el oeste en la actualidad se recoge un nivel de servicio C con una densidad de 17,57 veh/km/carril, que se mantendrá en el futuro con un valor de 18,33 veh/km/carril.

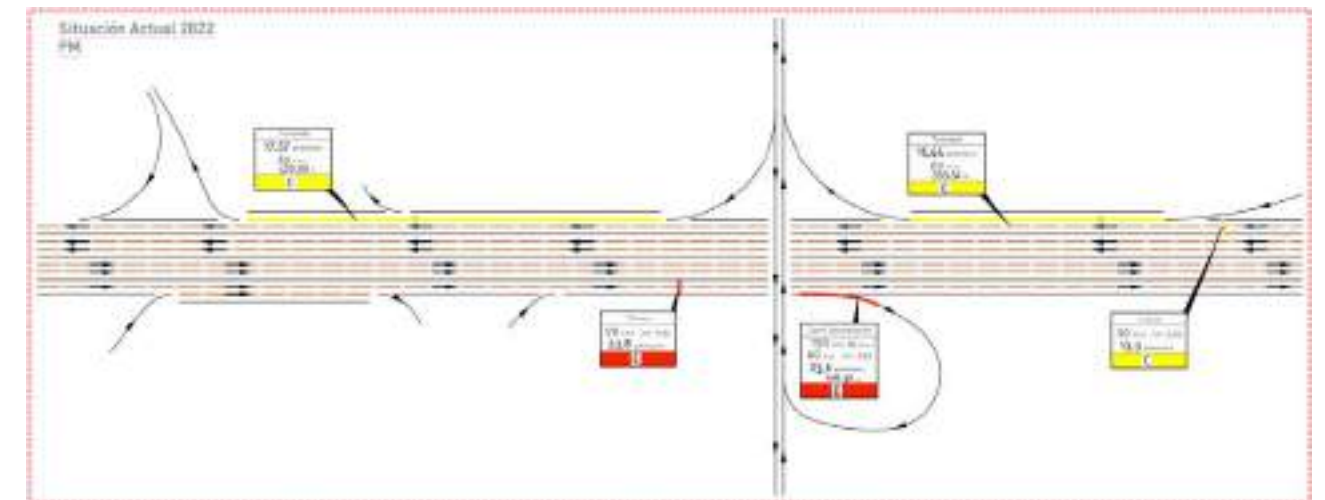


Imagen 46. Niveles de servicio secciones autovía A-2. Situación actual. Hora Punta PM.

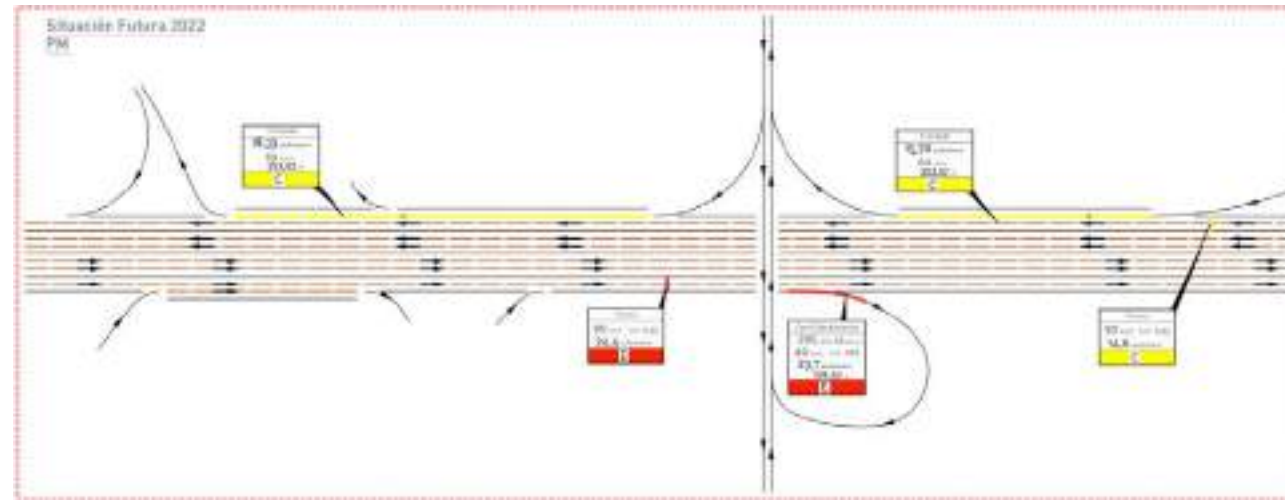


Imagen 47. Niveles de servicio secciones autovía A-2. Situación futura. Hora Punta PM.

A modo de resumen, se muestra una comparativa de los resultados obtenidos. En general, los niveles de servicio actuales en las secciones troncales de acceso a la parcela son elevados (Nivel de servicio E) para el sentido ascendente (Madrid-Guadalajara) y más bajos (Nivel de servicio C) para el sentido descendente (Guadalajara – Madrid), al registrarse la hora punta de la carretera por la tarde. Con el desarrollo de la futura parcela logística, estos niveles de servicio se mantendrán y lo único que aumentaría sería la densidad registrada en todas estas secciones viales.

Tabla 17. Resumen de cálculos. Comparativa niveles de servicio en hora punta.

Sección	Sin desarrollo		Con desarrollo	
	Nivel de servicio	Densidad (veh/km/carril)	Nivel de servicio	Densidad (veh/km/carril)
Tronco 1 (Vía de servicio ascendente)	E	23,8	E	24,4
Tronco 2 (Vía de servicio descendente)	C	13,3	C	14,6
Carril de deceleración (Acceso desde el oeste)	E	23,6	E	23,7
Trenzado 1 (Acceso desde el este)	C	15,44	C	15,70
Trenzado 2 (Salida hacia el oeste)	C	17,57	C	18,33

12.6.2. Glorieta entre Av. Daganzo y C. de Méjico

En esta sección se analizan y comparan los escenarios actual y futuro en la glorieta que conecta la Av. Daganzo con la C. de Méjico, al noroeste del futuro desarrollo. Concretamente, esta intersección se corresponde con el punto de análisis número 7 de los trabajos de campo desarrollados.

En las siguientes imágenes se muestra el estado actual del tráfico, mostrando el tiempo de demora y el nivel de servicio para cada una de las patas que acceden a la glorieta (norte, este y oeste).



Imagen 48. Niveles de servicio situación actual. Punto 07. Hora Punta AM.



Imagen 49. Niveles de servicio situación actual. Punto 07. Hora Punta PM.

Tal y como se puede observar en las imágenes anteriores, los niveles de servicio actuales de los brazos este y oeste (Av. Daganzo) tanto en la hora punta AM como en la PM, son de un nivel A, que se trata del nivel más favorable, lo que significa una circulación fluida. Los tiempos de demora de estos dos brazos son bajos, siempre inferiores a 10 segundos. Por su parte, el brazo norte (C. de Méjico) muestra unos tiempos de demora algo superiores, de 11,3 segundos y de 12,8 segundos en la AM y en la PM respectivamente, lo que significa unos niveles de servicio B, que sigue significando un buen estado del tráfico, con un flujo de circulación estable.

Por otro lado, se muestran a continuación los niveles de servicio de un escenario futuro, en el que se les suman a los volúmenes de tráfico del estado actual (anteriormente expuesto) los vehículos

consecuencia de los futuros desarrollos en Avenida Daganzo para tomar como referencia el peor escenario posible.



Imagen 50. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 07. Hora Punta AM.



Imagen 51. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 07. Hora Punta PM.

Como se puede observar, los tiempos de demora aumentan al tener en cuenta el desarrollo futuro, tanto en la hora punta AM como en la hora punta PM. No obstante, los niveles de servicio son parecidos en ambos escenarios.

Los brazos este y oeste se mantienen con niveles de servicio A, tanto en el escenario actual como teniendo en cuenta los desplazamientos del futuro desarrollo. Por otro lado, en lo que respecta al brazo norte, si bien en la hora punta AM se mantiene en un nivel de servicio B, en la hora punta PM pasa de un nivel de servicio B a un C. No obstante, los tiempos de demora aumentan en menos de 3 segundos, entre el escenario actual y el escenario actual más el desarrollo. Este ligero aumento

en los tiempos de demora es consecuencia del aumento en el volumen de vehículos producto del desarrollo objeto de este estudio.

El tráfico de vehículos aumentará especialmente en el brazo este, ya que se trata del brazo que da acceso al desarrollo y además, el brazo del que proceden los vehículos desde la autovía A-2 (principal vía de acceso al desarrollo).

12.6.3. Intersección entre Av. Daganzo y A-2

En este apartado se analizan y comparan los escenarios actual y futuro en la intersección que conecta la Av. Daganzo con la autovía A-2, al sudeste del futuro desarrollo. Esta intersección se corresponde con el punto de análisis número 5 de los trabajos de campo desarrollados.

La intersección la conforman: la Avenida Daganzo, que cruza de sudeste a noroeste, con dos carriles por sentido separados por una mediana; un carril de deceleración desde el norte de la A-2; un carril de aceleración hacia el sur de la A-2.

En las siguientes imágenes se muestra el estado actual del tráfico, mostrando el tiempo de demora y el nivel de servicio para cada una de las vías citadas anteriormente.

Como se puede observar, a lo largo de la Av. Daganzo existe un flujo libre de tráfico, sin tiempos de demora (en las imágenes anteriores se corresponde con los movimientos 2 y 3), mientras que el carril de deceleración desde la A-2 (movimiento 4), tiene un tiempo de demora máximo de 6,4 segundos (en la hora punta AM), que, no obstante, se sigue correspondiendo con un nivel de servicio A. Por su parte, el carril de aceleración que da acceso hacia el sur de la autovía A-2 (movimiento 1), también presenta un nivel de servicio favorable (A), con bajos tiempos de demora, de aproximadamente 3 segundos.



Imagen 52. Niveles de servicio situación actual. Punto 05. Hora Punta AM.



Imagen 53. Niveles de servicio situación actual. Punto 05. Hora Punta PM.

Una vez obtenidos los niveles de servicio actuales, con objeto de determinar el impacto sobre el tráfico del desarrollo futuro, se muestran a continuación los niveles de servicio de un escenario futuro, en el que se tienen en cuenta tanto los niveles de servicio actuales como los vehículos que son consecuencia del futuro desarrollo.



Imagen 54. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 05. Hora Punta AM.



Imagen 55. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 05. Hora Punta PM.

En la comparativa entre los niveles de servicio actuales y los futuros (que tienen en cuenta los vehículos que son consecuencia del desarrollo), se puede observar que los niveles de servicio se mantienen en todos los carriles, manteniendo los mismos tiempos de demora a lo largo de la Av. Daganzo, donde existe un flujo libre y sin tiempos de demora, y aumentando ligeramente los tiempos de espera en los carriles de acceso desde el norte de la autovía A-2 (movimiento 4) y de incorporación al sur de la A-2, donde, no obstante, el incremento del tiempo de demora es de menos de un segundo.

Como se puede apreciar, pese a que la autovía A-2 es el principal acceso al futuro desarrollo, el impacto sobre el tráfico del entorno es muy bajo, asegurando siempre un flujo de tráfico óptimo y una circulación estable.

12.6.4. Incorporación desde el sur de la A-2 a la Av. Daganzo

En este apartado se analizan y comparan los escenarios actual y futuro en la intersección que conecta la autovía A-2 (dirección norte) con la Av. Daganzo, al sudeste del futuro desarrollo. Esta intersección se corresponde con el punto de análisis número 6 de los trabajos de campo desarrollados.

En las siguientes imágenes se muestra el estado actual del tráfico en las horas punta AM y PM, mostrando el tiempo de demora y el nivel de servicio para cada una de las vías citadas anteriormente.

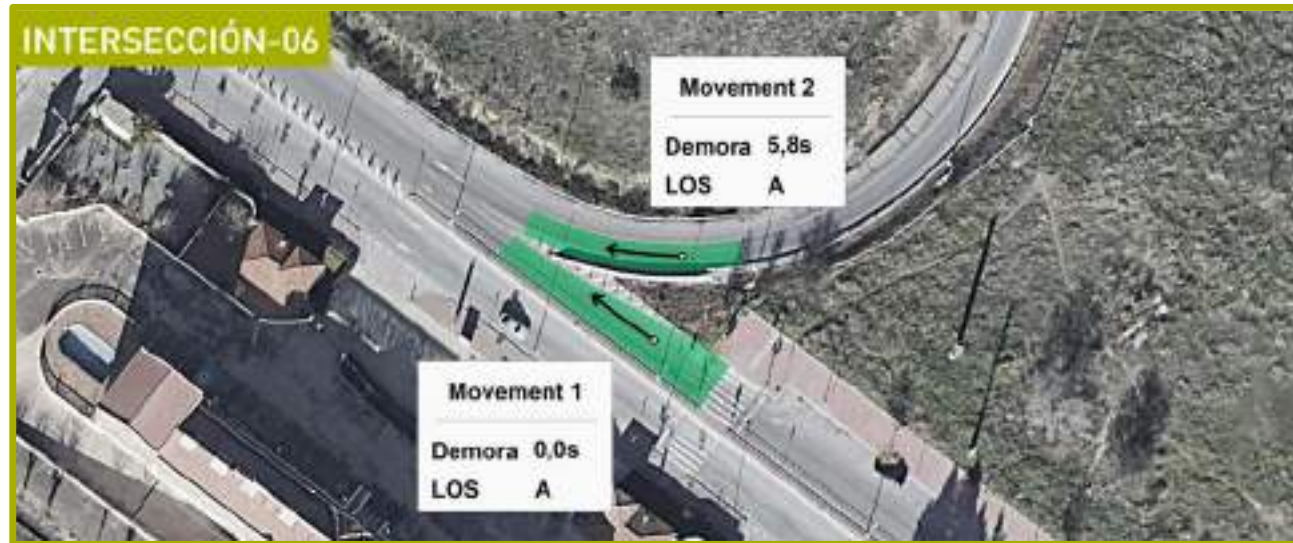


Imagen 56. Niveles de servicio situación actual. Punto 06. Hora Punta AM.



Imagen 58. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 06. Hora Punta AM.



Imagen 57. Niveles de servicio situación actual. Punto 06. Hora Punta PM.



Imagen 59. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 06. Hora Punta PM.

Tal y como se puede observar en la imagen, la vía principal, que conforma la Av. Daganzo, que cruza de este a oeste, tiene un nivel de servicio óptimo (A), sin tiempos de demora, mientras que el carril de incorporación desde la autovía A-2, si bien también tiene un nivel de servicio A, muestra un tiempo de demora de 5,8b segundos, tanto en la hora punta AM como en la hora punta PM del estado actual.

A continuación, se muestran los niveles de servicio teniendo en cuenta los viajes generados por el nuevo desarrollo:

La comparativa entre el escenario actual y aquel en el que se incorporan los viajes fruto de la implantación del nuevo desarrollo, muestran que el estado del tráfico se mantiene tras la implantación del desarrollo, ya que se conservan los mismos niveles de servicio y tiempos de demora, tanto en la hora punta AM como en la PM.

De esta forma, se puede determinar que el impacto sobre el tráfico del futuro desarrollo es nulo en este punto, ya que no altera las condiciones del tráfico ni la estabilidad del flujo, que sigue manteniendo un flujo libre a lo largo de la Av, Daganzo y un tiempo de demora bajo en la incorporación desde la A-2.

A modo de resumen, en lo que respecta a los accesos a la parcela objeto de estudio, cabe destacar que el nuevo acceso diseñado hacia Av. Daganzo cumple con las características exigidas para una operatividad adecuada del desarrollo logístico. Además, el acceso a la parcela se ha diseñado teniendo en cuenta la normativa más restrictiva, que es Ley de Carreteras de la Comunidad de Madrid, pese a que la Avenida Daganzo es de titularidad municipal, con el fin de asegurar la operatividad del centro logístico mejorando la situación del tráfico en la red de carreteras externa.

Por otro lado, tal y como sucedía con las secciones de análisis de la autovía A-2, no se produce una afección importante sobre las condiciones existentes, lo que hace que la mayoría de los niveles de servicio se mantengan en los valores que se dan en la actualidad. Es decir, la afección del nuevo desarrollo logístico sobre la funcionalidad de la infraestructura es mínima, existiendo un ligero aumento de la densidad y/o las demoras el cual no es suficiente para empeorar sustancialmente las condiciones actuales de explotación. **Por todo ello, cabe concluir que dicho desarrollo es perfectamente compatible con el entorno en el que se encuentra ubicado.**



Fdo.:
Jorge Luis Rodríguez Rodríguez
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos
Nº Colegiado 26014



Fdo.:
Carlos Suárez Vázquez
MSc. Transport Planning & Engineering

B. RESUMEN EJECUTIVO

13. RESUMEN EJECUTIVO

13.1. Introducción y objeto de estudio

La empresa Arrow Capital Partners España está en la actualidad promoviendo un desarrollo de una nave de uso logístico en el número 33 de la Avenida Daganzo, el Alcalá de Henares (Madrid).

La parcela de 29.346 m² es accesible desde la propia Avenida Daganzo a través de una vía pecuaria y se encuentra cercana al nudo de enlace de la zona industrial con la autopista A-2. Actualmente, tiene algunos inmuebles construidos, por lo que ha de ser rehabilitada para su uso



Imagen 60. Ubicación de la parcela objeto del presente estudio.

La parcela, con referencia catastral 6830509VK6863S0001FR (Imagen 2), no delimita con ninguna infraestructura viaria, aunque dispone de una vía pecuaria que conecta con la Avenida Daganzo; en el resto del perímetro limita con otras parcelas industriales.

El objeto del presente documento es impulsar la tramitación de la licencia urbanística con el Ayuntamiento de Alcalá de Henares dotando a la empresa Arrow de un estudio de tráfico y movilidad con descripción del tráfico actual en los tramos viarios afectados y en su entorno inmediato; estimando la generación de tráfico futuro del desarrollo. Debido a que la implantación de una nueva actividad generará, en mayor o menor medida, un impacto sobre las condiciones de explotación de las infraestructuras existentes, se analizarán los niveles de servicio, procediendo a la propuesta de medidas de mejora si estas fuesen necesarias, con el fin de asegurar que las condiciones de circulación se mantengan en los términos de movilidad eficaz y fluida.

13.2. Marco geográfico

La parcela objeto de estudio donde Arrow desarrollará el nuevo emplazamiento logístico se ubica en la Av. Daganzo, número 33 ubicada en Alcalá de Henares, entre el polígono industrial Euclides (al sur de la parcela) y el polígono industrial Ajaimir (al norte), a 4 km del centro de Alcalá de Henares y 30 km del centro de Madrid, en las inmediaciones de la autovía A-2 y la carretera M-100.



Imagen 61. Localización de la parcela y principales vías de comunicación del entorno.

El aeropuerto Adolfo Suárez Madrid – Barajas se sitúa a una distancia de 25 kilómetros y es accesible desde la parcela a través de la autovía A-2.

13.3. Estaciones de aforo permanentes del Ministerio de Fomento 2019

En las inmediaciones del entorno, en concreto en el p.k. 29 de la autovía A-2, muy cerca del futuro desarrollo, se encuentran tres estaciones de aforo permanente del estado:

- **Estación M-304-0:** Registra las dos calzadas principales de la A-2, es decir, el tráfico en ambos sentidos (ascendente y descendente). Presenta una Intensidad Media Diaria (IMD) de 84.138 vehículos, con un porcentaje de pesados del 15%.
- **Estación M-834-0:** Registra una vía de servicio adicional a las dos calzadas principales, concretamente en sentido descendente. Presenta una Intensidad Media Diaria (IMD) de 33.321 vehículos, de los cuales un 5% son vehículos pesados.
- **Estación M-734-0:** Registra la otra de las vías de servicio adicional al flujo principal, es decir, los vehículos en sentido ascendente. La Intensidad Media Diaria (IMD) de esta calzada es de 39.778 vehículos, con un 6% de vehículos pesados.



Imagen 62. Estaciones de aforo cercanas al desarrollo. Mapa de aforos del Ministerio de Fomento.

Gracias a esta información se observa que:

- El día laborable que menos tráfico tiene es el martes, con una media de 42.622 vehículos en sentido creciente y 44.609 en sentido decreciente.
- El día de la semana que menos tráfico presenta es el domingo con 30.064 vehículos de media en sentido creciente y 38.059 en sentido decreciente.
- La Intensidad Media Diaria de la semana es de 43.895 vehículos en dirección a Guadalajara y 45.918 en dirección a Madrid.
- La hora punta de la carretera se registra por la tarde, entre las 18 y las 19, aunque también presenta intensidades de tráfico elevadas a primera hora de la tarde (14:00-15:00). La hora punta matutina se registra a las 8 de la mañana.

13.4. Trabajos de campo

Los trabajos de campo constituirán la base sobre la que realizar el análisis y diagnóstico de la situación actual del entorno de estudio. Para ello, el personal técnico de Vectio planteó, en coordinación con la dirección del estudio, una campaña de aforos en distintos puntos del entorno de estudio.

Tanto los trabajos de campo realizados como la recopilación de datos existentes para la realización del presente estudio han sido:

- Recopilación de datos actuales de tráfico existentes en las carreteras afectadas del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.
- Recopilación de datos actuales de tráfico existentes en las carreteras afectadas de la Comunidad de Madrid.
- Recopilación de planimetría con la propuesta de diseño y otros datos generales de la parcela.
- Instalación de **6 cámaras de visión artificial** en las siguientes intersecciones:
 - Salidas hacia el norte de la M-100 y la calle Perú.
 - Acceso desde el sur de la M-100.
 - Glorieta entre la calle Perú, la Av. del Descubrimiento, la Av. Daganzo y los accesos de la M-100, tanto desde el norte como desde el sur.
 - Tronco de la A-2/E-90.
 - Tronco de la Av. Daganzo y los accesos desde la A-2/E-90.
 - Carril de deceleración desde el sur de la A-2/E-90.
 - Glorieta entre la Av. Daganzo y la calle de Méjico.
- Conteos automáticos de tráfico (vídeos procesados mediante software de visión artificial).
- Vídeos de recorrido filmados mediante cámara georeferenciada a bordo de vehículo desde diferentes orígenes principales de los viajes al área de estudio.

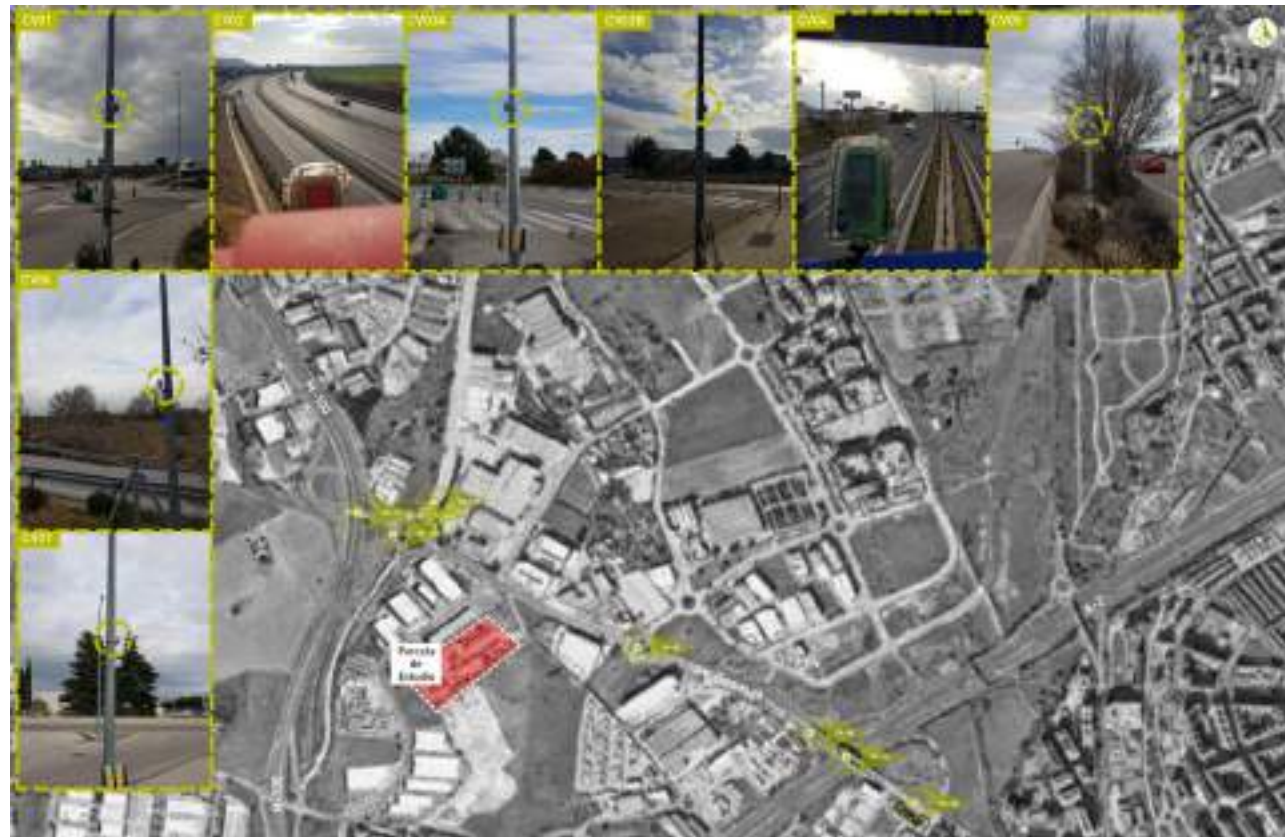


Imagen 63. Campaña de trabajos de campo.



Imagen 64. Procesamiento vídeos de recorrido.

13.5. Método de los cuatro pasos

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

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



Imagen 65. Esquema del método de los cuatro pasos.

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

13.5.1. Desarrollo futuro

El desarrollo futuro, que consistirá en la rehabilitación de una nave existente, cuenta con una superficie de la parcela de 29.318 m², sobre la que se construirá una nave de 16.175 m² dividida en 3 módulos: el módulo 1 cuenta con una superficie de 7.430 m²; el segundo módulo 2.747 m² y el tercero 5.998 m².

En lo que se refiere a estacionamientos, la superficie logística está diseñada con una plaza de estacionamiento de automóviles cada 66 m² construidos, y una plaza de estacionamiento de vehículos industriales pesados cada 735 m², cumpliendo con el mínimo requerido por ley que es cada 75 m² para automóviles y cada 2000 m² para camiones. De esta forma, cuenta con 244 plazas de estacionamiento de automóviles y con 22 plazas de estacionamiento de vehículos industriales pesados.

A modo de resumen, según sus usos, la parcela cuenta con las siguientes superficies:

Tipo de suelo	Superficie	
Oficinas	1924,33	m ²
Uso Logístico	14250,87	m ²



Imagen 66. Superficies de la parcela objeto de estudio (diseño interior preliminar).

13.5.2. Generación de viajes

Para analizar la movilidad generada (viajes generados y atraídos), la variable utilizada es la generación de tráfico por tipo de suelo. Este coeficiente se obtiene de la legislación existente en España, el Decreto 344/2006 de regulación de los estudios de evaluación de la movilidad generada.

Tipo de suelo	Viajes generados/día
Uso oficinas	15 viajes/100 m ² de techo
Uso industrial	5 viajes/100 m ² de techo

Además, aplicando la distribución de la tipología del tráfico registrada en estudios empíricos realizados por Vectio, se puede obtener el volumen de vehículos ligeros y pesados diarios.

	Entrada Pesados	Salida Pesados	Entrada Ligeros	Salida Ligeros
0:00	1	1	7	10
1:00	0	0	5	5
2:00	0	0	4	5
3:00	0	0	4	5
4:00	1	0	16	3
5:00	2	1	25	8
6:00	5	2	60	22
7:00	6	2	74	25
8:00	9	4	105	42
9:00	7	5	76	63
10:00	4	5	47	53
11:00	4	4	48	47
12:00	4	5	50	54
13:00	4	5	51	56
14:00	5	7	62	76
15:00	6	6	68	70
16:00	4	6	45	64
17:00	4	5	42	59
18:00	4	7	42	77
19:00	2	5	26	58
20:00	2	3	18	40
21:00	1	2	14	23
22:00	1	2	10	18
23:00	1	2	9	27
Total	79	79	908	908

13.5.3. Distribución de viajes

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

Entrando a valorar específicamente el municipio de Alcalá de Henares y tomando los datos de la citada matriz O/D, obtenemos que el principal origen de los trabajadores en la zona de estudio es el municipio de Alcalá de Henares con el 47,4%, seguido del municipio de Madrid con el 13,1%.

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

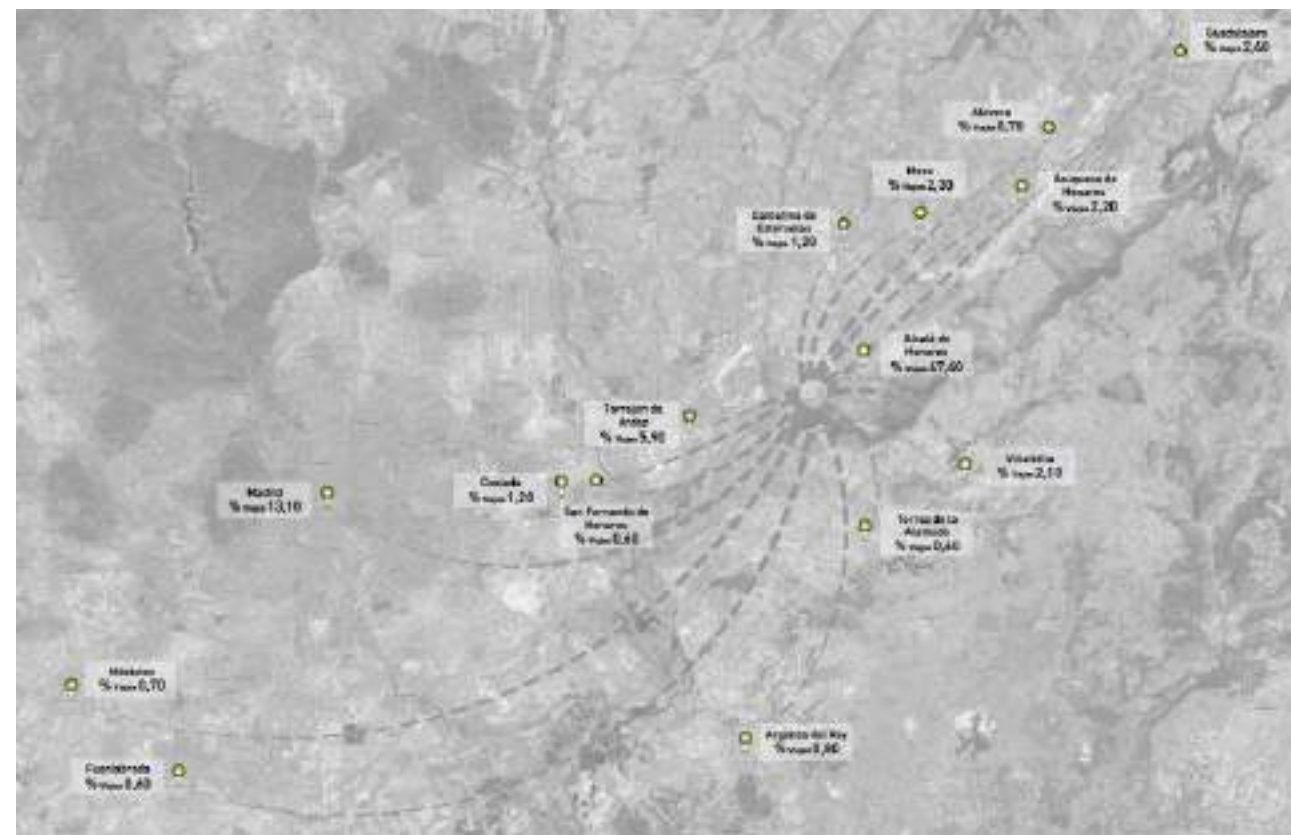


Imagen 67. Atracción metropolitana

13.5.4. Asignación

La última fase de las cuatro que completan el método de los cuatro pasos es la asignación a la red. Esta fase consiste en la valoración de los viajes y su distribución en la red de infraestructuras existentes. En el caso analizado, el enlace al desarrollo logístico se realizará a través de la Av. Daganzo, obteniéndose la asignación de viajes representada en la siguiente tabla.

Tabla 21. Asignación de viajes (Acceso Av. Daganzo)					
		% Entrada	% Salida	Vehículos Entrada	Vehículos Salida
Av. Daganzo	Ligeros	59,90%	59,90%	544	544
	Pesados	0,00%	0,00%	0	0
A-2 (Este)	Ligeros	13,40%	13,40%	122	122
	Pesados	30,00%	30,00%	24	24
A-2 (Oeste)	Ligeros	26,70%	26,70%	242	242
	Pesados	70,00%	70,00%	55	55
TOTAL entrada/salida				987	987
TOTAL VIAJES				1974	

13.6. Análisis del acceso a la parcela

Se ha analizado el acceso a la parcela teniendo en cuenta la normativa más restrictiva, que en este caso es la Ley de Carreteras de la Comunidad de Madrid, a pesar de que esta normativa no afecta a Av. Daganzo, que es de titularidad municipal. Se comprueba la simulación de giros de modo bidimensional y tridimensional, y en ambas se observa la ausencia de conflictos en los giros de los vehículos pesados.

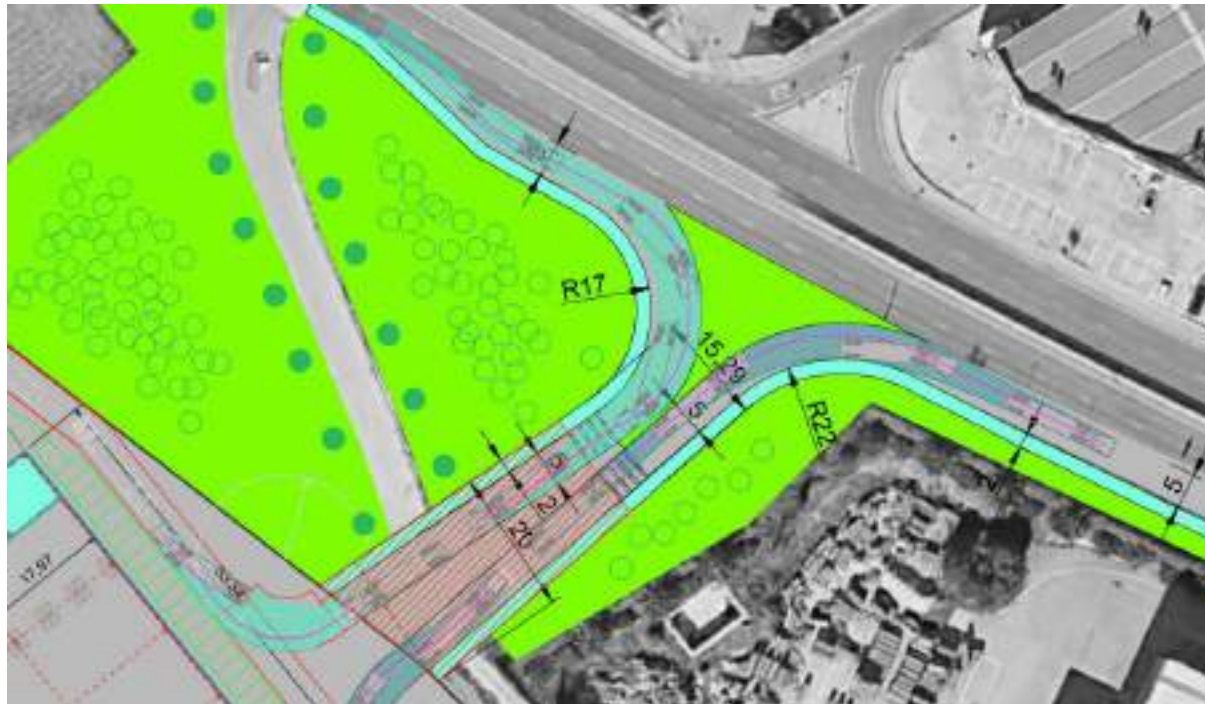


Imagen 68. Acceso diseñado según la solución más restrictiva

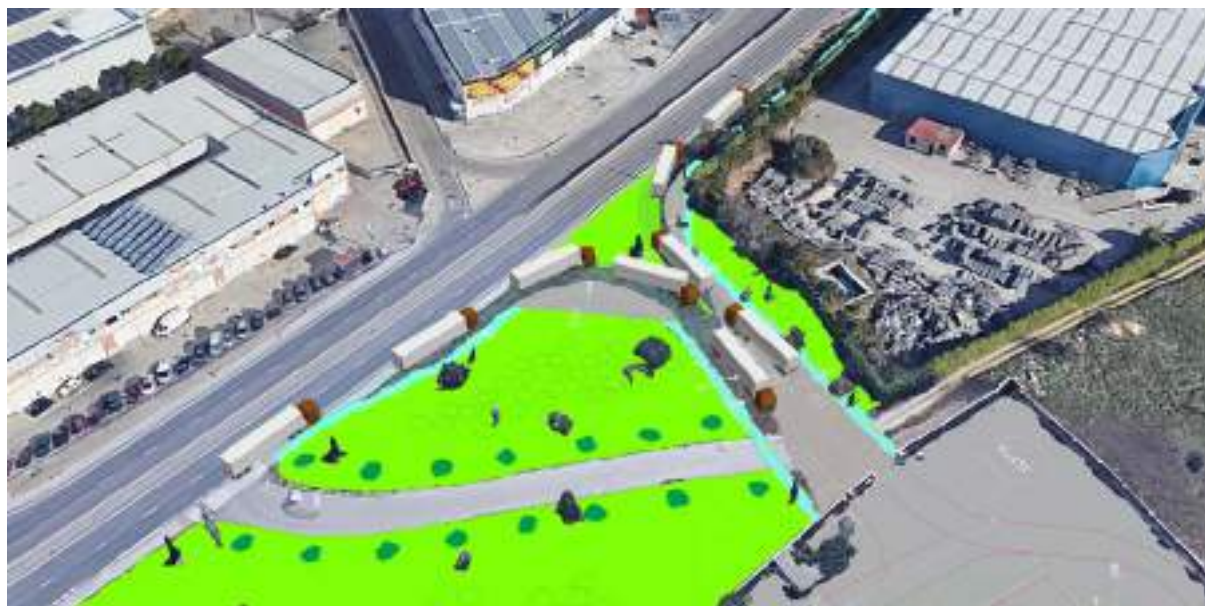


Imagen 69. Comprobación tridimensional de giros en el acceso a la parcela

13.7. Evaluación y afección a la infraestructura

13.7.1. Intensidad horaria de cálculo

Según Norma 3.1. IC de Trazado "El diseño de una carretera o cualquier elemento de la misma, se establecerá en función de la intensidad y de la composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte, considerando como tal el posterior a veinte (20) años al de la fecha de entrada en servicio. En cada caso deberá justificarse la hora de proyecto adoptada, que **no será inferior a la hora treinta ni superior a la hora ciento cincuenta**". En este caso en concreto, tomaremos como hora de proyecto la Intensidad de la Hora 30 (IH30), es decir, el valor de la intensidad (horaria) únicamente superada durante 30 horas a lo largo de un año.

Tal y como se ha explicado en el capítulo 5, para la obtención de datos de tráfico que permitan obtener los cálculos de niveles de servicio, así como el impacto que sobre ellos tendrá la nueva actividad planteada, se ha realizado una campaña de aforos temporales. A los datos obtenidos en dicha campaña, se les debe aplicar, por tanto, un coeficiente corrector que ubique las mediciones dentro de la hora de proyecto adoptada.

En este estudio, se ha tomado como intensidad horaria la intensidad de la hora 30. Como se ha visto en capítulos anteriores, las horas punta de estudio sobre las que mayor impacto va a tener la actividad desarrollada en la parcela de estudio son las 8:00 horas en horario AM y las 18:00 horas en horario PM. Por lo tanto, los coeficientes correctores calculados en esta sección se aplicarán sobre las mediciones obtenidas para estas horas en concreto.

Para su calculo, debemos basarnos en la estación permanente más cercana del Ministerio de Fomento, dado que estas recogen las intensidades de las 200 horas del año de mayor intensidad y, por tanto, está perfectamente caracterizada la Intensidad de la hora 30 (IH30).



Imagen 70. Detalle de la estación permanente M-304-0 ubicada en las inmediaciones de la zona de estudio.

La estación permanente más cercana es la estación M-304-0 ubicada en el p.k. 29 de la autovía A-2. Dicha estación, cuya ubicación se puede ver en la Imagen 41, tiene su IH30 a las 14:00 horas para el caso de la calzada principal, siendo registrada en abril de 2019 con un total de 6.662 vehículos.

200 HORAS DE INTENSIDAD MÁXIMA EN EL AÑO 2019						
FECHA	HORA	TOTAL	LIGE	PESA	PORCEN	ORDEN
14-06-19	17	6686	5912	774	11,58	24
26-07-19	14	6680	5748	932	13,95	25
24-05-19	14	6671	5744	927	13,9	26
18-10-19	18	6671	5950	721	10,81	27
17-05-19	14	6668	5730	938	14,07	28
05-12-19	15	6666	5761	905	13,58	29
12-04-19	14	6662	5759	903	13,55	30*
06-09-19	18	6658	6017	641	9,63	31
25-10-19	14	6654	5786	868	13,04	32
20-09-19	17	6645	5849	796	11,98	33
01-03-19	14	6637	5818	819	12,34	34
30-10-19	17	6631	5684	947	14,28	35
05-12-19	17	6629	6062	567	8,55	36
10-05-19	14	6628	5729	899	13,56	37

Hora 30 Total horario medio	6658	% de Pesados	12,83
Hora 100 Total horario medio	6429	% de Pesados	11,77

Imagen 71. Detalle de la IH30 de la calzada principal de la Estación M-304-0. Mapa de Tráfico 2019.

Una vez conocida la IH30, deben trasladarse a la hora 30 las mediciones realizadas en campo un miércoles del mes de enero. Queda, por tanto, conocer la relación existente en la estación M-304-0 entre la intensidad horaria de un miércoles (porque las mediciones de campo se realizaron un miércoles) respecto a la intensidad de la hora 30. Para ello, es necesario emplear los datos de distribución horaria del miércoles (ver Imagen 43 e Imagen 44).

$$IHP_{C1} = 0,0724 * 35.224 + 0,0405 * 7.532 = 2.550 + 305 = 2.855 \text{ veh/h}$$

$$IHP_{C2} = 0,0694 * 36.188 + 0,0543 * 9.103 = 2.512 + 494 = 3.006 \text{ veh/h}$$

Por lo tanto, la Intensidad Horaria de un miércoles día medio es la siguiente:

$$IPH_{M-304-0} = 5.062 + 399 = 5.461$$

El último paso para obtener el coeficiente de expansión a la hora 30 es relacionar el volumen horario obtenido para el miércoles medio en hora punta con respecto a la Intensidad de la Hora 30 (IH30) de la estación de aforo. De este modo, el coeficiente calculado para la calzada principal debe de emplearse para trasladar a la IH30 los datos medidos obtenidos en campo un miércoles de enero, siendo el coeficiente de expansión el siguiente:

$$\text{Coeficiente de calibración} = \frac{IH30_{C1}}{IHP_{M-304-0}} = \frac{6.662}{5.461} = 1,21$$

Por lo tanto, el coeficiente de expansión de la medición de un miércoles medio a la IH30 es igual a 1,21.

INTENSIDADES HORARIAS MEDIAS EN LAS 24 HORAS DEL DIA MEDIO 2022																										
Provincia: MADRID		Tipo: PERMANENTE			Población: CONCESSIONARIA A-2 TRAMO 1																					
Carretera: A-2		Núm. Calzadas: 2			Conv. Carriles: 3+3																					
Card.	Tipo	L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20	IMD approx			
1	Ligeros	2.03	1.13	2.87	3.74	1.33	2.17	3.85	6.13	5.08	4.02	4.17	4.13	4.00	4.33	5.33	6.01	5.05	6.34	7.56	6.69	5.68	4.81	3.87	3.22	8.122
1	Pesados	1.75	1.56	1.89	1.82	1.94	2.47	3.85	4.35	4.98	5.08	5.89	7.18	7.10	8.57	8.57	5.30	8.57	4.04	4.04	3.88	3.89	3.43	3.35	2.23	8.588
1	Total	1.98	1.36	1.45	1.30	1.50	2.30	3.84	5.19	5.48	5.28	5.70	5.91	5.49	5.45	5.84	5.30	5.88	5.74	5.37	4.65	4.00	3.45	2.71	12.710	
2	Ligeros	1.25	0.60	3.43	3.33	0.47	1.65	3.87	5.19	6.14	5.73	6.27	5.15	6.07	6.42	8.12	8.37	5.79	6.21	6.29	6.11	6.35	4.42	3.54	2.35	17.940
2	Pesados	0.98	1.35	2.35	1.71	1.98	1.26	3.52	4.42	5.25	7.31	6.12	6.94	8.88	7.87	9.90	4.79	5.42	4.51	3.67	3.43	2.71	2.53	1.99	1.90	1.608
2	Total	1.19	0.95	2.84	3.41	0.80	1.65	3.95	6.03	6.06	6.52	5.49	6.37	6.28	6.55	8.12	6.29	5.77	6.11	6.15	6.65	6.20	4.29	3.45	2.29	19.994
3	Ligeros	0.21	0.00	0.08	0.05	0.04	0.39	2.47	3.01	5.90	5.50	5.04	4.65	4.94	5.35	6.90	6.05	5.86	7.22	6.59	7.32	4.88	2.87	1.81	0.76	11.186
3	Pesados	0.74	1.47	2.84	2.21	0.80	0.74	3.86	5.86	6.66	6.52	7.36	8.09	8.09	6.52	6.55	4.41	5.88	5.15	5.15	3.68	2.94	1.47	2.21	0.74	136
3	Total	0.21	0.11	0.12	0.08	0.04	0.40	2.49	7.99	6.47	6.53	6.07	4.69	4.58	5.37	6.90	6.03	5.90	7.20	6.95	7.28	4.94	2.85	1.82	0.76	11.292
Todos	Ligeros	1.00	0.53	0.39	0.31	0.43	1.35	3.43	6.73	6.93	6.93	6.01	4.81	4.72	5.21	6.20	6.05	5.89	6.58	7.34	6.65	5.18	3.65	3.05	2.00	35.234
Todos	Pesados	1.82	1.54	2.65	1.81	1.79	2.27	3.76	4.31	5.00	6.23	7.21	7.44	7.34	8.73	8.83	5.21	5.95	4.85	4.05	3.79	3.94	3.27	2.89	2.04	7.832
Todos	Total	1.14	0.72	0.72	0.59	0.85	1.51	3.49	8.30	8.51	5.90	6.41	6.29	5.19	5.48	6.15	6.55	6.88	6.24	6.68	6.13	4.88	3.83	3.02	2.81	43.996

Imagen 72. Porcentajes horarios de la calzada 1 (Ascendente. Dirección Guadalajara).

INTENSIDADES HORARIAS MEDIAS EN LAS 24 HORAS DEL DIA MEDIO 2022																										
Provincia: MADRID		Tipo: PERMANENTE			Población: CONCESSIONARIA A-2 TRAMO 1																					
Carretera: A-2		Núm. Calzadas: 2			Conv. Carriles: 3+3																					
Card.	Tipo	L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20	L21	L22	L23	IMD approx
1	Ligeros	1.33	1.00	2.72	3.84	1.45	3.13	6.74	6.30	5.51	4.22	3.88	4.27	4.80	5.95	6.53	5.11	4.75	6.02	6.60	6.13	6.53	4.74	4.15	2.52	4.287
1	Pesados	2.20	1.94	1.82	1.84	2.15	3.52	3.90	3.75	4.98	5.18	6.36	6.38	6.97	8.20	8.45	6.59	6.60	6.27	4.44	3.94	3.72	3.31	2.84	2.52	7.213
1	Total	1.94	1.59	1.29	1.34	1.89	3.37	4.95	4.72	5.17	5.45	5.43	5.59	5.90	5.77	5.49	5.29	5.29	5.85	5.24	4.78	4.39	3.44	3.33	2.52	11.500
2	Ligeros	0.75	0.51	0.33	0.33	0.85	2.29	6.00	6.06	5.99	5.48	4.77	4.68	5.25	6.79	6.30	6.18	5.54	6.36	6.44	5.72	4.88	4.02	3.32	2.35	18.899
2	Pesados	2.51	1.95	2.87	3.82	1.94	2.55	3.90	3.90	4.91	7.03	7.31	7.25	7.58	7.93	8.82	6.00	6.36	6.00	4.65	3.88	3.65	3.29	1.91	2.34	1.834
2	Total	0.62	0.54	0.37	0.36	0.70	2.30	5.70	5.84	5.90	5.54	4.99	5.18	5.48	6.90	8.24	6.16	6.01	6.34	6.30	5.54	4.61	3.88	3.20	2.06	20.703
3	Ligeros	0.16	0.00	0.04	0.03	0.10	1.12	7.46	7.36	7.37	5.99	4.09	4.34	4.78	5.97	7.43	7.54	6.52	6.06	7.86	6.58	3.97	2.48	1.77	0.78	13.932
3	Pesados	5.36	3.57	3.00	3.00	0.80	0.80	3.57	3.57	3.57	5.38	5.38	5.38	7.14	7.14	6.30	5.38	5.38	7.14	5.36	3.57	3.57	1.79	3.57	5.33	86
3	Total	0.18	0.11	0.04	0.03	0.10	1.12	7.44	7.33	7.25	5.98	4.10	4.34	4.93	6.97	7.42	7.52	6.52	6.05	7.05	6.58	3.97	2.48	1.79	0.82	13.980
Todos	Ligeros	0.61	0.42	0.27	0.29	0.55	1.96	6.81	6.55	6.43	5.47	4.42	4.68	4.89	5.77	6.91	6.54	5.5	6.94	6.60	5.72	4.68	3.55	2.89	1.85	36.188
Todos	Pesados	2.38	1.96	1.49	1.46	1.91	3.31	3.85	3.76	4.06	6.38	6.65	6.65	8.78	8.37	6.40	5.51	5.7	5.43	4.53	3.67	3.58	3.12	2.89	2.80	9.103
Todos	Total	0.68	0.73	0.51	0.52	0.83	2.23	8.05	5.99	6.13	6.68	4.84	5.04	5.35	6.69	6.30	6.33	6.5	6.94	6.42	6.35	4.46	3.48	2.82	1.82	45.291

Imagen 73. Porcentajes horarios de la calzada 2 (Descendente. Dirección Madrid).

13.7.2. Situación actual (sin desarrollo)

Con el objetivo de valorar el impacto que los tráficos generados por el nuevo desarrollo tendrán sobre las condiciones de circulación, es necesario conocer su situación actual. Para ello, se calculan los niveles de servicio sobre las principales intersecciones de acceso al nuevo desarrollo. Concretamente, se ha realizado el cálculo de los niveles de servicio en los siguientes puntos de la red:

- Secciones troncales de las vías de servicio de la autovía A-2.
- Secciones de trenzado de acceso a la parcela desde el este de la A-2 y de salida de la parcela hacia el oeste de la A-2.
- Carril de deceleración de acceso a la parcela desde el oeste de la A-2.
- Glorieta entre Av. Daganzo y calle México.
- Intersección entre Av. Daganzo y el carril de deceleración desde el oeste de la A-2.
- Intersección entre Av. Daganzo y el carril de deceleración desde el este de la A-2.

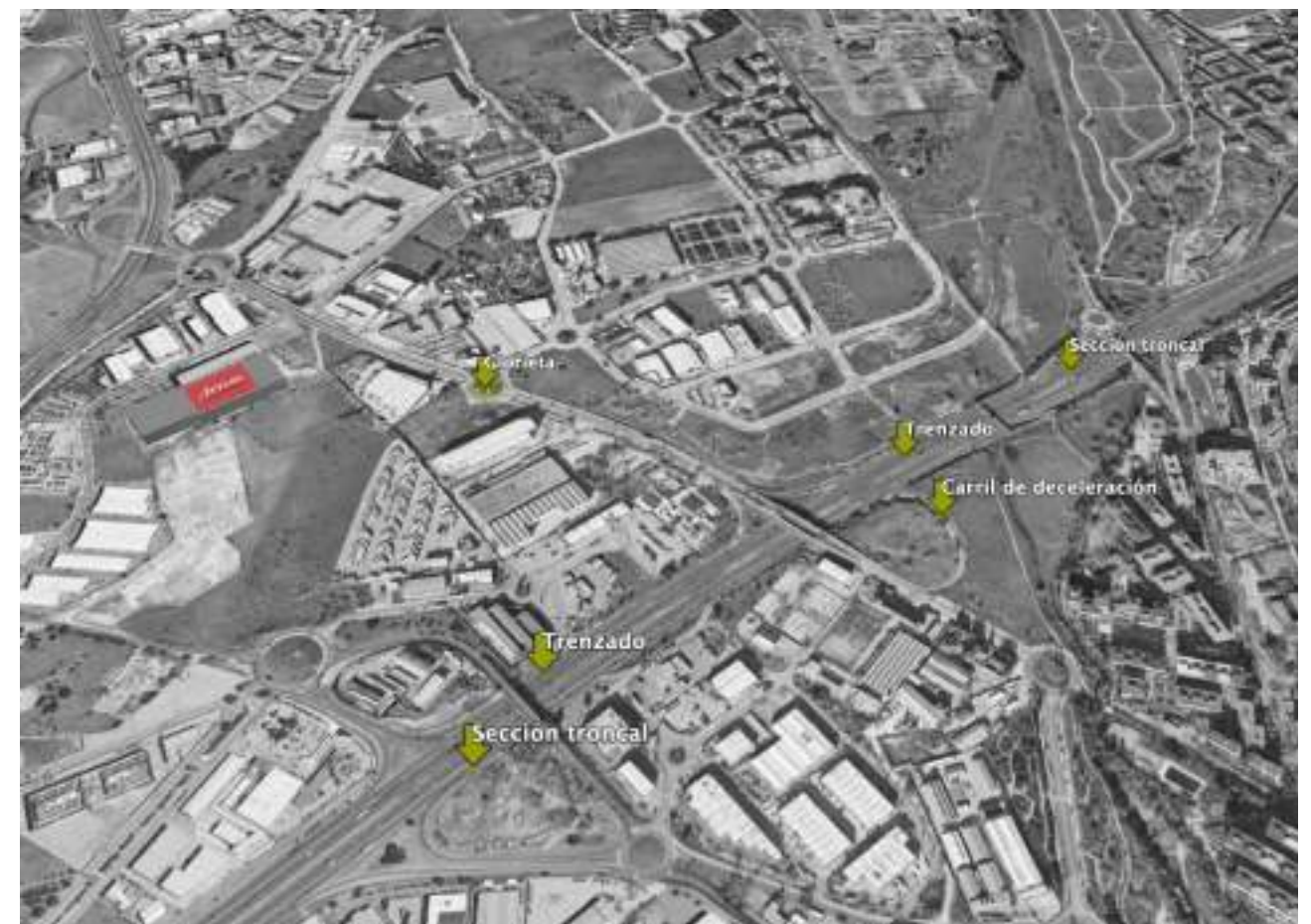


Imagen 74. Secciones de medición de niveles de servicio.

En primer lugar, en referencia a los niveles de servicio de los ramales de acceso a la futura parcela, se han analizado las secciones troncales de las principales vías de servicio de la autovía A-2 y se han complementado mediante el cálculo de los niveles de servicio de los trenzados de la autopista.

De este modo, tal y como muestran las siguientes imágenes, el mayor nivel de servicio del entorno en hora punta se presenta en la vía de servicio en sentido creciente (sentido Guadalajara), con una densidad de 23,8 vehículos/km/carril (Imagen 46), lo que corresponde a un nivel de servicio E. Este valor se debe a la gran intensidad de tráfico registrada en la vía de servicio mencionada durante la hora punta; no obstante, a pesar de que el futuro desarrollo aportará tráfico a este ramal, tras su puesta en marcha el nivel de servicio se mantendrá con una densidad futura de 24,4 vehículos/km/carril (Imagen 47). Del mismo modo, la incorporación hacia el carril de deceleración en el mismo sentido, afectada por la intensidad de tráfico de la vía de servicio, presenta en la actualidad un nivel de servicio E con una densidad de 23,6 vehículos/km/carril que tras la puesta en marcha del nuevo desarrollo se mantendría, en el peor escenario posible, en un nivel de servicio E con una densidad de 23,7 vehículos/km/carril.

En referencia al sentido decreciente (dirección Madrid), la hora punta vespertina muestra unos flujos de tráfico inferiores a los recogidos en el sentido contrario. En este caso, el nivel de servicio tanto del tronco principal como de los carriles de trenzado se mantiene en un C. En el caso de la sección troncal principal de la vía de servicio, la densidad actual es de 13,3 vehículos/km/carril, que pasará a ser de 14,6 vehículos/km/carril tras la puesta en marcha del nuevo desarrollo. En cuanto al trenzado de acceso a la parcela desde el este, la densidad del tráfico actual es de 15,44 veh/km/carril que pasará a ser de 15,70 veh/km/carril en el futuro, manteniendo un nivel de servicio C en la sección. Por último, en la sección de trenzado de salida de la parcela hacia el oeste en la actualidad se recoge un nivel de servicio C con una densidad de 17,57 veh/km/carril, que se mantendrá en el futuro con un valor de 18,33 veh/km/carril.

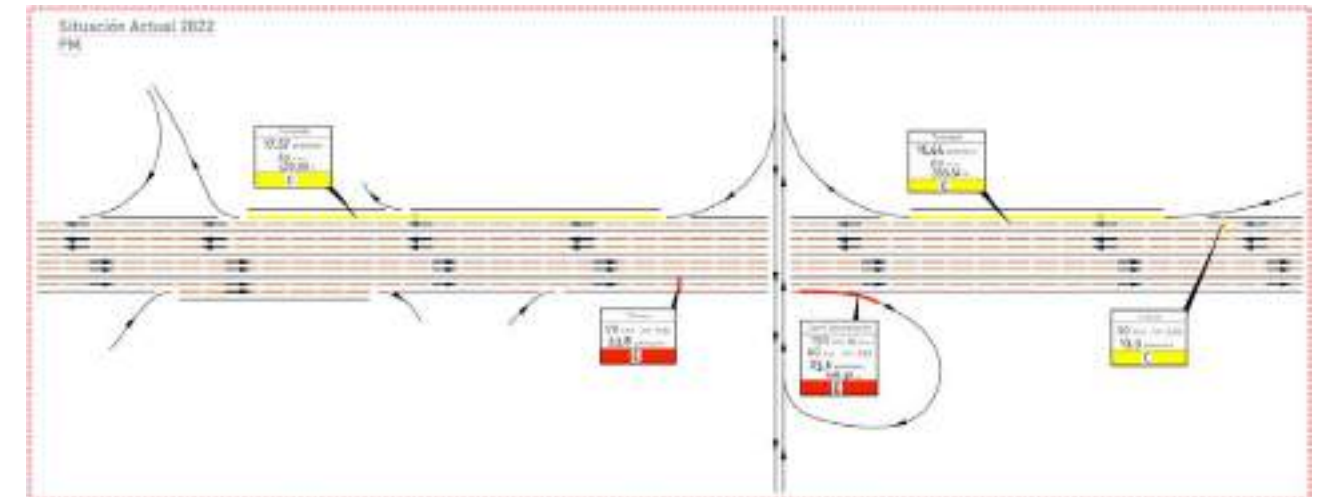


Imagen 75. Niveles de servicio secciones autovía A-2. Situación actual. Hora Punta PM.

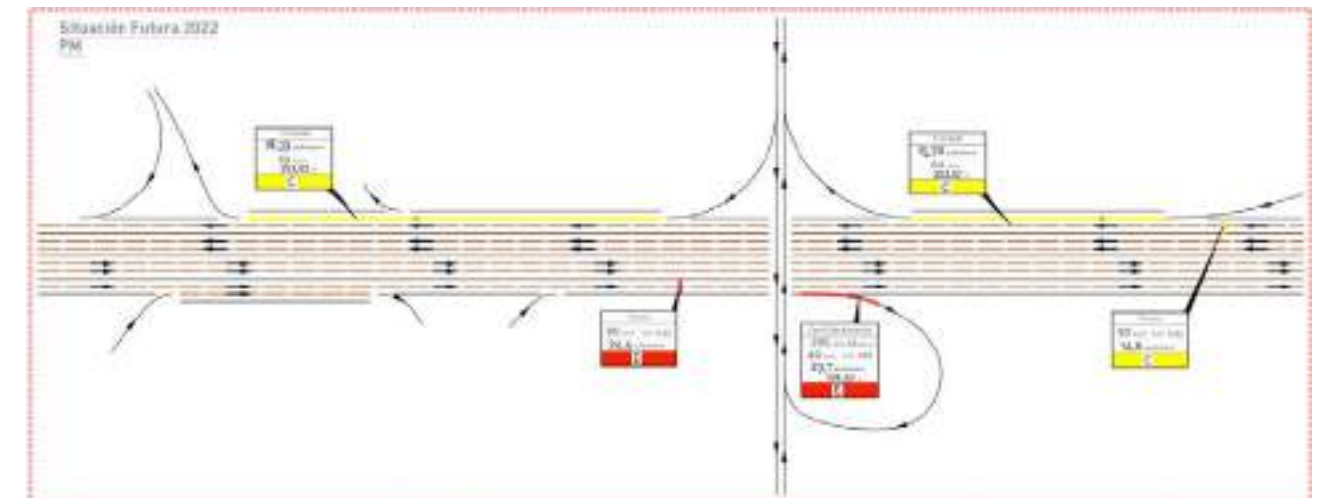


Imagen 76. Niveles de servicio secciones autovía A-2. Situación futura. Hora Punta PM.

A modo de resumen, se muestra una comparativa de los resultados obtenidos. En general, los niveles de servicio actuales en las secciones troncales de acceso a la parcela son elevados (Nivel de servicio E) para el sentido ascendente (Madrid-Guadalajara) y más bajos (Nivel de servicio C) para el sentido descendente (Guadalajara – Madrid), al registrarse la hora punta de la carretera por la tarde. Con el desarrollo de la futura parcela logística, estos niveles de servicio se mantendrán y lo único que aumentaría sería la densidad registrada en todas estas secciones viales.

Tabla 22. Resumen de cálculos. Comparativa niveles de servicio en hora punta.

Sección	Sin desarrollo		Con desarrollo	
	Nivel de servicio	Densidad (veh/km/carril)	Nivel de servicio	Densidad (veh/km/carril)
Tronco 1 (Vía de servicio ascendente)	E	23,8	E	24,4
Tronco 2 (Vía de servicio descendente)	C	13,3	C	14,6
Carril de deceleración (Acceso desde el oeste)	E	23,6	E	23,7
Trenzado 1 (Acceso desde el este)	C	15,44	C	15,70
Trenzado 2 (Salida hacia el oeste)	C	17,57	C	18,33

13.7.3. Glorieta entre Av. Daganzo y C. de Méjico

En esta sección se analizan y comparan los escenarios actual y futuro en la glorieta que conecta la Av. Daganzo con la C. de Méjico, al noroeste del futuro desarrollo. Concretamente, esta intersección se corresponde con el punto de análisis número 7 de los trabajos de campo desarrollados.

En las siguientes imágenes se muestra el estado actual del tráfico, mostrando el tiempo de demora y el nivel de servicio para cada una de las patas que acceden a la glorieta (norte, este y oeste).



Imagen 77. Niveles de servicio situación actual. Punto 07. Hora Punta AM.



Imagen 78. Niveles de servicio situación actual. Punto 07. Hora Punta PM.

Tal y como se puede observar en las imágenes anteriores, los niveles de servicio actuales de los brazos este y oeste (Av. Daganzo) tanto en la hora punta AM como en la PM, son de un nivel A, que se trata del nivel más favorable, lo que significa una circulación fluida. Los tiempos de demora de estos dos brazos son bajos, siempre inferiores a 10 segundos. Por su parte, el brazo norte (C. de Méjico) muestra unos tiempos de demora algo superiores, de 11,3 segundos y de 12,8 segundos en la AM y en la PM respectivamente, lo que significa unos niveles de servicio B, que sigue significando un buen estado del tráfico, con un flujo de circulación estable.

Por otro lado, se muestran a continuación los niveles de servicio de un escenario futuro, en el que se les suman a los volúmenes de tráfico del estado actual (anteriormente expuesto) los vehículos consecuencia de los futuros desarrollos en Avenida Daganzo para tomar como referencia el peor escenario posible.



Imagen 79. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 07. Hora Punta AM.



Imagen 80. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 07. Hora Punta PM.

Como se puede observar, los tiempos de demora aumentan al tener en cuenta el desarrollo futuro, tanto en la hora punta AM como en la hora punta PM. No obstante, los niveles de servicio son parecidos en ambos escenarios.

Los brazos este y oeste se mantienen con niveles de servicio A, tanto en el escenario actual como teniendo en cuenta los desplazamientos del futuro desarrollo. Por otro lado, en lo que respecta al brazo norte, si bien en la hora punta AM se mantiene en un nivel de servicio B, en la hora punta PM pasa de un nivel de servicio B a un C. No obstante, los tiempos de demora aumentan en menos de

3 segundos, entre el escenario actual y el escenario actual más el desarrollo. Este ligero aumento en los tiempos de demora es consecuencia del aumento en el volumen de vehículos producto del desarrollo objeto de este estudio.

El tráfico de vehículos aumentará especialmente en el brazo este, ya que se trata del brazo que da acceso al desarrollo y además, el brazo del que proceden los vehículos desde la autovía A-2 (principal vía de acceso al desarrollo).

13.7.4. Intersección entre Av. Daganzo y A-2

En este apartado se analizan y comparan los escenarios actual y futuro en la intersección que conecta la Av. Daganzo con la autovía A-2, al sudeste del futuro desarrollo. Esta intersección se corresponde con el punto de análisis número 5 de los trabajos de campo desarrollados.

La intersección la conforman: la Avenida Daganzo, que cruza de sudeste a noroeste, con dos carriles por sentido separados por una mediana; un carril de deceleración desde el norte de la A-2; un carril de aceleración hacia el sur de la A-2.

En las siguientes imágenes se muestra el estado actual del tráfico, mostrando el tiempo de demora y el nivel de servicio para cada una de las vías citadas anteriormente.

Como se puede observar, a lo largo de la Av. Daganzo existe un flujo libre de tráfico, sin tiempos de demora (en las imágenes anteriores se corresponde con los movimientos 2 y 3), mientras que el carril de deceleración desde la A-2 (movimiento 4), tiene un tiempo de demora máximo de 6,4 segundos (en la hora punta AM), que, no obstante, se sigue correspondiendo con un nivel de servicio A. Por su parte, el carril de aceleración que da acceso hacia el sur de la autovía A-2 (movimiento 1), también presenta un nivel de servicio favorable (A), con bajos tiempos de demora, de aproximadamente 3 segundos.



Imagen 81. Niveles de servicio situación actual. Punto 05. Hora Punta AM.



Imagen 82. Niveles de servicio situación actual. Punto 05. Hora Punta PM.

Una vez obtenidos los niveles de servicio actuales, con objeto de determinar el impacto sobre el tráfico del desarrollo futuro, se muestran a continuación los niveles de servicio de un escenario futuro, en el que se tienen en cuenta tanto los niveles de servicio actuales como los vehículos que son consecuencia del futuro desarrollo.



Imagen 83. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 05. Hora Punta AM.



Imagen 84. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 05. Hora Punta PM.

En la comparativa entre los niveles de servicio actuales y los futuros (que tienen en cuenta los vehículos que son consecuencia del desarrollo), se puede observar que los niveles de servicio se mantienen en todos los carriles, manteniendo los mismos tiempos de demora a lo largo de la Av. Daganzo, donde existe un flujo libre y sin tiempos de demora, y aumentando ligeramente los tiempos de espera en los carriles de acceso desde el norte de la autovía A-2 (movimiento 4) y de incorporación al sur de la A-2, donde, no obstante, el incremento del tiempo de demora es de menos de un segundo.

Como se puede apreciar, pese a que la autovía A-2 es el principal acceso al futuro desarrollo, el impacto sobre el tráfico del entorno es muy bajo, asegurando siempre un flujo de tráfico óptimo y una circulación estable.

13.7.5. Incorporación desde el sur de la A-2 a la Av. Daganzo

En este apartado se analizan y comparan los escenarios actual y futuro en la intersección que conecta la autovía A-2 (dirección norte) con la Av. Daganzo, al sudeste del futuro desarrollo. Esta intersección se corresponde con el punto de análisis número 6 de los trabajos de campo desarrollados.

En las siguientes imágenes se muestra el estado actual del tráfico en las horas punta AM y PM, mostrando el tiempo de demora y el nivel de servicio para cada una de las vías citadas anteriormente.

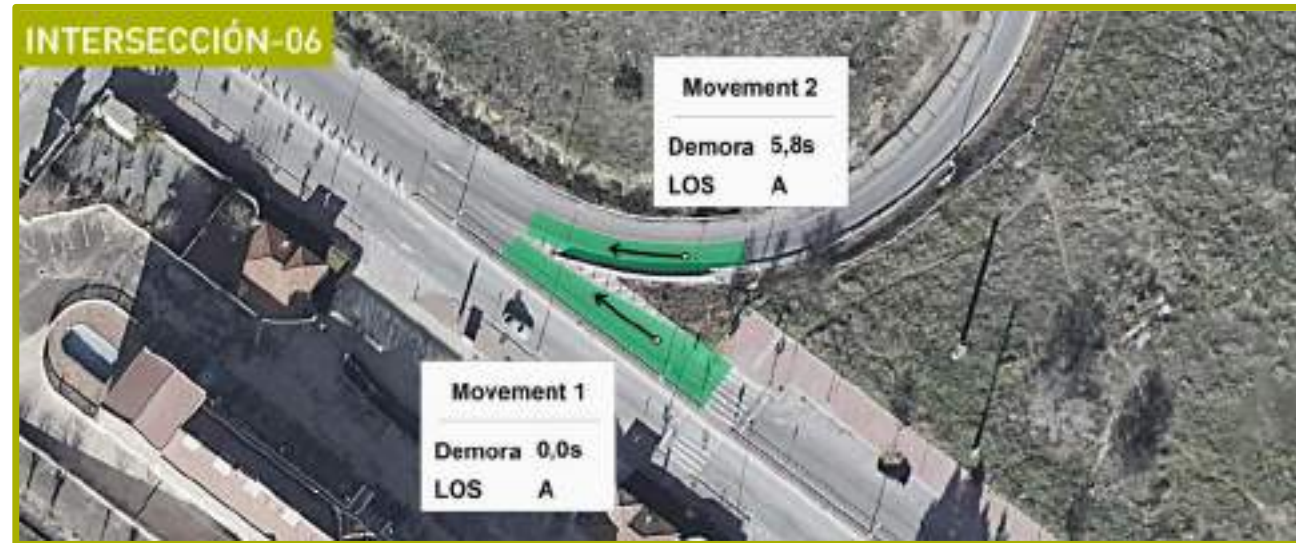


Imagen 85. Niveles de servicio situación actual. Punto 06. Hora Punta AM.



Imagen 87. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 06. Hora Punta AM.



Imagen 86. Niveles de servicio situación actual. Punto 06. Hora Punta PM.



Imagen 88. Niveles de servicio situación con desarrollo. Punto 06. Hora Punta PM.

Tal y como se puede observar en la imagen, la vía principal, que conforma la Av. Daganzo, que cruza de este a oeste, tiene un nivel de servicio óptimo (A), sin tiempos de demora, mientras que el carril de incorporación desde la autovía A-2, si bien también tiene un nivel de servicio A, muestra un tiempo de demora de 5,8b segundos, tanto en la hora punta AM como en la hora punta PM del estado actual.

A continuación, se muestran los niveles de servicio teniendo en cuenta los viajes generados por el nuevo desarrollo:

La comparativa entre el escenario actual y aquel en el que se incorporan los viajes fruto de la implantación del nuevo desarrollo, muestran que el estado del tráfico se mantiene tras la implantación del desarrollo, ya que se conservan los mismos niveles de servicio y tiempos de demora, tanto en la hora punta AM como en la PM.

A modo de resumen, en lo que respecta a los accesos a la parcela objeto de estudio, cabe destacar que el nuevo acceso diseñado hacia Av. Daganzo cumple con las características exigidas para una operatividad adecuada del desarrollo logístico. Además, el acceso a la parcela se ha diseñado teniendo en cuenta la normativa más restrictiva, que es Ley de Carreteras de la Comunidad de Madrid, pese a que la Avenida Daganzo es de titularidad municipal, con el fin de asegurar la operatividad del centro logístico mejorando la situación del tráfico en la red de carreteras externa.

Por otro lado, tal y como sucedía con las secciones de análisis de la autovía A-2, no se produce una afección importante sobre las condiciones existentes, lo que hace que la mayoría de los niveles de servicio se mantengan en los valores que se dan en la actualidad. Es decir, la afección del nuevo desarrollo logístico sobre la funcionalidad de la infraestructura es mínima, existiendo un ligero aumento de la densidad y/o las demoras el cual no es suficiente para empeorar sustancialmente las condiciones actuales de explotación. **Por todo ello, cabe concluir que dicho desarrollo es perfectamente compatible con el entorno en el que se encuentra ubicado.**



Fdo.:
Jorge Luis Rodríguez Rodríguez
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos
Nº Colegiado 26014



Fdo.:
Carlos Suárez Vázquez
MSc. Transport Planning & Engineering

C.PLANOS

Carreteras
Autopistas
Vías de Tren



Fecha:
ENERO 2022

Escala:
1:1000

Coordenadas:
LMG AMP

Referencia:
P2021170

Jorge Luis Rodríguez

MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Yáñez

MSc Transport Planning
and Engineering

Location:



Título:

Localización

Proyecto:

Project Alcalá A Daganzo
33 Alcalá

Client:



plano

P2021170

01



Fecha:
ENERO 2022

Escala:
--

Creado: Chequeado:
LMG AMP

Referencia:
P2021170

Jorge Luis Rodríguez

Jorge Luis Rodríguez
MsC Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez

Carlos Suárez Vázquez
MSc. Transport Planning
and Engineering

Location:



Título:

Trabajos de Campo

Proyecto:

**Project Alcalá A Daganzo
33 Alcalá**

Client:

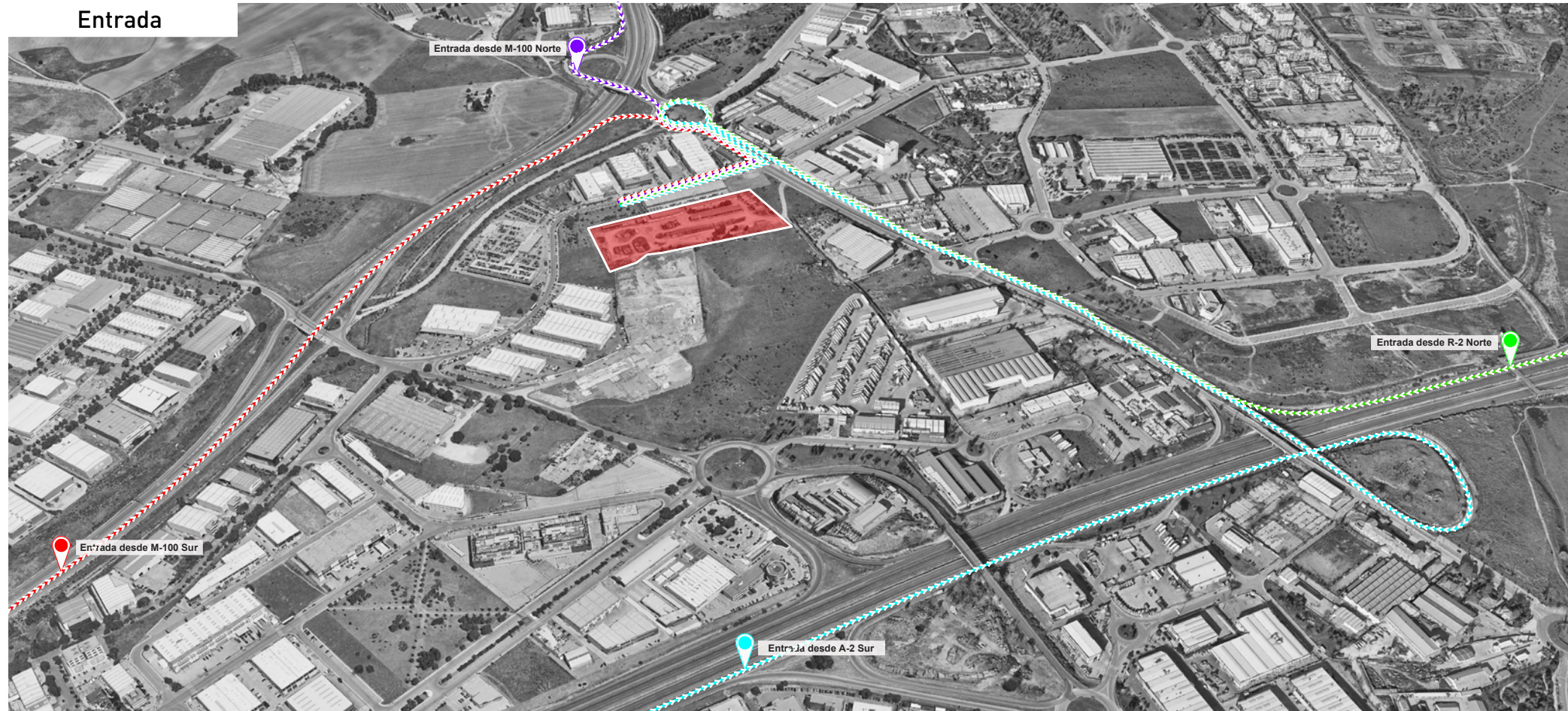


plano

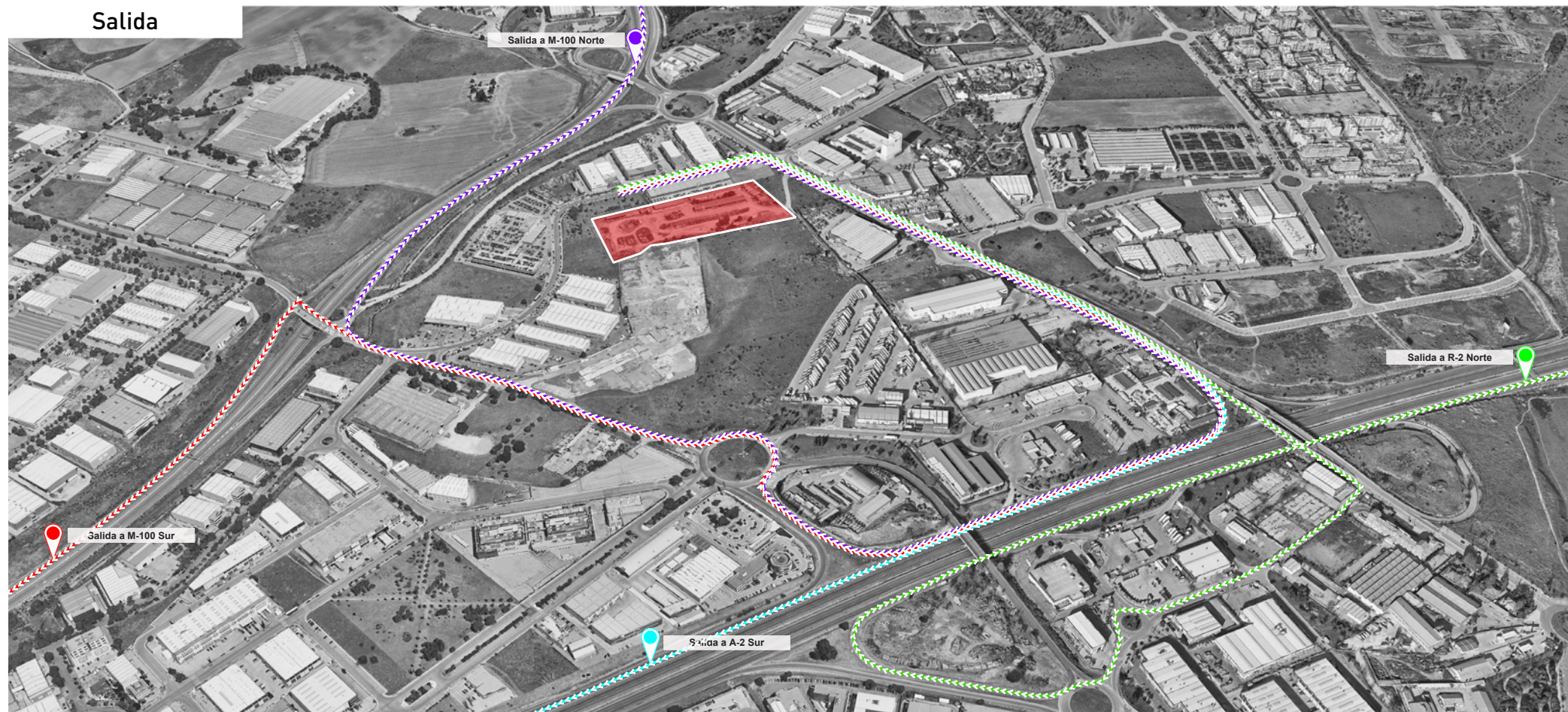
P2021170

02

Entrada



Salida



Fecha:
ENERO 2022

Escala:
--

Creado: Chequeado:
LMG AMP

Referencia:
P2021170

Jorge Luis Rodríguez

MsC Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez

MSc. Transport Planning
and Engineering

Location:



Título:

Rutas de Acceso

Proyecto:

Project Alcalá A Daganzo
33 Alcalá

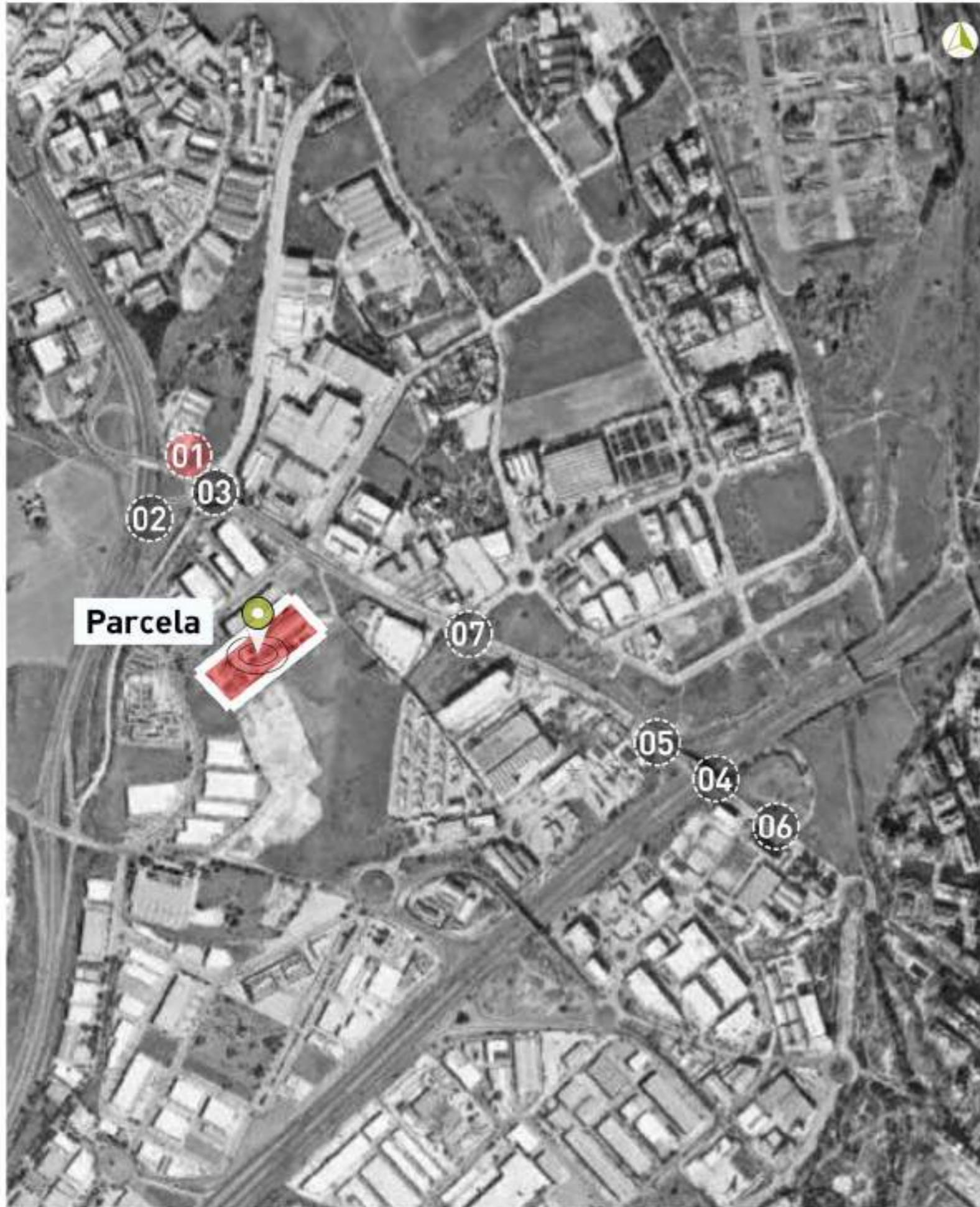
Client:



plano

P2021170

03



Fecha:
ENERO 2022

Escala:

Coordenadas:
LMG AMP

Referencia:
P2021170

Jorge Luis Rodríguez

MSc. Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez

MSc. Transport Planning
and Engineering

Location:



Título:

**Matriz 01,
08:00-09:00 AM**

Proyecto:

**Project Alcalá A Daganzo
33 Alcalá**

Client:

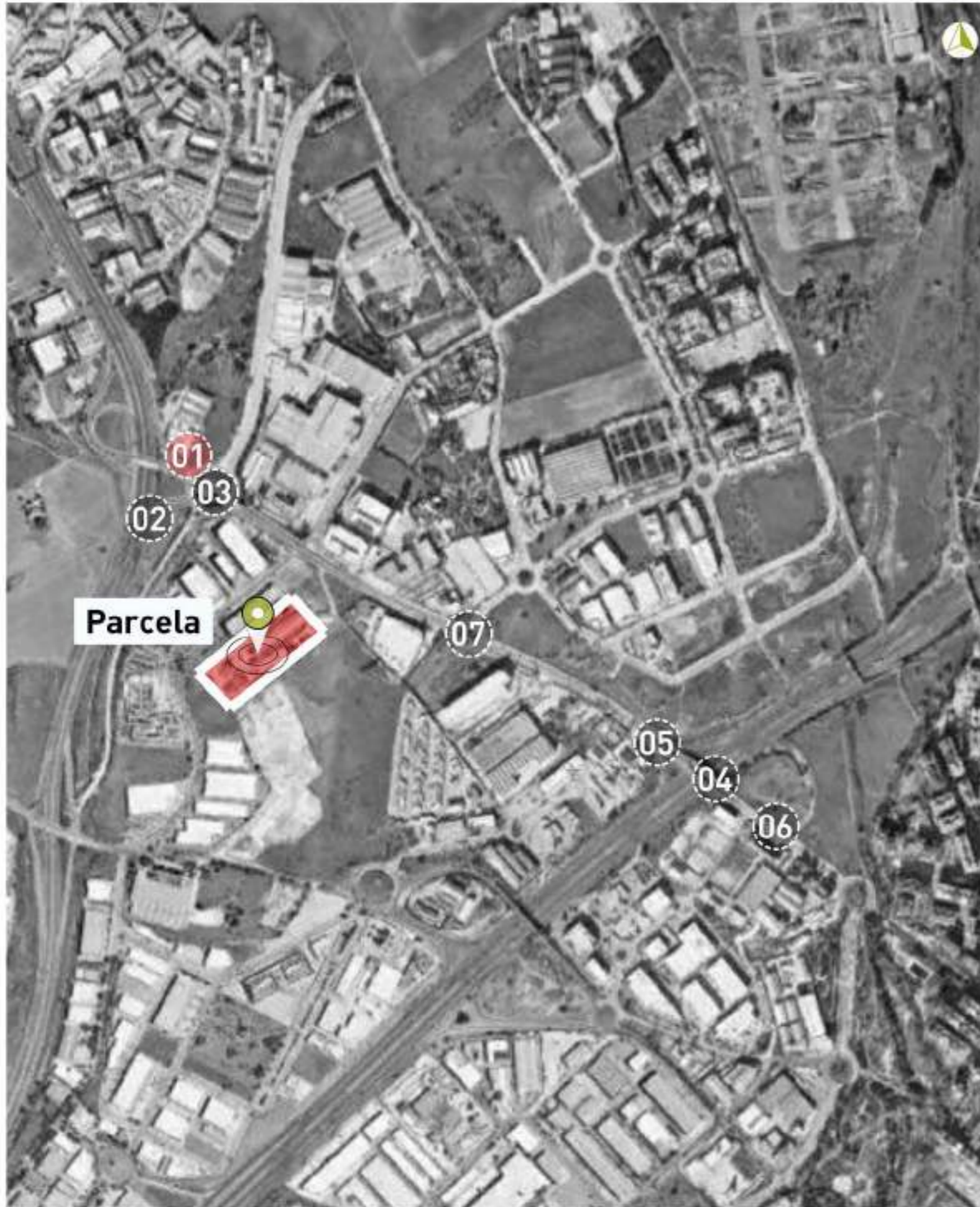


	Movement 01		Movement 02		Movement 03	
	Light Vehicles	Heavy Vehicles	Light Vehicles	Heavy Vehicles	Light Vehicles	Heavy Vehicles
08:00 - 08:15	177	21	6	4	70	2
08:15 - 08:30	148	18	10	7	57	4
08:30 - 08:45	126	17	7	7	70	6
08:45 - 09:00	180	24	12	7	64	10
Total		713		60		283

plano

P2021170

04A



Fecha:
ENERO 2022

Escala:

Coordenador:
LMG AMP

Referencia:
P2021170

Jorge Luis Rodríguez

Ing. Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez

MSc. Transport Planning
and Engineering

Location:



Título:

**Matriz 01,
17:00-18:00 PM**

Proyecto:

**Project Alcalá A Daganzo
33 Alcalá**

Client:

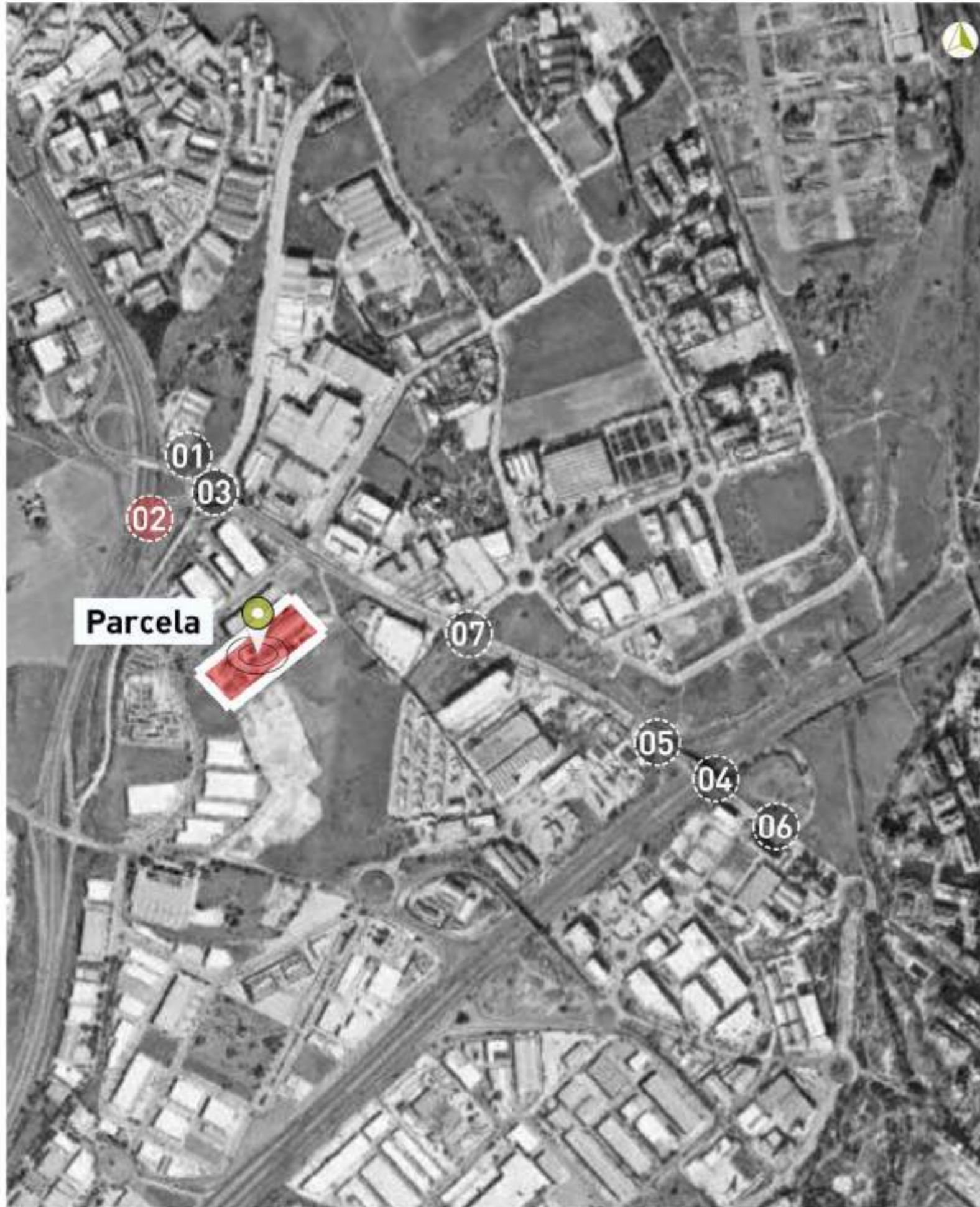


plano

P2021170

04B

	Movement 01		Movement 02		Movement 03	
	Light Vehicles	Heavy Vehicles	Light Vehicles	Heavy Vehicles	Light Vehicles	Heavy Vehicles
17:00 - 17:15	92	15	16	4	144	11
17:15 - 17:30	110	11	21	2	151	2
17:30 - 17:45	98	18	36	1	144	7
17:45 - 18:00	85	13	23	1	169	4
Total	442		104		632	



Fecha:
ENERO 2022

Escala:

Coordenadas:
LMG AMP

Referencia:
P2021170

Jorge Luis Rodríguez

Eng. Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez

MSc. Transport Planning
and Engineering

Location:



Título:

**Matriz 02,
08:00-09:00 AM**

Proyecto:

**Project Alcalá A Daganzo
33 Alcalá**

Client:

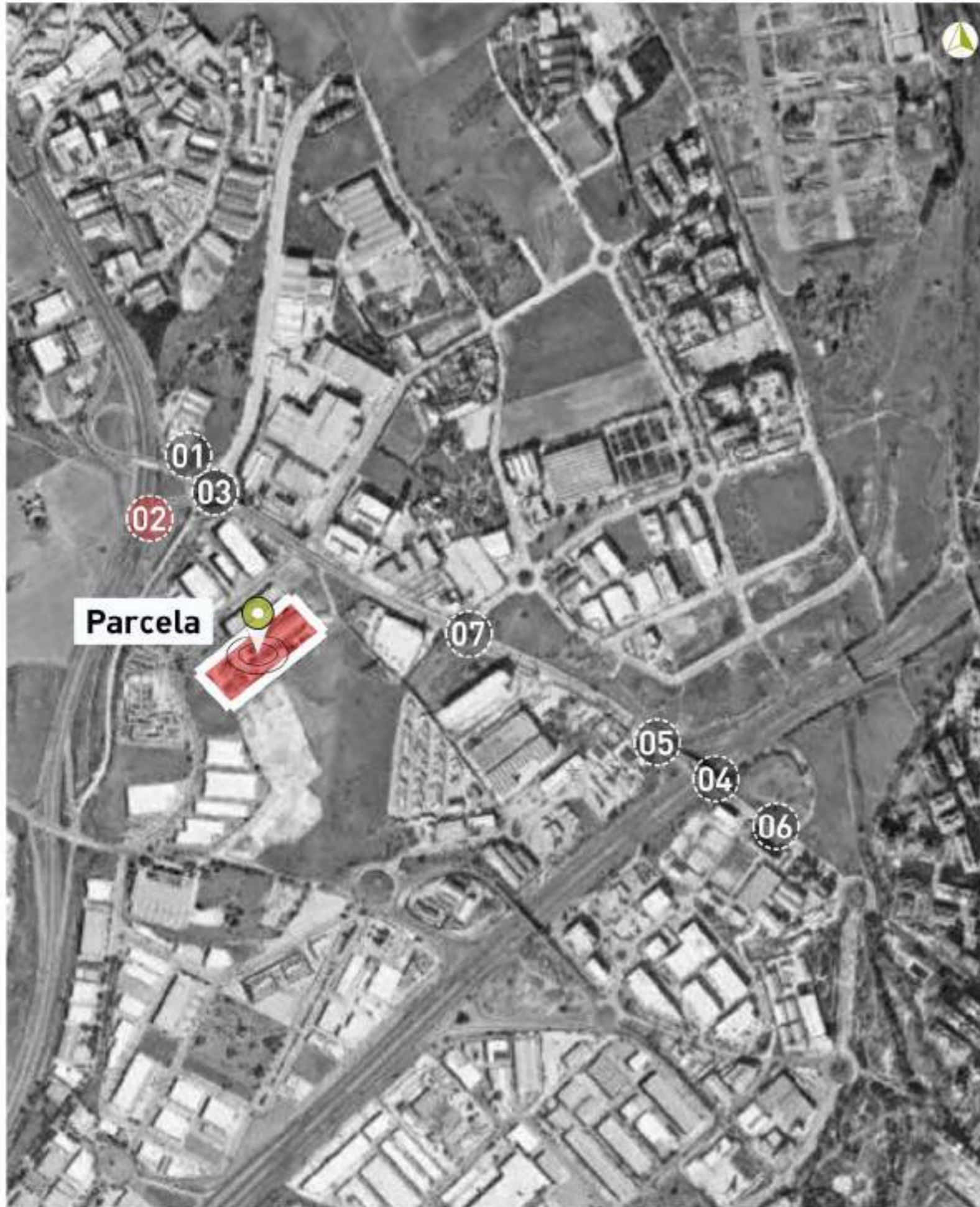


plano

04c

P2021170

	Movement 01		Movement 02	
	Light Vehicles	Heavy Vehicles	Light Vehicles	Heavy Vehicles
08:00 - 08:15	22	5	36	4
08:15 - 08:30	29	1	38	5
08:30 - 08:45	25	4	36	8
08:45 - 09:00	21	5	40	6
Total	112		173	



Fecha:
ENERO 2022

Escala:

Creó: Chequeó:
LMG AMP

Referencia:
P2021170

Jorge Luis Rodríguez

MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez

MSc. Transport Planning
and Engineering

Location:



Título:

**Matriz 02,
17:00-18:00 PM**

Proyecto:

**Project Alcalá A Daganzo
33 Alcalá**

Client:

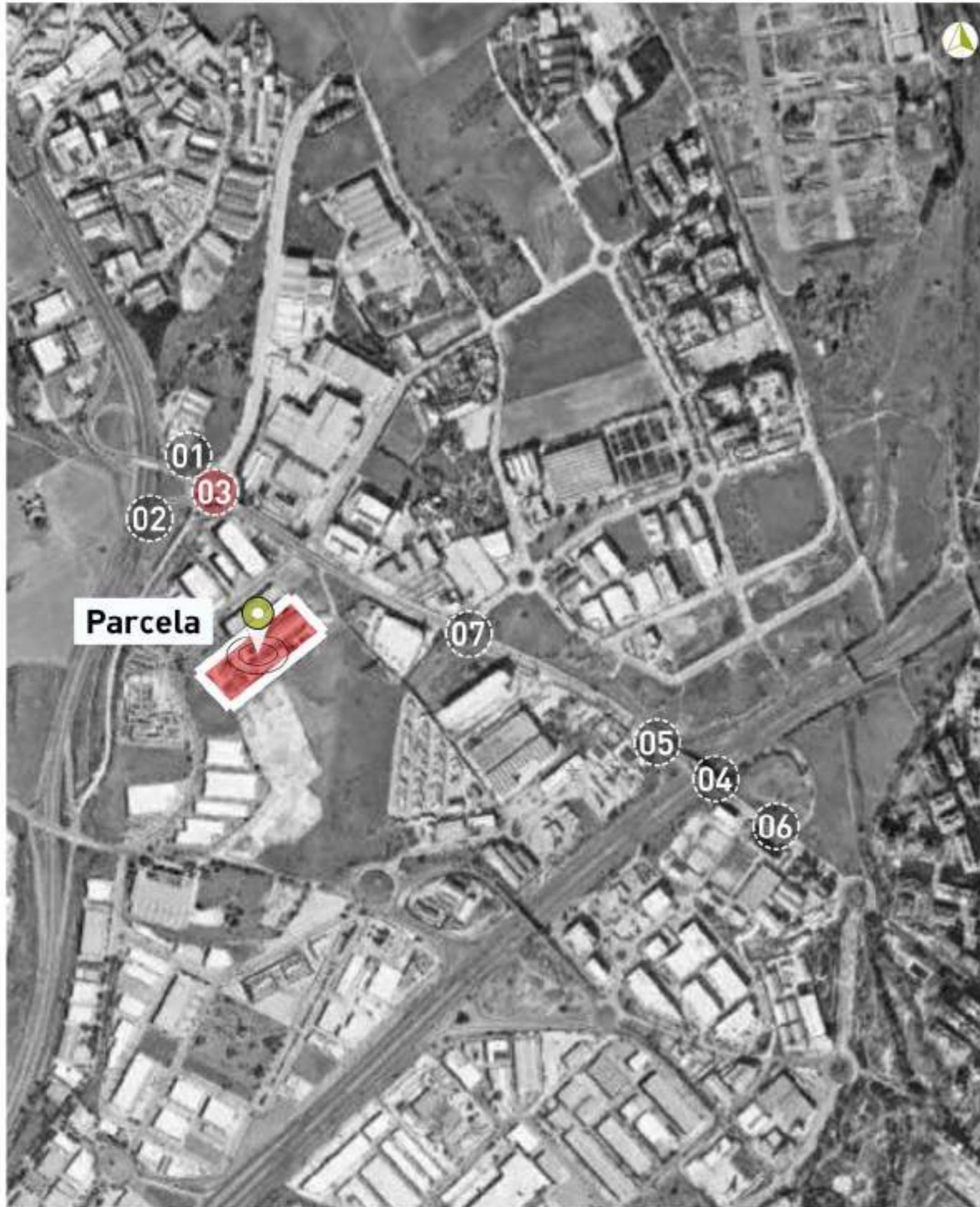


	Movement 01		Movement 02	
	Light Vehicles	Heavy Vehicles	Light Vehicles	Heavy Vehicles
17:00 - 17:15	16	2	21	5
17:15 - 17:30	22	1	10	4
17:30 - 17:45	19	2	16	8
17:45 - 18:00	11	1	8	2
Total	74		74	

plano

P2021170

04D



TOTAL Punto 03 08:00-09:00						
	N	S	E	O	NO	
N	0	0	5	13	5	23
S	11	0	74	0	27	112
E	5	0	56	47	640	748
O	11	0	201	0	62	274
NO	0	0	0	0	0	0
	27	0	336	60	734	1157



Fecha:
ENERO 2022

Escala:

Coordenadas:
LMG AMP

Referencia:
P2021170

Jorge Luis Rodríguez

Ing. Civil

Carlos Suárez Vázquez

MSc. Transport Planning
and Engineering

Location:



Título:

Matriz 03,
08:00-09:00 AM

Proyecto:

Project Alcalá A Daganzo
33 Alcalá

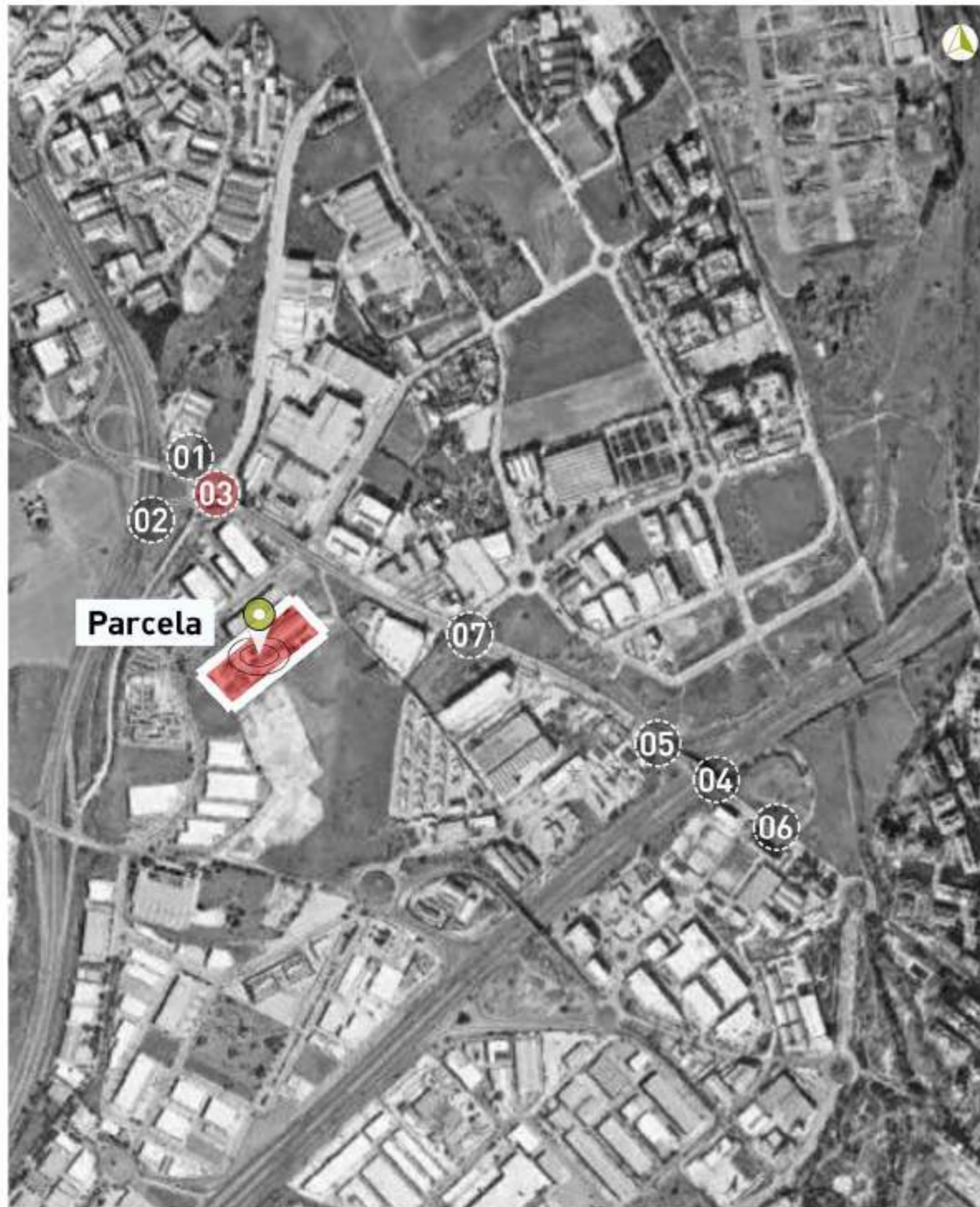
Cliet:



plano

P2021170

04E



TOTAL Punto 03 17:00-18:00						
	N	S	E	O	NO	
N	0	0	12	12	8	32
S	10	0	56	0	10	76
E	21	0	74	92	394	581
O	13	0	571	0	48	632
NO	0	0	0	0	0	0
	44	0	713	104	460	1321



Fecha:
ENERO 2022

Escala:

Coordenadas:
LMG AMP

Referencia:
P2021170

Jorge Luis Rodríguez

Ing. Civil

Carlos Suárez Vázquez

MSc. Transport Planning
and Engineering

Location:



Título:

Matriz 03,
17:00-18:00 PM

Proyecto:

Project Alcalá A Daganzo
33 Alcalá

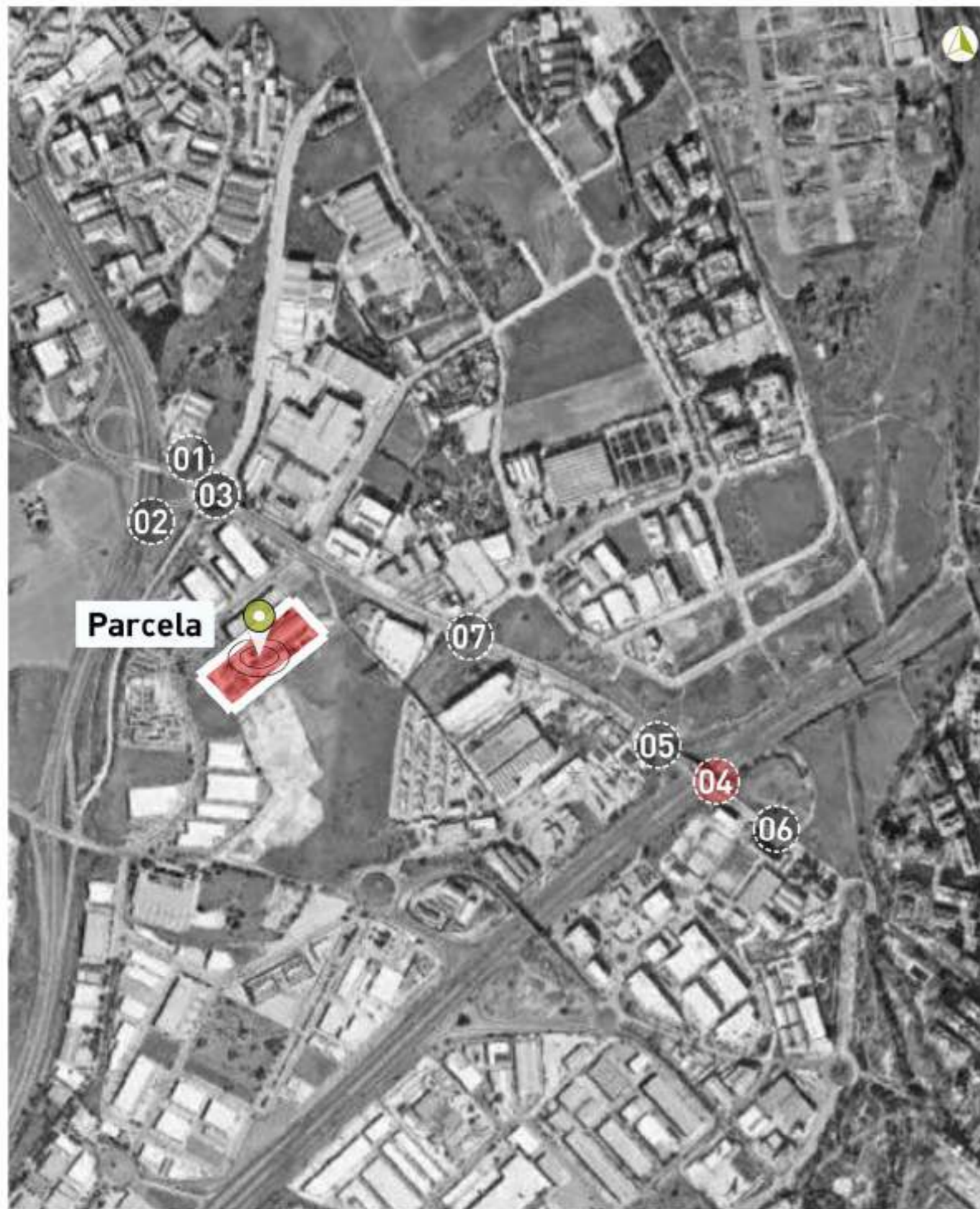
Client:



plano

P2021170

04F



Fecha:
ENERO 2022

Escala:

Coordenadas:
LMG AMP

Referencia:
P2021170

Jorge Luis Rodríguez

MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez

MSc. Transport Planning
and Engineering

Location:



Título:

**Matriz 04,
08:00-09:00 AM**

Proyecto:

**Project Alcalá A Daganzo
33 Alcalá**

Client:

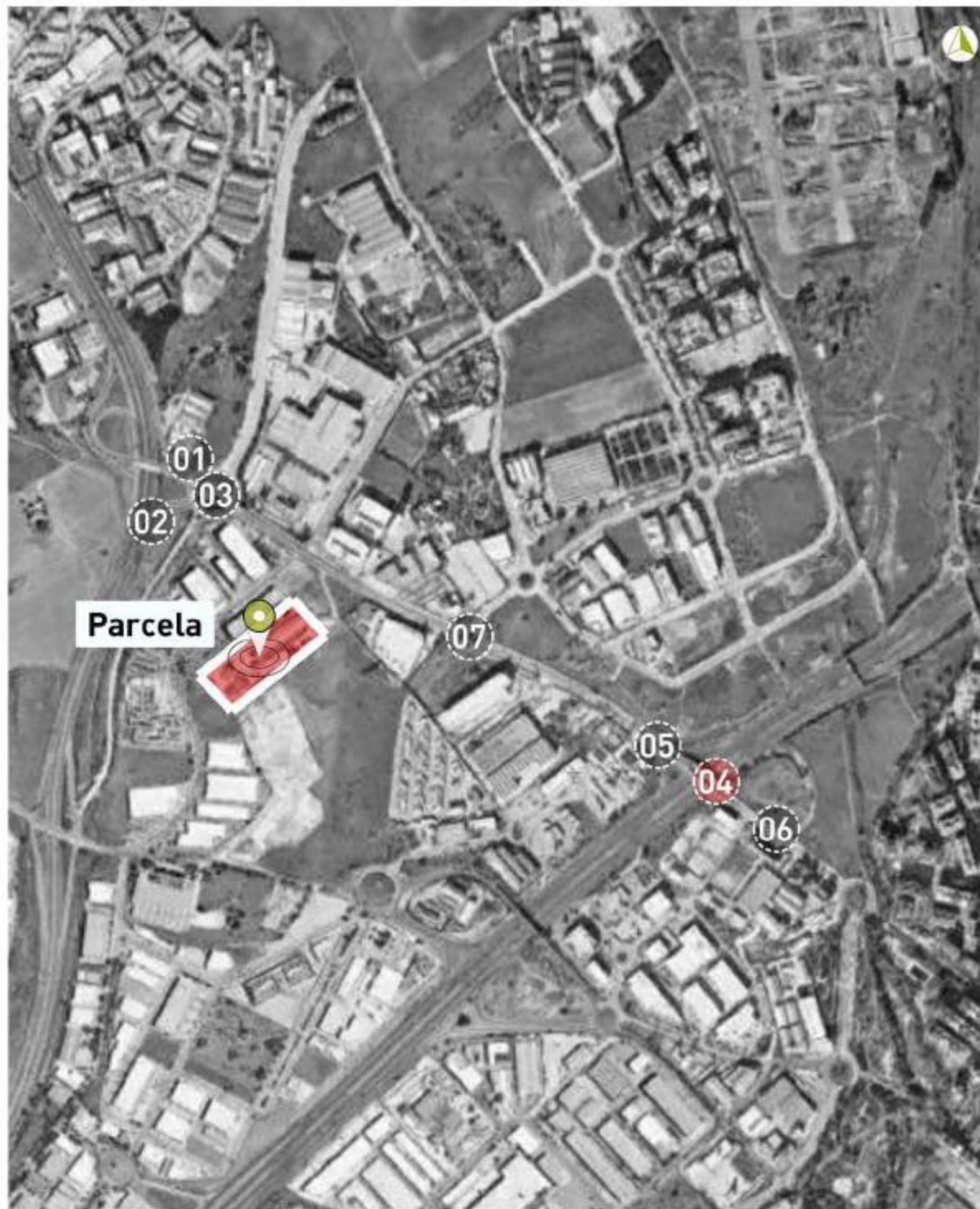


plano

P2021170

04G

	Movement 01	Movement 02	Movement 03	Movement 04	Movement 05
08:00 - 08:15	25	2	442	18	412
08:15 - 08:30	23	4	516	38	527
08:30 - 08:45	19	4	420	26	455
08:45 - 09:00	21	8	542	29	442
Total	127	18	2020	111	1927



	Movement 01		Movement 02		Movement 03		Movement 04		Movement 05	
17:00 - 17:15	33	6	659	49	330	101	536	73	807	34
17:15 - 17:30	37	4	655	21	302	100	637	100	812	39
17:30 - 17:45	46	9	664	14	342	121	732	81	814	31
17:45 - 18:00	45	2	642	22	318	184	495	102	1027	27
Total	161	21	2718	86	1342	406	2011	256	3677	131



Fecha:
ENERO 2022

Estado:

Coordenador:
LMG AMP

Referencia:
P2021170

Jorge Luis Rodríguez

MSc. Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez

MSc. Transport Planning and Engineering

Location:



Título:

Matriz 04,
17:00-18:00 PM

Proyecto:

Project Alcalá A Daganzo
33 Alcalá

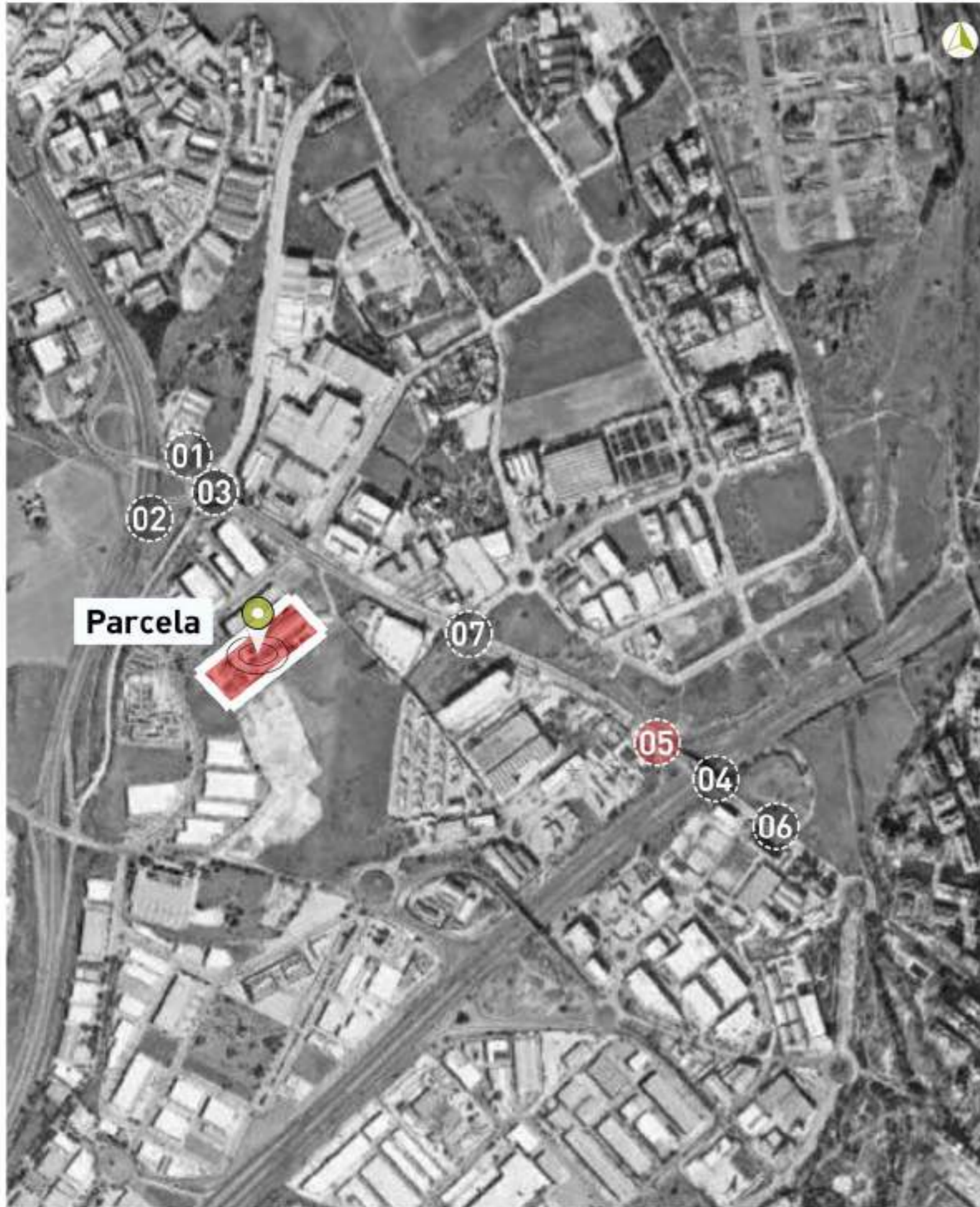
Client:



plano

P2021170

04H



Fecha:
ENERO 2022

Escala:

Coordenadas:
LMG AMP

Referencia:
P2021170

Jorge Luis Rodríguez

Eng. Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez

MSc. Transport Planning
and Engineering

Location:



Título:

**Matriz 05,
08:00-09:00 AM**

Proyecto:

**Project Alcalá A Daganzo
33 Alcalá**

Client:

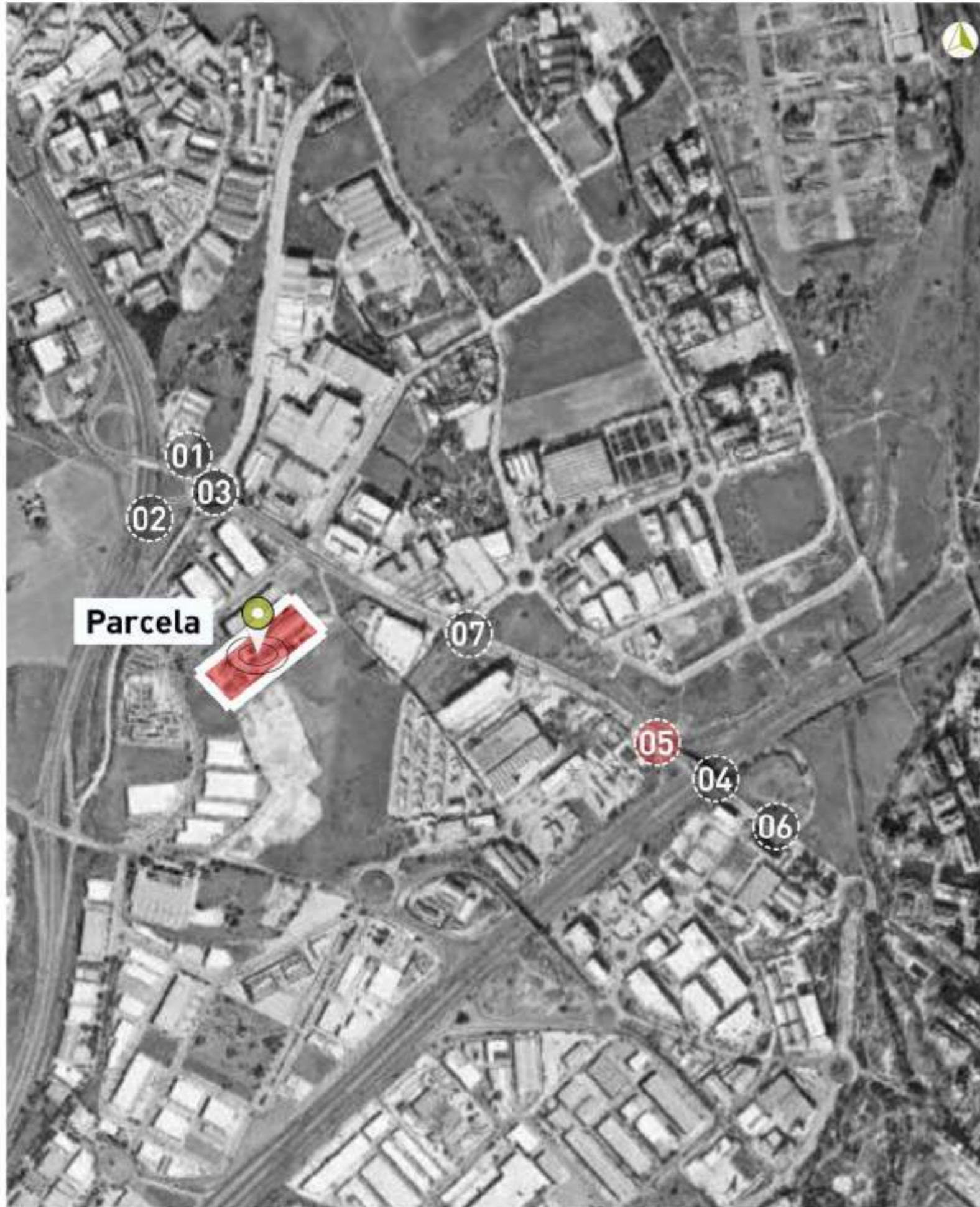


	Movement 01		Movement 02		Movement 03		Movement 04	
	Light Vehicles	Heavy Vehicles	Light Vehicles	Heavy Vehicles	Light Vehicles	Heavy Vehicles	Light Vehicles	Heavy Vehicles
08:00 - 08:15	25	1	74	7	115	12	125	7
08:15 - 08:30	30	4	91	4	112	5	76	14
08:30 - 08:45	19	0	85	3	99	0	186	8
08:45 - 09:00	27	0	117	3	114	11	134	12
Total	101	5	367	17	477	28	504	37

plano

P2021170

041



Fecha:
ENERO 2022

Escala:

Coordenadas:
LMG AMP

Referencia:
P2021170

Jorge Luis Rodríguez

MSc. Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez

MSc. Transport Planning
and Engineering

Location:



Título:

**Matriz 05,
17:00-18:00 PM**

Proyecto:

**Project Alcalá A Daganzo
33 Alcalá**

Client:

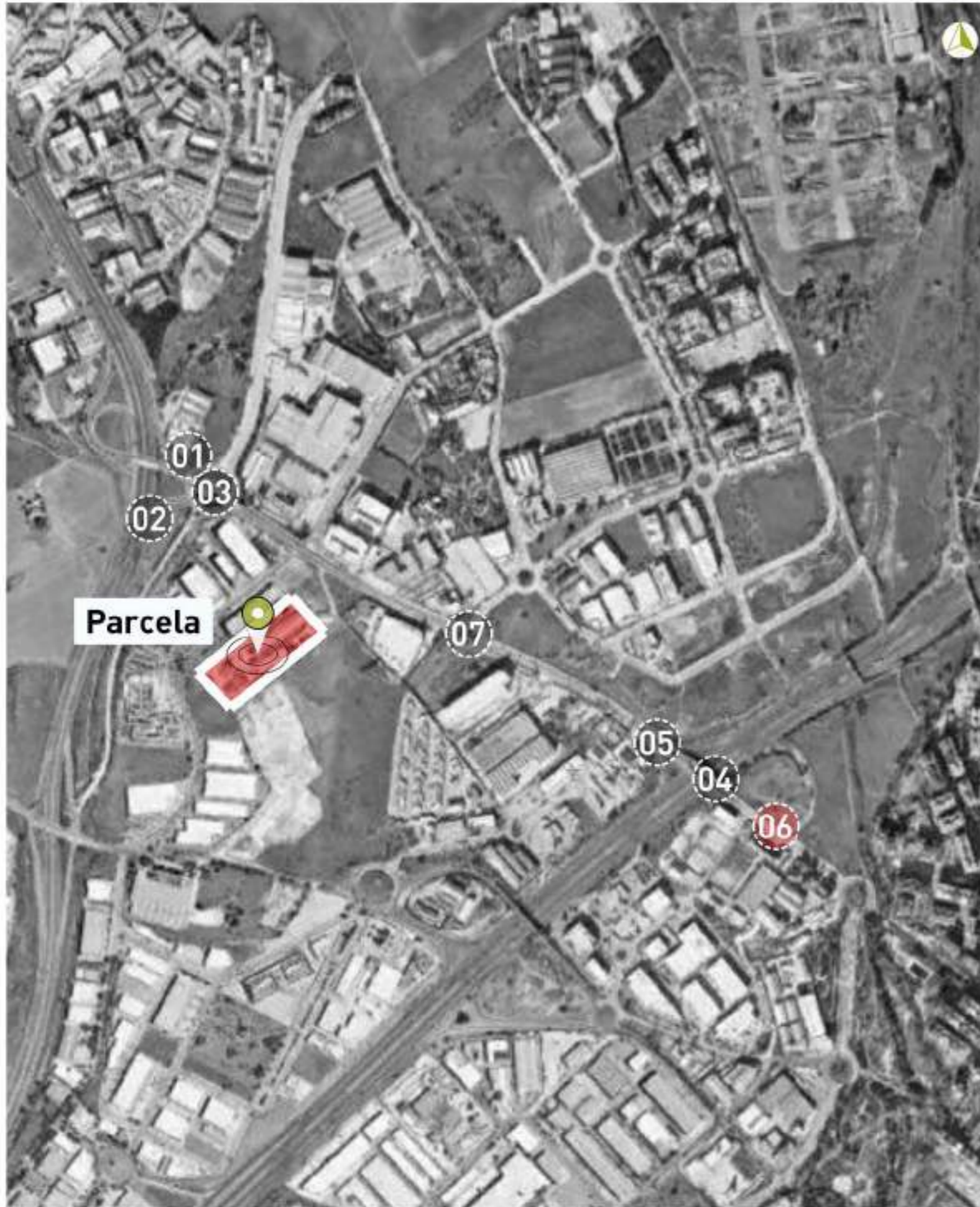


plano

P2021170

04J

	Movement 01		Movement 02		Movement 03		Movement 04	
	Light Vehicles	Heavy Vehicles	Light Vehicles	Heavy Vehicles	Light Vehicles	Heavy Vehicles	Light Vehicles	Heavy Vehicles
17:00 - 17:15	33	4	203	8	71	7	63	4
17:15 - 17:30	39	4	236	4	77	4	116	12
17:30 - 17:45	44	5	231	7	88	11	105	4
17:45 - 18:00	45	2	258	7	75	10	69	10
Total		178		954		355		420



Fecha:
ENERO 2022

Escala:

Coordenadas:
LMG AMP

Referencia:
P2021170

Jorge Luis Rodríguez

MSc Civil Engineer

Carlos Suárez Vázquez

MSc. Transport Planning
and Engineering

Location:



Título:

**Matriz 06,
08:00-09:00 AM**

Proyecto:

**Project Alcalá A Daganzo
33 Alcalá**

Client:

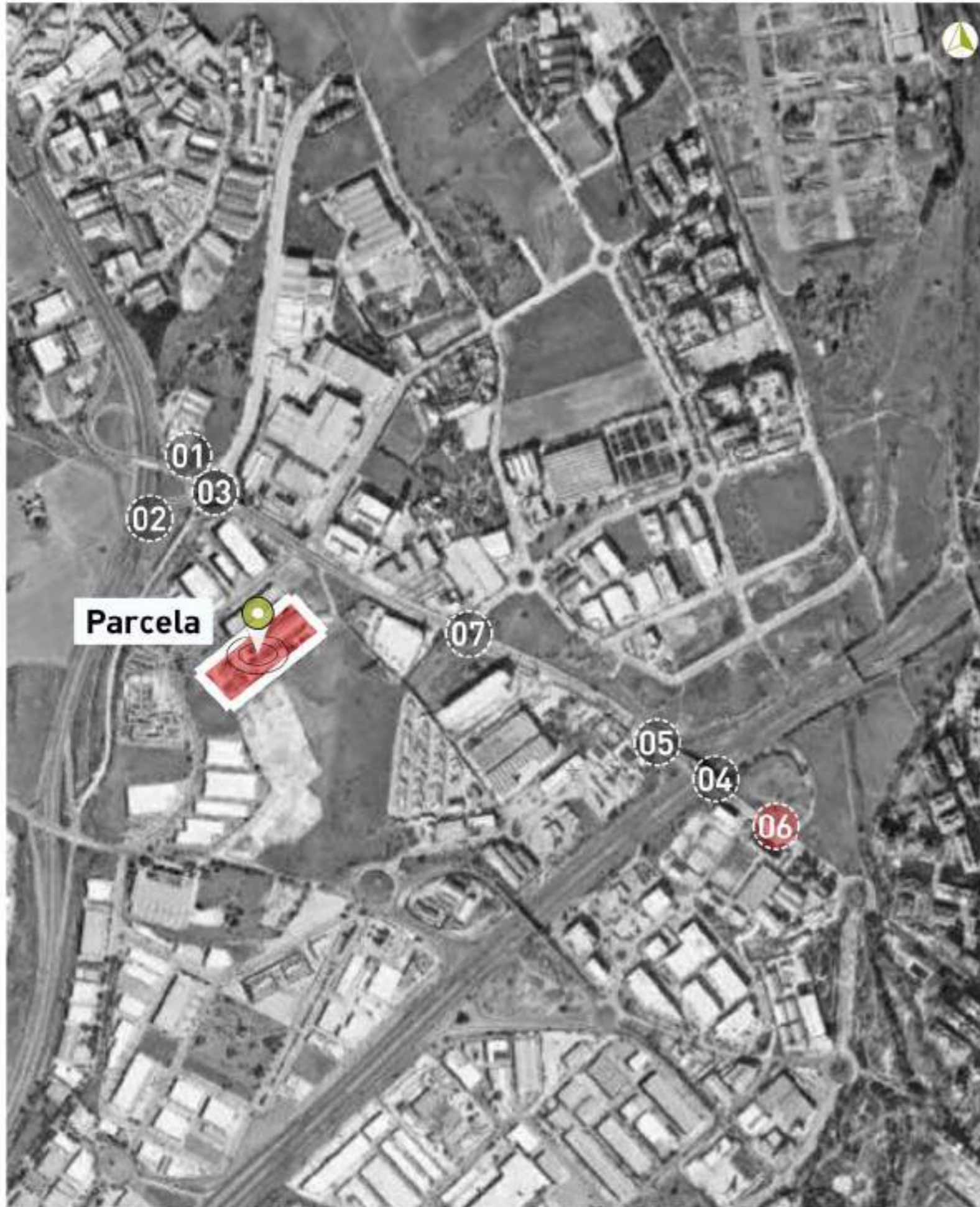


	Movement 01		Movement 02	
	Light Vehicles	Heavy Vehicles	Light Vehicles	Heavy Vehicles
08:00 - 08:15	64	5	51	7
08:15 - 08:30	63	1	50	4
08:30 - 08:45	64	2	35	6
08:45 - 09:00	61	4	53	7
Total	264		213	

plano

P2021170

04K



Fecha:
ENERO 2022

Escala:

Coordenadas:
LMG AMP

Referencia:
P2021170

Jorge Luis Rodríguez

Ing. Civil

Carlos Suárez Vázquez

MSc. Transport Planning
and Engineering

Location:



Título:

Matriz 06,
17:00-18:00 PM

Proyecto:

Project Alcalá A Daganzo
33 Alcalá

Client:



plano

04L

P2021170

	Movement 01		Movement 02	
	Light Vehicles	Heavy Vehicles	Light Vehicles	Heavy Vehicles
17:00 - 17:15	39	2	33	5
17:15 - 17:30	52	1	25	5
17:30 - 17:45	54	4	44	7
17:45 - 18:00	51	2	24	7
Total	205		150	