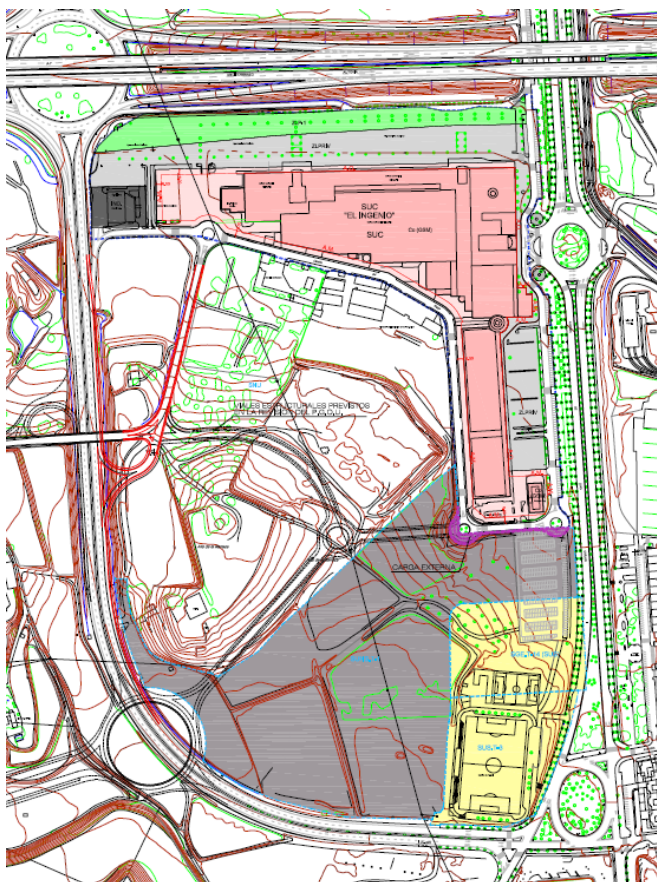




Ayuntamiento de Vélez Málaga
Área de Urbanismo

PROMOTOR: EXCMO AYUNTAMIENTO DE VÉLEZ-MÁLAGA

Documentación complementaria (Junio 2018)

MODIFICACIÓN DE ELEMENTOS DEL PGOU DE VÉLEZ-MÁLAGA PARA LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO COMERCIAL “EL INGENIO”

ANEXO Nº 5.-

ESTUDIO DE TRÁFICO Y MOVILIDAD

ESTUDIO DE TRÁFICO Y MOVILIDAD, INCLUIDO EN LA MODIFICACIÓN DE ELEMENTOS DEL P.G.O.U. DE VÉLEZ MÁLAGA, PARA LA AMPLIACIÓN DEL "CENTRO COMERCIAL EL INGENIO". VÉLEZ MÁLAGA.



LA PROPIEDAD:

 **Salsa**
Grupo Sociedad Azucarera Larios

CONSULTOR:

 **GARPUL 2, S.L.**
CIF B-292.648.203



EJECUCIÓN DEL PLANEAMIENTO 2, S.L.P.

REDACTORES:



SALVADOR GARCÍA DURÁN (Ingeniero Civil)

PEDRO BERMÚDEZ MARTÍNEZ (I.C.C.P.-I.T.O.P.)

FECHA:

JUNIO 2018

CODIGO:

IN16-006.0/3

MEMORIA

ESTUDIO DE TRÁFICO Y MOVILIDAD, INCLUIDO EN LA MODIFICACIÓN DE ELEMENTOS DEL P.G.O.U. DE VÉLEZ MÁLAGA, PARA LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO COMERCIAL EL INGENIO. VÉLEZ MÁLAGA. MÁLAGA

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	PETICIONARIO	2
3.	OBJETO	2
4.	UBICACIÓN EN EL ENTORNO	2
5.	MÉTODO DE CÁLCULO	3
5.1.	CAPACIDAD	3
5.2.	NIVELES DE SERVICIO	4
5.3.	TIPOS DE ESTUDIOS	4
5.4.	ELECCIÓN DEL ESTUDIO A REALIZAR	5
6.	ESTACIONES DE AFORO	6
6.1.	DATOS DE PARTIDA	6
6.2.	ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO	7
6.2.1.	MÉTODO ESTADÍSTICO DE LA LÍNEA DE TENDENCIA	7
6.2.2.	CONCLUSIONES SOBRE LA EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO MEDIANTE EL MÉTODO ESTADÍSTICO DE LA LÍNEA DE TENDENCIA	10
6.2.3.	MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA DE INFRAESTRUCTURAS.	10
7.	AFOROS DE LA INTERSECCIONES ESTUDIADAS.	11
7.1.	ESTUDIO DE TRÁFICO ANTERIORES.	11
7.2.	TOMA DE DATOS	12
8.	CÁLCULO DE LOS MOVIMIENTOS GENERADOS POR EL SECTOR	14
8.1.	NÚMERO DE VIAJES GENERADOS POR EL SECTOR	14

CÓDIGO	FECHA	REVISIÓN	FECHA REVISIÓN
IN016-006.0/3	JUNIOO 2018	03	JUNIO 2018

8.1.1.	REPARTOS DE ITINERARIOS INTERNOS.....	15
8.1.2.	INTENSIDAD HORARIA PUNTA	16
8.1.3.	REPARTO GENERAL DE ITINERARIO	16
9.	CÁLCULO DE LA CAPACIDAD MÁXIMA DE LAS VÍAS AFECTADAS.	17
9.1.	CAPACIDAD MÁXIMA SEGÚN TIPO DE VÍA.	17
9.1.1.	CÁLCULO DE LA VELOCIDAD LIBRE	17
9.1.2.	FACTOR QUE TIENE EN CUENTA LA ANCHURA DE LOS CARRILES FA	18
9.1.3.	FACTOR QUE TIENE EN CUENTA LOS OBSTÁCULOS LATERALES A IZQUIERDA Y DERECHA DE LA CALZADA FO	18
9.1.4.	FACTOR QUE TIENE EN CUENTA LA SEPARACIÓN ENTRE LOS ENLACES (SÓLO PARA AUTOVÍAS Y AUTOPISTAS) FE	19
9.1.5.	FACTOR QUE TIENE EN CUENTA LA EXISTENCIA O NO DE MEDIANA (SÓLO PARA VÍAS CONVENCIONALES) FM.....	20
9.1.6.	FACTOR QUE TIENE EN CUENTA EL NÚMERO DE ACCESO (SÓLO PARA VÍAS CONVENCIONALES) FC.....	20
9.1.7.	FACTOR QUE TIENE EN CUENTA LA COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO F_{VP}	21
9.1.8.	RESULTADOS DE LA VELOCIDAD LIBRE	22
9.1.9.	RESULTADOS DE LA CAPACIDAD DE LOS TRAMOS ESTUDIADOS.....	22
10.	CÁLCULO DE LOS NIVELES DE SERVICIO DE LAS VÍAS COLINDANTES AL SUC “EL INGENIO”	23
10.1.	CARRETERA A-356 (ESTACIÓN MA-7191)	25
10.1.1.	GRADO DE FUNCIONAMIENTO SIN TENER EN CUENTA LA MODIFICACIÓN DE ELEMENTOS.....	25
10.1.2.	GRADO DE FUNCIONAMIENTO TENIENDO EN CUENTA LA MODIFICACIÓN DE ELEMENTOS.....	26
10.2.	AVDA. JUAN CARLOS I (ESTACIÓN PT-54 (SC-734))	27
10.2.1.	GRADO DE FUNCIONAMIENTO SIN TENER EN CUENTA LA MODIFICACIÓN DE ELEMENTOS.....	27
10.2.2.	GRADO DE FUNCIONAMIENTO TENIENDO EN CUENTA LA MODIFICACIÓN DE ELEMENTOS.....	28
10.3.	VIAL DISTRIBUIDOR DEL CENTRO COMERCIAL.	29
10.4.	RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	30
10.5.	CÁLCULO DE LA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA GLORIETA ACTUAL DE LA ZONA NOROESTE DE ACCESO AL SECTOR	29
10.5.1.	ESTIMACIÓN DEL TRÁFICO DE CADA RAMAL DE LA GLORIETA DEL ESTADO ACTUAL.....	30
10.5.2.	NIVEL DE SERVICIO DE LA GLORIETA.....	30
10.6.	CÁLCULO DE LA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN DEL VIAL DISTRIBUIDOR DE LA ZONA NOROESTE CON LA GASOLINERA.	29

CÓDIGO	FECHA	REVISIÓN	FECHA REVISIÓN
IN016-006.0/3	JUNIOO 2018	03	JUNIO 2018

10.6.1.	METODOLOGÍA DEL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO.....	29
11.	JUSTIFICACIÓN DE LA MOVILIDAD.....	32
11.1.	MOVILIDAD PEATONAL.....	32
11.2.	MOVILIDAD EN BICICLETA.....	32
11.3.	TRANSPORTE PÚBLICO URBANO. AUTOBUSES.....	33
11.4.	TRANSPORTE PÚBLICO URBANO. TRANVÍA.....	33
11.5.	CONCLUSIONES, OBJETIVOS Y METAS RESPECTO DE LA MOVILIDAD	33
12.	CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE TRÁFICO Y MOVILIDAD	34

ANEXO I: PLANOS

CÓDIGO	FECHA	REVISIÓN	FECHA REVISIÓN
IN016-006.0/3	JUNIOO 2018	03	JUNIO 2018

MEMORIA

ESTUDIO DE TRÁFICO Y MOVILIDAD, INCLUIDO EN LA MODIFICACIÓN DE ELEMENTOS DEL P.G.O.U. DE VÉLEZ MÁLAGA, PARA LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO COMERCIAL EL INGENIO. VÉLEZ MÁLAGA. MÁLAGA

1. INTRODUCCIÓN

En Noviembre de 2000, se inaugura el Centro Comercial el Ingenio, dotando a la zona de la Axarquía del primer Centro Comercial de gran relevancia en la Comarca.

En Abril de 2007, se realiza una Ampliación y nuevo uso parcial del Suelo, para el Centro Comercial el Ingenio.

Con fecha Marzo de 2008, se redacta el Proyecto de un Nuevo Acceso al Centro Comercial el Ingenio, desde la A-356, en el cual se hizo un completo estudio de Tráfico, justificando la implantación de dicho nuevo acceso motivado por la Ampliación y nuevo uso del Centro Comercial.

En Febrero de 2010, se hace la Recepción de las Obras del Nuevo Acceso al Centro Comercial el Ingenio, desde la A-356, aunque esta llevaba en servicio desde Diciembre de 2009.

Este Nuevo Estudio de Tráfico para la Modificación de Elementos del P.G.O.U. de Vélez Málaga, para la Ampliación del Centro Comercial El Ingenio”, nace de la necesidad de justificar la afección del nuevo tráfico generado a las infraestructuras existentes, y en caso necesario, realizar las modificaciones oportunas para garantizar los niveles de servicio adecuados.

2. PETICIONARIO

El presente Estudio se realiza a petición del SALSA, (Grupo Sociedad Azucarera Larios), siendo el Consultor EJECUCIÓN DEL PLANEAMIENTO 2. y los Redactores, D. Pedro Bermúdez Martínez, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS y D. Salvador García Durán, INGENIERO TÉCNICO DE OBRAS PÚBLICAS., ambos del estudio INASER S.L.P.

3. OBJETO

El objeto de este estudio, es comprobar la afección de tráfico que supondría la ampliación y modificación de uso del Centro Comercial el Ingenio a las infraestructuras existentes y estudiar las posibles mejoras en las infraestructuras para garantizar unos niveles de servicio adecuado.

4. UBICACIÓN EN EL ENTORNO

El Centro Comercial el Ingenio está rodeado por tres importantes Vías de Comunicación,

Al Norte, el CC El Ingenio, linda con la Autovía A-7 E-15 de Titularidad Estatal, dicha Carretera dispone de un Enlace en el P.K. 272, desde el cual existe un acceso al Centro Comercial.

Al Oeste el Centro Comercial limita con la carretera A-356, de titularidad Autonómica, la cual dispone desde 2009, de una entrada y su correspondiente salida del Centro Comercial.

Al Este, el Centro Comercial limita con la Avda. Juan Carlos I, la cual dispone de un vial de servicio, disponiendo por tanto el Centro Comercial de una entrada y una salida de cada una de dichas vías de comunicación.

Al sur, el Centro Comercial, linda con un vial interior, que da servicio a las zonas de cargas y descargas del Centro Comercial, así como conecta las entradas y salidas desde la A356 a la Avda. Juan Carlos I, y viceversa. Al sur de este vial, nos encontramos que parte de los suelos no son urbanizables, otros son urbanizables no sectorizados y otros de equipamiento deportivo, donde se ubica, el campo de fútbol "Juan Manuel Azuaga".

- Acceso A, desde la Carretera A-356.
 - A1: Entrada al Centro Comercial desde la Carretera A-356.
 - A2: Salida del Centro Comercial hacia la A-356.
- Acceso B, desde el enlace de la Autovía A-7 E15 (Solo entrada al Centro Comercial)
- Acceso C, desde el Vial de Servicio de la Avda. Juan Carlos I
 - C1: Entrada al Centro Comercial desde el Vial de Servicio
 - C2: Salida del Centro Comercial hacia el Vial de Servicio
- Acceso D: desde la Avenida Juan Carlos I
 - D1: Entrada al Centro Comercial desde la Avda. Juan Carlos I
 - D2: Salida del Centro Comercial hacia la Avda. Juan Carlos I



IMAGEN 1: UBICACIÓN EN EL ENTORNO

5. MÉTODO DE CÁLCULO

Para estudiar el funcionamiento de cualquier infraestructura viaria, hay que analizar la relación que existe entre determinadas magnitudes de tráfico, ya sea la intensidad, la velocidad, etc, por eso, podemos concluir que, para toda carretera, existe un valor máximo de la intensidad de tráfico que por ella puede discurrir. Este límite máximo o capacidad, define, si el estado de la circulación es o no aceptable. Para calcular tanto la capacidad actual como futura de la carretera, junto con las intensidades de servicio de cada nivel, seguiremos las indicaciones recogidas en el Manual de Capacidad Americano de 2000, edición revisada de noviembre de 2004 ("Highway Capacity Manual").

5.1. CAPACIDAD

En el curso del estudio, de las relaciones existentes entre las tres variables básicas del flujo de vehículos (velocidad, intensidad y densidad), se concluyó, que existe un valor máximo de la intensidad que puede circular por una vía. Si la demanda es mayor que este valor, la circulación se volverá inestable, pudiendo experimentar congestiones. La consideración de esta intensidad máxima, así como de las diversas variables que influyen en ella, es evidentemente de gran

importancia, ya que permitirá conocer la demanda máxima que una infraestructura puede satisfacer. Por ello, se define como capacidad, al valor de la intensidad horaria máxima a la que razonablemente puede esperarse que circulen vehículos o personas a través de un tramo uniforme de una vía o infraestructura, durante un período establecido y bajo condiciones normales de circulación, meteorología además otras condiciones (Manual de capacidad 2000, y en adelante HCM).

De esta definición, se deduce que la capacidad, es específica para cada tramo de vía, y similar en infraestructuras del mismo tipo. En el resto del texto, se trabajará con una capacidad de un tramo homogéneo en cuanto a planta, alzado y sección transversal, para un período punta y suponiendo una circulación con buena climatología y firme en buen estado. Si el firme no es adecuado, es probable que la capacidad de la infraestructura esté dictada por este factor, por lo que no será totalmente aplicable lo expuesto a continuación.

5.2. NIVELES DE SERVICIO

El nivel de servicio es una evaluación del funcionamiento de la infraestructura, próxima a la percepción de los usuarios. Se trata de una medida cualitativa del funcionamiento de una vía. Con el objeto de uniformizar los estudios, es usual definir seis niveles de servicio, entre A (un servicio óptimo) y F (un servicio pésimo). La caracterización de cada nivel de servicio es generalista, con apreciaciones globales, y distintas para cada tipo de infraestructura.

Los factores que afectan al nivel de servicio son, en general, de tres tipos:

- Geométricos
- Las condiciones de circulación
- El tipo de control de la circulación

5.3. TIPOS DE ESTUDIOS

En el análisis del funcionamiento de una carretera, es preciso disponer de los datos de geometría y características principales, así como la demanda para la que se evalúa, o bien postularlos de salida, para comprobar si el nivel de servicio es adecuado a las metas que se propone el estudio determinado. Desde luego, el nivel de la congestión experimentada es un factor importante en el contento o descontento de la población con sus infraestructuras. En consecuencia, los niveles de servicio que se pretende alcanzar deben ser adoptados con un criterio realista y una conjunción de la inversión y el desarrollo del parque automovilístico. Es posible realizar tres tipos de estudios distintos:

1. De evaluación de infraestructuras.
2. De proyecto de nuevas infraestructuras concretas.
3. De planificación de nuevas infraestructuras.

Los estudios de evaluación tienen por objeto conocer la calidad del servicio ofrecido por una infraestructura existente a los usuarios, en la que se conocen todos los parámetros de la circulación. Son por tanto análisis que ayudan a la toma de decisiones acerca de la implantación de mejoras locales y de coste moderado. En este caso se trata de una infraestructura concreta, asimilable a uno de los tipos incluidos en el Manual. La demanda considerada suele ser el tráfico

en la hora 100, y un resultado aceptable es un nivel de servicio D o mejor. El estudio se puede complementar con una intensidad de servicio máxima admisible, para determinar cuándo será inaceptable la respuesta de esta parte del sistema. En estos estudios, el plazo de tiempo considerado es el futuro próximo, por lo que se dispone de datos precisos que no cambiarán demasiado. En general, no es aceptable, el empleo de valores suministrados por el manual como normales: hay que conocer datos concretos de la infraestructura. El resultado de los estudios de proyecto es el dimensionamiento de la infraestructura, determinando algunas o todas sus características geométricas, tales como el número de carriles de cada tramo homogéneo en función de la geometría y la demanda. Los proyectos tienen un plazo medio, en general de varios años. Los métodos propuestos no recogen todas las características físicas de la infraestructura. El Manual proporciona métodos para el análisis de la sección transversal (carriles y arcones) y del alzado (rampas especiales). En estos métodos, se combinan características específicas de algunas variables. La demanda considerada suele ser el tráfico en la hora 30 en áreas rurales y la hora 100 en áreas urbanas o suburbanas, y un resultado aceptable, es un nivel de servicio D, o mejor, en el año horizonte (normalmente a los 20 años de la puesta en servicio).

Los estudios de planificación se dirigen a la ayuda de toma de decisiones estratégicas a muy largo plazo, y por tanto la precisión de las características de los distintos elementos es muy baja. Los métodos propuestos responden a esta característica. En la tabla siguiente, se recoge el criterio de los autores del HCM acerca de la idoneidad de la aplicación de cada tipo de análisis a los problemas considerados.

TIPO DE ANÁLISIS	DEMANDA CONSIDERADA	NIVEL SERVICIO ADMISIBLE	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS	OBJETIVO DEL ANÁLISIS SELECCIÓN DE MEDIDAS A TOMAR	EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN
Evaluación	Hora 100	D ó mejor	Idóneo	Idóneo	Idóneo
Proyecto	H30 ó H100	C ó mejor	No aplicable	Idóneo	Aceptable
Planificación	H30 ó H100	C ó mejor	Aceptable	Idóneo	No aplicable

5.4. ELECCIÓN DEL ESTUDIO A REALIZAR

Dado que nuestro caso consiste en analizar el incremento del tráfico sobre la infraestructura existente, y en caso de tener niveles de servicios inadecuados proponer las infraestructuras necesarias para mejorar estos niveles, nos fijaremos 2 tipos de análisis:

- Análisis Tipo Evaluación, para determinar la evolución del tráfico en las infraestructuras existentes., en el cual el resultado óptimo ha de ser Nivel D o menor.
- Análisis Tipo Proyecto, para la propuesta de las nuevas infraestructuras, en el cual el resultado óptimo ha de ser Nivel C o menor.

En ambos casos se va a utilizar el valor de la HORA 30, por ser más restrictivo.

6. ESTACIONES DE AFORO

6.1. DATOS DE PARTIDA

Consultado los datos disponibles sobre las estaciones de aforo de tráfico de la Consejería de Fomento y Vivienda de la Junta de Andalucía, obtenemos dos estaciones idóneas para nuestro cálculo, estas estaciones son:

- Estación PT-54 (SC-734), P.K. 47+700 de la Avda. Juan Carlos I, que dispone de dos calzadas de dos carriles cada una.
- Estación MA-7191, P.K. 1+200 de la A-356, que dispone de dos calzadas de dos carriles cada una.

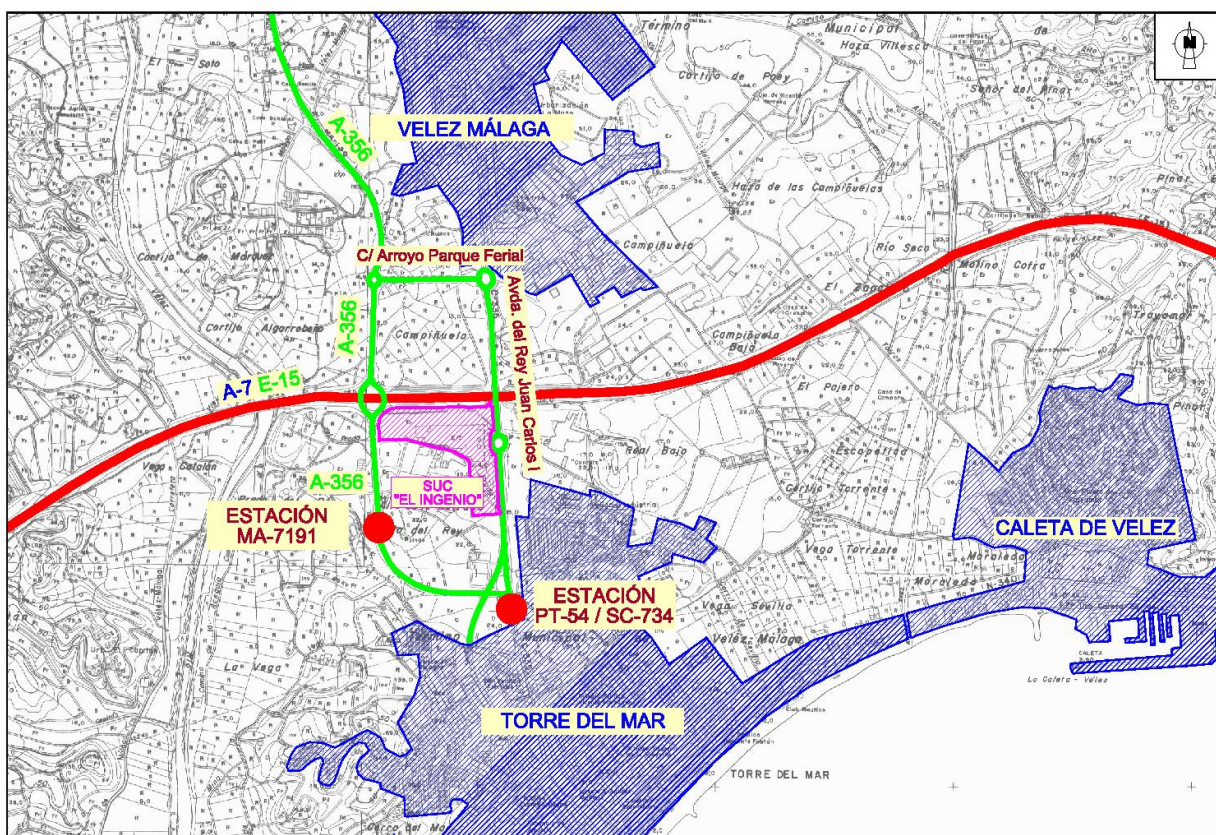


IMAGEN 2: UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE AFORO CON RESPECTO AL SECTOR

Estación PT-54 (SC-734), P.K. 47+700 de la Avda. Juan Carlos I.

Año	IMD	%IMDP	HORA 30	HORA 100
2007	29.581	5,3%	3.327	3.199
2008	28.345	6,0%	3.336	3.065
2009	26.906	6,0%	3.253	2.989
2010	27.147	6,5%	2.340	2.258
2011	27.260	3,9%	2.344	2.263
2012	26.007	4,1%	2.242	2.164
Media		5,3%		

Estación MA-7191, P.K. 1+200 de la A-356.

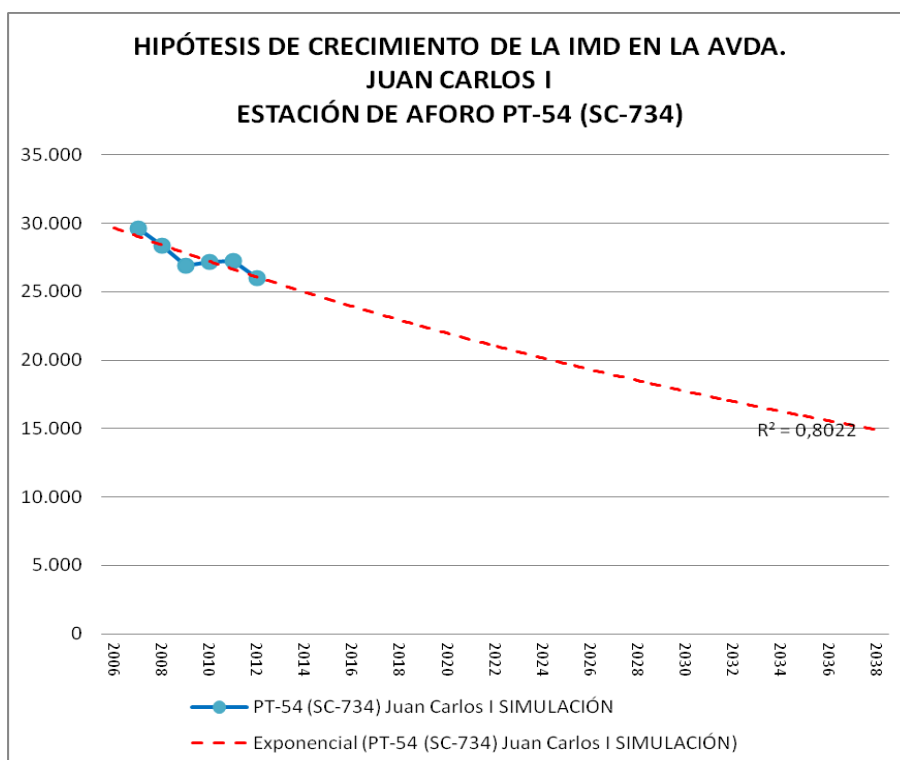
Año	IMD	%IMDP	HORA 30	HORA 100
2010	11.586	7,2%	1.622	1.402
2011	10.605	8,0%	1.485	1.283
2012	9.839	6,7%	1.377	1.191
2013	9.427	7,6%	1.320	1.141
2014	9.897	7,1%	1.386	1.195
2015	23.596	4,0%	3.303	3.067
2016	24.117	4,0%	3.376	2.918
Media		6,4%		

Tal y como observamos en los datos de aforo de la estación MA-7191, P.K. 1+200 de la A-356., la IMD de los años 2015 y 2016, que es el último publicado, es muy elevado respecto al año 2014, (Incrementos de tráfico en torno al 60% y 25%, de forma consecutiva). Nos parece muy raro estos datos para esta estación, que no cambia de lugar, por eso tenemos que tomar estos datos con reserva. De hecho, nos parece un error los datos de los años 2015 y 2016, los vamos desechar de las simulaciones.

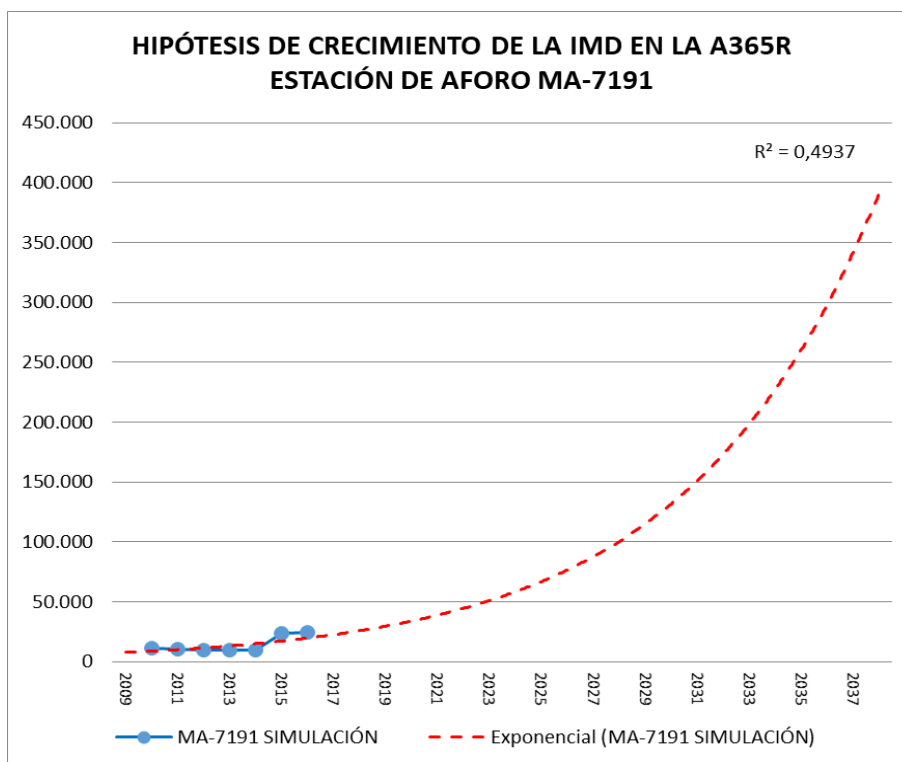
6.2. ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO

6.2.1. Método estadístico de la Línea de Tendencia

Para hacer un análisis de la evolución del tráfico en función de los datos disponibles de las estaciones seleccionadas, se crea una línea de tendencia a los datos de aforos. Para trazar una línea de tendencia tiene que haber suficiente evidencia de una tendencia, ya sea alcista o bajista. Las líneas de tendencia de las estaciones **PT-54 (SC-734)** y **MA-7191** se representan:



Como se observa en la línea de la Estación PT-54 (SC-734), presenta una tendencia negativa con valor de R^2 , de 0,8022. Este valor de R^2 (Coeficiente de Determinación), indica la fiabilidad de la línea de tendencia, ya sea positiva o negativa.



Para la Estación MA-7191, el Valor de R^2 , es de 0,4937.

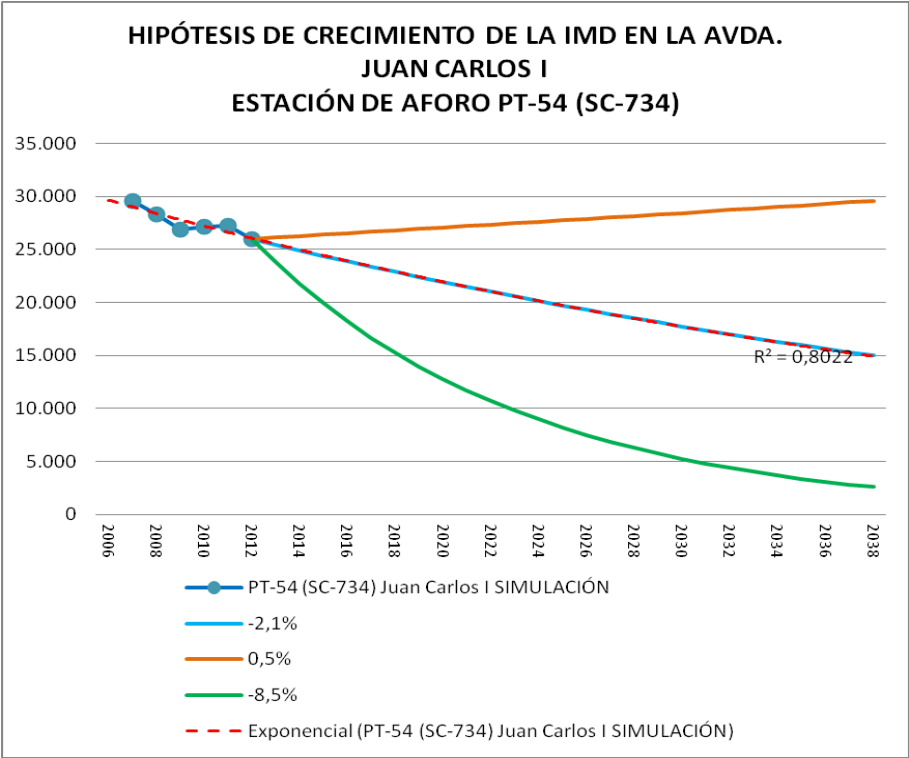
El Coeficiente de Determinación R^2 , define la fiabilidad de la línea de tendencia, resultando más efectiva cuando el valor de R^2 , se aproxima más a 1, es decir, toma un concepto similar a la fiabilidad porcentual. Por tanto, para el valor obtenido de R^2 , podríamos decir que la estación PT-54 (SC-734) presenta una tendencia negativa con una fiabilidad del 80,22%, para la estación PT-y del 49,37% para la Estación MA-7191, es decir una muy mala fiabilidad, para esta última estación, tal y como ya advertimos en los datos de partida de la estación, por lo que no la tendremos en cuenta para establecer las hipótesis de crecimiento.

Por tanto, con la línea de tendencia de la estación PT-54 (SC-734), vamos a realizar simulaciones de crecimiento que se adapte a la línea de tendencia obtenida. Realizamos las siguientes hipótesis de crecimiento, hasta obtener la simulación que más se adapte a la línea de tendencia.

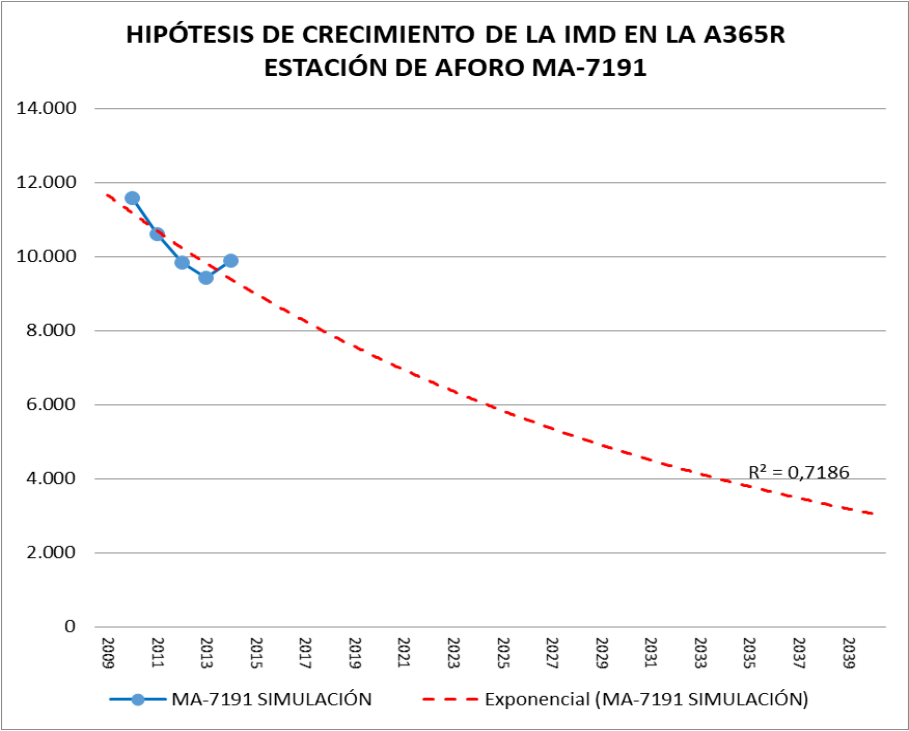
Las simulaciones propuestas para la estación PT-54 (SC-734) son:

- Crecimiento negativo del -8,5%
- Crecimiento negativo del -2,1 %
- Crecimiento positivo del 0,5%

La simulación que más se adapta a la línea de tendencia, es la hipótesis de crecimiento negativo del -2,10 % anual.



Si no tenemos en cuenta los años 2015 y 2016 de la Estación MA-7191, que nos parecen desproporcionados, se obtiene un valor de R^2 , es de 0,7186. Este valor es más favorable que el obtenido teniendo en cuenta esos años, aunque es peor que el d la estación PT-54 (SC-734), por lo que continuaremos manteniendo como válida dicha estación.



6.2.2. Conclusiones sobre la Evolución del tráfico mediante el Método estadístico de la Línea de Tendencia

El valor más fiable de los obtenidos sería para un crecimiento negativo del -2,1%, para la estación PT-54 (SC-734), con un valor del Coeficiente de Determinación R^2 , es de 80,22%, estos valores son coherentes con la disminución de tráfico que experimentan dichas carreteras desde el año 2007 por la grave crisis mundial que nos afecta. No obstante la orden ministerial FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, publicada en el B.O.E. Núm 311 de 23 de diciembre de 2010, en el que se aprueba la Instrucción sobre medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras Públicas del Ministerio de Fomento y en la cual se exige un crecimiento positivo anual mínimo.

Otro aspecto importante que destacar del tráfico total circundante en el Centro Comercial. Para comparar ambas estaciones recurriremos al último valor que disponemos de ambas, que es del año 2012 (Para ambas estaciones). Según vemos en la Tabla siguiente, el porcentaje de tráfico que discurre por la Avda. Juan Carlos I, es del orden del 73,61%, siendo del 26,39% el tráfico que discurre por la A-356.

ESTACIÓN	IMD 2012	%
PT-54 (SC-734) Avda Juan Carlos I	29.581	73,61%
MA-7191 A-356	10.605	26,39%
TOTAL	40.186	100%

6.2.3. Medidas específicas para la mejora de la eficiencia de infraestructuras.

A pesar de que estadísticamente se ha obtenido un valor de crecimiento negativo del -6,8%, la orden ministerial FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, publicada en el B.O.E. Núm 311 de 23 de diciembre de 2010, en el que se aprueba la Instrucción sobre medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras Públicas del Ministerio de Fomento, en el ANEXO II Punto 5, especifica: “Los incrementos de tráfico a utilizar en los estudios de tráfico serán los siguientes:”

Incrementos de tráfico a utilizar en estudios

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

Dado que este criterio es más restrictivo que el método estadístico, utilizaremos estos datos como porcentajes de crecimiento de tráfico para las carreteras del Ministerio de Fomento.

7. AFOROS DE LA INTERSECCIONES ESTUDIADAS.

Los datos de tráfico analizados hasta ahora procedían de Aforos de estaciones de carreteras de carácter principal, sin embargo, los accesos al Centro Comercial carecen de datos actualizados, para poder analizar tanto el estado actual, como la posible influencia de la Modificación de Elementos sobre dichas infraestructuras.

7.1. ESTUDIO DE TRÁFICO ANTERIORES.

Con fecha Marzo de 2008, se redacta el Proyecto de un Nuevo Acceso al Centro Comercial el Ingenio, desde la A-356, en el cual se hizo un completo estudio de Tráfico, justificando la implantación de dicho nuevo acceso motivado por la Ampliación y nuevo uso del Centro Comercial. Dicho Estudio de tráfico contemplaba una serie de datos a aforos que vamos a utilizar en este nuevo estudio de tráfico, los cuales son:

- Se realizó un aforo manual por a horas de las entradas y salida al sector durante una semana, del Lunes 17 al Domingo 23 de Diciembre de 2007, de donde se extrajo la conclusión que el día de máxima afluencia de tráfico fue el viernes 21 de diciembre por la tarde en la franja Horaria de 19:00 a 20:00 horas.

Recordemos los accesos que tiene el centro Comercial antes de exponer los datos

- Acceso A, Desde el Acceso Directo desde la Carretera A-356. (En diciembre de 2007, no estaba en servicio la entrada ni salida desde la A-356)
- Acceso B, desde el enlace de la Autovía A-7 E15 (Solo entrada al Centro Comercial)
- Acceso C, desde el Vial de Servicio de la Avda. Juan Carlos I
 - o C1: Entrada al Centro Comercial desde el Vial de Servicio
 - o C2: Salida del Centro Comercial hacia el Vial de Servicio
- Acceso D: desde la Avenida Juan Carlos I
 - o D1: Entrada al Centro Comercial desde la Avda. Juan Carlos I
 - o D2: Salida del Centro Comercial hacia la Avda. Juan Carlos I

Los datos obtenidos en la toma de Datos del viernes 21 de diciembre han sido:

- A1a: Entrada al centro Comercial previa parada en la Gasolinera
- A1b: Entrada al centro Comercial sin parar en la Gasolinera
- B: Entrada Al Centro Comercial desde el Enlace de la Autovía A-7 E-15 en el P.K. 272.
- C1: Entrada al Centro Comercial desde el Vial de Servicio
- C2: Salida del Centro Comercial desde el Vial de Servicio
- D1: Entrada al Centro Comercial desde el Vial de Servicio
- D2: Salida del Centro Comercial desde el Vial de Servicio

Los Resultados obtenidos fueron:

TOMA DE DATOS VIERNES 21 DE DICIEMBRE DE 2007								
FRANJA HORARIA	A1a	A1b	B	C1	C2	D1	D2	TOTAL
11:00-12:00	21	23	355	37	105	451	473	1.465
12:00-13:00	24	45	346	33	123	496	705	1.772
13:00-14:00	24	29	382	34	152	418	783	1.822
14:00-15:00	16	18	308	27	147	284	661	1.461
16:00-17:00	13	21	350	36	137	391	528	1.476
17:00-18:00	20	29	506	42	145	587	701	2.030
18:00-19:00	28	25	508	51	168	569	797	2.146
19:00-20:00	20	31	515	58	167	607	853	2.251
TOTALES	166	221	3.270	318	1.144	3.803	5.501	14.423

Como se puede comprobar el mayor registro se realiza en la franja horaria de las 19:00 a las 20:00 Horas.

Lo más destacado es que la entrada desde la A-356, tiene pocas presencias, ya que esta no era una entrada muy utilizada y no disponía de salida.

7.2. TOMA DE DATOS

Para comprobar la evolución del tráfico después de la apertura del nuevo Acceso al Centro Comercial vamos a realizar un aforo manual durante un viernes, para comprobar cómo ha variado el tráfico con la nueva infraestructura inaugurada en diciembre de 2009. Dicho Aforo manual se realizó el viernes 19 de febrero de 2016.

En dicho estudio se han a diferenciar los siguientes movimientos

- A1a: Entrada al Centro Comercial previa parada en la Gasolinera
- A1b: Entrada al Centro Comercial sin parar en la Gasolinera
- A2a: Salida del Centro Comercial previa parada en la Gasolinera
- A2b: Salida del Centro Comercial sin parar en la Gasolinera
- B: Entrada Al Centro Comercial desde el Enlace de la Autovía A-7 E-15 en el P.K. 272.
- C1: Entrada al Centro Comercial desde el Vial de Servicio
- C2: Salida del Centro Comercial desde el Vial de Servicio
- D1: Entrada al Centro Comercial desde el Vial de Servicio
- D2: Salida del Centro Comercial desde el Vial de Servicio

Los Resultados obtenidos fueron del orden del 30% menor que los obtenidos en 2007, esto probablemente es debido a dos motivos:

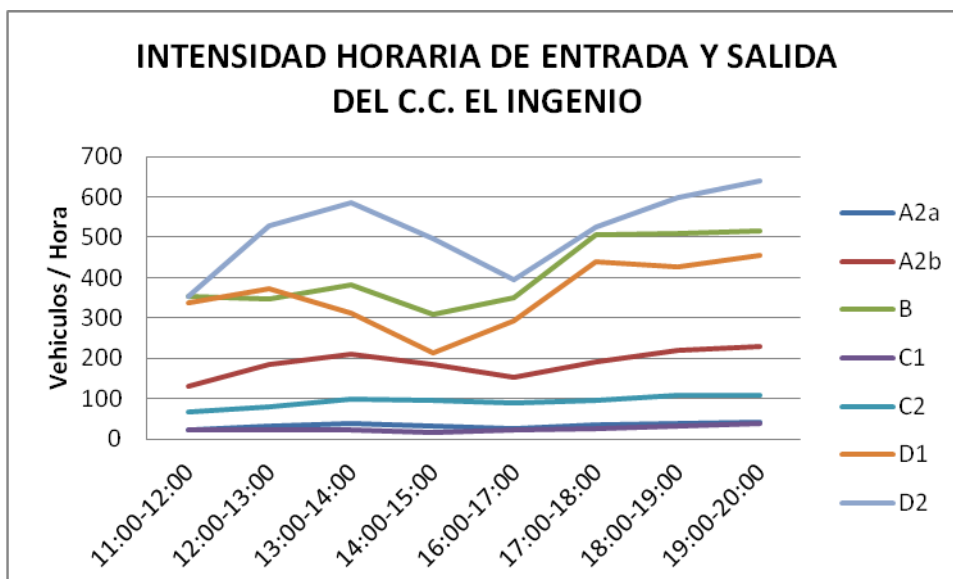
1. Menor inactividad económica que en el Año 2007, que fue el último año de crecimiento anterior a la crisis económica.
2. Disminución del tráfico debido a la ausencia de la campaña de Navidad.

Los porcentajes obtenidos fueron:

TOMA DE DATOS VIERNES 19 DE FEBRERO DE 2016										
FRANJA HORARIA	A1a	A1b	A2a	A2b	B	C1	C2	D1	D2	TOTAL
11:00-12:00	4,87%	6,72%	1,59%	8,99%	24,23%	1,64%	4,66%	23,09%	24,22%	100,00%
12:00-13:00	4,41%	7,13%	1,86%	10,52%	19,53%	1,21%	4,51%	20,99%	29,84%	100,00%
13:00-14:00	3,87%	5,42%	2,05%	11,61%	20,97%	1,21%	5,42%	17,21%	32,23%	100,00%
14:00-15:00	3,30%	4,54%	2,22%	12,61%	21,08%	1,20%	6,54%	14,58%	33,93%	100,00%
16:00-17:00	3,87%	5,91%	1,83%	10,36%	23,71%	1,59%	6,03%	19,87%	26,83%	100,00%
17:00-18:00	4,17%	6,20%	1,67%	9,46%	24,93%	1,34%	4,64%	21,69%	25,90%	100,00%
18:00-19:00	4,29%	5,64%	1,80%	10,22%	23,67%	1,54%	5,09%	19,89%	27,85%	100,00%
19:00-20:00	3,95%	5,96%	1,81%	10,26%	22,88%	1,67%	4,82%	20,22%	28,42%	100,00%

Para estar del Lado de la seguridad, vamos a realizar una estimación del tráfico máximo, tomando como valor total Horario el Aforo Manual de diciembre de 2007, pero haciendo el reparto porcentual del Aforo Actual, obtenido los siguientes valores:

TOMA DE DATOS VIERNES 19 DE FEBRERO DE 2016 MEDIANTE EL REPARTO PORCENTUAL DEL TRÁFICO TOTAL OBTENIDO EN EL AFORO DE DICIEMBRE DE 2007										
FRANJA HORARIA	A1a	A1b	A2a	A2b	B	C1	C2	D1	D2	TOTAL
11:00-12:00	71	98	23	132	355	24	68	338	355	1.465
12:00-13:00	78	126	33	186	346	21	80	372	529	1.772
13:00-14:00	71	99	37	212	382	22	99	314	587	1.822
14:00-15:00	48	66	33	184	308	18	96	213	496	1.461
16:00-17:00	57	87	27	153	350	23	89	293	396	1.476
17:00-18:00	85	126	34	192	506	27	94	440	526	2.030
18:00-19:00	92	121	39	219	508	33	109	427	598	2.146
19:00-20:00	89	134	41	231	515	38	109	455	640	2.251
TOTALES	591	858	266	1.509	3.270	207	744	2.852	4.126	14.423



Con los datos obtenidos vamos a realizar una comprobación con el tráfico total de los accesos desde la A-356 y de la Avda. Juan Carlos I.

ACCESOS	IMD AFORO 2016	%
C + D Avda. Juan Carlos I	7.928	71,09%
A A-356	3.225	28,91%
TOTAL	11.153	100%

Según la tabla adjunta, el porcentaje de entradas al sector es similar al porcentaje de tráfico total circundante al sector según se desprende de la tabla del punto 6.2.2, por lo que los datos tomados manualmente se consideran correctos.

8. CÁLCULO DE LOS MOVIMIENTOS GENERADOS POR EL SECTOR

Para calcular los viajes generados por el Sector, vamos a diferenciar dos aspectos:

- El número de Viajes Generado por el Sector
- Los itinerarios de entrada y salida de los viajes generados.

8.1. **NÚMERO DE VIAJES GENERADOS POR EL SECTOR**

Para determinar el número de viajes generados por el Sector, vamos a centrarnos en la ampliación de techo de la nueva Modificación de elementos, ya que el tráfico que se genera en la actualidad esta contabilizado con el aforo manual realizado.

El nuevo uso para la Modificación de Elementos es Comercial, hemos de fijar un ratio de uso de vehículos, para ello utilizaremos la bibliografía existente:

- El Departamento de Política Territorial y Obras Públicas, de la Generalitat de Cataluña, publica en Abril de 2006, un ratio de generación de viajes en centros comerciales que oscila de 0,3 veh/m² a 0,5 veh/m², dependiendo del uso y tamaño.
- El Ayuntamiento de San diego, en el Estado de California, publica Mayo de 2003, el Trip Generation Manual, en el cual asigna unos ratios de generación de tráfico para centros comerciales que oscila entre 0,3 y 0,7 veh/m².

Por tanto vamos a considerar para nuestro estudio los siguientes valores:

- Zona Comercial: 0,4 vehículos/m².

ZONAS	m ² techo	Nº Vehículos
Ampliación	4.860,86	1.944

El Total de Vehículos que generará al día como intensidad máxima la nueva zona Comercial será de 1.944 Vehículos.

8.1.1. Repartos de Itinerarios Internos

Para determinar el reparto de los itinerarios, nos fijaremos en la ubicación de las zonas de modificación del Centro Comercial. En este caso está claro que se divide en dos zonas bien diferenciadas, una al Noroeste (ZNO), y otra al Sureste (ZSE). Por ello estableceremos los siguientes criterios de reparto:

- Entradas:
 - El 50% de las Entradas al Sector originadas por la ampliación de la Zona Noroeste (ZNO), se efectuarán por el Acceso A. (Desde la Carretera A-356).
 - El 40% de las Entradas se consideran previa parada en la Gasolinera
 - El 60% restante de las Entradas se realizan directamente al Centro Comercial.
 - El 50% restantes de las Entradas al Sector originadas por la ampliación de la Zona Noroeste (ZNO), se efectuarán por el enlace de la Autovía A-7 E-15 en el P.K. 272.
 - El 15% de las Salidas se consideran previa parada en la Gasolinera
 - El 85% restante de las Salidas se realizan directamente del Centro Comercial.
 - 100% de las Entradas al Sector Originadas por la ampliación de la Zona Sureste (ZSE), se efectuará por la Avda. Juan Carlos I.
- Salidas:
 - El 100% de las Salidas del Sector originadas por la ampliación de la Zona Noroeste (ZNO), se efectuarán por el Acceso A. (Desde la Carretera A-356).
 - 100% de las Salidas del Sector Originadas por la ampliación de la Zona Sureste (ZSE), se efectuará por la Avda. Juan Carlos I.

En este reparto no se ha tenido en cuenta la vía de servicio, para estar del lado de la seguridad y cargar todo el tráfico en la Avda. Juan Carlos I

8.1.2. Intensidad Horaria Punta

La intensidad horaria punta es imprescindible calcularla ya que ésta nos permite obtener los niveles de servicio de las carreteras y accesos que pretendemos estudiar. El Ayuntamiento de San Diego, en el Estado de California, publica en Mayo de 2003, el Trip Generation Manual, en el cual asigna una Intensidad punta para Centros Comerciales del 10% de la IMD, la cual la reparte a su vez en un 60% a la entrada y un 40% a la Salida. Sin embargo y dada la peculiaridad de Este Centro Comercial y dado de que disponemos de suficientes datos de aforos anteriores vamos a considerar valores similares tales como:

- IMH Máxima : 14% IMD
- Reparto de acceso:
 - o 40% Entrada (Reparto mayoritario)
 - o 60% Salidas.

ZONAS	Nº Vehículos	% IMD Punta	Entrada	Salida
		0,14	0,4	0,6
Zona Sureste	1.410	197	79	118
Zona Noroeste	534	75	30	45
Total	1.944	272	109	163

8.1.3. Reparto General de Itinerario

Una Vez definido el reparto de los itinerarios y la intensidad máxima horaria, hacemos el reparto general que viene expresado en la siguiente tabla:

Nomenclatura	Descripción	REPARTO AMPLIACIÓN	
		% Reparto	Veh / Hora
A1a	Entrada al Centro Comercial previa parada en la Gasolinera	40% (50% E_ZNO)	6
A1b	Entrada al Centro Comercial sin parar en la Gasolinera	60% (50% E_ZNO)	8
A2a	Salida del Centro Comercial previa parada en la Gasolinera	15% (100% S_ZNO)	7
A2b	Salida del Centro Comercial sin parar en la Gasolinera	85% (100% S_ZNO)	38
B	Entrada Al Centro Comercial desde el Enlace de la Autovía A-7 E-15 en el P.K. 272.	100% (50% E_ZNE)	15
D1	Entrada al Centro Comercial desde el Vial de Servicio	100% E_ZSE	79
D2	Salida del Centro Comercial desde el Vial de Servicio	100% S_ZSE	118
TOTAL			271

9. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD MÁXIMA DE LAS VÍAS AFECTADAS.

Como se ha dicho en los apartados anteriores, se va a calcular la Capacidad máxima de cada tramo de carretera afectado. Los tramos que se van a estudiar son:

1. Carretera A-356 (Estación MA-7191)
2. Avda. Juan Carlos I (Estación PT-54 (SC-735))
3. Vial distribuidor del Centro Comercial.

9.1. CAPACIDAD MÁXIMA SEGÚN TIPO DE VÍA.

Vamos a realizar el cálculo de la capacidad para dos tipos de vías, la primera, la de tipo autovía o autopista, y la segunda de tipo convencional. Se define como carretera tipo autovía o autopista, aquella carretera de gran capacidad, dos o más carriles por sentido de circulación, que tiene limitado los accesos. La formulación para el cálculo de la capacidad de Autovía o autopista por carril es:

$$C = (1.800 + 5 \cdot VL) \cdot f_{VP} ,$$

Para las carreteras convencionales se va a utilizar la siguiente expresión:

$$C = (1.200 + 10 \cdot VL) \cdot f_{VP} , \text{ donde}$$

C: Capacidad por carril (Veh/hora)

VL: Velocidad Libre (km/h)

F_{VP}: Factor de equivalencia de vehículos pesados y de recreo

De los cuatro tramos que vamos a estudiar, solo la Carretera A-356, por tener una limitación clara de los accesos, la vamos a considerar tipo Autovía, la Avda. Juan Carlos I, se va a considerar de tipo Convencional, al igual que la Playa de aparcamiento y el Vial distribuidor del Centro Comercial.

9.1.1. Cálculo de la velocidad libre

La velocidad libre se define como la velocidad media de los coches en condiciones media de circulación y viene definida por la expresión:

$$VL = VLB - f_a - f_o - f_e - f_m - f_c , \text{ en donde:}$$

VL: Velocidad Libre (km/h)

VLB: Velocidad Libre Básica (km/h)

f_a: Factor que tiene en cuenta la anchura de los carriles

f_o: Factor que tiene en cuenta los obstáculos laterales a izquierda y derecha de la calzada

- fe: Factor que tiene en cuenta la separación entre los enlaces (sólo para Autovías y Autopistas)
- f_m: Factor que tiene en cuenta la existencia o no de mediana (sólo para otras vías con calzada separadas)
- f_c: Factor que tiene en cuenta el número de acceso (sólo para otras vías con calzada separadas)

9.1.2. Factor que tiene en cuenta la anchura de los carriles *f_a*

Para todos los tramos de carretera, los valores de ajustes se obtienen de la siguiente tabla:

ANCHURA DE CARRIL	F _a (Km/h)
3,6	0
3,5	1
3,4	2,1
3,3	3,1
3,2	5,6
3,1	8,1
3,0	10,6

Los valores que se obtienen son:

ESTACIÓN	MA-7191	PT-54 (SC-735)	VIAL DISTRIBUIDOR
Tramo Carretera	A-356	AVDA. JUAN CARLOS I	
Anchura Carril	3,38	3,6	3,5
Valor de f _a	2,3	0	1

9.1.3. Factor que tiene en cuenta los obstáculos laterales a izquierda y derecha de la calzada *f_o*

Para los tramos de carretera tipo autovía o autopista, los valores de ajustes se obtienen de la siguiente tabla:

OBSTÁCULO A LA DERECHA	NUMERO DE CARRILES POR CALZADA			
	2	3	4	≥5
1,8	0	0	0	0
1,5	1	0,7	0,3	0,2
1,2	1,9	1,3	0,7	0,4
0,9	2,9	1,9	1,0	0,6
0,6	3,9	2,6	1,3	0,8
0,3	4,8	3,2	1,6	1,1
0,0	5,8	3,9	1,9	1,3

Para los tramos de carretera tipo convencional, los valores de ajustes son:

OBSTÁCULO A LA DERECHA	NUMERO DE CARRILES POR CALZADA	
	<2	>2
3,6	0	0
3,0	0,6	0,6
2,4	1,5	1,5
1,8	2,1	2,1
1,2	3,0	2,7
0,6	5,8	4,5
0,0	8,7	6,3

Los valores que se obtienen son:

ESTACIÓN	MA-7191	PT-54 (SC-735)	VIAL DISTRIBUIDOR
Tramo Carretera	A-356	AVDA. JUAN CARLOS I	
Valor de f_0	0	4,5	5,5
Nº de Carriles	2	2	1
Obstáculo	3	0,5	0,5

9.1.4. Factor que tiene en cuenta la separación entre los enlaces (sólo para Autovías y Autopistas) f_e

Para los tramos de carretera tipo autovía o autopista, los valores de ajustes se obtienen de la siguiente tabla:

ENLACES POR KM	F_e (Km/h)
$\leq 0,3$	0
0,4	1,1
0,5	2,1
0,6	3,9
0,7	5,0
0,8	6,0
1,0	9,2
1,1	10,2
1,2	12,1

Los valores que se obtienen son:

ESTACIÓN	MA-7191	PT-54 (SC-735)	VIAL DISTRIBUIDOR
Tramo Carretera	A-356	AVDA. JUAN CARLOS I	
Valor de f_e	1,1	S/N	S/N
Coeficiente	0,4	S/N	S/N

9.1.5. Factor que tiene en cuenta la existencia o no de mediana (sólo para vías convencionales) f_m

Para los tramos de carretera tipo convencional, los valores de ajustes se obtienen de la siguiente tabla:

MEDIANA	$F_m(\text{Km/h})$
Sin Mediana	2,6
Con Mediana	0,0

Los valores que se obtienen son:

ESTACIÓN	MA-7191	PT-54 (SC-735)	VIAL DISTRIBUIDOR
Tramo Carretera	A-356	AVDA. JUAN CARLOS I	
Valor de f_m	S/N	0	2,6
Mediana	S/N	SI	NO

9.1.6. Factor que tiene en cuenta el número de acceso (sólo para vías convencionales) f_c

Para los tramos de carretera tipo convencional, los valores de ajustes se obtienen de la siguiente tabla:

Nº ACCESOS POR KM	$F_c(\text{Km/h})$
0	0
6	4
12	8
18	12
≥ 25	16

Los valores que se obtienen son:

ESTACIÓN	MA-7191	PT-54 (SC-735)	VIAL DISTRIBUIDOR
Tramo Carretera	A-356	AVDA. JUAN CARLOS I	
Valor de f_c	S/N	2	4
Nº Accesos	S/N	3	6

9.1.7. Factor que tiene en cuenta la composición del tráfico f_{VP}

El factor por ajuste del tipo de tráfico viene definido por la siguiente fórmula:

$$f_{VP} = \frac{1}{1 + P_P \cdot (E_P - 1) + P_R \cdot (E_R - 1)} \quad , \text{ en donde:}$$

P_P : Porcentaje de vehículos pesados. (en tanto por uno)

P_R : Porcentaje de vehículos de recreo (Caravanas). (en tanto por uno)

E_P : Valor equivalente para vehículos pesados

E_R : Valor equivalente para vehículos recreo (Caravanas)

Obteniéndose los Valores equivalentes para ambos tipos de la siguiente tabla:

TIPO DE VEHÍCULOS	TIPO DE TERRENO		
	LLANO	ONDULADO	ACCIDENTADO
E_P Vehículos Pesados	1,5	2,5	4,5
E_L Vehículos Ligeros	1,2	2,0	4

Los valores que se obtienen son:

ESTACIÓN	MA-7191	PT-54 (SC-735)	VIAL DISTRIBUIDOR
Tramo Carretera	A-356	AVDA. JUAN CARLOS I	
Valor de f_p	0,97	0,96	0,96
% IMD Pesados	5,30 %	7,38 %	7,38 %
% IMD Vehículos Recreero	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Factor P	1,5	1,5	1,5
Factor VR	1,2	1,2	1,2

9.1.8. Resultados de la Velocidad Libre

Aplicando la formulación propuesta:

$$VL = VLB - f_a - f_o - f_e - f_m - f_c$$

Obtenemos:

ESTACIÓN	MA-7191	PT-54 (SC-735)	VIAL DISTRIBUIDOR
Tramo Carretera	A-356	AVDA. JUAN CARLOS I	
Velocidad libre real (Km/h)	80	50	30
Velocidad libre Básica (Km/h)	76,6	43,5	16,9
Factor que tiene en cuenta la anchura de los carriles	2,3	0	1
Factor que tiene en cuenta los obstáculos laterales a izquierda y derecha de la calzada	0	4,5	5,5
Factor que tiene en cuenta la separación entre los enlaces (sólo para Autovías y Autopistas)	1,1		
Factor que tiene en cuenta la existencia o no de mediana (sólo para otras vías convencionales)		0	2,6
Factor que tiene en cuenta la existencia o no de mediana (sólo para otras vías convencionales)		2	4

9.1.9. Resultados de la capacidad de los tramos estudiados

Aplicando la formulación propuesta:

La formulación para el cálculo de la capacidad de Autovía o autopista por carril es:

$$C = (1.800 + 5 \cdot VL) \cdot f_{VP}$$

Para las carreteras convencionales se va a utilizar la siguiente expresión:

$$C = (1.200 + 10 \cdot VL) \cdot f_{VP}$$

ESTACIÓN	MA-7191	PT-54 (SC-735)	VIAL DISTRIBUIDOR
Tramo Carretera	A-356	AVDA. JUAN CARLOS I	
Velocidad libre Básica (Km/h)	76,6	43,5	16,9
Factor que tiene en cuenta los vehículos Pesados	0,97	0,96	0,96
CAPACIDAD	2.127	1.577	1.320

10. CÁLCULO DE LOS NIVELES DE SERVICIO DE LAS VÍAS COLINDANTES AL SUC “EL INGENIO”

Como se ha dicho en los apartados anteriores, el nivel de servicio es una evaluación del funcionamiento de la infraestructura, próxima a la percepción de los usuarios, catalogada entre los niveles A (un servicio óptimo) y F (un servicio pésimo).

Tal y como se vio en el apartado 5.4, de este documento, dado que nuestro caso, es el análisis de la Ampliación de la zona Comercial sobre las carreteras colindantes, nuestro estudio será en un primer análisis de Tipo 1, “De evaluación de infraestructuras”, pero analizando la situación actual y la futura, con 20 años, como año horizonte, de tal manera, que haremos las estimaciones con la demanda de Hora 30, para comprobar que el nivel de servicio sea menor que el nivel D.

Este Análisis de Evaluación consistirá en estimar la influencia del Tráfico tanto en las Vías Externas como internas, y en el caso de que dicho análisis arroje valores indeseables de niveles de Servicio, tomar las medidas oportunas para mejorar dichos niveles de servicio, en cuyo caso el análisis será de tipo Proyecto.

Para ello vamos a analizar en los diferentes casos los niveles de servicio de los siguiente Tramos:

- Carretera A-356 (Estación MA-7191)
- Avda. Juan Carlos I (Estación PT-54 (SC-735))
- Vial distribuidor del Centro Comercial.

Cada uno de estos tramos se calculará según las siguientes premisas:

- La Carretera A-356 (Estación MA-7191) y La Avda. Juan Carlos I (Estación PT-54 (SC-735)):
 - o Grado de Funcionamiento del Año Actual
 - o Grado de Funcionamiento en el Año de Puesta en Servicio de la Ampliación de de la Zona Comercial teniendo en cuenta un año horizonte de 20 años, con el incremento de tráfico según la orden ministerial FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, publicada en el B.O.E. Núm 311 de 23 de diciembre de 2010.
- Vial distribuidor del Centro Comercial.
 - o Grado de Funcionamiento del Año Actual.
 - o Grado de Funcionamiento tras la ampliación de la Zona Comercial

De esta manera, no sólo comprobaremos el nivel de servicio de la situación actual y futura de las carreteras colindantes, sino la afección real que tiene el Sector sobre el tráfico.

Para determinar el Nivel de servicio, utilizaremos la expresión:

$$N = \frac{i}{C} \quad , \text{ en donde:}$$

- i: Intensidad máxima
- C: Capacidad de cada tramo de carretera estudiado, por carril.

Los valores obtenidos, corresponderán a un tipo de Nivel de Servicio, en función de la siguiente tabla:

NIVEL DE SERVICIO	CARRETERA ESTUDIADA
A	$\leq 0,32$
B	$\leq 0,50$
C	$\leq 0,72$
D	$\leq 0,92$
E	$\leq 1,00$
F	$> 1,00$

Los valores de la Capacidad estudiados para cada tramo son:

ESTACIÓN	MA-7191	PT-54 (SC-735)	VIAL DISTRIBUIDOR
Tramo Carretera	A-356	AVDA. JUAN CARLOS I	
CAPACIDAD	2.127	1.577	1.320

10.1. CARRETERA A-356 (ESTACIÓN MA-7191)

10.1.1. Grado de funcionamiento sin tener en cuenta la Modificación de Elementos

HITOS	AÑO	FACTOR DE CRECIMIENTO	HORA 30	Nº CARRILES	HORA30/CARRIL	CAPACIDAD	c/v	NIVEL S.
AÑO ÚLTIMO DE AFORO	2014		1.386	2	693	2.127	0,33	B
	2015	1,12%	1.402	2	701	2.127	0,33	B
	2016	1,12%	1.402	2	701	2.127	0,33	B
	2017	1,12%	1.417	2	709	2.127	0,33	B
AÑO ACTUAL	2018	1,12%	1.433	2	717	2.127	0,34	B
	2019	1,44%	1.454	2	727	2.127	0,34	B
PUESTA EN SERVICIO	2020	1,44%	1.475	2	737	2.127	0,35	B
	2021	1,44%	1.496	2	748	2.127	0,35	B
	2022	1,44%	1.517	2	759	2.127	0,36	B
	2023	1,44%	1.539	2	770	2.127	0,36	B
	2024	1,44%	1.561	2	781	2.127	0,37	B
	2025	1,44%	1.584	2	792	2.127	0,37	B
	2026	1,44%	1.607	2	803	2.127	0,38	B
	2027	1,44%	1.630	2	815	2.127	0,38	B
	2028	1,44%	1.653	2	827	2.127	0,39	B
	2029	1,44%	1.677	2	839	2.127	0,39	B
	2030	1,44%	1.701	2	851	2.127	0,40	B
PUNTO INTERMEDIO	2031	1,44%	1.726	2	863	2.127	0,41	B
	2032	1,44%	1.751	2	875	2.127	0,41	B
	2033	1,44%	1.776	2	888	2.127	0,42	B
	2034	1,44%	1.801	2	901	2.127	0,42	B
	2035	1,44%	1.827	2	914	2.127	0,43	B
	2036	1,44%	1.854	2	927	2.127	0,44	B
	2037	1,44%	1.880	2	940	2.127	0,44	B
	2038	1,44%	1.907	2	954	2.127	0,45	B
	2039	1,44%	1.935	2	967	2.127	0,45	B
AÑO HORIZONTE	2040	1,44%	1.963	2	981	2.127	0,46	B

Como se puede apreciar en los resultados, a pesar de aplicar el incremento de tráfico según la orden ministerial FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, publicada en el B.O.E. Núm 311 de 23 de diciembre de 2010, el nivel de servicio, sin tener en cuenta, la Modificación de Elementos no sobre pasa el Nivel B, en el año horizonte, y por lo tanto se considera aceptable.

10.1.2. Grado de funcionamiento teniendo en cuenta la Modificación de Elementos

HITOS	AÑO	FACTOR DE CRECIMIENTO	HORA 30	GENERADO	HORA 30 + G	Nº CARRILES	HORA30/CARRIL	CAPACIDAD	c/v	NIVEL S.
AÑO ÚLTIMO DE AFORO	2014	1,12%	1.386	59	1.445	2	723	2.127	0,34	B
	2015	1,12%	1.402		1.461	2	730	2.127	0,34	B
	2016	1,12%	1.402		1.461	2	730	2.127	0,34	B
	2017	1,12%	1.417		1.476	2	738	2.127	0,35	B
AÑO ACTUAL	2018	1,12%	1.433		1.492	2	746	2.127	0,35	B
	2019	1,44%	1.454		1.513	2	756	2.127	0,36	B
PUESTA EN SERVICIO	2020	1,44%	1.475		1.534	2	767	2.127	0,36	B
	2021	1,44%	1.496		1.555	2	777	2.127	0,37	B
	2022	1,44%	1.517		1.576	2	788	2.127	0,37	B
	2023	1,44%	1.539		1.598	2	799	2.127	0,38	B
	2024	1,44%	1.561		1.620	2	810	2.127	0,38	B
	2025	1,44%	1.584		1.643	2	821	2.127	0,39	B
	2026	1,44%	1.607		1.666	2	833	2.127	0,39	B
	2027	1,44%	1.630		1.689	2	844	2.127	0,40	B
	2028	1,44%	1.653		1.712	2	856	2.127	0,40	B
	2029	1,44%	1.677		1.736	2	868	2.127	0,41	B
PUNTO INTERMEDIO	2030	1,44%	1.701		1.760	2	880	2.127	0,41	B
	2031	1,44%	1.726		1.785	2	892	2.127	0,42	B
	2032	1,44%	1.751		1.810	2	905	2.127	0,43	B
	2033	1,44%	1.776		1.835	2	917	2.127	0,43	B
	2034	1,44%	1.801		1.860	2	930	2.127	0,44	B
	2035	1,44%	1.827		1.886	2	943	2.127	0,44	B
	2036	1,44%	1.854		1.913	2	956	2.127	0,45	B
	2037	1,44%	1.880		1.939	2	970	2.127	0,46	B
	2038	1,44%	1.907		1.966	2	983	2.127	0,46	B
	2039	1,44%	1.935		1.994	2	997	2.127	0,47	B
AÑO HORIZONTE	2040	1,44%	1.963		2.022	2	1.011	2.127	0,48	B

Como se puede apreciar en los resultados, a pesar de aplicar el incremento de tráfico según la orden ministerial FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, publicada en el B.O.E. Núm 311 de 23 de diciembre de 2010, el nivel de servicio, tenido en cuenta la Modificación de Elementos no sobre pasa el Nivel B, en el año horizonte, y por lo tanto se considera aceptable.

10.2. AVDA. JUAN CARLOS I (ESTACIÓN PT-54 (SC-734))

10.2.1. Grado de funcionamiento sin tener en cuenta la Modificación de Elementos

HITOS	AÑO	FACTOR DE CRECIMIENTO	HORA 30	Nº CARRILES	HORA30/CARRIL	CAPACIDAD	c/v	NIVEL S.
AÑO ÚLTIMO DE AFORO	2012		2.242	2	1.121	1.585	0,71	C
	2013	1,12%	2.267	2	1.134	1.585	0,72	C
	2014	1,12%	2.293	2	1.146	1.585	0,72	D
	2015	1,12%	2.318	2	1.159	1.585	0,73	D
	2016	1,12%	2.344	2	1.172	1.585	0,74	D
AÑO ACTUAL	2017	1,44%	2.378	2	1.189	1.585	0,75	D
	2018	1,44%	2.412	2	1.206	1.585	0,76	D
	2019	1,44%	2.447	2	1.223	1.585	0,77	D
PUESTA EN SERVICIO	2020	1,44%	2.482	2	1.241	1.585	0,78	D
	2021	1,44%	2.518	2	1.259	1.585	0,79	D
	2022	1,44%	2.554	2	1.277	1.585	0,81	D
	2023	1,44%	2.591	2	1.295	1.585	0,82	D
	2024	1,44%	2.628	2	1.314	1.585	0,83	D
	2025	1,44%	2.666	2	1.333	1.585	0,84	D
	2026	1,44%	2.704	2	1.352	1.585	0,85	D
	2027	1,44%	2.743	2	1.372	1.585	0,87	D
	2028	1,44%	2.783	2	1.391	1.585	0,88	D
	2029	1,44%	2.823	2	1.411	1.585	0,89	D
PUNTO INTERMEDIO	2030	1,44%	2.864	2	1.432	1.585	0,90	D
	2031	1,44%	2.905	2	1.452	1.585	0,92	D
	2032	1,44%	2.947	2	1.473	1.585	0,93	E
	2033	1,44%	2.989	2	1.495	1.585	0,94	E
	2034	1,44%	3.032	2	1.516	1.585	0,96	E
	2035	1,44%	3.076	2	1.538	1.585	0,97	E
	2036	1,44%	3.120	2	1.560	1.585	0,98	E
	2037	1,44%	3.165	2	1.583	1.585	1,00	E
	2038	1,44%	3.211	2	1.605	1.585	1,01	F
	2039	1,44%	3.257	2	1.628	1.585	1,03	F
AÑO HORIZONTE	2040	1,44%	3.304	2	1.652	1.585	1,04	F

Como se observa en los resultados, sin tener en cuenta la Modificación de elementos, tanto en el año actual como en la puesta en servicio se obtiene un nivel de servicio D, y por lo tanto aceptable, sin embargo, en el año 2032, 8 años antes del año Horizonte hipotético, cambia a nivel de servicio E, pasando a Nivel F en el año 2038, solo 3 años antes del año Horizonte. Hemos de tener en cuenta que la simulación se ha realizado suponiendo un incremento del tráfico según la orden ministerial FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, publicada en el B.O.E. Núm 311 de 23 de diciembre de 2010, y que por lo tanto los resultados están muy mayorados ya que según los datos reales de los aforos, la intensidad de tráfico seguía una tendencia de crecimiento negativo.

Además, la capacidad de la vía es menor, porque se limita la velocidad a 50 Km/h.

10.2.2. Grado de funcionamiento teniendo en cuenta la Modificación de Elementos

HITOS	AÑO	FACTOR DE CRECIMIENTO	HORA 30	GENERADO	HORA 30 + G	Nº CARRILES	HORA30/CARRIL	CAPACIDAD	c/v	NIVEL S.
AÑO ÚLTIMO DE AFORO	2012		2.242	197	2.439	2	1.220	1.585	0,77	D
	2013	1,12%	2.267		2.464	2	1.232	1.585	0,78	D
	2014	1,12%	2.293		2.490	2	1.245	1.585	0,79	D
	2015	1,12%	2.318		2.515	2	1.258	1.585	0,79	D
	2016	1,12%	2.344		2.541	2	1.271	1.585	0,80	D
	2017	1,44%	2.378		2.575	2	1.287	1.585	0,81	D
AÑO ACTUAL	2018	1,44%	2.412		2.609	2	1.305	1.585	0,82	D
	2019	1,44%	2.447		2.644	2	1.322	1.585	0,83	D
PUESTA EN SERVICIO	2020	1,44%	2.482		2.679	2	1.340	1.585	0,85	D
	2021	1,44%	2.518		2.715	2	1.357	1.585	0,86	D
	2022	1,44%	2.554		2.751	2	1.376	1.585	0,87	D
	2023	1,44%	2.591		2.788	2	1.394	1.585	0,88	D
	2024	1,44%	2.628		2.825	2	1.413	1.585	0,89	D
	2025	1,44%	2.666		2.863	2	1.432	1.585	0,90	D
	2026	1,44%	2.704		2.901	2	1.451	1.585	0,92	D
	2027	1,44%	2.743		2.940	2	1.470	1.585	0,93	E
	2028	1,44%	2.783		2.980	2	1.490	1.585	0,94	E
	2029	1,44%	2.823		3.020	2	1.510	1.585	0,95	E
PUNTO INTERMEDIO	2030	1,44%	2.864		3.061	2	1.530	1.585	0,97	E
	2031	1,44%	2.905		3.102	2	1.551	1.585	0,98	E
	2032	1,44%	2.947		3.144	2	1.572	1.585	0,99	E
	2033	1,44%	2.989		3.186	2	1.593	1.585	1,01	F
	2034	1,44%	3.032		3.229	2	1.615	1.585	1,02	F
	2035	1,44%	3.076		3.273	2	1.636	1.585	1,03	F
	2036	1,44%	3.120		3.317	2	1.659	1.585	1,05	F
	2037	1,44%	3.165		3.362	2	1.681	1.585	1,06	F
	2038	1,44%	3.211		3.408	2	1.704	1.585	1,08	F
	2039	1,44%	3.257		3.454	2	1.727	1.585	1,09	F
AÑO HORIZONTE	2040	1,44%	3.304		3.501	2	1.750	1.585	1,10	F

Como se observa en los resultados, teniendo en cuenta la Modificación de elementos, tanto en el año actual como en la puesta en servicio se obtiene un nivel de servicio D, y por lo tanto aceptable, sin embargo en el año 2027, cambia a nivel de servicio E, es decir 6 años antes que sin tener en cuenta la Modificación de Elementos. Algo similar ocurre con el Nivel de servicio F, que se adelanta 5 años, del 2037 al 2033, comparado con la simulación sin tener en cuenta la Modificación de Elementos. Hemos de tener en cuenta que la simulación se ha realizado suponiendo un incremento del tráfico según la orden ministerial FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, publicada en el B.O.E. Núm 311 de 23 de diciembre de 2010, y que por lo tanto los resultados están muy

mayorados ya que según los datos reales de los aforos, la intensidad de tráfico seguía una tendencia de crecimiento negativo.

Además, la capacidad de la vía es menor, porque se limita la velocidad a 50 Km/h.

10.3. VIAL DISTRIBUIDOR DEL CENTRO COMERCIAL.

Tal y como se ha dicho anteriormente en esta apartado vamos a estudiar la evolución de tráfico para el Vial Distribuidor existente en la zona Noroeste del Centro Comercial, así como comprobar si un aumento de categoría de la Playa de Aparcamiento de la Zona Sureste a Vial Distribuidor mejoraría los niveles de Servicio del Nuevo Vial.

Para Calcular el nivel de servicio de este vial, vamos a utilizar los datos de tráfico de los aforos manuales para los vehículos que entran y salen del Centro Comercial por I A-356, en la franja horaria de las 19:00-20:00:

TRAMO	TRÁFICO	CAPACIDAD	C/V	NIVEL S
Vial Distribuidor (Sin la Modificación de Elementos)	495	936	0,53	C

En los resultados obtenidos se comprueba que el nivel de servicio del Vial Distribuidor en la situación actual es Nivel C.

Haciendo la misma comprobación, pero añadiéndole el tráfico generado por el Modificación de elementos, obtenemos:

TRAMO	TRÁFICO	CAPACIDAD	C/V	NIVEL S
Vial Distribuidor (Con la Modificación de Elementos))	554	936	0,59	C

El nivel de servicio obtenido es C, y por lo tanto aceptable.

10.4. RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

El resumen de los resultados de todos los tramos vamos a representarlos en las siguientes tablas:

SIN TENER EN CUENTA LA INFLUENCIA DEL SECTOR					
HIPÓTESIS	AÑO ACTUAL 2018	AÑO DE CAMBIO A "NIVEL E" O PEOR	AÑO DE PUESTA EN SERVICIO 2020	AÑO INTERMEDIO 2030	AÑO HORIZONTE 2040
A-356	B	-	B	B	B
AVDA JUAN CARLOS I	D	E (2032) F(2038)	D	D	F
VIAL DISTRIBUIDOR ZONA NOROESTE	C	-	-	-	-

SIN TENER EN CUENTA LA INFLUENCIA DEL SECTOR					
HIPÓTESIS	AÑO ACTUAL 2018	AÑO DE CAMBIO A "NIVEL E" O PEOR	AÑO DE PUESTA EN SERVICIO 2020	AÑO INTERMEDIO 2030	AÑO HORIZONTE 2040
A-356	B	-	B	B	B
AVDA JUAN CARLOS I	D	E (2027) F(2033)	D	E	F
VIAL DISTRIBUIDOR ZONA NOROESTE	C	C	-	-	-

Con los resultados obtenidos comprobamos que la influencia de la Modificación de Elementos tanto en las carreteras colindantes al sector (A-356 y Avda Juan Carlos I), como en los viales interiores, es mínima, ya que lo único que implica su ampliación es que adelanta el cambio de los niveles de Servicio Considerados en unos 3 a 5 años. No obstante hemos de tener en cuenta que la simulación se ha realizado suponiendo un incremento del tráfico según la orden ministerial FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, publicada en el B.O.E. Núm 311 de 23 de diciembre de 2010, y que por lo tanto los resultados están muy mayorados ya que según los datos reales de los aforos, la intensidad de tráfico seguía una tendencia de crecimiento negativo.

10.5. CALCULO DE LA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA GLORIETA ACTUAL DE LA ZONA NOROESTE DE ACCESO AL SECTOR

Para calcular la capacidad de la Glorieta actual, junto con las intensidades de servicio, seguiremos las indicaciones recogidas en la Nota de Servicio 5/2014, del Ministerio de Fomento, "Prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudio de tráfico de los Estudios Informativos, Anteproyectos y Proyectos de Carretera", dicha nota de servicio está basada en la metodología del Manual de Capacidad Americano de 2010.

Según la formulación de la Nota de Servicio 5/2014, del Ministerio de Fomento, la capacidad máxima de un ramal, la estima en 1.330 vehículos/hora. Esta capacidad estará reducida por el tráfico molesto, que son los vehículos de la calzada anular (Q_c) y los que abandonan la intersección de salida del ramal estudiado (Q_s), en la medida, que su decisión de salir no es percibida con tiempo suficiente por el conductor para iniciar la maniobra de acceso. Además esta capacidad máxima podrá verse aumentado o disminuida en función de los parámetros de diseño de la glorieta, como son, la calzada anular, la anchura de la salida o de la isleta del abocinamiento.

La fórmula del tráfico molesto viene definida por:

$$Q_g = \left[Q_c + \frac{2}{3} \cdot Q_s \cdot \left(1 - \frac{m}{15} \right) \cdot [1 - 0,085 \cdot (c - 8)] \right] , \text{ donde:}$$

- Q_g : Tráfico molesto (vehículos /h)
- Q_c : El tráfico que circula por el anillo delante del ramal estudiado (Veh/h)
- Q_s : Tráfico de salida del ramal estudiado. (Veh/h)
- m : Ancho de la isleta del abocinamiento de la salida estudiada.
- c : Ancho de la calzada anular

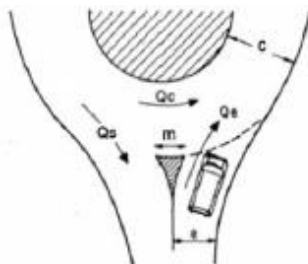


Gráfico 10b. Parámetros a tener en cuenta para el cálculo de capacidad de glorietas en el Método empírico del Ministerio de Fomento

Con el tráfico molesto, podemos calcular la capacidad teórica de la intersección que viene expresada por la formula:

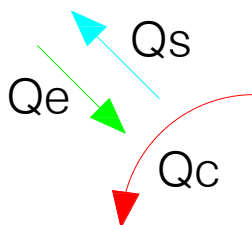
$$Q_e = (1.330 - 0,7 \cdot Q_g) \cdot [1 + 0,1 \cdot (e - 3,5)] , \text{ donde:}$$

- Q_e : Capacidad teórica de la salida estudiada. (Vehículos /h)
- Q_g : Tráfico molesto (vehículos /h)
- e : Anchura de la salida antes del abocinamiento.

La metodología a seguir para el cálculo de las glorietas será:

10.5.1. Estimación del tráfico de cada ramal de la glorieta del Estado Actual

- El tráfico que circula por el anillo delante del ramal estudiado (Veh/h)
- Qs: Tráfico de salida del ramal estudiado. (Veh/h)
- Qe: Tráfico de entrada desde el ramal estudiado. (veh/h)



10.5.2. Nivel de Servicio de la Glorieta

El nivel de Servicio de una glorieta se define según la demora media que sufre cada uno de los vehículos de los accesos a la que ella conectan para incorporarse a la calzada anular debido al tráfico de esta.

La demora viene definida por:

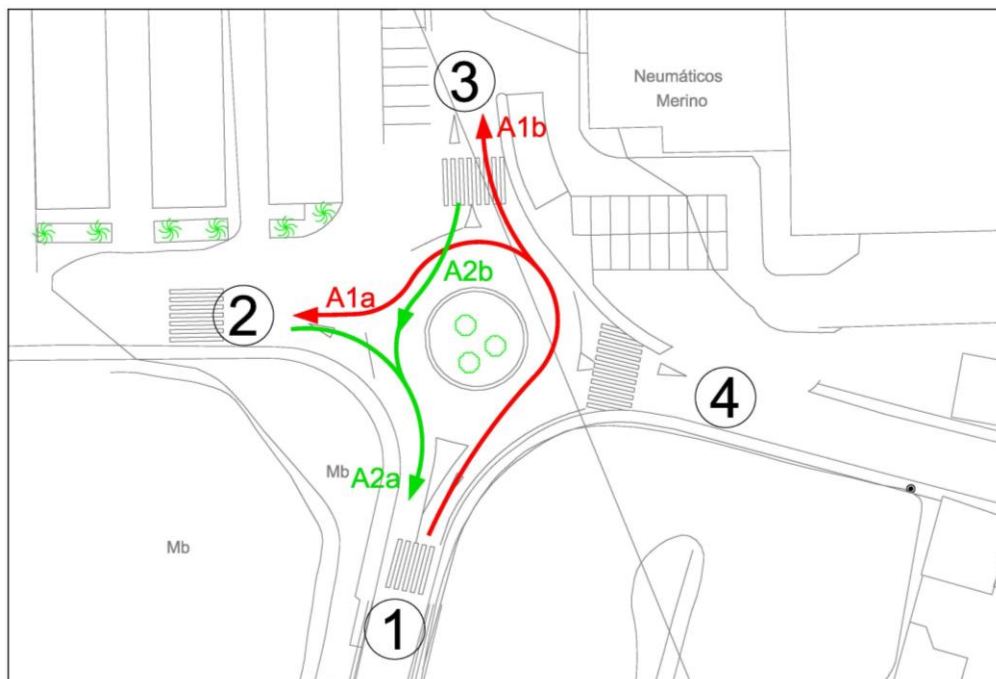
$$D = \frac{3600}{Q_e} + 900 \cdot T_f \cdot \left[x - 1 + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8 \cdot K_d \cdot x}{Q_e \cdot T_f}} \right] \quad , \text{ donde:}$$

- d: Demora media (Segundos)
- Qe: Capacidad teórica de la salida estudiada. (Vehículos /h)
- Tf: Duración de Análisis (Horas), según
- x: Grado de saturación que se calcula como cociente entre el flujo de llegada y la capacidad teórica de entrada. En nuestro caso, tomaremos como flujo de llegada, la intensidad tomada "in Situ" Qe
- Kd: Parámetro de superfluo (Coef =1)

El nivel de servicio de los accesos a la glorieta se determinará según la siguiente tabla:

NIVEL DE SERVICIO	DEMORA MEDIA (SEGUNDOS)
A	$d \leq 10$
B	$10 \leq d \leq 15$
C	$15 \leq d \leq 25$
D	$25 \leq d \leq 35$
E	$35 \leq d \leq 50$
F	$d > 50$

El esquema de la glorieta existente en función de los datos de tráfico de que se disponen es el siguiente:



Desde el vial interno, denominado (4), no se disponen de datos ni de entradas ni de salidas, ya que, en la toma de datos del viernes 19 de febrero de 2016, no resultaron representativos, y se incluyeren dentro de los movimientos A1b y A2b.

El reparto de movimiento según el esquema de caculo de glorietas es el siguiente:

RAMAL	Qe	Qs	Qc
Entrada desde la A-356-R	A1a+A1b	A2a+A2b	-
Salida desde la Gasolinera	A2a	A1a	A2b
Salida del Centro Comercial	A2b	A1b	A1a

RAMAL	Qe	Qs	Qc
Entrada desde la A-356-R	223	272	-
Salida desde la Gasolinera	41	89	231
Salida del Centro Comercial	231	134	89

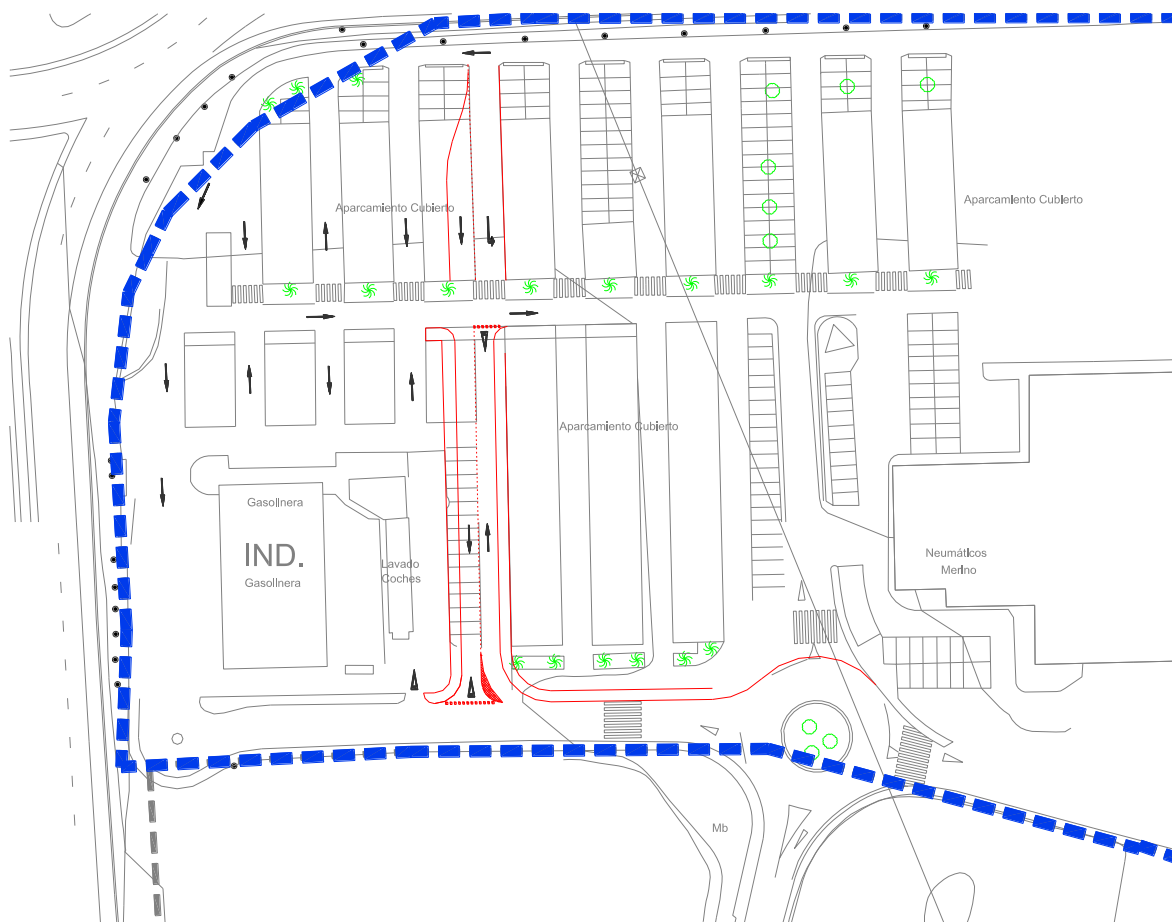
Aplicando la formulación del calculo de glorietas, obtenemos los siguientes resultados:

Nº	RAMAL	Qc	Qs	e	m	c	Qg	Qe	Qe	AQ	dt	NIVE L S.t
1	Entrada desde la A-356-R	0	272	3,25	4	6	155	918	223	695	10,18	B
2	Salida desde la Gasolinera	231	89	3,25	1,3	6	333	484	41	443	13,12	B
3	Salida del Centro Comercial	89	134	3,25	2	6	195	822	231	591	11,08	B

Todos los valores para la glorieta actual son niveles de servicio B.

10.6. CALCULO DE LA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN DEL VIAL DISTRIBUIDOR DE LA ZONA NOROESTE CON LA GASOLINERA.

Con la modificación del emplazamiento del Vial Distribuidor de la zona Noroeste, hay que construir una intersección en “T”, en la que el Vial de entrada y salida de la Estación de Servicio, tenga preferencia sobre la salida del Centro Comercial, para ello aplicaremos el método del “Manual de Capacidad del año 2000”,



10.6.1. Metodología del Cálculo de la Capacidad y Nivel de Servicio.

Se ha empleado el método incluido en el “Manual de Capacidad del año 2000”, para intersecciones sin semáforos con dos accesos regulados por señales de Stop (TWSC), que determina, el nivel de servicio de cada movimiento de la intersección, en función de la demora media, que supone para un vehículo realizar dicho movimiento durante la hora punta.

Los pasos necesarios para la determinación del nivel de servicio son los siguientes:

1. Definir las intensidades horarias de cada movimiento, distinguiendo movimientos prioritarios y no prioritarios.
2. Analizar cada movimiento no prioritario, estableciendo de que movimientos prioritarios depende.

Se aplica la teoría de colas, determinando la capacidad del acceso no preferente (veh/hora) con la siguiente expresión:

$$C = I \cdot \frac{e^{-I \cdot T / 3.600}}{1 - e^{-I \cdot T / 3.600}} \quad \text{Donde:}$$

- C= capacidad del acceso no preferente (vehículos/hora)
- I= intensidad de tráfico de los movimientos a los que se debe ceder el paso (veh/hora)
- T= intervalo crítico (segundos)
- t= intervalo entre vehículos sucesivos (segundos)

Para determinar T:

$$t_c = T_R + \sqrt{\frac{2 \cdot (L + w)}{9,8 \cdot j}} \quad , \text{ donde:}$$

- t_c : Tiempo de cruce (segundos).
- T_R : Tiempo de Reacción, Según la Instrucción de Carreteras 3.1-IC, (2 segundos).
- L: Longitud del vehículos.
 - o 5 m para vehículos ligeros
 - o 10 m para vehículos pesados rígidos
 - o 18 m para vehículos articulados
- W: Anchura total de la calzada que se atraviesa (metros).
- j: la aceleración del vehículos medida en unidades "g", para un vehículos ligero se considera 0,15 m/s².
 - o 0,15 m/s² para vehículos ligeros
 - o 0,075 m/s² para vehículos pesados rígidos
 - o 0,055 m/s² para vehículos articulados

3. Se determina la demora media, mediante la siguiente fórmula:

$$d_t = \frac{3600}{C} + 900 \cdot H \cdot \left[\frac{1}{C} - 1 + \sqrt{\left(\frac{1}{C} - 1\right)^2 + \frac{3600 \cdot I}{450 \cdot H \cdot C^2}} \right] + 5$$

, siendo:

- d= demora media en acceso (segundos)
 - C= capacidad del acceso no preferente (vehículos/hora)
 - I= intensidad de tráfico en el acceso (veh/hora)
 - H= tiempo que transcurre desde que el tráfico alcanzó su nivel actual. Normalmente H=1/4
4. Con el valor de la demora media en el acceso, se determina el nivel de servicio a partir de la siguiente tabla del Manual:

NIVEL	Demora (s)
A	0-10
B	10-15
C	15-25
D	25-35
E	35-60
F	>60

Los Niveles de servicios se ordenan de (A) Optimo a (F) Inadecuado.

PERIODO	INTENSIDAD TRAFICO A CEDER EL PASO I (veh/hora)	DATOS CÁLCULO INTERVALO CRÍTICO		INTERVALO CRÍTICO T (s)	CAPACIDAD (veh/hora)	INTENSIDAD TRAFICO EN EL ACCESO I (veh/hora)	DEMORA (s)	NIVEL DE SERVICIO
ESTADO ACTUAL MODIFICADO	237	L	5	5,40	555	231	14,17	B
		w	3,5					
		j	0,15					
PUESTA EN SERVICIO	256	L	5	5,40	547	269	14,80	B
		w	3,5					
		j	0,15					

Se ha realizado una comprobación denominada, Estado Actual Modificado, en la que se considera que se realiza la intersección en "T", pero no se ejecuta la ampliación del Centro Comercial, así mismo, también se ha realizado considerando dicha ampliación, y en ambos casos resulta un Nivel de servicio B, al igual que ocurría en el apartado anterior del estado actual de la glorieta, que también se obtiene un nivel de servicio B.

11. JUSTIFICACIÓN DE LA MOVILIDAD

El objeto de este apartado en el documento es analizar, el Plan de Movilidad existente del Centro Comercial el Ingenio. La Modificación de Elementos, supone la ampliación del techo edificable en un 10%, por lo que no crea una mayor demanda de usuarios desde el punto de vista de la movilidad. Como se ha demostrado en los apartados anteriores, los niveles de servicio de las carreteras adyacentes como interiores del Centro Comercial, funcionan correctamente, eso se observa en que no se han registrado retenciones en ninguna de las carreteras adyacentes desde la apertura del centro comercial, tan solo se han registrado intensidades importantes en los viales internos y en determinados periodos del año, coincidiendo con campañas específicas de Navidad, Rebajas, etc.

Por tanto una vez comprobado que el transporte privado funciona correctamente, vamos a comprobar el resto de medios de transporte, tales como son, el tranvía, líneas de autobuses, bicicleta y movilidad peatonal.

11.1. MOVILIDAD PEATONAL

Este tipo de movilidad es la mayor utilizada en el Centro Comercial, ya que este se encuentra enclavado en el núcleo urbano de Torre del Mar, las distancias más significativas son:

ITINERARIO	DISTANCIA (KM)
Al Paseo Marítimo	1,9 km
Al Hospital	1,6 Km
Al Centro de Salud	1,5 Km
Al Camping	2,6 Km
Tenencia Alcaldía Torre del Mar	1,1 Km
Ayuntamiento de Vélez Málaga	3,0 Km

Hemos de tener en cuenta que Torre del Mar tiene una población fija de 21.759 habitantes, pero que la época estival duplica su población, llegando a superar a Vélez Málaga, con 39.139 habitantes de forma fija.

El Centro Comercial es completamente accesible tanto desde Vélez Málaga, como desde Torre del Mar, a través de la Avda. Juan Carlos I.

11.2. MOVILIDAD EN BICICLETA

Otro de los aspectos complementarios a la movilidad peatonal es el transporte en bicicleta. La Avda. Juan Carlos I, dispone de un carril bici que une Vélez Málaga, con Torre del Mar y este conecta con el Centro Comercial y con el campo de fútbol municipal.

El centro Comercial Dispone de dos amplias zonas de aparcamiento de bicicletas, una en cada entrada al edificio principal, y en total suman más de 150 plazas.

11.3. TRANSPORTE PÚBLICO URBANO. AUTOBUSES

El centro Comercial el Ingenio, dispone de dos paradas en la entrada del propio centro, en donde se pueden tomar las líneas 1, 2 y 3.

La línea 1, conecta las Localidades de Vélez Málaga y Torre del Mar.

La Línea 2, Conecta Vélez Málaga, con la Caleta de Vélez, a través de Torre del Mar, pasando junto al Centro Comercial.

La Línea 3, Conecta Vélez Málaga, con Almayate, a través de Torre del Mar, pasando junto al Centro Comercial.

11.4. TRANSPORTE PÚBLICO URBANO. TRANVÍA

Otra de las Líneas de transporte que discurren junto al Centro Comercial, es el Tranvía, que figura como la Línea 4. El tranvía también dispone de una parada junto al Centro Comercial.

11.5. CONCLUSIONES, OBJETIVOS Y METAS RESPECTO DE LA MOVILIDAD

Tal como ocurre en el transporte privado, los aspectos de la movilidad, con origen y destino el Centro Comercial son adecuados, aunque siempre es posible mejorar dichos aspectos, se proponen una serie de medidas, para mejorar la movilidad del Centro Comercial el Ingenio.

Dos son los objetivos principales que se plantean desde la concepción de plan de movilidad:

- Promover el uso del transporte público y otros medios de transporte que ahorren más energía y sean más respetuosos con el medioambiente.
- Mejorar la accesibilidad de clientes y trabajadores

Para lograr estos objetivos, se proponen “a priori” una serie de metas y acciones a llevar a cabo:

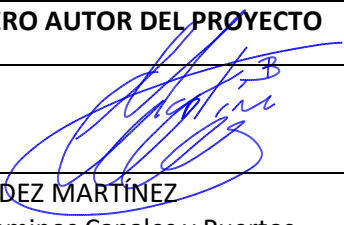
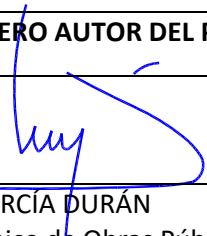
- Mediante acuerdos con las compañías de transporte público existentes:
 - o Mejorar la calidad de los servicios (mejoras en paradas, etc)
 - o Aumentar la frecuencia del transporte
 - o Mejorar/Ampliar los horarios de dichos servicios, en fechas claves (reyes, temporada rebajas, temporada estivales...)
- Promover el coche compartido y el uso eficiente del mismo, mediante la creación de plazas privilegiadas, información a los clientes, etc.
- Mejorar la red de carriles bici y caminos peatonales
- Ofrecer información a los clientes y trabajadores sobre los beneficios de otros medios de transporte alternativo mediante la publicación de folletos, jornadas de concienciación, etc.

12. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE TRÁFICO Y MOVILIDAD

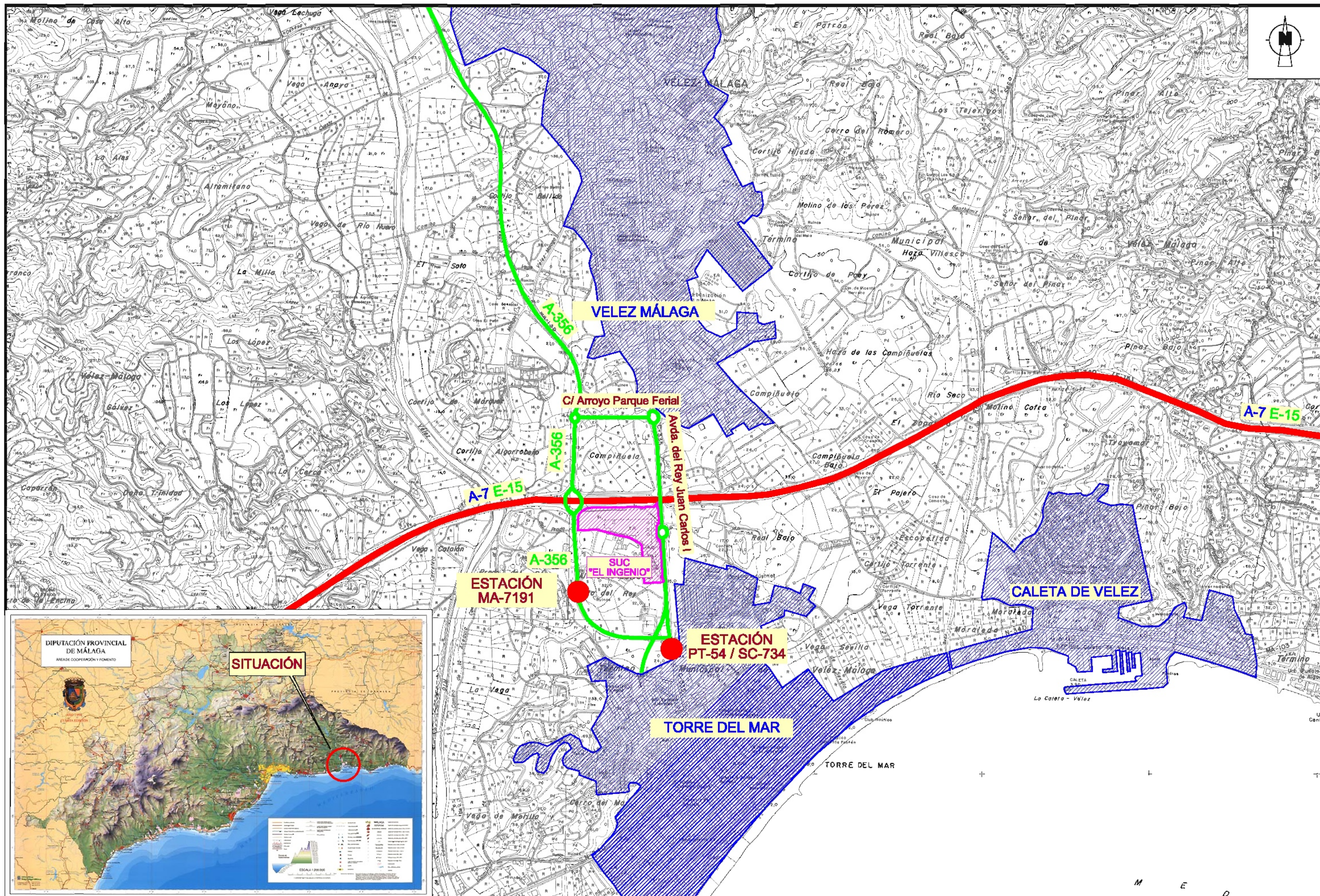
Como se ha comprobado a lo largo de toda la Memoria, La Modificación de Elementos para la Ampliación del Centro Comercial “El Ingenio”, no afecta significativamente a los niveles de Servicio tanto de las carreteras colindantes, la A-356 y la Avda. Juan Carlos I, como de los viales interiores, ya que lo único que implica su ampliación es que adelanta el cambio de los niveles de Servicio Considerados en unos 3 a 5 años. No obstante hemos de tener en cuenta que la simulación se ha realizado suponiendo un incremento del tráfico según la orden ministerial FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, publicada en el B.O.E. Núm 311 de 23 de diciembre de 2010, y que por lo tanto los resultados están muy mayorados ya que según los datos reales de los aforos, la intensidad de tráfico seguía una tendencia de crecimiento negativo.

Desde el punto de vista del Plan de Movilidad del Centro Comercial, este se considera correcto, no obstante, se proponen una serie de actuaciones para mejorar dicho Plan de Movilidad.

Vélez Málaga, junio de 2018

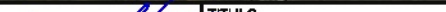
EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO	EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO
	
PEDRO BERMÚDEZ MARTÍNEZ Ingeniero de Caminos Canales y Puertos Ingeniero Técnico de Obras Públicas.	SALVADOR GARCÍA DURÁN Ingeniero Técnico de Obras Públicas.

ANEXO I: PLANOS





LEYENDA GENERAL	
	ÁMBITO DEL SECTOR SG.T-22
	ÁMBITO DE EDIFICABILIDAD

LA PROPIEDAD:  Salsa Grupo Sociedad Azucarera Larios	EL CONSULTOR:  GP GARPUL S.S.L. CIF: B-202.848.208 CALZADA DEL PLANAMIENTO 2, S.L.P.	 inaser Ingeniería y servicios técnicos, S.L.	REDACTORES DEL PROYECTO:  SALVADOR GARCÍA DURÁN (INGENIERO CIVIL) PEDRO BERNARDO MARTÍNEZ (C.C.P. - I.T.O.P.)	TÍTULO: ESTUDIO DE TRÁFICO Y MOVILIDAD, INCLUIDO EN LA MODIFICACIÓN DE ELEMENTOS DEL P.G.O.U. DE VÉLEZ MÁLAGA, PARA LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO COMERCIAL EL INGENIO. VÉLEZ MÁLAGA, MÁLAGA	CÓDIGO: IN16-006.0/3	PLANO: ÁMBITO ACTUACIÓN ACTUAL	FECHA: JUNIO 2018	SUSTITUYE A:	REVISIÓN:
				Nº PLANO: 2	ESCALA: 1/3.500		ANULADO FECHA:	FECHA RY:	



LEYENDA GENERAL

- ÁMBITO DEL SECTOR SG.T-22
- ÁMBITO DE EDIFICABILIDAD
- VIALES ESTRUCTURALES PREVISTOS EN LA REVISIÓN DEL P.G.O.U.
- VIALES PROPUESTOS PARA ESTA MODIFICACIÓN

