



TÍTULO:

Estudio de Tráfico del Sector SUS-G1 "San Julián" del PGOU, en el T.M. de Málaga (MÁLAGA)

Autor del estudio:

José Acosta Muñoz
INGENIERO DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS

IDEA
CONSULTORIA Y URBANISMO S.L.

FEBRERO 2022

Propiedad:

ALEO INVERGESTIÓN S.A.
HARRI HEGOALDE 2 S.A.U.
GRANJAS SAN JULIÁN S.L.
RIOS INNOVACIÓN MÁLAGA 18 S.L.
URBANIZACIONES Y JARDINES S.L.

INDICE

1.- ANTECEDENTES.....	3
2.- OBJETO	3
3.- PLANTEAMIENTO GENERAL DEL INFORME	4
4.- CONFIGURACIÓN Y ACCESOS DEL ENLACE	7
5.- TRÁFICO ACTUAL	14
6.- PROGNOSIS DEL TRÁFICO FUTURO.....	40
6.1 Evolución Natural del Tráfico:	40
6.2 Tráfico Generado por el Futuro Sector SUS-G1 “San Julián”.....	42
7.- NIVEL DE SERVICIO DE LA GLORIETA.....	45
7.1 Glorieta Central. Estado Actual:	50
7.2 Glorieta Central. Horizonte de 10 años sin Desarrollo del Sector SUS-G1:.....	55
7.3 Glorieta Central. Horizonte de 10 años Considerando el Desarrollo del Sector SUS-G1:	59
7.4 Glorieta Central. Horizonte de 20 años sin Desarrollo del Sector SUS-G1:.....	64
7.5 Glorieta Central. Horizonte de 20 años Considerando el Desarrollo del Sector SUS-G1:	68
7.6 Glorieta Central. Horizonte de 30 años sin Desarrollo del Sector SUS-G1:.....	73
7.7 Glorieta Central. Horizonte de 30 años Considerando el Desarrollo del Sector SUS-G1:	77
8.- ANÁLISIS DEL RAMAL DE ENTRADA DE LA MA-23 (AEROPUERTO) EN EL VIAL DE SERVICIO DE LA MA-20 SENTIDO MÁLAGA.....	82
9.- ANÁLISIS DE LOS RAMALES DE ENTRADA Y SALIDA DE LA AUTOVÍA MA-20.....	89
9.1. Nivel de servicio para el estado actual de la MA-20 sentido Algeciras sin considerar el desarrollo del sector SUS-G1:.....	98
9.2. Nivel de servicio para el estado actual de la MA-20 sentido Málaga sin considerar el desarrollo del sector SUS-G1:.....	103
9.3. Nivel de servicio para un horizonte de 10 años de la MA-20 sentido Algeciras sin considerar el desarrollo del sector SUS-G1:.....	108
9.4. Nivel de servicio para un horizonte de 10 años de la MA-20 sentido Algeciras considerando el desarrollo del sector SUS-G1:	114
9.5. Nivel de servicio para un horizonte de 10 años de la MA-20 sentido Málaga sin considerar el desarrollo del sector SUS-G1:	121
9.6. Nivel de servicio para un horizonte de 10 años de la MA-20 sentido Málaga considerando el desarrollo del sector SUS-G1:	126
9.7. Nivel de servicio para un horizonte de 20 años de la MA-20 sentido Algeciras sin considerar el desarrollo del sector SUS-G1:	132

9.8. Nivel de servicio para un horizonte de 20 años de la MA-20 sentido Algeciras considerando el desarrollo del sector SUS-G1:	139
9.9. Nivel de servicio para un horizonte de 20 años de la MA-20 sentido Málaga sin considerar el desarrollo del sector SUS-G1:	145
9.10. Nivel de servicio para un horizonte de 20 años de la MA-20 sentido Málaga considerando el desarrollo del sector SUS-G1:	152
9.11. Nivel de servicio para un horizonte de 30 años de la MA-20 sentido Algeciras sin considerar el desarrollo del sector SUS-G1:	158
9.12. Nivel de servicio para un horizonte de 30 años de la MA-20 sentido Algeciras considerando el desarrollo del sector SUS-G1:	165
9.13. Nivel de servicio para un horizonte de 30 años de la MA-20 sentido Málaga sin considerar el desarrollo del sector SUS-G1:	171
9.14. Nivel de servicio para un horizonte de 30 años de la MA-20 sentido Málaga considerando el desarrollo del sector SUS-G1:	178
10.- RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	184

1.- ANTECEDENTES

Se redacta el presente Estudio por encargo de las empresas ALEO INVERGESTIÓN S.A., HARRI HEGOALDE 2 S.A.U., GRANJAS SAN JULIAN S.L., RIOS INNOVACIÓN MÁLAGA 18 S.L. y URBANIZACIONES Y JARDINES S.L. y tiene por objeto realizar un análisis de la afección que tendrá en la red de carreteras del Estado existente y futura, el desarrollo del Sector SUS-G1 "San Julián", en el T.M. de Málaga, dando cumplimiento a la Orden Ministerial FOM/2873/2007, de 24 de septiembre.

2.- OBJETO

Este estudio de tráfico tiene por objeto realizar un análisis de los desplazamientos motorizados generados y atraídos por el futuro desarrollo del Sector SUS-G1 "San Julián", así como su afección a la red de carreteras del Estado que discurren en las proximidades del Sector, es decir, sobre la **Autovía MA-20** y la **Autovía MA-23 de acceso al Aeropuerto de Málaga**. Se tienen en cuenta los últimos cambios del tramo de la Autovía MA-20 sentido Algeciras, en el que se ha añadido un vial de trenzado con dos carriles de circulación entre la incorporación desde el Enlace 3 "MA-23 Aeropuerto / San Julián / Guadalmar / Villa Rosa" y la salida del Enlace 1 "Parador de Golf / MA-21 / A-404 Coín". Hay que notar que la MA-21 es una carretera urbana competencia del Ayuntamiento de Málaga.

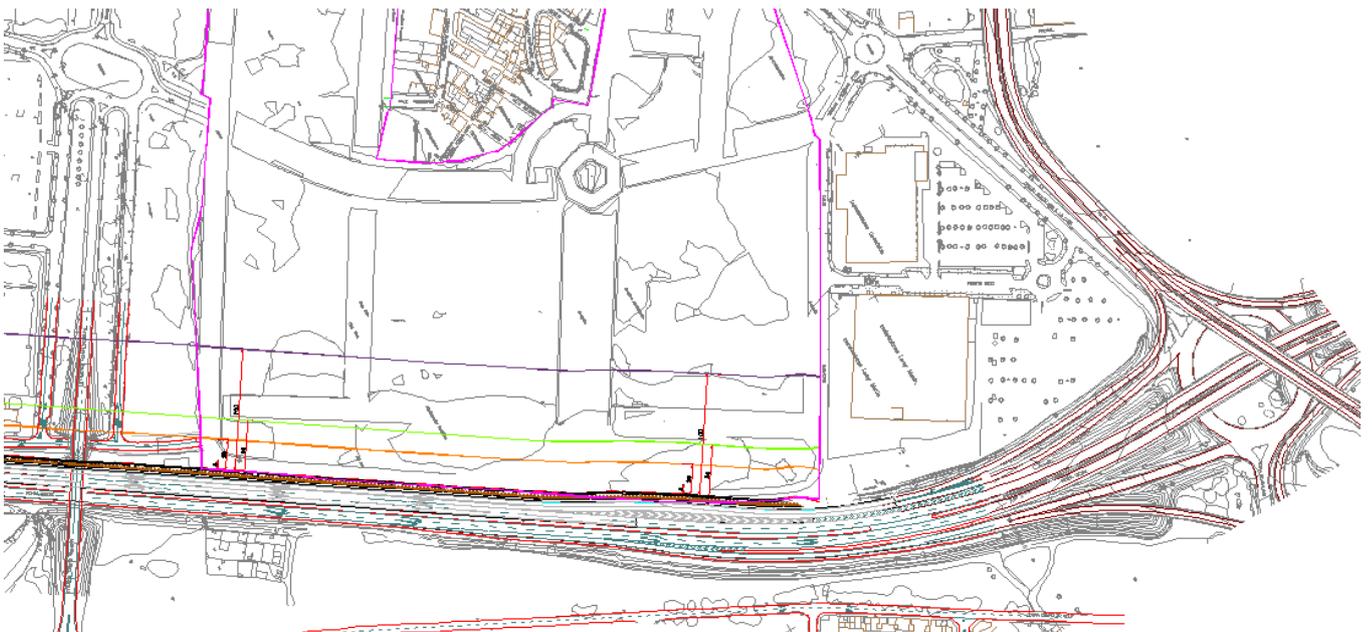


Ilustración 1. Línea de Servidumbre, Edificación y Policía del tramo afectado de la MA-20



Ilustración 2. Situación del Sector SUS-G1 “San Julián”

3.- PLANTEAMIENTO GENERAL DEL INFORME

De acuerdo al planeamiento y diseño del Sector SUS-G1 “San Julián” con un vial principal, “Vial 3” compuesto de 4 carriles, 2 para cada sentido de circulación separados por una mediana y sin aparcamiento, para aumentar así su capacidad. Y cuya función es dirigir todo el tráfico de entrada y salida del Sector hacia la Autovía MA-20, más concretamente al enlace 3 correspondiente a la Glorieta de San Julián – Guadalmar.

Teniendo en cuenta este diseño, se prevé que el tráfico generado por el futuro desarrollo del Sector SUS-G1 “San Julián” afecte principalmente a las Autovías del Estado MA-20 y MA-23, pudiendo considerarse despreciable su afección sobre la Autovía MA-21.

Para determinar la incidencia que tendrá el nuevo desarrollo urbanístico en las Autovías MA-20 y MA-23, se estudiará su afección sobre el enlace 3 común a las dos Autovías. El nivel de servicio de este enlace vendrá condicionado por el nivel de servicio de la Glorieta de San Julián – Guadalmar que distribuye el tráfico de entrada y salida de los ramales de la Autovía MA-20.

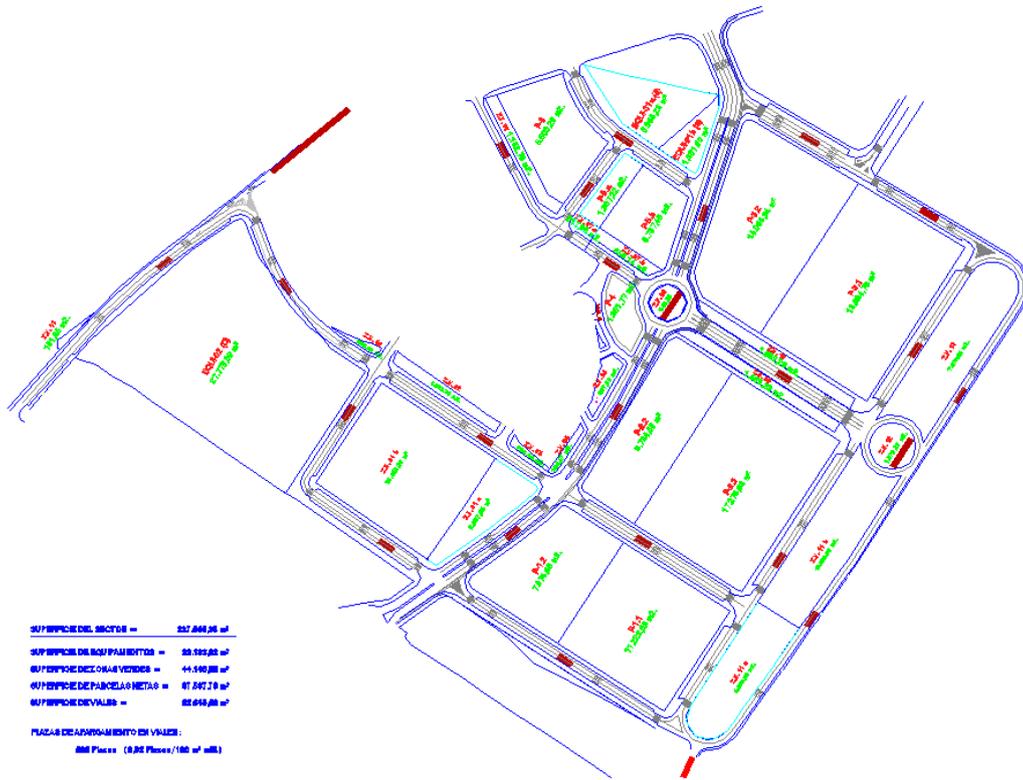


Ilustración 3. Zonificación del Sector SUS-G1 y situación del Vial 3

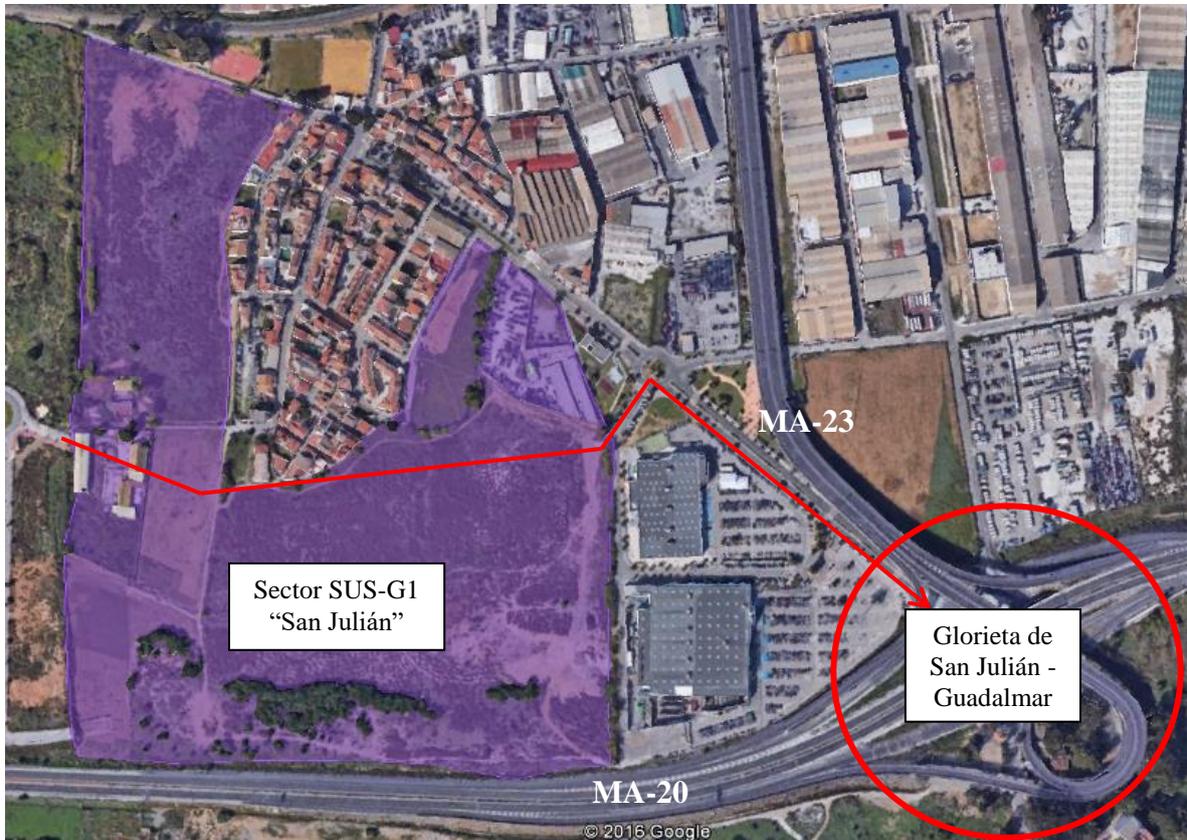


Ilustración 4. Situación de la Glorieta San Julián – Guadalmar respecto a la posición del Sector SUS-G1



Ilustración 5. Glorieta de San Julián – Guadalmar correspondiente al Enlace 3 de la Autovía MA-20

Un mal funcionamiento de esta glorieta provocará una congestión en los ramales de salida de la Autovía MA-20 que se podrá propagar hasta alcanzar los ramales de entrada y salida de la Autovía MA-23 que unen con estos.

Para determinar el nivel de servicio de esta Glorieta se ha seguido una metodología clásica para este tipo de Estudio, que comprende las siguientes etapas:

1. Análisis del tráfico actual, en base esencialmente a los datos de tráfico obtenidos para las Autovías MA-20 y MA-23 que limitan el Sector de San Julián, utilizando para ello los Mapas de Intensidades de Tráfico, Accesos y Provinciales de la Red de Carreteras del Estado y Red Autonómica Principal del Ministerio de Fomento.
2. Análisis y estimación del tráfico de las zonas de influencia del enlace estudiado y colindantes con el Sector SUS-G1 "San Julián", en el cual no hay datos de aforo disponibles.

3. Análisis y estimación del tráfico total previsto sobre el enlace estudiado de la Autovía MA-20 y MA-23 y cálculo de su capacidad y/o nivel de servicio.
4. Prognosis de la evolución natural del tráfico del enlace con hipótesis de horizonte de 10, 20 y 30 años.
5. Estimación del tráfico generado por el futuro desarrollo del Sector SUS-G1 “San Julián”, suponiendo que el completo desarrollo de este Sector sucede en un horizonte de 10 años.
6. Cálculo del tráfico total, la capacidad y/o nivel de servicio del tramo de la Autovía MA-20 y MA-23 afectado por el enlace estudiado, para un horizonte de 10, 20 y 30 años, teniendo en cuenta el futuro desarrollo del Sector SUS-G1 “San Julián”. Se estudia por tanto una horquilla de 20 años después del completo desarrollo del Sector.

4.- CONFIGURACIÓN Y ACCESOS DEL ENLACE

El enlace situado en el Pk. 3 de la MA-20 corresponde a un enlace tipo trompeta con rotonda central para cambio de sentido, correspondiente a la salida 3 “*MA-23 Aeropuerto / San Julián / Guadalmar / Villa Rosa*” (ver *Ilustración 6*). Consta para cada sentido de la Autovía MA-20, de ramales de entrada y salida, siendo la conexión entre la Autovía MA-20 y MA-23 mediante enlace tipo trompeta, y entre la MA-20 y “*San Julián / Guadalmar / Villa Rosa*” mediante ramales que convergen en la glorieta central.

Hay que destacar que a excepción de la incorporación a la Autovía MA-20 sentido Algeciras que se realiza a través de un vial de trenzado con dos carriles de circulación, los demás ramales constan de un único carril que se desdobra a una cierta distancia para conectar con la MA-23 y con la glorieta central. Estas distancias varían entre los 170 metros del desdoble del ramal de salida de la MA-20 sentido Algeciras y los 400 metros de los desdobles de los ramales de salida e incorporación de la MA-20 sentido Málaga.



Ilustración 6. Enlace 3 de la Autovía MA-20

La configuración de los ramales de entrada y salida para cada sentido de la MA-20 en este enlace 3 es la siguiente:

- **Autovía MA-20 sentido Algeciras:**

El ramal de salida 3 de la Autovía MA-20 sentido Algeciras, "MA-23 Aeropuerto / San Julián / Guadalmar / Villa Rosa", es de tipo paralelo con una longitud de 170 m hasta el desdoble del ramal de incorporación a la autovía MA-23 (ver Ilustración 7).



Ilustración 7. Ramal directo de salida 3 de la MA-20 sentido Algeciras.



Ilustración 8. Desdoble del ramal hacia la Autovía MA-23 y hacia la glorieta central del Enlace 3

La incorporación desde el enlace 3 a la Autovía MA-20, sentido Algeciras, es a través de un vial de trenzado de dos carriles de circulación que aglutina el ramal de salida de la Autovía MA-23 "Aeropuerto" y el ramal de incorporación a la MA-20 desde la glorieta central del Enlace 3 "San Julián / Guadalmar / Villa Rosa" (ver *Ilustración 9*). La longitud total de este vial de trenzado es de 1.350 metros.



Ilustración 9. Vial de trenzado con dos carriles de circulación para incorporación a la Autovía MA-20 sentido Algeciras

- **Autovía MA-20 sentido Málaga:**

El ramal de salida 3 de la Autovía MA-20 sentido Málaga, "MA-23 Aeropuerto / San Julián / Guadalmar / Villa Rosa", es de tipo paralelo con una longitud de 400 m hasta el desdoble del ramal de incorporación a la autovía MA-23 (ver *Ilustración 11*).



Ilustración 10. Ramal directo de salida 3 de la MA-20 sentido Málaga.



Ilustración 11. Desdoble del ramal hacia la autovía MA-23 y hacia la glorieta central del Enlace 3

La incorporación desde el enlace 3 a la Autovía MA-20, sentido Málaga, es a través de un carril de aceleración tipo paralelo (ver *Ilustración 12*), con una longitud de 98 m desde la salida de la glorieta central del enlace hasta su confluencia con el ramal de salida de la autovía MA-23 (ver *Ilustración 13*). La longitud total del ramal de incorporación a la MA-20 desde la salida de la glorieta central del enlace es de 525 metros.



Ilustración 12. Carril de aceleración tipo paralelo para incorporación a la Autovía MA-20 sentido Málaga



Ilustración 13. Confluencia con ramal de salida de la Autovía MA-23 sentido Málaga

La configuración de los accesos de la glorieta central del enlace, recorridas en sentido horario, es la siguiente (ver *Ilustración 14*):

1. Sentido Norte de la glorieta, viales de servicio de entrada y salida de la Autovía MA-20 sentido Málaga y Algeciras respectivamente. El vial de servicio de entrada a la Autovía MA-20 sentido Málaga consta de un único carril de salida de la glorieta (CONEX-1s), mientras el vial de servicio de salida de la Autovía MA-20 sentido Algeciras se une a la glorieta, (CONEX-1e), a través de dos carriles, más uno adicional tipo bypass que conecta con la Carretera de acceso al Polígono Villa Rosa (CONEX-5).
2. Sentido Sureste de la glorieta, la Carretera de Guadalmar (CONEX-2), que da acceso a la población de Guadalmar y a la zona de playa. La configuración de su entronque con la glorieta es a través de un carril de entrada y uno de salida separados por isleta.
3. Sentido Sur de la glorieta, viales de servicio de salida y entrada a la Autovía MA-20 sentido Málaga y Algeciras respectivamente. El vial de servicio de salida de la Autovía MA-20 sentido Málaga consta de dos carriles de entrada a la glorieta (CONEX-3e), mientras el vial de servicio de incorporación a la Autovía MA-20 sentido Algeciras se une a la glorieta, (CONEX-3s), a través de un único carril de salida.
4. Sentido Suroeste, calle Camino Guadalmar a la Loma (CONEX-4), que da acceso a la zona comercial de Leroy Merlin y Decathlon así como a la población de San Julián y al futuro Sector SUS- G1 "San Julián", objeto de este Proyecto. La configuración de su entronque con la glorieta es a través de un carril de salida y un carril de entrada, más un carril adicional tipo bypass que conecta con el vial de servicio de salida a la Autovía MA-20 sentido Algeciras (Conex-3s). Hay que notar que los carriles de entrada y salida de la glorieta están separados por una gran isleta.
5. Sentido Noroeste de la glorieta, la Carretera de Guadalmar (CONEX-5), que da acceso al polígono industrial Villa Rosa. La configuración de su entronque con la glorieta es a través de un carril de entrada y uno de salida separados por isleta.

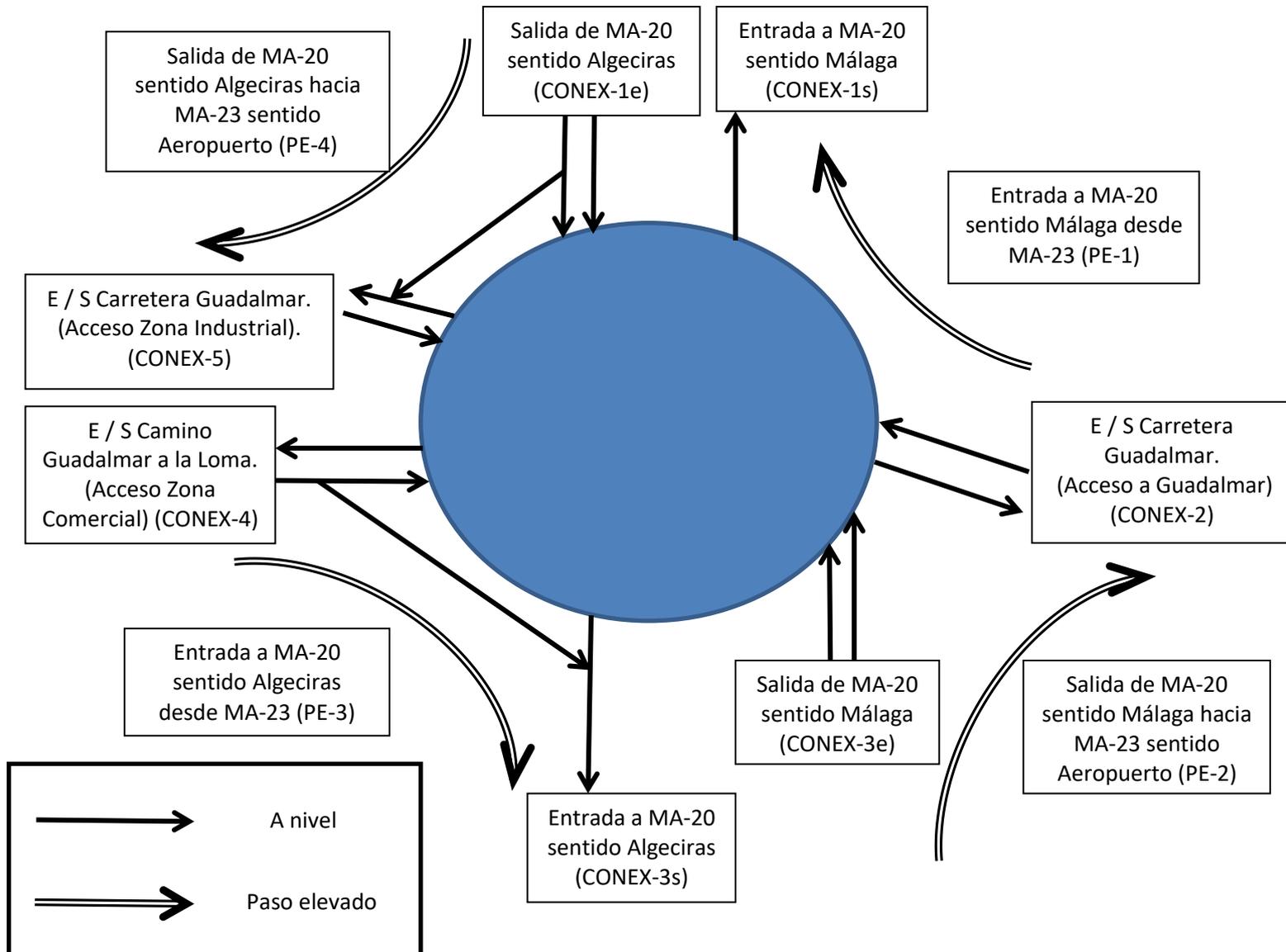


Ilustración 14. Esquema de configuración de los accesos a la Glorieta San Julián - Guadalmar

5.- TRÁFICO ACTUAL

Los datos sobre el tráfico actual que soportan las autovías MA-20 y MA-23 se han obtenido para la zona de estudio utilizando el visor web de la Dirección General de Carreteras (Ministerio de Fomento), (<https://mapas.fomento.gob.es/mapatrafico/2019/>), correspondiente al año 2019. Los valores dados para las estaciones de aforo más cercanas son los siguientes:

- **Estación de Aforo (MA-20): MA-274-0**

Los valores obtenidos para esta estación de aforo, son los siguientes
(ver *Ilustración 15*):

Pk. = 1,90 (Pemanente)

IMD = 81.181 veh/día

IMD Vehículos Ligeros = 78.645 veh/día

Porcentaje de Vehículos Pesados = 3,12 %

IMD de Vehículos Pesados = 2.536 veh/día

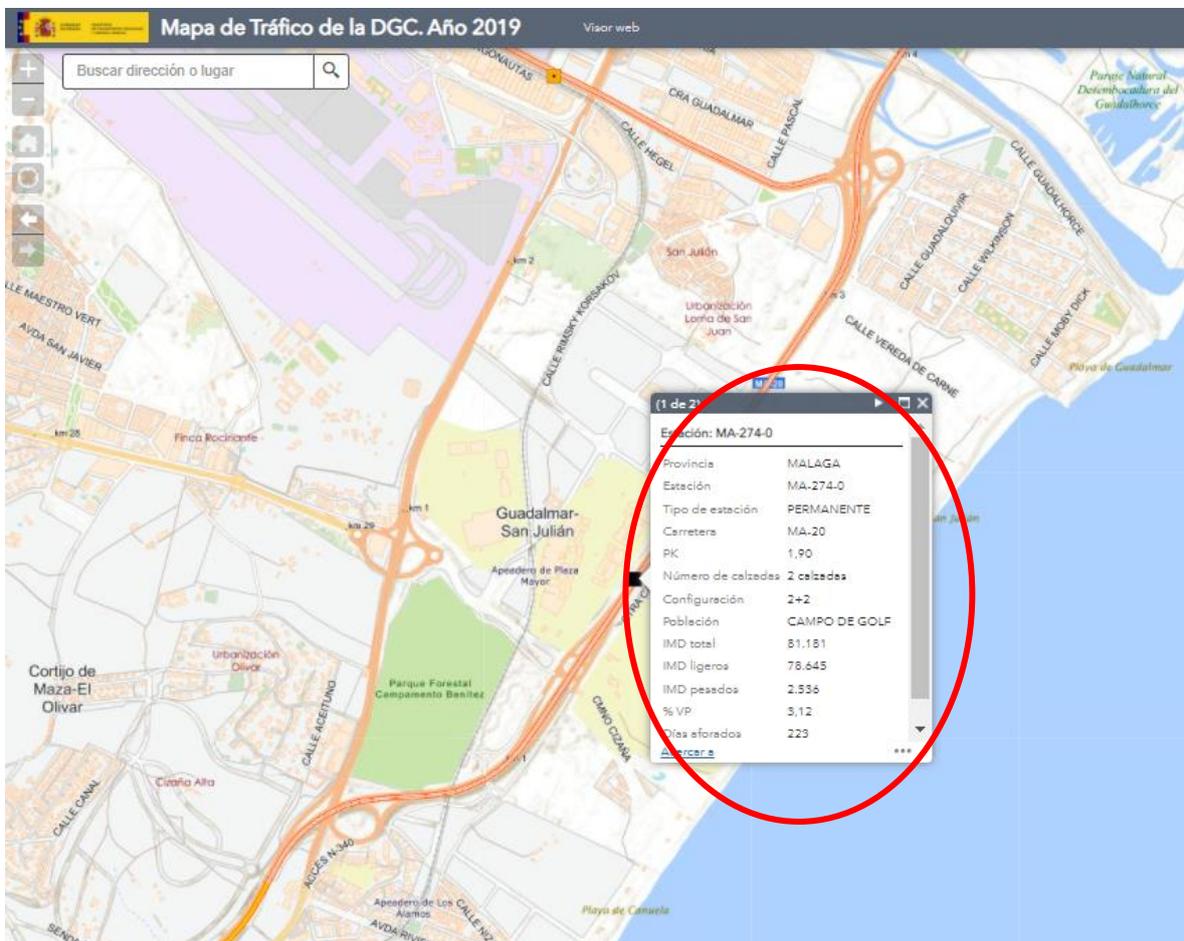


Ilustración 15. Datos Estación de Aforo MA-274-0 del Visor Web de la DGC 2019 (MFOM)

Siendo esta estación la representativa del tramo estudiado, de acuerdo al Visor Web de la DGC:

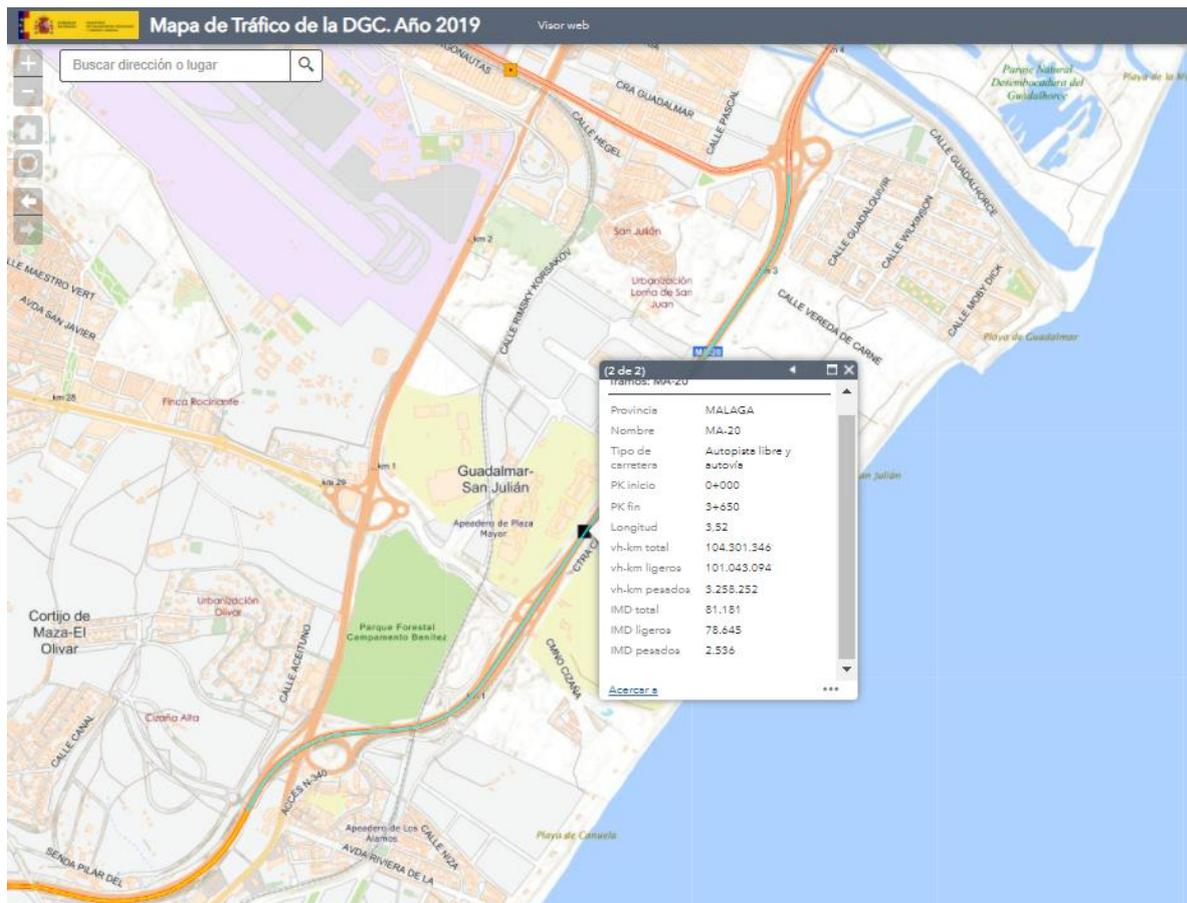


Ilustración 16. Tramo representativo de la estación MA-274-0, Visor Web de la DGC 2019 (MFOM)

- Estación de Aforo (MA-23): MA-42-5

En cuanto al tráfico que soporta la Autovía del Aeropuerto MA-23, Los valores obtenidos para esta estación de aforo, son los siguientes (ver *Ilustración 17*):

Pk. = 1,19 (Permanente)

IMD = 16.366 veh/día

IMD Vehículos Ligeros = 15.415 veh/día

Porcentaje de Vehículos Pesados = 5,81 %

IMD de Vehículos Pesados = 951 veh/día

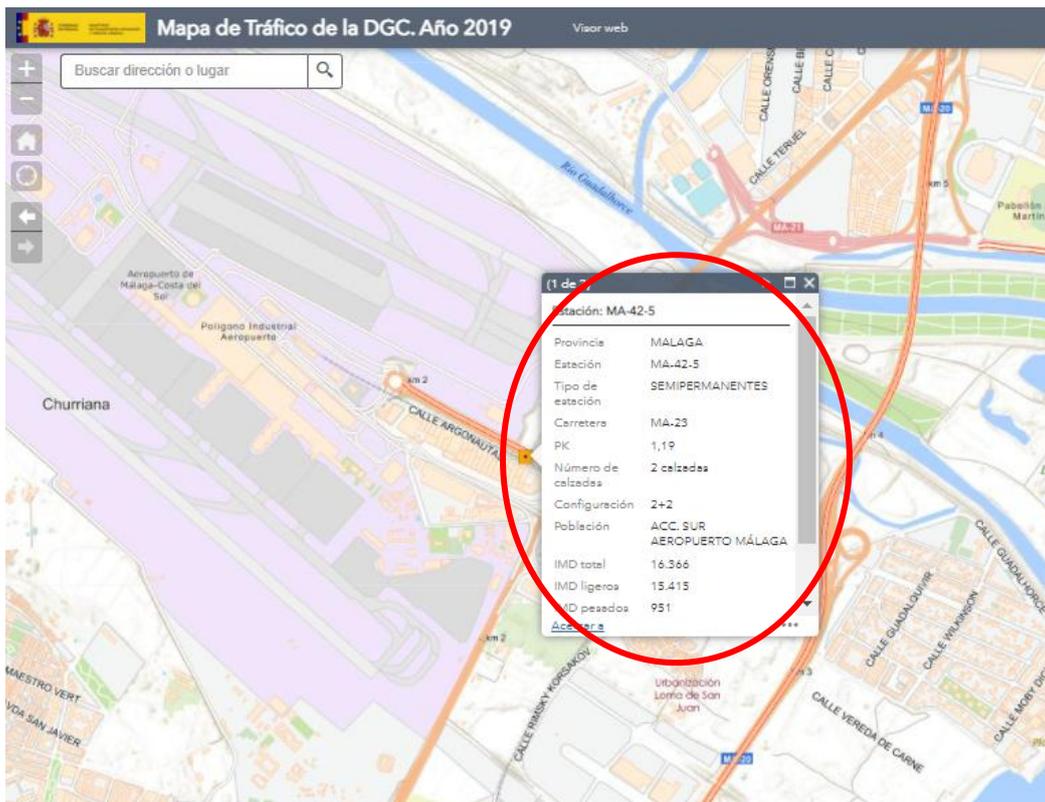


Ilustración 17. Datos Estación de Aforo MA-42-5 del Visor Web de la DGC 2019 (MFOM)

Siendo esta estación la representativa del tramo estudiado, de acuerdo al Visor Web de la DGC:

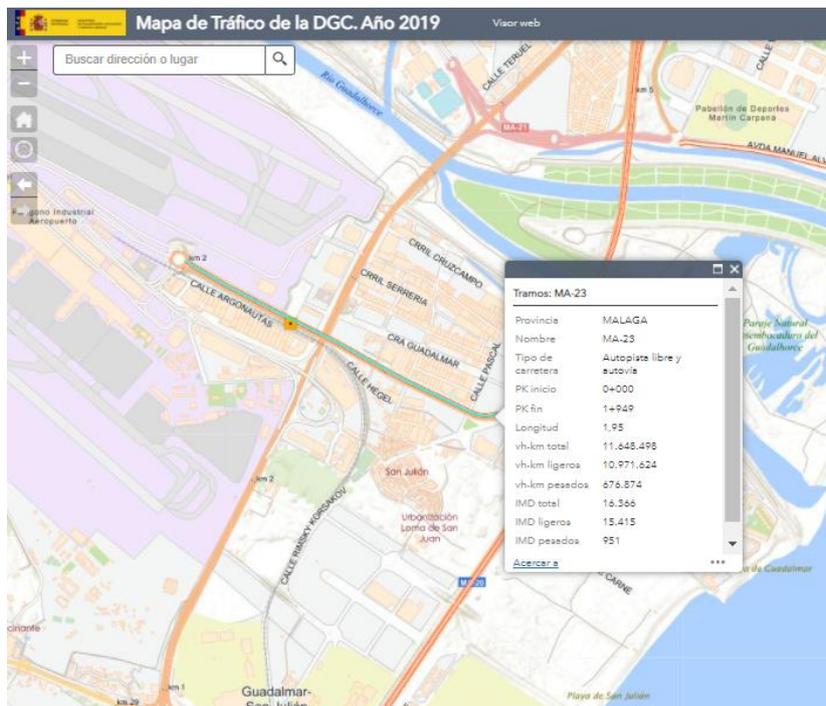


Ilustración 18. Tramo representativo de la estación MA-42-5, Visor Web de la DGC 2019 (MFOM)

Hay que notar que a fecha de redacción de este Anejo de Tráfico, no se ha publicado aún el Mapa General de Tráfico correspondiente al año 2019, y que los valores de IMD presentes en el Mapa General de Tráfico 2018 para las estaciones de aforo MA-274-0 y MA-42-5 son inferiores a los recogidos por el visor web. Por lo tanto del lado de la seguridad nos quedamos con el valor más desfavorable.

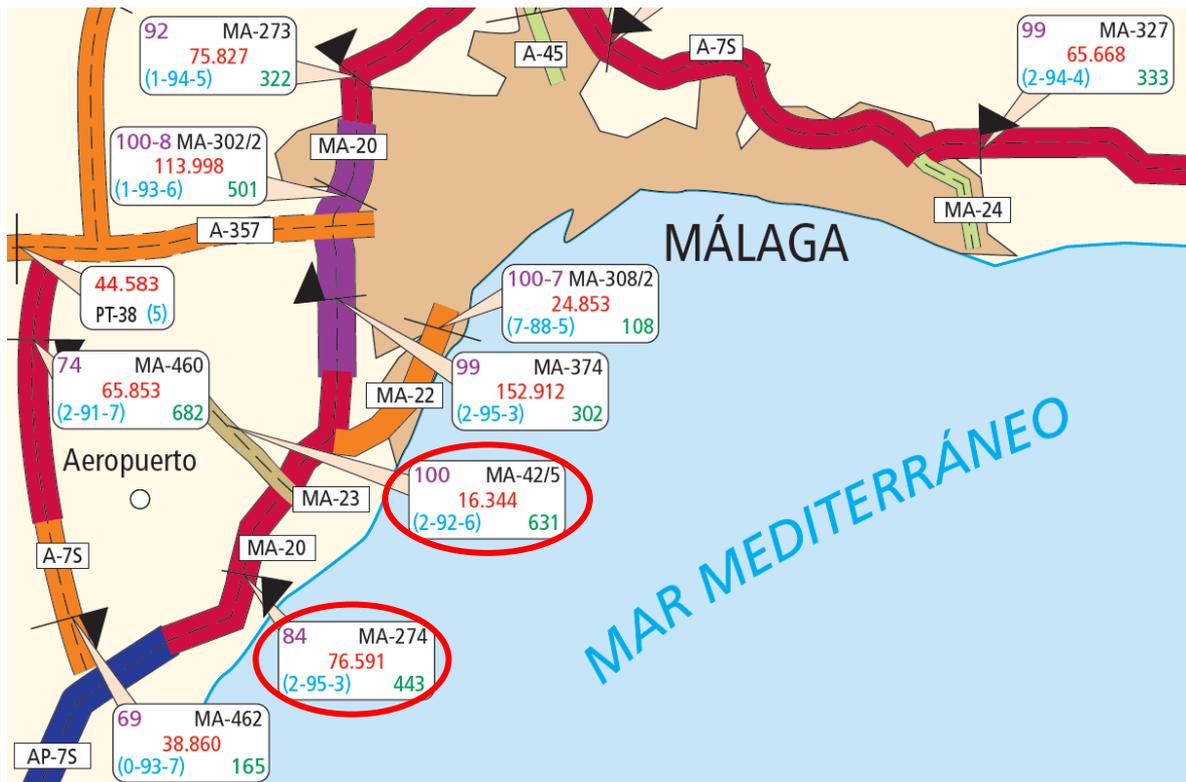


Ilustración 19. Datos Estación de Aforo MA-274-0 y MA-42-5 del Mapa General 2018 (MFOM)

También hay que tener en cuenta la incidencia que tienen la carretera autonómica A-404 Coín y la carretera urbana MA-21 sobre la salida 1 "Parador de Golf / MA-21 / A-404 Coín" del vial de trenzado, dado que ésta es la salida natural del tráfico que circula por la MA-20 sentido Algeciras y se dirige a Churriana / Alhaurín de la Torre / Alhaurín el Grande / Coín o bien conecta con la MA-21.

Hay que notar que la conexión natural desde Málaga con la A-404 Coín es a través de la carretera urbana MA-21 que conecta además en sus extremos con la MA-20. Por tanto los usuarios de esta salida 1 cuyo destino sea una de estas dos carreteras A-404 o MA-21 se circunscribirán al tramo comprendido entre el Pk. 0+000 y Pk. 5+500 de la MA-20 y su zona de influencia.



Ilustración 20. Salida 1 de la MA-20 “Parador de Golf / MA-21 / A-404 Coín”



Ilustración 21. Planta de la Salida 1 de la MA-20 y sus Conexiones

Los datos sobre el tráfico actual que soporta la Carretera A-404 proceden de la Estación de Aforo pT-71 perteneciente a la Red Autonómica de Estaciones de Aforo de Andalucía, y se han obtenido del Mapa de Intensidades de Tráfico de la Red Autonómica de Carreteras de Andalucía correspondiente al Plan de Aforos 2019.

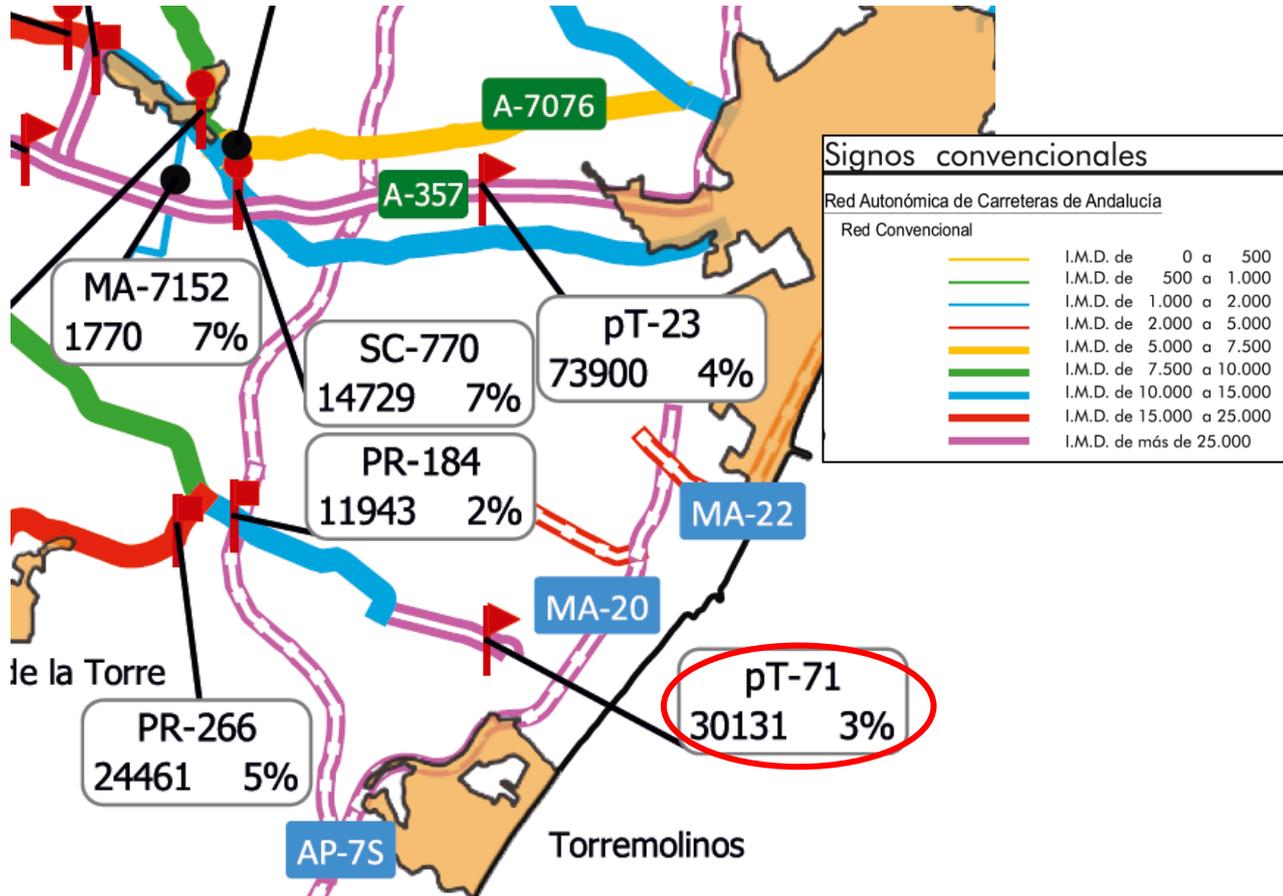
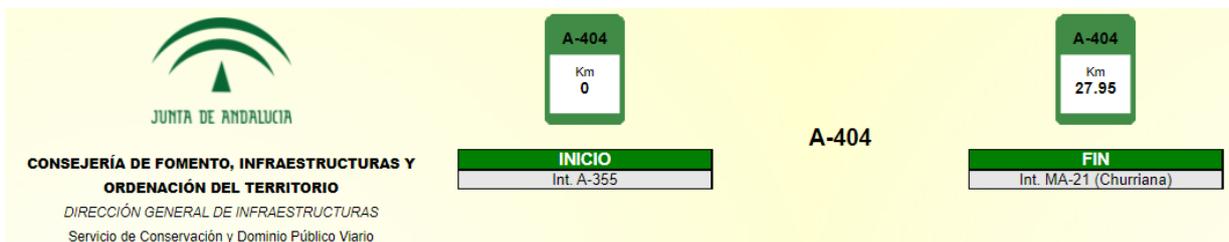


Ilustración 22. Datos Estación de Aforo pT-71 del Mapa de Tráfico Provincia de Málaga 2019 (Consejería de Obras Públicas y Vivienda. Junta de Andalucía)

Sí se consulta el visor web de Mapas de Aforo de la Junta de Andalucía (<http://mapea4-sigc.juntadeandalucia.es/mapea>), se observa como los datos que se recogen del mismo se encuentran desactualizados y se corresponden con el mapa de aforos de 2018:



ESTACIÓN	IDENTIFICACIÓN	PROVINCIA	SITUACIÓN	PK	IMD	% PES	AFÍN
pT-71	29017071	MALAGA	CHURRIANA - N-340	29+000	27.993	3,25%	-
PR-113	29827113	MALAGA	ALHAURIN G.-ALHAURIN T.	15+400	4.493	3,01%	pT-53
PR-184	29837184	MALAGA	A-7052 - CHURRIANA	25+100	12.369	2,01%	pT-71
PR-266	29837266	MALAGA	AL. TORRE - CHURRIANA	24+200	25.196	4,98%	pT-71
SC-723	29627023	MALAGA	COIN-ALHAURIN G.	3+800	9.613	4,89%	pT-38

Estación de Aforo: pT-71

IMD = 27.993 veh/día

Porcentaje de Vehículos Pesados = 3,25 %

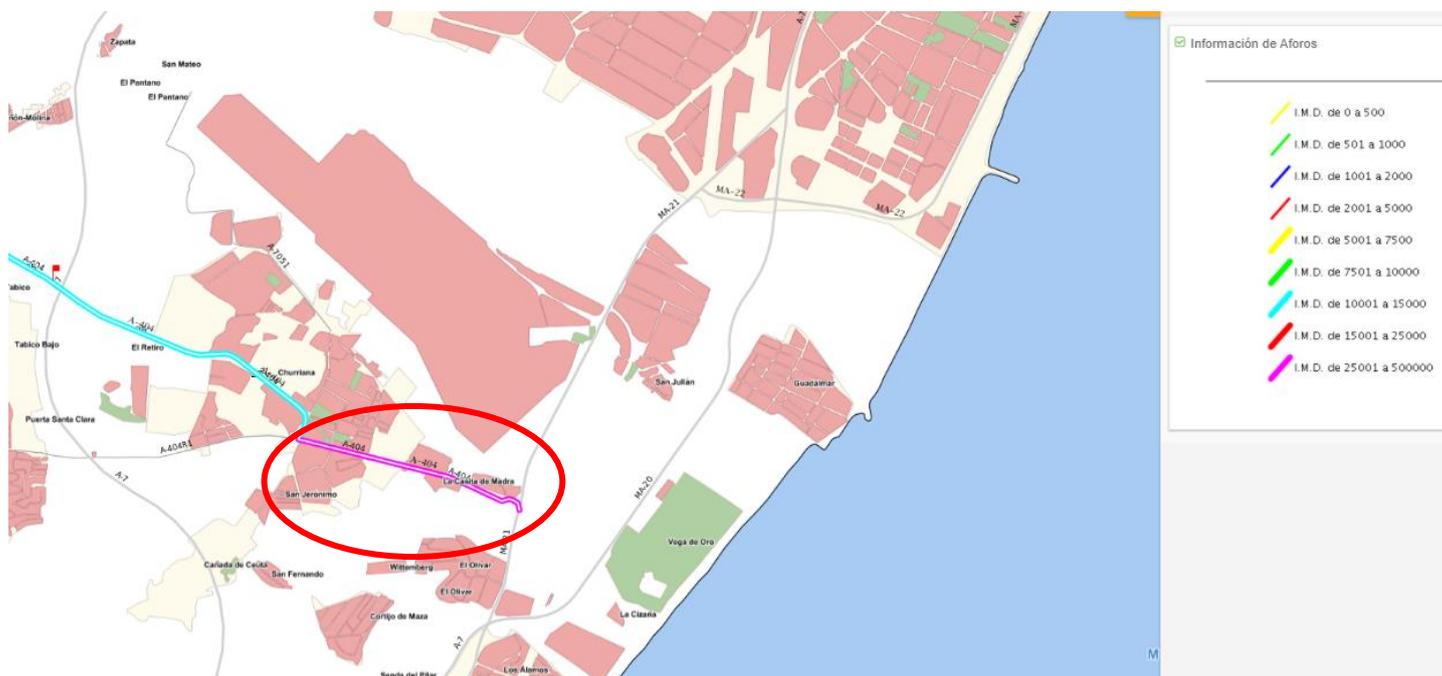


Ilustración 23. Tramo A-404 visor web de Mapas de Aforo de la Junta de Andalucía (2018)

Si se comparan los datos obtenidos en el visor web no actualizado (2018), con los del último mapa de intensidades de tráfico publicado por la Junta de Andalucía, correspondiente al año 2019, se ve que se ha producido un aumento en la IMD de la carretera A-404 y una disminución en el porcentaje de vehículos pesados que la transitan. Por tanto adoptamos del lado de la seguridad el máximo de los dos últimos años:

$IMD_{A-7176} = 30.131 \text{ veh/día}$

Porcentaje de Vehículos Pesados = 3,25 %

En cuanto a los datos sobre el tráfico actual que soporta la Carretera Urbana MA-21 hay que notar que no se han encontrado sobre la misma, datos publicados de aforo en el Área de Movilidad del Ayuntamiento de Málaga. Las estaciones de aforo más cercanas a la

MA-21 se sitúan sobre su prolongación con la Avenida Velázquez y son la número 64 y 65 (ver *Ilustración 24*).

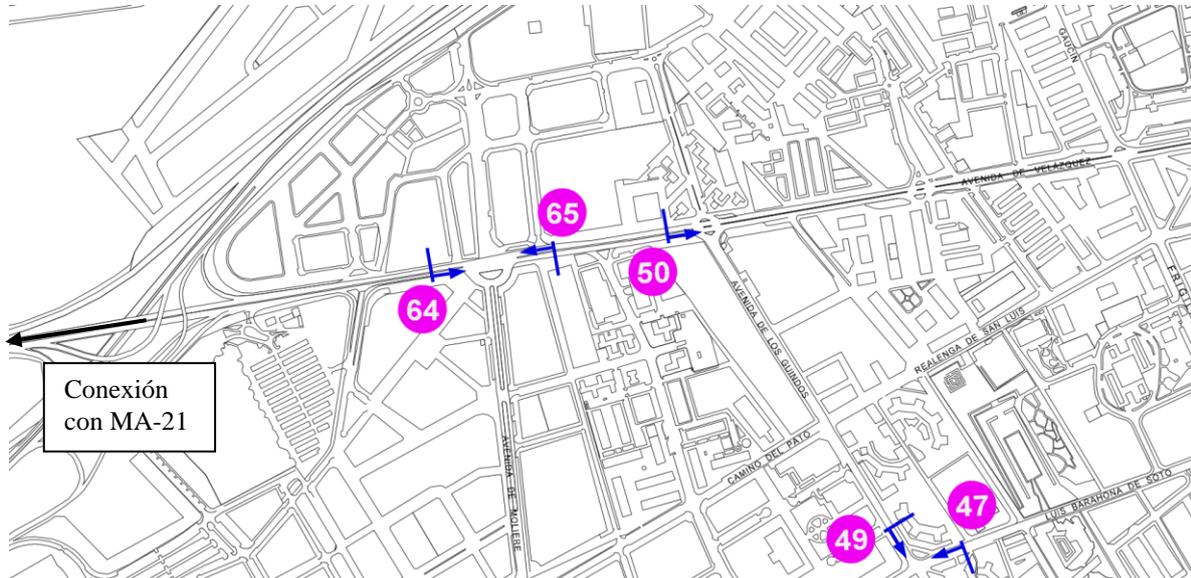


Ilustración 24. Ubicación de las estaciones de aforo más cercanas correspondientes a la Red de Estaciones de Aforo del Área de Movilidad del Ayuntamiento de Málaga

Los datos más actualizados sin encontrarse afectados por las restricciones impuestas por la epidemia de COVID-19, se corresponden al 3er cuatrimestre del 2019.

PM	Ubicación	I.M.D.L	I.M.D.S	I.M.D.D	I.M.H.P.L	H.P.L.M.	I.M.H.P.S	H.P.S.M.	I.M.H.P.D	H.P.D.M.
64	Avda Velázquez- Avda Molire- Este	23.673	20.293	15.928	1.945	18:00	1.609	13:00	1.398	18:00
65	Avda Velázquez- Avda Molire- Oeste	18.612	16.454	13.192	1.238	14:00	1.207	13:00	1.000	13:00

Por lo tanto, en una primera aproximación, se puede considerar una IMD de 42.285 veh/día en la Avda. Velázquez, prolongación de la MA-21. A este tráfico habría que añadir el tráfico procedente de la MA-20 que toma la salida-bifurcación 5A hacia la MA-21.

Si se consulta la estación de aforo más cercana a esta bifurcación, MA-374-0, en el visor web de la Dirección General de Carreteras (Ministerio de Fomento) correspondiente al año 2019, (<https://mapas.fomento.gob.es/mapatrafico/2019/>):

- Estación de Aforo (MA-20): MA-374-0

Los valores obtenidos para esta estación de aforo, son los siguientes:

(ver *Ilustración 25*)

Pk. = 6,90 (Pemanente)

IMD = 154.082 veh/día

IMD Vehículos Ligeros = 149.321 veh/día

Porcentaje de Vehículos Pesados = 3,09 %

IMD de Vehículos Pesados = 4.761 veh/día

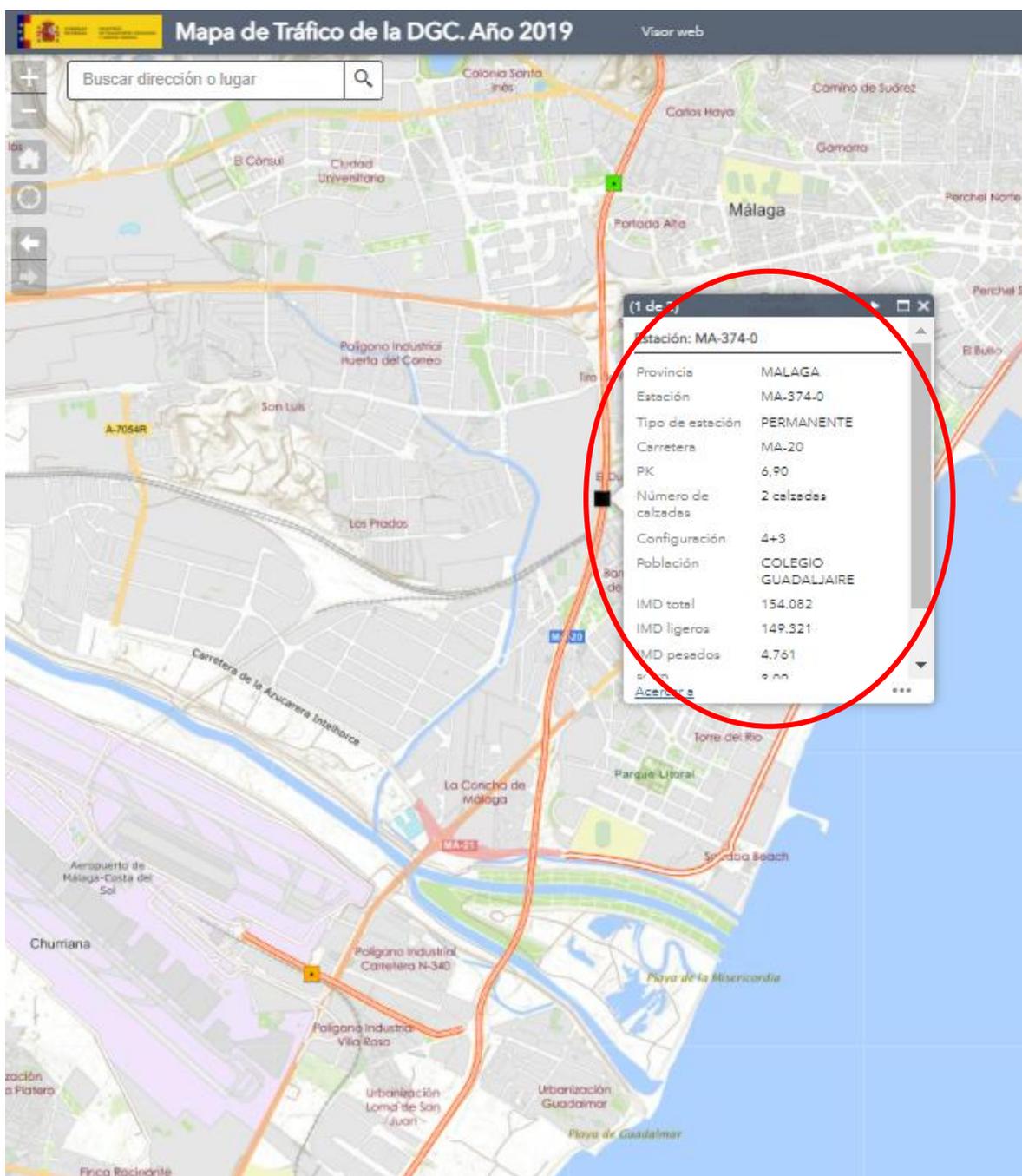


Ilustración 25. Datos Estación de Aforo MA-374-0 del Visor Web de la DGC 2019 (MFOM)



Ilustración 26. Bifurcación 5A entre MA-20 y MA-21

Por tanto si en una primera aproximación consideramos la IMD de los vehículos que toman la bifurcación hacia la MA-21 (ver *Ilustración 26*), como la diferencia entre los que circulan por la MA-20 antes de la misma y los que continúan por la MA-20 en el tramo de estudio obtenemos:

$$IMD_{MA-374-0} - IMD_{MA-274-0} = 154.082 - 81.181 = 72.901 \text{ veh/día}$$

Si a este tráfico añadimos el total de Avda. Velázquez obtenemos del lado de la seguridad una primera aproximación del tráfico que circula por la MA-21:

$$IMD_{MA-21_aprox} = 72.901 + 42.285 = 115.186 \text{ veh/día}$$

Si se consulta la serie histórica de mapas provinciales publicados por el Ministerio de Fomento, se observa como el último mapa donde aparece reflejada la IMD de la MA-21 se corresponde con el del año 2016, variando en este entre 80.000 y más de 100.000 veh/día (ver *Ilustración 27*), lo que apoya la aproximación anterior:

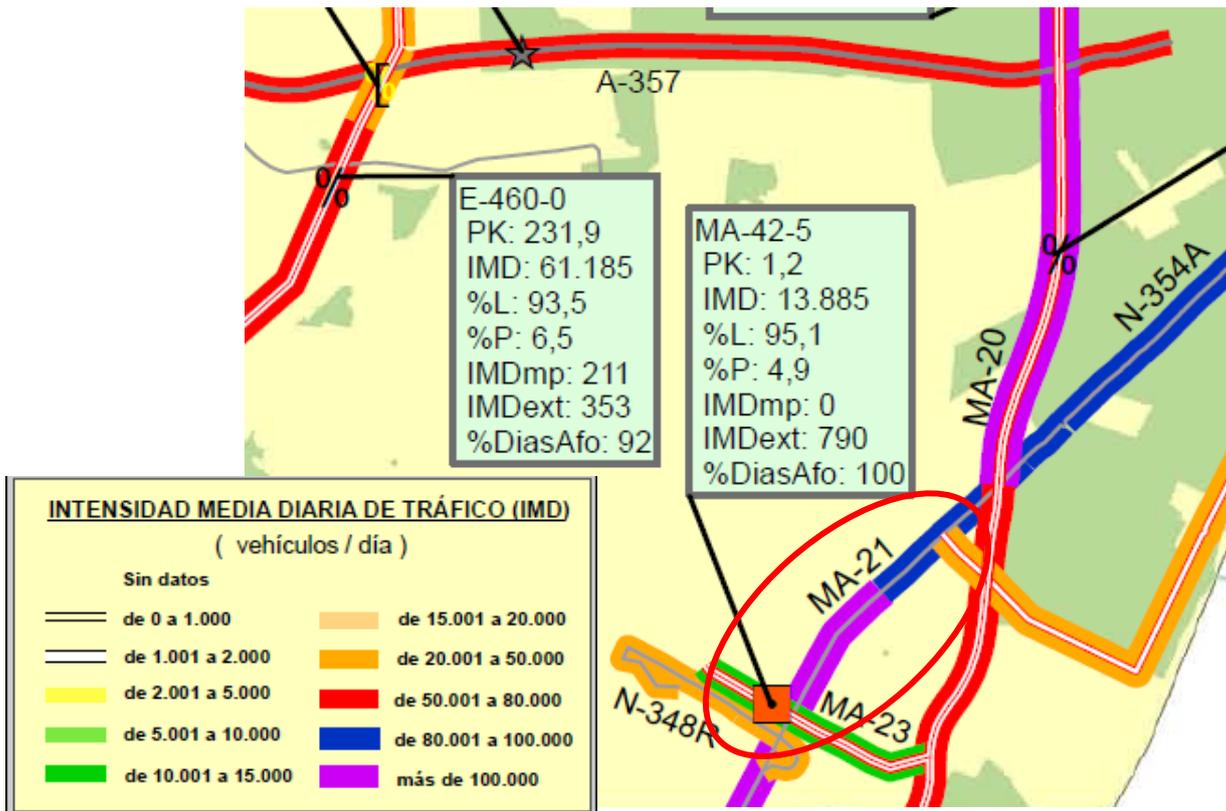


Ilustración 27. IMD de la MA-21 del Mapa Provincial 2016 (MFOM)

A partir del 2016 los mapas provinciales publicados por el Ministerio de Fomento no recogen la IMD de la MA-21 por considerarse carretera urbana competencia del Ayuntamiento de Málaga:

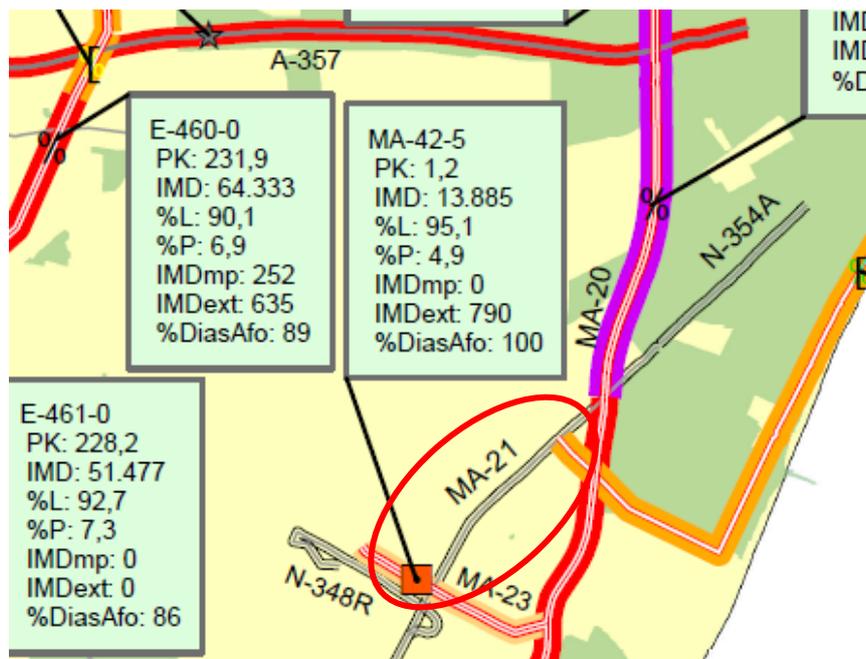


Ilustración 28. Mapa Provincial 2017 (MFOM)

Al no poseer datos de tráfico representativos de las zonas de influencia próximas a la Glorieta de San Julián - Guadalmar se ha utilizado la tabla de referencia propuesta en el libro de "Ingeniería de Tráfico" de Antonio Valdés, que estima los movimientos diarios en función de la superficie y el tipo de uso del suelo:

Tipos de Uso de Suelo	Viajero Mov. Motor. Unitaria (viajero_motor / m² día)
Residencial	0,05
Terciario General	0,08
Terciario Comercial	0,26
Equipamiento	0,10
Industrial	0,06

Considerando, como es normal para este tipo de casos, que el 10 % de los viajeros utilizan transporte público, y una ocupación del vehículo privado de 1,4 viajeros por vehículo privado, obtenemos la siguiente tabla que aporta el nº de vehículo en función de la tipología de usos del suelo.

Tipos de Uso de Suelo	Viajes Vehículo Ligero Unitaria (viaje_veh / m² día)
Residencial	0,032
Terciario General	0,051
Terciario Comercial	0,167
Equipamiento	0,064
Industrial	0,039

Si se considera que cada viaje diario generado produce un desplazamiento de ida y otro de vuelta, se obtiene la IMD inducida por cada tipo de uso de suelo como el doble del número total de viajes generados:

Tipos de Uso de Suelo	Vehículos Ligeros Unitaria (veh / m² día)
Residencial	0,064
Terciario General	0,102
Terciario Comercial	0,334
Equipamiento	0,128
Industrial	0,078

Dado que esta tabla de referencia sólo tiene en cuenta el uso residencial normal y no considera un uso residencial constituido por viviendas unifamiliares, como es el de Guadalmar, estimamos de forma conservadora los movimientos diarios en el uso residencial de viviendas unifamiliares como una quinta parte de los considerados en un uso residencial normal.

Tipos de Uso de Suelo	Vehículos Ligeros Unitaria (veh / m ² día)
Residencial Unifamiliar	0,0128



Ilustración 29. Zonas de influencia de la Glorieta San Julián - Guadalmar

Si se aplica la tabla de referencia anterior para estimar las IMDs de las zonas de influencia de la Glorieta San Julián – Guadalmar (ver *Ilustración 29*), de las que carecemos de datos de tráfico, obtenemos los siguientes resultados:

Zona de Influencia	Sup. Residencial (m ²)	Sup. Res. Unifamiliar (m ²)	Sup. Terciario (m ²)	Sup. Comercial (m ²)	Sup. Equipamiento (m ²)	Sup. Industrial (m ²)
Z-1. BricoMart-Verdecora	---	---	---	36.942	---	---
Z-2. San Julian	3.277	33.131	1.324	2.317	2.979	---
Z-3. Leroy-Decathlon	---	---	---	25.224	---	---
Z-4. PI Cortijo San Julián	---	---	---	---	---	32.269
Z-5. PI Villa Rosa SO	---	---	---	---	---	45.565
Z-6. PI Villa Rosa NE	---	---	---	---	---	204.395
Z-7. Guadalmar	42.448	297.133	5.306	---	26.530	---
Z-8. Aparcam. Playa	---	---	---	---	10.007	---
Z-9. Parque Guadalhorce(*)	---	---	---	---	3.280	---

(*) La entrada principal a este Parque de la Desembocadura del Guadalhorce se encuentra en el lado de Málaga y se realiza a través de una gran pasarela de madera que cruza el río Guadalhorce. Estimamos el aforo a este parque por el lado de la urbanización de Guadalmar en función del área de aparcamiento disponible en la zona.

Zona de Influencia	IMD Residencial (veh/día)	IMD Res. Unifamiliar (veh/día)	IMD Terciario (veh/día)	IMD Comercial (veh/día)	IMD Equipamiento (veh/día)	IMD Industrial (veh/día)	IMD Total (veh/día)
Z-1. BricoMart-Verdecora	---	---	---	12.349	---	---	12.349
Z-2. San Julian	211	426	136	774	383	---	1.930
Z-3. Leroy-Decathlon	---	---	---	8.432	---	---	8.432
Z-4. PI Cortijo San Julián	---	---	---	---	---	2.489	2.489
Z-5. PI Villa Rosa SO	---	---	---	---	---	3.515	3.515
Z-6. PI Villa Rosa NE	---	---	---	---	---	15.768	15.768
Z-7. Guadalmar	2.729	3.820	546	---	3.411	---	10.506
Z-8. Aparcam. Playa	---	---	---	---	1.287	---	1.287
Z-9. Parque Guadalhorce	---	---	---	---	422	---	422

Para determinar el tráfico sobre la Glorieta de San Julián - Guadalmar establecemos hipótesis sobre el destino de los viajes que se generan en las zonas de influencia:

- *Zona Comercial de BricoMart, Verdecora y Porcelanosa (Zona-1):* Zona comercial de actividad similar a la Zona 3 (Leroy Merlin). Debido a esto se prevé que una parte importante del tráfico que visita esta zona comercial visitará también la zona comercial de Leroy Merlin - Decathlon, y que al estar situada esta Zona 1 (BricoMart, Verdecora y Porcelanosa) a equidistancia entre el enlace del Campo de Golf y el de Guadalmar, (ambos enlaces pertenecientes a la Autovía MA-20), se prevé que gran parte del tráfico que visita esta zona comercial lo haga a través del enlace de Guadalmar. Se estima por tanto que el 50 % del tráfico total generado por la Zona 1 “BricoMart, Verdecora y Porcelanosa” pase por la Glorieta de San Julián - Guadalmar:

$$IMD_{Z1} \text{ (Glorieta Guadalmar)} = 0,5 * IMD_{Z1} = 6.175 \text{ veh/día}$$

- *Zona Residencial de San Julián (Zona-2):* Zona residencial bastante consolidada, que queda en gran parte rodeada por el futuro desarrollo del Sector SUS-G1 “San Julian”. Los actuales accesos de la Zona 2 “San Julián” situada al norte del Sector SUS-G1, son o bien a través del enlace del Aeropuerto desde la Autovía MA-21, o bien a través del enlace de Guadalmar desde la Autovía MA-20. El futuro desarrollo del Sector SUS-G1 “San Julián” supondrá un nuevo acceso a la zona residencial a través del Vial 3, este nuevo acceso se estima que incrementará el tráfico que se dirige a la Glorieta de Guadalmar. Se estima de forma conservadora que el 70 % del tráfico de la Zona 2 “San Julián” accede a través de la Glorieta de San Julián - Guadalmar:

$$IMD_{Z2} \text{ (Glorieta Guadalmar)} = 0,7 * IMD_{Z2} = 1.351 \text{ veh/día}$$

- *Zona Comercial Leroy Merlin-Decathlon (Zona-3):* Zona de gran actividad comercial y buen acceso a través del enlace de Guadalmar (Autovía MA-20). Se estima por tanto de forma conservadora que el 100 % del tráfico generado accede a través de la Glorieta de San Julián – Guadalmar:

$$IMD_{Z3} \text{ (Glorieta Guadalmar)} = 1,0 * IMD_{Z3} = 8.432 \text{ veh/día}$$

- *Zona Industrial Cortijo de San Julián (Zona-4):* Polígono industrial muy próximo a la Autovía MA-21 por lo que se espera que gran parte del tráfico generado por

esta zona acceda a través del enlace 2 de la Autovía MA-21. Aun así consideramos de forma conservadora que el 40 % del tráfico generado por esta zona industrial accede a través de la Glorieta de San Julián – Guadalmar:

$$\text{IMD}_{Z4 \text{ (Glorieta Guadalmar)}} = 0,4 * \text{IMD}_{Z4} = 996 \text{ veh/día}$$

- *Zona Industrial Suroeste de Villa Rosa (Zona-5)*: Polígono industrial próximo a la Autovía MA-21 aunque con buena conexión también con la MA-20 a través de la calle "Camino Guadalmar a la Loma" por lo que se considera un reparto equitativo del tráfico generado entre las dos Autovías:

$$\text{IMD}_{Z5 \text{ (Glorieta Guadalmar)}} = 0,5 * \text{IMD}_{Z5} = 2.109 \text{ veh/día}$$

- *Zona Industrial Noreste de Villa Rosa (Zona-6)*: Polígono industrial colindante con la Autovía MA-21 aunque con buena conexión también con la MA-20 a través de la Carretera de Guadalmar, por lo que se considera un reparto equitativo del tráfico generado entre las dos Autovías:

$$\text{IMD}_{Z6 \text{ (Glorieta Guadalmar)}} = 0,5 * \text{IMD}_{Z6} = 7.884 \text{ veh/día}$$

- *Zona Residencial de Guadalmar (Zona-7)*: Zona residencial compuesta en la mayor parte de su superficie por viviendas unifamiliares. Se estima de forma conservadora que el 100 % del tráfico generado por esta zona acceda a través de la Glorieta de San Julián – Guadalmar, dado que los otros caminos alternativos de entrada / salida a la zona no son tan directos:

$$\text{IMD}_{Z7 \text{ (Glorieta Guadalmar)}} = 1,0 * \text{IMD}_{Z7} = 10.506 \text{ veh/día}$$

- *Zona de Aparcamiento de la Playa de Guadalmar (Zona-8)*: Dado que la zona es turística y de playa se considera que genere un tráfico que se estima en función de la superficie de la explanada de aparcamiento destinada para tal fin. Al igual que antes se estima que el 100 % del tráfico generado por esta zona acceda a través de la Glorieta de San Julián – Guadalmar, dado que los otros caminos alternativos de entrada / salida a la zona no son tan directos:

$$\text{IMD}_{Z8} (\text{Glorieta Guadalmar}) = 1,0 * \text{IMD}_{Z8} = 1.287 \text{ veh/día}$$

- *Zona Parque Desembocadura del Guadalhorce (Zona-9)*: Dado que la entrada principal a este parque se encuentra en el lado de Málaga y se realiza a través de una gran pasarela de madera que cruza el río Guadalhorce, se considera que la entrada al parque por el lado de la urbanización de Guadalmar es secundaria más pensada para uso local. Se estima el tráfico que genera en función del área de aparcamiento disponible en la zona. Al igual que antes se estima que el 100 % del tráfico generado por esta zona acceda a través de la Glorieta de San Julián – Guadalmar, dado que los otros caminos alternativos de entrada / salida a la zona no son tan directos:

$$\text{IMD}_{Z9} (\text{Parque Guadalhorce}) = 1,0 * \text{IMD}_{Z9} = 422 \text{ veh/día}$$

Para obtener el nivel de servicio en la Glorieta de San Julián – Guadalmar y por tanto el nivel de servicio en el enlace 3 de la MA-20, hay que determinar el tráfico que solicita los accesos a la misma. Para ello se establecen hipótesis de los destinos del tráfico de circulación dentro de la rotonda, al carecer de datos directos de aforo en la misma. Se parte inicialmente de los accesos que conectan las zonas de influencia, en las que tenemos estimado el tráfico que generan:

1. **Carretera de Guadalmar (CONEX-2)**: Permite el acceso a la zona residencial de Guadalmar y a la playa. El tráfico en esta conexión se estima en función de las zonas de influencia a las que da acceso:

$$\text{IMD}_{\text{CONEX-2}} = \text{IMD}_{Z7} + \text{IMD}_{Z8} + \text{IMD}_{Z9} = 12.214 \text{ veh/día}$$

2. **Calle Camino de Guadalmar a la Loma (CONEX-4)**: Permite el acceso a las zonas comerciales de Bricomart, Verdecora, Porcelanosa, Leroy Merlin y Decathlon, a la zona residencial de San Julián, a las zonas industriales de Cortijo de San Julián y zona Suroeste del polígono Villa Rosa, y también dará acceso al futuro Sector SUS-G1. El tráfico en esta conexión se estima en función de las zonas de influencia a las que da acceso, sin tener en cuenta el tráfico generado por el futuro Sector SUS-G1, dado que se trata de obtener el tráfico en el momento actual:

$$IMD_{CONEX-4} = IMD_{Z1} + IMD_{Z2} + IMD_{Z3} + IMD_{Z4} + IMD_{Z5} = 19.062 \text{ veh/día}$$

- 3. Carretera de Guadalmar acceso al Polígono Villa Rosa (CONEX-5):**
Permite el acceso a la zona Noreste del polígono Villa Rosa. El tráfico en esta conexión se estima en función de esta zona de influencia:

$$IMD_{CONEX-5} = IMD_{Z6} = 7.884 \text{ veh/día}$$

Una vez se ha determinado el tráfico de los entronques de la Glorieta que dan acceso a las zonas de influencia y dado que no tenemos datos de aforo del tráfico en los ramales de la Autovía MA-20 se determina el tráfico de estos viales a través de hipótesis sobre los destinos del tráfico de circulación dentro de la rotonda.

Dada la ubicación del enlace 3, muy cercana a la ciudad de Málaga, se considera que el 60 % del tráfico que llega al enlace tiene como origen o destino una zona situada en sentido Málaga, mientras el 40 % restante tiene como origen o destino una zona situada en sentido Algeciras.

+ *Porcentaje de distribución de tráfico:*

Sentido Málaga	60%
Sentido Algeciras	40%

Teniendo en cuenta esta hipótesis se establece el siguiente reparto de tráfico y se determina el tráfico que soportan los entronques de la Glorieta correspondientes a los viales de servicio del enlace 3 de la Autovía MA-20:

<i>Acceso Glorieta</i>	IMD (veh/día)	IMD _{Málaga} (veh/día)	IMD _{Algeciras} (veh/día)
CONEX-2	12.214	7.328	4.886
CONEX-4	19.062	11.437	7.625
CONEX-5	7.884	4.730	3.154
TOTAL =		23.496	15.664

Luego:

$$I_{DIARIA_CONEX-1s} = I_{DIARIA_CONEX-1e} = IMD_{Málaga} / 2 = 11.748 \text{ veh/día}$$

$$I_{DIARIA_CONEX-3e} = I_{DIARIA_CONEX-3s} = IMD_{Algeciras} / 2 = 7.832 \text{ veh/día}$$

Para el estudio de tráfico de la rotonda nos interesa el tráfico en hora punta, el cual se determina distribuyendo en 12 horas laborables todo el tráfico diario obtenido en función de los usos de las zonas afectadas, y los destinos de los viajes previstos. Considerando que el tráfico de entrada a la zona de influencia es igual al tráfico de salida de la misma ($I_{EZI} = I_{SZI}$), obtenemos la siguiente intensidad de tráfico en los accesos a la glorieta:

Accesos a la Glorieta	I_{diaria} (veh/día)	I_{Hpunta} (veh/h)
CONEX-1e	11.748	979
CONEX-1s	11.748	979
CONEX-2e	6.107	509
CONEX-2s	6.107	509
CONEX-3e	7.832	653
CONEX-3s	7.832	653
CONEX-4e	9.531	794
CONEX-4s	9.531	794
CONEX-5e	3.942	328
CONEX-5s	3.942	328

Por otro lado, para obtener el nivel de servicio del tramo de la Autovía MA-20, afectado por el enlace, es necesario conocer el volumen de tráfico de los ramales de este enlace, que se han estimado anteriormente en función de sus zonas de influencia:

Ramales del Enlace de la MA-20 (Pk. 3)	I_{Hpunta} (veh/h)
Incorporación a la MA-20 sentido Málaga (I_{1s})	979
Salida de la MA-20 sentido Málaga (I_{3E})	653
Incorporación a la MA-20 sentido Algeciras (I_{3s})	653
Salida de la MA-20 sentido Algeciras (I_{1E})	979

También es necesario conocer el volumen de tráfico de los ramales de la MA-23, el cual se puede obtener directamente en función de su IMD de 16.366 veh/día, considerando en este caso un porcentaje de reparto equitativo (50 %) entre los destinos sentido Málaga y sentido Algeciras, un tráfico de entrada igual al tráfico de salida y distribuyendo el tráfico en 12 horas laborables, para determinar así la intensidad de hora punta. De esta forma obtenemos las siguientes intensidades de tráfico en los ramales de la MA-23:

Ramales del Enlace de la MA-23 con la MA-20	I _{diaria} (veh/día)	I _{Hpunta} (veh/h)
Incorporación a la MA-20 sentido Málaga (I _{1S_MA23})	4.092	341
Salida de la MA-20 sentido Málaga (I _{3E_MA23})	4.092	341
Incorporación a la MA-20 sentido Algeciras (I _{3S_MA23})	4.092	341
Salida de la MA-20 sentido Algeciras (I _{1E_MA23})	4.092	341

Dada la configuración del tramo de la MA-20 afectado por el enlace, en la que el ramal de incorporación a la MA-20 sentido Algeciras junto con el ramal de salida de la MA-23 sentido también Algeciras, se unen a la MA-20 a través de un vial de trenzado con dos carriles de circulación que termina en la salida 1 “Parador de Golf / MA-21 / A-404 Coín” (ver *Ilustración 30*). Es necesario determinar la intensidad de tráfico en este vial de trenzado, para poder obtener así el nivel de servicio del tramo de la MA-20 afectado por el enlace.



Ilustración 30. Salida 1 “Parador de Golf / MA-21 / A-404 Coín”

Para determinar la intensidad de este vial, en el que no hay datos de aforo disponibles, necesitamos conocer la intensidad de la salida 1 del mismo. Para ello aplicamos la misma metodología que antes en función de los usos de las zonas de influencia. Hay que tener en cuenta la conexión de esta salida con la carretera urbana MA-21 y con la carretera A-404 que conecta Churriana con los municipios de Alhaurín de la Torre, Alhaurín el Grande y Coín.

Para determinar el tráfico de esta salida 1 correspondiente a la carretera A-404 y MA-21 se establecen hipótesis sobre los destinos principales del tráfico que circula por estas carreteras, considerando los siguientes coeficientes de reparto:

- Málaga ($P_{\text{Málaga}} = 55 \%$)
- Algeciras ($P_{\text{Algeciras}} = 30 \%$)
- Centro Comercial Plaza Mayor y Playa de los Álamos ($P_{\text{PMayor_Playa}} = 15 \%$)

Para llegar a estos destinos, el tráfico que circula por la carretera urbana MA-21 no tiene que hacer uso de la salida 1 para alcanzar o volver de los mismos, mientras que la carretera A-404 podría hacer uso de esta salida para el viaje de vuelta desde Málaga, aunque dicha vuelta es más probable que sea realizada a través de la carretera urbana MA-21.

Hay que notar que la conexión natural desde Málaga con la A-404 es a través de esta carretera MA-21 que conecta además en sus extremos con la MA-20. Por tanto consideramos del lado de la seguridad que sólo un 20 % del tráfico de la A-404 que se dirige a Málaga lo hará a través de la MA-20, aun cuando el reparto en función de la IMD de las dos vías MA-20 y MA-21, sin tener en cuenta esta consideración, establezca un porcentaje del 41,3 % ($IMD_{\text{MA-20}} / (IMD_{\text{MA-20}} + IMD_{\text{MA-21}}) = 81.181 / (81.181 + 115.186) = 0,413$).

Aplicando estas consideraciones, y suponiendo un tráfico de entrada igual al de salida, obtenemos la siguiente intensidad diaria del tráfico de la A-404 en la salida 1:

$$I_{\text{DIARIA_A-404_SALIDA-1}} = 0,55 * 0,2 * 0,5 * IMD_{\text{A-404}} = 1.657 \text{ veh/día}$$

En cuanto a las zonas de influencia de esta salida 1, "Parador de Golf / MA-21 / A-404 Coín" son las siguientes:



Ilustración 31. Zonas de influencia de la salida 1 "Parador de Golf / MA-21 / A-404 Coín"

Si se aplica la tabla de referencia para estimar las IMDs de las zonas de influencia próximas al enlace (ver *Ilustración 31*), de las que se carecen de datos de tráfico, se obtienen los siguientes resultados:

Zona de Influencia	Sup. Residencial (m ²)	Sup. Res. Unifamiliar (m ²)	Sup. Terciario (m ²)	Sup. Comercial (m ²)	Sup. Equipamiento (m ²)
ZA-1. Centro Comercial Plaza Mayor	---	---	---	105.552	887
ZA-2. Pista de Karting	---	---	---	---	1.959
ZA-3. Parque Comercial Bahía Azul - Ikea	---	---	---	75.894	---
ZA-4. Parque Forestal Comandante Benítez (*)	---	---	---	---	5.925
ZA-5. Zona Residencial Vega de Oro	---	39.371	---	---	---
ZA-6. Parador de Golf de Guadalmar	---	---	10.558	---	3.226
ZA-7. Zona Residencial La Cizaña	4.520	3.698	---	---	---
ZA-8. Aparcamiento Playa Los Álamos	---	---	9.900	---	17.943
ZA-9. Zona Residencial Los Álamos - Playamar	74.162	85.572	62.753	28.524	34.229
ZA-10. Aparcamiento Los Álamos - Playamar	---	---	4.790	---	14.369

(*) Estimamos el aforo a este parque en función del área de aparcamiento disponible en la zona.

Zona de Influencia	IMD Residencial (veh/día)	IMD Res. Unifamiliar (veh/día)	IMD Terciario (veh/día)	IMD Comercial (veh/día)	IMD Equipam. (veh/día)	IMD Total (veh/día)
ZA-1. Centro Comercial Plaza Mayor	---	---	---	35.285	114	35.399
ZA-2. Pista de Karting	---	---	---	---	252	252
ZA-3. Parque Comercial Bahía Azul - Ikea	---	---	---	25.370	---	25.370
ZA-4. Parque Forestal Comandante Benítez	---	---	---	---	762	762
ZA-5. Zona Residencial Vega de Oro	---	506	---	---	---	506
ZA-6. Parador de Golf de Guadalmar	---	---	1.086	---	415	1.501
ZA-7. Zona Residencial La Cizaña	291	48	---	---	---	338
ZA-8. Aparcamiento Playa Los Alamos	---	---	1.018	---	2.307	3.325
ZA-9. Zona Residencial Los Alamos - Playamar	4.768	1.100	6.455	9.535	4.401	26.258
ZA-10. Aparcamiento Los Alamos - Playamar	---	---	493	---	1.847	2.340

Para determinar el tráfico sobre la salida 1 “Parador de Golf / MA-21 / A-404 Coín” establecemos hipótesis sobre el destino de los viajes que se generan en las zonas de influencia:

- ZA-1, ZA-2, ZA-4 y Z-1: Incluye la zona de gran actividad comercial de Plaza Mayor, la pista de karting y el parque forestal Comandante Benítez. También se incluye la Z-1 “BricoMart, Verdecora y Porcelanosa” ya que como se comentó anteriormente dada la equidistancia entre el enlace del Parador de Golf y el de Guadalmar parte del tráfico pasará por el enlace del Parador de Golf y también por la MA-21. Dado que anteriormente se estableció que el 50 % del tráfico de la Z-1 se dirige hacia el enlace del Guadalmar, se considera que el otro 50 % se dirigirá hacia el enlace del Parador de Golf y la MA-21. Teniendo en cuenta que todas estas zonas se ubican entre la Autovía MA-20 y la carretera urbana MA-21, conectando con ambas y dada la mayor proximidad al enlace “Parador de Golf / MA-21 / A-404 Coín” de la Autovía MA-20, se estima por tanto de forma conservadora que el 70 % del tráfico generado accede a través del enlace de la Autovía MA-20:

$$IMD_{ZA1} \text{ (Glorieta Parador de Golf. MA-20)} = 0,7 * IMD_{ZA1} = 24.779 \text{ veh/día}$$

$$IMD_{ZA2} \text{ (Glorieta Parador de Golf. MA-20)} = 0,7 * IMD_{ZA2} = 176 \text{ veh/día}$$

$$IMD_{ZA4} \text{ (Glorieta Parador de Golf. MA-20)} = 0,7 * IMD_{ZA4} = 533 \text{ veh/día}$$

$$IMD_{Z1} \text{ (Glorieta Parador de Golf. MA-20)} = 0,7 * 0,5 * IMD_{Z1} = 4.322 \text{ veh/día}$$

- ZA-3: Se corresponde con una zona de gran actividad comercial formada por el Parque Comercial Bahía Azul y el Ikea. Teniendo en cuenta que todas estas zonas se ubican entre la Autovía MA-20 y la carretera urbana MA-21, conectando con ambas. Dada la mayor proximidad al enlace 1 "A-404 / Churriana / Alhaurín / Coín / Parque Comercial" de la carretera urbana MA-21, se estima por tanto de forma conservadora que sólo el 40 % del tráfico generado accede a través del enlace de la Autovía MA-20:

$$IMD_{ZA3} \text{ (Glorieta Parador de Golf. MA-20)} = 0,4 * IMD_{ZA3} = 10.148 \text{ veh/día}$$

- ZA-5, ZA-6, ZA-7, ZA-8, ZA-9 y ZA-10: Se corresponde con el Parador de Golf y zonas hoteleras, de ocio, playa y residenciales situadas al Sur y Sureste del enlace 1 de la MA-20. Teniendo en cuenta la configuración de sus viales, se estima de forma conservadora que el 100 % del tráfico generado con destino sentido Málaga o sentido Algeciras, accede a ellas a través del enlace 1 de la Autovía MA-20:

$$IMD_{ZA5} \text{ (Glorieta Parador de Golf. MA-20)} = 1,0 * IMD_{ZA5} = 506 \text{ veh/día}$$

$$IMD_{ZA6} \text{ (Glorieta Parador de Golf. MA-20)} = 1,0 * IMD_{ZA6} = 1.501 \text{ veh/día}$$

$$IMD_{ZA7} \text{ (Glorieta Parador de Golf. MA-20)} = 1,0 * IMD_{ZA7} = 338 \text{ veh/día}$$

$$IMD_{ZA8} \text{ (Glorieta Parador de Golf. MA-20)} = 1,0 * IMD_{ZA8} = 3.325 \text{ veh/día}$$

$$IMD_{ZA9} \text{ (Glorieta Parador de Golf. MA-20)} = 1,0 * IMD_{ZA9} = 26.258 \text{ veh/día}$$

$$IMD_{ZA10} \text{ (Glorieta Parador de Golf. MA-20)} = 1,0 * IMD_{ZA10} = 2.340 \text{ veh/día}$$

Una vez se ha determinado el tráfico diario de las zonas de influencia que se dirigen hacia el enlace 1 "Parador de Golf / MA-21 / A-404 Coín" de la Autovía MA-20, y dado que no tenemos datos de aforo del tráfico en el ramal de la salida 1 de la Autovía MA-20 se determina el tráfico de este ramal a través de hipótesis sobre los destinos de este tráfico.

Dada la ubicación del enlace 1, muy cercana a la ciudad de Málaga, se considera de forma conservadora el mismo reparto de tráfico que para el enlace 3, es decir, el 60 % del tráfico que llega al enlace tiene como origen o destino una zona situada en sentido Málaga, mientras el 40 % restante tiene como origen o destino una zona situada en sentido Algeciras.

Teniendo en cuenta esta hipótesis se establece el siguiente reparto de tráfico y se determina el tráfico que soporta la salida 1 “Parador de Golf / MA-21 / A-404 Coín” de la Autovía MA-20:

$$IMD_{Málaga_ZI_MA-20} = 0,6 \cdot \left(IMD_{Z1(GlorietaParadordeGolf_MA-20)} + \sum_{i=1}^{10} IMD_{ZAi(GlorietaParadordeGolf_MA-20)} \right)$$

$$IMD_{Málaga_ZI_MA-20} = 0,6 \cdot 74.288 = 44.537 \text{ veh/día}$$

Para el estudio de tráfico nos interesa el tráfico en hora punta, el cual se determina distribuyendo en 12 horas laborables todo el tráfico diario obtenido en función de los usos de las zonas afectadas, y los destinos de los viajes previstos. Considerando que el tráfico de entrada a la zona de influencia es igual al tráfico de salida de la misma ($I_{Ezi} = I_{Szi}$), obtenemos la siguiente intensidad de tráfico para la salida 1 “Parador de Golf / MA-21 / A-404 Coín” de la Autovía MA-20 sentido Algeciras:

$$I_{DIARIA_ZI_SALIDA-1} = IMD_{Málaga_ZI_MA-20} / 2 = 22.268 \text{ veh/día}$$

$$I_{H_PUNTA_ZI_SALIDA-1} = I_{DIARIA_ZI_SALIDA-1} / 12 = 1.856 \text{ veh/h}$$

Por último si añadimos el tráfico de la A-404 que hace uso de la salida 1 de la Autovía MA-20 sentido Algeciras, calculado anteriormente, y consideramos que un 10 % del tráfico del ramal de incorporación a la MA-20 sentido Algeciras, procedente del enlace 3 hará uso también de esta salida 1 para dirigirse hacia la MA-21, obtenemos el tráfico total en hora punta del ramal de la salida 1 de la Autovía MA-20 sentido Algeciras:

$$I_{DIARIA_A-404_SALIDA-1} = 1.657 \text{ veh/día}$$

$$I_{H_PUNTA_A-404_SALIDA-1} = I_{DIARIA_A-404_SALIDA-1} / 12 = 138 \text{ veh/h}$$

$$I_{H_PUNTA_ENLACE-3_SALIDA-1} = 0,10 * I_{3S} = 0,10 \cdot 653 = 65 \text{ veh/h}$$

Por tanto teniendo en cuenta todo lo anterior, obtenemos las intensidades totales de hora punta del carril de trenzado, ramales de incorporación y ramales de salida del enlace Pk. 3 que afectan al tramo de la MA-20 estudiado.

Tramo de Estudio Enlace de la MA-20 (Pk. 3)		I _{Hpunta} (veh/h)
Salida 3 sentido Algeciras	Salida 3 de la MA-20 (*)	1.320
Carril de Trenzado 3 sentido Algeciras	Incorporación 3 a la MA-20 (*)	994
	Salida 1 de la MA-20	2.059
Salida 3 sentido Málaga	Salida 3 de la MA-20 (*)	994
Incorporación 3 sentido Málaga	Incorporación 3 a la MA-20 (*)	1.320

(*) Suma del tráfico procedente de la MA-23 hacia la MA-20 (341 veh/h) más el tráfico de la glorieta central del enlace 3 hacia la MA-20 con origen o destino Algeciras (653 veh/h) o Málaga (979 veh/h).

6.- PROGNOSIS DEL TRÁFICO FUTURO

La metodología tradicional, que se aplica en este caso, para la prognosis del tráfico del tramo de autovía afectado por el futuro desarrollo del Sector SUS-G1 “San Julián” se basa en prever el tráfico futuro como suma de dos componentes:

1. El tráfico que cabe esperar sin que se realizase ningún nuevo desarrollo urbanístico, comercial o industrial en la zona, es decir, la simple evolución natural del tráfico por causas globales o generales (evolución de la tasa de motorización, índices de renta, coste del combustible).
2. El tráfico adicional generado por el nuevo desarrollo del Sector SUS-G1 “San Julián”.

6.1 Evolución Natural del Tráfico:

El método sancionado por la práctica para este factor consiste en aplicar al tráfico actual estimado los porcentajes de variación medidos en los últimos años, que podrán en su caso matizarse si se considera que hay razones especiales que hagan prever una desviación significativa de las tasas de crecimiento en relación a las de años precedentes (crisis económica, encarecimiento anormal de los combustibles, etc.).

Dado el actual período de crisis producto de la expansión del virus COVID-19 a nivel mundial, en el que uno de sus efectos ha sido la drástica reducción del tráfico en todos los países, es difícil establecer una predicción razonable de la evolución del tráfico en los

próximos años. Aun así, considerando que en corto - medio plazo la situación tenderá a estabilizarse y manteniendo un criterio de seguridad sin aplicar una drástica reducción del tráfico para el año de Proyecto, se ha considerado un tráfico en el año de Proyecto igual al tráfico del año 2019 en el que se realizaron los aforos, eliminando por tanto el posible crecimiento vegetativo de estos últimos años.

Para obtener la prognosis del tráfico para un horizonte de 10, 20 y 30 años se ha seguido el criterio de crecimiento de tráfico establecido por la Orden FOM 3317 / 2010.

De acuerdo a la Orden FOM 3317 / 2010, el incremento de tráfico a utilizar en los estudios de tráfico debe ser igual al 1,44 %. Por tanto si se realiza el estudio para un horizonte de 10, 20 y 30 años, se obtiene que, por simple crecimiento vegetativo, el tráfico “natural” en el tramo afectado para un período de 10 años será igual a $1,0144^{10} = 1,154$ veces el aforado hoy día, mientras que para un horizonte de 20 años el coeficiente sería igual a **1,331** y para un horizonte de 30 años el coeficiente sería igual a **1,536**.

1. *Enlace de la MA-20 “MA-23 Aeropuerto / San Julián / Guadalmar / Villa Rosa” (Pk. 3).*
Tráfico de Vehículos:

Accesos a la Glorieta	I _{Hpunta} (veh/h)	I _{10Hpunta} (veh/h)	I _{20Hpunta} (veh/h)	I _{30Hpunta} (veh/h)
CONEX-1e	979	1.129	1.303	1.503
CONEX-1s	979	1.129	1.303	1.503
CONEX-2e	509	587	677	781
CONEX-2s	509	587	677	781
CONEX-3e	653	753	869	1.002
CONEX-3s	653	753	869	1.002
CONEX-4e	794	916	1.057	1.220
CONEX-4s	794	916	1.057	1.220
CONEX-5e	328	379	437	504
CONEX-5s	328	379	437	504

2. *Ramales de la MA-23 “Autovía del Aeropuerto”. Tráfico de Vehículos:*

Ramales del Enlace de la MA-23 con la MA-20	I _{Hpunta} (veh/h)	I10 _{Hpunta} (veh/h)	I20 _{Hpunta} (veh/h)	I30 _{Hpunta} (veh/h)
Incorporación a la MA-20 sentido Málaga (I _{1S_MA23})	341	393	454	524
Salida de la MA-20 sentido Málaga (I _{3E_MA23})	341	393	454	524
Incorporación a la MA-20 sentido Algeciras (I _{3S_MA23})	341	393	454	524
Salida de la MA-20 sentido Algeciras (I _{1E_MA23})	341	393	454	524

3. *Tramo de estudio de la MA-20 del Enlace “MA-23 Aeropuerto / San Julián / Guadalmar / Villa Rosa” (Pk. 3). Tráfico de Vehículos:*

Tramo de Estudio Enlace de la MA-20 (Pk. 3)		I _{Hpunta} (veh/h)	I10 _{Hpunta} (veh/h)	I20 _{Hpunta} (veh/h)	I30 _{Hpunta} (veh/h)
Salida 3 sentido Algeciras	Salida 3 de la MA-20 (*)	1.320	1.523	1.757	2.027
Carril de Trenzado 3 sentido Algeciras	Incorporación 3 a la MA-20 (*)	994	1.147	1.323	1.526
	Salida 1 de la MA-20	2.059	2.376	2.741	3.162
Salida 3 sentido Málaga	Salida 3 de la MA-20 (*)	994	1.147	1.323	1.526
Incorporación 3 sentido Málaga	Incorporación 3 a la MA-20 (*)	1.320	1.523	1.757	2.027

(*) Suma del tráfico procedente de la MA-23 hacia la MA-20 más el tráfico de la glorieta central del enlace 3 hacia la MA-20 con origen o destino Algeciras o Málaga.

6.2 Tráfico Generado por el Futuro Sector SUS-G1 “San Julián”:

Para calcular la demanda de movilidad del futuro Sector SUS-G1 “San Julián” utilizaremos los valores unitarios de movilidad motorizada según tipología de usos del suelo, que se han obtenido antes a partir de la tabla de referencia tomada del libro de “Ingeniería de Tráfico” de Antonio Valdés.

Tipos de Uso de Suelo	Vehículos Ligeros Unitaria (veh / m ² día)
Residencial	0,064
Terciario General	0,102
Terciario Comercial	0,334

Equipamiento	0,128
Industrial	0,078

Dado que el futuro Sector SUS-G1 "San Julián" constará de una zona comercial, una zona industrial, una zona de equipamiento y una zona que se puede catalogar como terciario general, se obtiene un tránsito de vehículos privados al día para cada una de las zonas según su uso:

ZONA	SUP (m ²)	IMD (veh/día)	Tipo
EMPRESARIAL (P-1.1, P-2.1)	20.661	2.125	Terciario General
PRODUCTIVO (P-1.2, P-2.2, P-3.2, P-5, P-6)	29.361	2.265	Industrial
COMERCIAL (P-3.1, P-4)	12.215	4.083	Terciario Comercial
EQUIPAMIENTO (E-1, E-2)	16.563	2.130	Equipamiento
ZONA VERDE (ZV-1 ... ZV-16)	48.101	0	----

Luego obtenemos una IMD total:

$$IMD_{total} = 10.603 \text{ veh / día}$$

Considerando una distribución de todo este tráfico en 12 horas laborables, obtenemos una intensidad de vehículos en hora punta de:

$$I_{Hpunta} = 10.603 / 12 = 884 \text{ veh/h}$$

Se supone un período de desarrollo completo del Sector SUS-G1 igual a 10 años, por lo que para obtener el valor para un horizonte de 20 años aplicamos el coeficiente de crecimiento obtenido en el apartado anterior, es decir, $1,0144^{10} = 1,154$ y para un horizonte de 30 años el coeficiente será igual a **1,331**.

Sector	I ₁₀ _{Hpunta} (veh/h)	I ₂₀ _{Hpunta} (veh/h)	I ₃₀ _{Hpunta} (veh/h)
Sector SUS-G1 San Julian	884	1.019	1.176

Se supone del lado de la seguridad que los desplazamientos generados por el futuro desarrollo del Sector SUS-G1 pasan todos a través de la Glorieta de San Julián-Guadalmar,

más concretamente accederán a esta glorieta a través de la Calle Camino de Guadalmar a la Loma (CONEX-4).

En función de los porcentajes de reparto de tráfico asignados a cada destino y considerando además, que el tráfico de entrada a los sectores es igual al tráfico de salida de los mismos ($I_E = I_S$), obtenemos los siguientes incrementos de intensidades de tráfico en hora punta para los accesos a la glorieta y los ramales de la MA-20 que afectan al tramo estudiado:

Accesos a la Glorieta	$\Delta I_{10_{\text{Hpunta}}}$ (veh/h)	$\Delta I_{20_{\text{Hpunta}}}$ (veh/h)	$\Delta I_{30_{\text{Hpunta}}}$ (veh/h)
CONEX-1e	265	306	353
CONEX-1s	265	306	353
CONEX-2e	0	0	0
CONEX-2s	0	0	0
CONEX-3e	177	204	235
CONEX-3s	177	204	235
CONEX-4e	442	510	588
CONEX-4s	442	510	588
CONEX-5e	0	0	0
CONEX-5s	0	0	0

Tramo de Estudio Enlace de la MA-20 (Pk. 3)		$\Delta I_{10_{\text{Hpunta}}}$ (veh/h)	$\Delta I_{20_{\text{Hpunta}}}$ (veh/h)	$\Delta I_{30_{\text{Hpunta}}}$ (veh/h)
Salida 3 sentido Algeciras	Salida 3 de la MA-20	265	306	353
Carril de Trenzado 3 sentido Algeciras	Incorporación 3 a la MA-20	177	204	235
	Salida 1 de la MA-20	18	20	24
Salida 3 sentido Málaga	Salida 3 de la MA-20	177	204	235
Incorporación 3 sentido Málaga	Incorporación 3 a la MA-20	265	306	353

7.- NIVEL DE SERVICIO DE LA GLORIETA

El nivel de servicio de una glorieta se estima en función del nivel de servicio de los accesos a la misma. Para estudiar la capacidad de las entradas de la rotonda y el nivel de servicio global de la glorieta utilizamos el método del manual de capacidad HCM-2010.

De acuerdo con el Manual de Capacidad del año 2010 (HCM 2010), el nivel de servicio en una rotonda se define en función del retraso de control o tiempo de retraso que sufren los vehículos en la rotonda:

Nivel de Servicio	Retraso de control (s/veh)
A	0 - 10
B	>10 – 15
C	>15 – 25
D	>25 – 35
E	>35 - 50

El **nivel F** se alcanza cuando el control de retraso es superior a 50 s/veh o bien la relación entre el volumen de demanda y su capacidad es superior a 1.

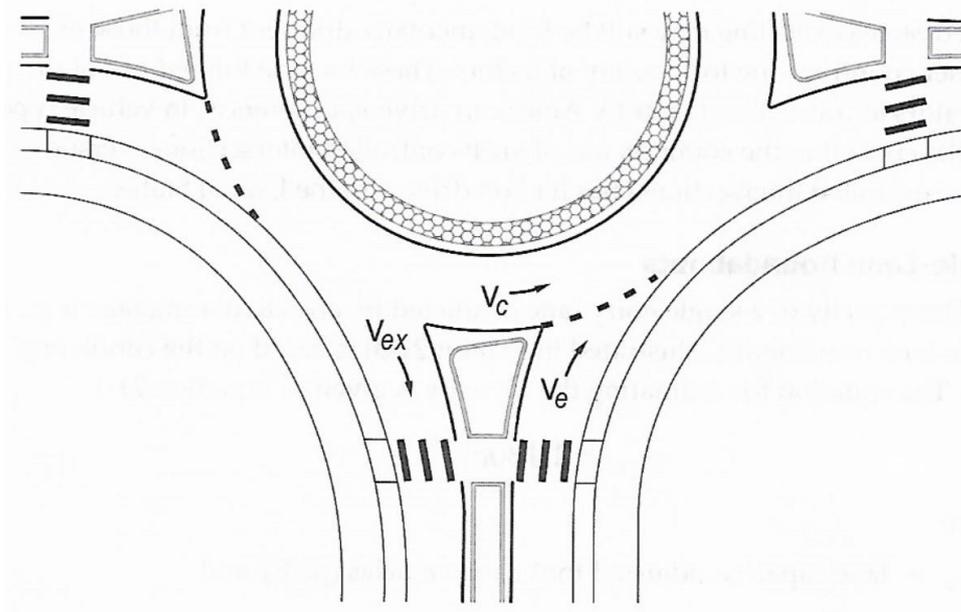


Ilustración 32. Parámetros del HCM 2010 de cada acceso a la glorieta

De acuerdo al método del HCM-2010 la capacidad de una entrada de uno o dos carriles en conflicto con uno o dos carriles de circulación en la glorieta viene establecida por la siguiente fórmula:

$$C_{e,pce} = 1130 \cdot e^{-k \cdot v_{c,pce}}$$

Donde:

$C_{e,pce}$ = Capacidad de la entrada ajustada para vehículos pesados (pasajeros coche) pc/h.

$v_{c,pce}$ = Tráfico conflictivo que circula por la glorieta pc/h.

k = Coeficiente en función del número de carriles de la entrada y el número de carriles de circulación de la glorieta en ese punto.

Número de Carriles en la Entrada	Número de Carriles de Circulación en Glorieta	Coeficiente k
1	1	$-1 \cdot 10^{-3}$
1	2	$-0,7 \cdot 10^{-3}$
2	1	$-1 \cdot 10^{-3}$
2 (Entrada Izq.)	2	$-0,75 \cdot 10^{-3}$
2 (Entrada Der.)	2	$-0,7 \cdot 10^{-3}$

En el caso de que exista algún carril bypass, la capacidad de este carril vendrá condicionada por el tráfico del carril de salida con el que conecta. La fórmula para determinar esta capacidad es la siguiente:

$$C_{bypass,pce} = 1130 \cdot e^{-k \cdot v_{ex,pce}}$$

Donde:

$C_{bypass,pce}$ = Capacidad del carril bypass ajustada para vehículos pesados (pasajeros coche) pc/h.

$v_{ex,pce}$ = Tráfico conflictivo que circula por la salida de la glorieta conectada al carril bypass pc/h.

k = Coeficiente en función del número de carriles de la salida con la que conecta el carril bypass.

Número de Carriles de la Salida	Coeficiente k
1	$-1 \cdot 10^{-3}$
2	$-0,7 \cdot 10^{-3}$

De acuerdo al manual de capacidad HCM-2010 el retraso medio de control para cada carril de entrada viene dado por la siguiente expresión:

$$d = \frac{3600}{C} + 900 \cdot T \cdot \left[x - 1 + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{C}\right) \cdot x}{450 \cdot T}} \right] + 5 \cdot \min[x, 1]$$

Donde:

d = Retraso medio de control (s/veh).

x = Relación entre intensidad de tráfico y capacidad del carril:

$$x_i = \frac{v_i}{C_i}$$

C = Capacidad del carril (veh/h).

T = Periodo de tiempo del análisis (h). En el caso de un análisis normal se trabaja para un período de 15 minutos por lo que T = 0,25 h

La cola de coches para cada carril, correspondiente al percentil del 95%, se determina de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Q_{95} = 900 \cdot T \cdot \left[x - 1 + \sqrt{(1 - x)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{C}\right) \cdot x}{150 \cdot T}} \right] \cdot \left(\frac{C}{3600}\right)$$

Donde el significado de las variables es el mismo que en la expresión anterior.

Para obtener el retraso de control global de la glorieta se hace la media ponderada de los retrasos de cada acceso en función del tráfico de ese acceso:

$$d_{glorieta} = \frac{\sum d_i \cdot v_i}{\sum v_i}$$

Donde:

v_i = Tráfico del acceso i (veh/h)

d_i = Retraso medio de control del acceso i (s/veh). Se determina de acuerdo a la siguiente expresión, en función de los retrasos medios de cada carril del acceso:

$$d_i = \frac{d_{LL} \cdot v_{LL} + d_{RL} \cdot v_{RL} + d_{bypass} \cdot v_{bypass}}{v_{LL} + v_{RL} + v_{bypass}}$$

En todas estas expresiones la intensidad de tráfico para un determinado movimiento i se determina en función del factor de hora punta (PHF), que en el caso de rotondas HCM-2010 recomienda un valor de 0,92.

$$v_i = \frac{V_i}{PHF}$$

Donde:

v_i : Intensidad equivalente para el movimiento i (veh/h).

V_i : Intensidad media para el movimiento i en vehículos/hora (veh/h).

La intensidad equivalente en pasajeros coche por hora, en función de la intensidad equivalente en vehículos hora y teniendo en cuenta el porcentaje existente de vehículos pesados, se puede determinar de acuerdo a la siguiente expresión:

$$v_{i, pce} = \frac{v_i}{f_{HV}}$$

Donde:

$v_{i,pc}$: Intensidad equivalente para el movimiento i en pasajeros coche por hora (pc/h).

v_i : Intensidad equivalente para el movimiento i (veh/h).

f_{HV} : Factor de ajuste de vehículos pesados y de recreo.

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

Donde:

P_T : Porcentaje de vehículos pesados (camiones y autobuses).

E_T : Factor de equivalencia de vehículos pesados (2 en nuestro caso).

Por último hay que tener en cuenta que en las expresiones que se utilizan para calcular el retraso medio de control se trabaja con intensidades de tráfico equivalentes en veh/h (v_i) y no en intensidades equivalentes en pc/h ($v_{i,pc}$). Lo mismo ocurre con los valores de capacidad que se utilizan en esas expresiones. Para convertir los valores de intensidad y capacidad de pasajeros coche hora (pc/h) a vehículos hora (veh/h) se utilizan las siguientes expresiones:

$$v_i = v_{i,pc} \cdot f_{HV,e}$$

$$C_i = C_{i,pc} \cdot f_{HV,e}$$

Aplicando la formulación definida a nuestro caso, partiendo de los datos de intensidad horaria obtenidos para los accesos de cada una de las glorietas del enlace:

Accesos a la Glorieta	I_{Hpunta} (veh/h)	$I10_{Hpunta}$ (veh/h)	$I20_{Hpunta}$ (veh/h)	$I30_{Hpunta}$ (veh/h)
CONEX-1e	979	1.129	1.303	1.503
CONEX-1s	979	1.129	1.303	1.503
CONEX-2e	509	587	677	781
CONEX-2s	509	587	677	781
CONEX-3e	653	753	869	1.002
CONEX-3s	653	753	869	1.002

CONEX-4e	794	916	1.057	1.220
CONEX-4s	794	916	1.057	1.220
CONEX-5e	328	379	437	504
CONEX-5s	328	379	437	504

Y teniendo en cuenta el incremento de tráfico sobre las glorietas que supondrá el desarrollo del sector SUS-G1 "San Julián" en los próximos 10 años:

Accesos a la Glorieta	$\Delta I_{10_{Hpunta}}$ (veh/h)	$\Delta I_{20_{Hpunta}}$ (veh/h)	$\Delta I_{30_{Hpunta}}$ (veh/h)
CONEX-1e	265	306	353
CONEX-1s	265	306	353
CONEX-2e	0	0	0
CONEX-2s	0	0	0
CONEX-3e	177	204	235
CONEX-3s	177	204	235
CONEX-4e	442	510	588
CONEX-4s	442	510	588
CONEX-5e	0	0	0
CONEX-5s	0	0	0

Calculando la capacidad de los carriles de entrada con las fórmulas anteriores y considerando un porcentaje de vehículos pesados de un 3,12 %, obtenemos:

7.1 Glorieta Central. Estado Actual:

DATOS DE ENTRADA

Nº Accesos =	5
PHF =	0,92
T =	0,25 h
P_T =	3,12 %
E_T =	2
f_{HV} =	0,96974399



Ilustración 33. Accesos a Glorieta Central del Enlace (Pk. 3+000)

MATRIZ DE MOVIMIENTOS

Volumen de Demanda para cada Movimiento de Entrada i (veh/h)

Acceso	Destino					Total Entrada	Total Salida
	1	2	3	4	5		
Origen							
1	0	283	0	499	59 (198*)	841 (979*)	979
2	304	0	205	0	0	509	509
3	0	226	1	295	131	653	653
4	476	0	318(**)	0	0	794	794
5	199	0	129	0	0	328	190

(*) Dado que HCM2010, únicamente considera 2 carriles de entrada, simulamos el carril de bypass reduciendo en un 70 % el flujo de tráfico que se dirige a la salida 5 (Carretera de Guadalmar. Acceso a Polígono Industrial).

(**) Se simula directamente el carril bypass como Bypass_1 (carril directo que cede el paso a la salida derecha) y por tanto se trabaja con la intensidad total del tráfico de este acceso.

GEOMETRÍA DE ENTRADAS

Acceso	Nº Carriles	Nº CarRot(*)	Asignación	Nº CarSal
1	2	2	LT + TR	1
2	1	2	LTR	1
3	2	2	LT + TR	1
4	2	2	LT + TR	1
5	1	2	LTR	1

(*) Notar que HCM-2010 no permite considerar 3 carriles de circulación en las glorietas. Se considera que el efecto de este tercer carril sobre el tráfico de la glorieta es despreciable.

Ratios de Flujo de Demanda por cada Carril de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	Tipo	AsignAsum	Carril Izq.	Carril Der.
1	Normal (*)	LT + TR	443	500
2	Normal	LTR	571	0
3	Normal	LT + TR	344	387
4	Bypass_1	LT + TR	251	357
5	Normal	LTR	368	0

(*) Dado que HCM2010, únicamente considera 2 carriles de entrada, simulamos el carril de bypass reduciendo en un 70 % el flujo de tráfico que se dirige a la salida 5 (Carretera de Guadalmar. Acceso a Polígono Industrial).

Capacidad por cada Carril de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	CapCarrIzq	CapCarrDer	Bypass	Nº CSalAfec
1	663	687	X	
2	475	0	X	
3	504	532	X	
4	568	775	V	1
5	412	0	X	

Ratios de Flujo de Demanda para cada Movimiento de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	Destino				
	1	2	3	4	5
Origen					
1	0	317	0	559	66
2	341	0	230	0	0
3	0	253	1	331	147
4	534	0	0	0	0
5	223	0	145	0	0

Ratios de Flujo de Circulación Opuesta a cada Movimiento de Entrada i y Flujos de Salida de cada Acceso (pc/h)

	Acceso				
	1	2	3	4	5
V_e (pc/h)	942	571	732	534	368
V_c (pc/h)	709	1236	1074	916	1438
V_{ex} (pc/h)	1098	570	376	890	213
V_U (pc/h)	0	0	1	0	0
V_L (pc/h)	310	230	337	0	223
V_{R,e} (pc/h)	80	341	260	0	0
V_T (pc/h)	553	0	133	534	145

Ratio de Flujo por Carril y Capacidad del Carril de la Entrada i (veh/h)

Acceso	FlujoIzq	FlujoDer	CapacIzq	CapacDer	X _{Izq}	X _{Der}
1	430	485	643	667	0,67	0,73
2	554	0	461	0	1,20	0,00
3	334	376	489	516	0,68	0,73
4	244	347	551	752	0,44	0,46
5	357	0	400	0	0,89	0,00

Acceso	d_{Izq} (s/veh)	LOS_{Izq}	Q_{95Izq} (veh)	d_{Der} (s/veh)	LOS_{Der}	Q_{95Der} (veh)	$d_{Entrada}$ (s/veh)	$LOS_{Entrada}$
1	19,50	C	5,09	22,04	C	6,27	20,84	C
2	137,47	F	21,35	0,00	A	0,00	137,47	F
3	25,19	D	5,11	27,13	D	6,00	26,21	D
4	13,84	B	2,25	11,13	B	2,45	12,25	B
5	54,08	F	9,19	0,00	A	0,00	54,08	F

$d_{Rotonda} =$	44,90	s/veh
$LOS_{Rotonda} =$	E	

Considerando una longitud ocupada de 5 metros por vehículo incluyendo espacio entre vehículos, se determina la longitud máxima que alcanza la cola de vehículos en función del máximo número de vehículos que se espera encontrar en cada entrada con un percentil igual o superior al 95 %:

Entrada	Carril Izquierdo $N_{max_{>95\%}}$	Long. Cola Máxima Carril Izquierdo (m)	Carril Derecho $N_{max_{>95\%}}$	Long. Cola Máxima Carril Derecho (m)	Long. Máx. Disponible (m)	Existe Espacio para Cola de Coches
1	6	30	7	35	226(117)(*)	OK
2	22	110	---	---	140	OK
3	6	30	6	30	242(114)**	OK
4	3	15	3	15	329(121)***	OK
5	10	50	---	---	226	OK

(*) La longitud del ramal se salida de la MA-20 sentido Algeciras tiene una longitud de 226 metros desde su bifurcación con el ramal de incorporación a la MA-23, sin embargo sólo en los últimos 117 metros se convierte en dos carriles.

(**) La longitud del ramal se salida de la MA-20 sentido Málaga tiene una longitud de 242 metros desde su bifurcación con el ramal de incorporación a la MA-23, sin embargo sólo en los últimos 114 metros se convierte en dos carriles.

(***) La longitud de los carriles hasta una de las entradas a los Centro Comerciales Leroy Merlin y Decathlon es de 121 metros, mientras la longitud total hasta la glorieta más próxima es de 329 metros.

Por tanto la glorieta central en la hora punta se encuentra próxima a la saturación en el estado actual, penalizada por el comportamiento de los accesos desde la Carretera de Guadalmar (2 y 5). El tráfico circulante en la glorieta procedente de los ramales de la Autovía MA-20 obstaculiza la entrada desde estos accesos 2 y 5 que constan solo de un carril de entrada. En ningún caso la cola de coches afecta al entorno más inmediato en ninguno de los accesos.

El comportamiento de los accesos a la glorieta desde los ramales de la MA-20 no es malo, con un nivel **C** y un tiempo de demora de 20,8 s/veh en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Algeciras y un nivel **D** con un tiempo de demora de 26,2 s/veh en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Málaga. En cuanto al nivel de servicio de la glorieta es **E**, con un tiempo medio de demora de 44,9 s/veh.

7.2 Glorieta Central. Horizonte de 10 años sin Desarrollo del Sector SUS-G1:

DATOS DE ENTRADA

Nº Accesos =	5
PHF =	0,92
T =	0,25 h
P _T =	3,12 %
E _T =	2
f _{HV} =	0,96974399



Ilustración 34. Accesos a Glorieta Central del Enlace (Pk. 3+000)

MATRIZ DE MOVIMIENTOS

Volumen de Demanda para cada Movimiento de Entrada i (veh/h)

Acceso	Destino					Total Entrada	Total Salida
	1	2	3	4	5		
Origen							
1	0	320	0	582	68(227*)	970 (1129*)	1129
2	352	0	235	0	0	587	587
3	0	267	0	334	152	753	753
4	546	0	370(**)	0	0	916	916
5	231	0	148	0	0	379	220

(*) Dado que HCM2010, únicamente considera 2 carriles de entrada, simulamos el carril de bypass reduciendo en un 70 % el flujo de tráfico que se dirige a la salida 5 (Carretera de Guadalmar. Acceso a Polígono Industrial).

(**) Se simula directamente el carril bypass como Bypass_1 (carril directo que cede el paso a la salida derecha) y por tanto se trabaja con la intensidad total del tráfico de este acceso.

GEOMETRÍA DE ENTRADAS

Acceso	Nº Carriles	Nº CarRot(*)	Asignación	Nº CarSal
1	2	2	LT + TR	1
2	1	2	LTR	1
3	2	2	LT + TR	1
4	2	2	LT + TR	1
5	1	2	LTR	1

(*) Notar que HCM-2010 no permite considerar 3 carriles de circulación en las glorietas. Se considera que el efecto de este tercer carril sobre el tráfico de la glorieta es despreciable.

Ratios de Flujo de Demanda por cada Carril de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	Tipo	AsignAsum	Carril Izq.	Carril Der.
1	Normal (*)	LT + TR	511	576
2	Normal	LTR	658	0
3	Normal	LT + TR	396	447

4	Bypass_1	LT + TR	288	415
5	Normal	LTR	425	0

(*) Dado que HCM2010, únicamente considera 2 carriles de entrada, simulamos el carril de bypass reduciendo en un 70 % el flujo de tráfico que se dirige a la salida 5 (Carretera de Guadalmar. Acceso a Polígono Industrial).

Capacidad por cada Carril de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	CapCarrIzq	CapCarrDer	Bypass	Nº CSalAfec
1	616	642	X	
2	419	0	X	
3	449	477	X	
4	515	735	V	1
5	356	0	X	

Ratios de Flujo de Demanda para cada Movimiento de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	Destino				
	1	2	3	4	5
Origen					
1	0	359	0	652	76
2	395	0	263	0	0
3	0	299	0	374	170
4	612	0	0	0	0
5	259	0	166	0	0

Ratios de Flujo de Circulación Opuesta a cada Movimiento de Entrada i y Flujos de Salida de cada Acceso (pc/h)

	Acceso				
	1	2	3	4	5
V_e (pc/h)	1087	658	843	612	425
V_c (pc/h)	807	1415	1230	1047	1648
V_{ex} (pc/h)	1266	658	429	1026	246

V_U (pc/h)	0	0	0	0	0
V_L (pc/h)	359	263	374	0	259
$V_{R,e}$ (pc/h)	76	395	299	0	0
V_T (pc/h)	652	0	170	612	166

Ratio de Flujo por Carril y Capacidad del Carril de la Entrada i (veh/h)

Acceso	FlujoIzq	FlujoDer	CapacIzq	CapacDer	X_{Izq}	X_{Der}
1	496	559	598	623	0,83	0,90
2	639	0	407	0	1,57	0,00
3	385	434	436	463	0,88	0,94
4	280	403	500	713	0,56	0,57
5	413	0	346	0	1,19	0,00

Acceso	d_{Izq} (s/veh)	LOS_{Izq}	Q_{95Izq} (veh)	d_{Der} (s/veh)	LOS_{Der}	Q_{95Der} (veh)	$d_{Entrada}$ (s/veh)	$LOS_{Entrada}$
1	32,78	D	8,68	40,70	E	11,02	36,98	E
2	292,76	F	35,71	0,00	A	0,00	292,76	F
3	49,39	E	9,24	57,35	F	11,07	53,61	F
4	18,77	C	3,40	14,23	B	3,57	16,09	C
5	145,50	F	17,32	0,00	A	0,00	145,50	F

$d_{Rotonda}$ =	94,51	s/veh
$LOS_{Rotonda}$ =	F	

Considerando una longitud ocupada de 5 metros por vehículo incluyendo espacio entre vehículos, se determina la longitud máxima que alcanza la cola de vehículos en función del máximo número de vehículos que se espera encontrar en cada entrada con un percentil igual o superior al 95 %:

Entrada	Carril Izquierdo $N_{max>95\%}$	Long. Cola Máxima Carril Izquierdo (m)	Carril Derecho $N_{max>95\%}$	Long. Cola Máxima Carril Derecho (m)	Long. Máx. Disponible (m)	Existe Espacio para Cola de Coches
1	9	45	12	60	226(117)(*)	OK
2	36	180	---	---	140	NO

3	10	50	12	60	242(114)(**)	OK
4	4	20	4	20	329(121)(***)	OK
5	18	90	---	---	226	OK

(*) La longitud del ramal se salida de la MA-20 sentido Algeciras tiene una longitud de 226 metros desde su bifurcación con el ramal de incorporación a la MA-23, sin embargo sólo en los últimos 117 metros se convierte en dos carriles.

(**) La longitud del ramal se salida de la MA-20 sentido Málaga tiene una longitud de 242 metros desde su bifurcación con el ramal de incorporación a la MA-23, sin embargo sólo en los últimos 114 metros se convierte en dos carriles.

(***) La longitud de los carriles hasta una de las entradas a los Centro Comerciales Leroy Merlin y Decathlon es de 121 metros, mientras la longitud total hasta la glorieta más próxima es de 329 metros.

Por tanto la glorieta central en la hora punta se encuentra saturada para un horizonte de 10 años sin considerar el desarrollo del sector SUS G-1 "San Julián". El comportamiento de los accesos a la glorieta desde los ramales de la MA-20 es malo con un nivel **E** y un tiempo de demora de 37,0 s/veh en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Algeciras y un nivel **F** con un tiempo de demora de 53,6 s/veh en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Málaga. En cuanto al nivel de servicio de la glorieta es **F**, con un tiempo medio de demora de 94,5 s/veh (1,58 min/veh). Hay que notar que cuando se producen grandes demoras en algunos accesos, es muy probable que muchos conductores dejen de respetar la señalización, lo que da lugar a un aumento del número de accidentes y a un empeoramiento en el nivel de servicio de todos los accesos.

7.3 Glorieta Central. Horizonte de 10 años Considerando el Desarrollo del Sector SUS-G1:

DATOS DE ENTRADA

Nº Accesos =	5
PHF =	0,92
T =	0,25 h
P_T =	3,12 %
E_T =	2
f_{HV} =	0,96974399



Ilustración 35. Accesos a Glorieta Central del Enlace (Pk. 3+000)

MATRIZ DE MOVIMIENTOS

Volumen de Demanda para cada Movimiento de Entrada *i* (veh/h)

Acceso	Destino					Total Entrada	Total Salida
	1	2	3	4	5		
Origen							
1	0	320	0	848	68(227*)	1236 (1395*)	1395
2	358	0	229	0	0	587	587
3	0	267	1	510	152	930	930
4	799	0	559(**)	0	0	1358	1358
5	238	0	141	0	0	379	220

(*) Dado que HCM2010, únicamente considera 2 carriles de entrada, simulamos el carril de bypass reduciendo en un 70 % el flujo de tráfico que se dirige a la salida 5 (Carretera de Guadalmar. Acceso a Polígono Industrial).

(**) Se simula directamente el carril bypass como Bypass_1 (carril directo que cede el paso a la salida derecha) y por tanto se trabaja con la intensidad total del tráfico de este acceso.

GEOMETRÍA DE ENTRADAS

Acceso	Nº Carriles	Nº CarRot(*)	Asignación	Nº CarSal
1	2	2	LT + TR	1
2	1	2	LTR	1
3	2	2	LT + TR	1
4	2	2	LT + TR	1
5	1	2	LTR	1

(*) Notar que HCM-2010 no permite considerar 3 carriles de circulación en las glorietas. Se considera que el efecto de este tercer carril sobre el tráfico de la glorieta es despreciable.

Ratios de Flujo de Demanda por cada Carril de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	Tipo	AsignAsum	Carril Izq.	Carril Der.
1	Normal (*)	LT + TR	651	734
2	Normal	LTR	658	0
3	Normal	L + TR	573	469
4	Bypass_1	LT + TR	421	627
5	Normal	LTR	425	0

(*) Dado que HCM2010, únicamente considera 2 carriles de entrada, simulamos el carril de bypass reduciendo en un 70 % el flujo de tráfico que se dirige a la salida 5 (Carretera de Guadalmar. Acceso a Polígono Industrial).

Capacidad por cada Carril de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	CapCarrIzq	CapCarrDer	Bypass	Nº CSalAfec
1	533	561	X	
2	297	0	X	
3	360	389	X	
4	517	745	V	1
5	252	0	X	

Ratios de Flujo de Demanda para cada Movimiento de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	Destino				
	1	2	3	4	5
Origen					
1	0	359	0	950	76
2	401	0	257	0	0
3	0	299	1	572	170
4	896	0	0	0	0
5	267	0	158	0	0

Ratios de Flujo de Circulación Opuesta a cada Movimiento de Entrada i y Flujos de Salida de cada Acceso (pc/h)

	Acceso				
	1	2	3	4	5
V_e (pc/h)	1385	658	1042	896	425
V_c (pc/h)	1000	1906	1522	1042	2139
V_{ex} (pc/h)	1564	658	416	1522	246
V_U (pc/h)	0	0	1	0	0
V_L (pc/h)	359	257	572	0	267
V_{R,e} (pc/h)	76	401	299	0	0
V_T (pc/h)	950	0	170	896	158

Ratio de Flujo por Carril y Capacidad del Carril de la Entrada i (veh/h)

Acceso	FlujoIzq	FlujoDer	CapacIzq	CapacDer	X _{Izq}	X _{Der}
1	632	712	517	545	1,22	1,31
2	639	0	289	0	2,21	0,00
3	556	455	350	378	1,59	1,20
4	409	609	502	723	0,81	0,84
5	413	0	245	0	1,69	0,00

Acceso	d_{Izq} (s/veh)	LOS_{Izq}	Q_{95Izq} (veh)	d_{Der} (s/veh)	LOS_{Der}	Q_{95Der} (veh)	$d_{Entrada}$ (s/veh)	$LOS_{Entrada}$
1	141,61	F	24,18	173,48	F	29,83	158,49	F
2	584,30	F	48,67	0,00	A	0,00	584,30	F
3	305,48	F	32,22	145,56	F	18,73	233,51	F
4	35,64	E	7,87	29,80	D	9,58	32,15	D
5	360,93	F	26,78	0,00	A	0,00	360,93	F

$d_{Rotonda} =$	226,95	s/veh
$LOS_{Rotonda} =$	F	

Considerando una longitud ocupada de 5 metros por vehículo incluyendo espacio entre vehículos, se determina la longitud máxima que alcanza la cola de vehículos en función del máximo número de vehículos que se espera encontrar en cada entrada con un percentil igual o superior al 95 %:

Entrada	Carril Izquierdo $N_{max,>95\%}$	Long. Cola Máxima Carril Izquierdo (m)	Carril Derecho $N_{max,>95\%}$	Long. Cola Máxima Carril Derecho (m)	Long. Máx. Disponible (m)	Existe Espacio para Cola de Coches
1	25	125	30	150	226(117)(*)	OK
2	49	245	---	---	140	NO
3	33	165	19	95	242(114)**	OK
4	8	40	10	50	329(121)***	OK
5	27	135	---	---	226	OK

(*) La longitud del ramal de salida de la MA-20 sentido Algeciras tiene una longitud de 226 metros desde su bifurcación con el ramal de incorporación a la MA-23, sin embargo sólo en los últimos 117 metros se convierte en dos carriles.

(**) La longitud del ramal de salida de la MA-20 sentido Málaga tiene una longitud de 242 metros desde su bifurcación con el ramal de incorporación a la MA-23, sin embargo sólo en los últimos 114 metros se convierte en dos carriles.

(***) La longitud de los carriles hasta una de las entradas a los Centros Comerciales Leroy Merlin y Decathlon es de 121 metros, mientras la longitud total hasta la glorieta más próxima es de 329 metros.

Por tanto la glorieta central en la hora punta se encuentra saturada para un horizonte de 10 años, considerando el desarrollo del sector SUS G-1 "San Julián". El nivel de servicio de los accesos a la glorieta desde los ramales de la MA-20 es **F** con tiempos de demora de 158,5 s/veh en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Algeciras y 233,5 s/veh en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Málaga. En cuanto al nivel de servicio de la glorieta es **F**, con un tiempo medio de demora de 226,95 s/veh, (3,78 min/veh). Hay que notar que cuando se producen grandes demoras en algunos accesos, es muy probable que muchos

conductores dejen de respetar la señalización, lo que da lugar a un aumento del número de accidentes y a un empeoramiento en el nivel de servicio de todos los accesos.

7.4 Glorieta Central. Horizonte de 20 años sin Desarrollo del Sector SUS-G1:

DATOS DE ENTRADA

Nº Accesos =	5
PHF =	0,92
T =	0,25 h
P_T =	3,12 %
E_T =	2
f_{HV} =	0,96974399



Ilustración 36. Accesos a Glorieta Central del Enlace (Pk. 3+000)

MATRIZ DE MOVIMIENTOS

Volumen de Demanda para cada Movimiento de Entrada i (veh/h)

Acceso Origen	Destino					Total Entrada	Total Salida
	1	2	3	4	5		
1	1	371	0	669	79(262*)	1120 (1303*)	1303
2	407	0	270	0	0	677	677
3	0	306	0	388	175	869	869
4	629	0	428(**)	0	0	1057	1057
5	266	0	171	0	0	437	254

(*) Dado que HCM2010, únicamente considera 2 carriles de entrada, simulamos el carril de bypass reduciendo en un 70 % el flujo de tráfico que se dirige a la salida 5 (Carretera de Guadalmar. Acceso a Polígono Industrial).

(**) Se simula directamente el carril bypass como Bypass_1 (carril directo que cede el paso a la salida derecha) y por tanto se trabaja con la intensidad total del tráfico de este acceso.

GEOMETRÍA DE ENTRADAS

Acceso	Nº Carriles	Nº CarRot(*)	Asignación	Nº CarSal
1	2	2	LT + TR	1
2	1	2	LTR	1
3	2	2	LT + TR	1
4	2	2	LT + TR	1
5	1	2	LTR	1

(*) Notar que HCM-2010 no permite considerar 3 carriles de circulación en las glorietas. Se considera que el efecto de este tercer carril sobre el tráfico de la glorieta es despreciable.

Ratios de Flujo de Demanda por cada Carril de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	Tipo	AsignAsum	Carril Izq.	Carril Der.
1	Normal (*)	LT + TR	590	666
2	Normal	LTR	759	0
3	Normal	LT + TR	458	516

4	Bypass_1	LT + TR	331	480
5	Normal	LTR	490	0

(*) Dado que HCM2010, únicamente considera 2 carriles de entrada, simulamos el carril de bypass reduciendo en un 70 % el flujo de tráfico que se dirige a la salida 5 (Carretera de Guadalmar. Acceso a Polígono Industrial).

Capacidad por cada Carril de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	CapCarrIzq	CapCarrDer	Bypass	Nº CSalAfec
1	560	587	X	
2	359	0	X	
3	389	418	X	
4	455	688	V	1
5	297	0	X	

Ratios de Flujo de Demanda para cada Movimiento de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	Destino				
	1	2	3	4	5
Origen					
1	1	416	0	750	89
2	456	0	303	0	0
3	0	343	0	435	196
4	705	0	0	0	0
5	298	0	192	0	0

Ratios de Flujo de Circulación Opuesta a cada Movimiento de Entrada i y Flujos de Salida de cada Acceso (pc/h)

	Acceso				
	1	2	3	4	5
V _e (pc/h)	1256	759	974	705	490
V _c (pc/h)	934	1635	1420	1210	1905
V _{ex} (pc/h)	1460	759	495	1185	285

V_U (pc/h)	1	0	0	0	0
V_L (pc/h)	416	303	435	0	298
$V_{R,e}$ (pc/h)	89	456	343	0	0
V_T (pc/h)	750	0	196	705	192

Ratio de Flujo por Carril y Capacidad del Carril de la Entrada i (veh/h)

Acceso	FlujoIzq	FlujoDer	CapacIzq	CapacDer	X_{Izq}	X_{Der}
1	573	646	544	570	1,05	1,13
2	737	0	349	0	2,11	0,00
3	445	501	378	406	1,18	1,23
4	321	466	442	668	0,73	0,70
5	476	0	289	0	1,65	0,00

Acceso	d_{Izq} (s/veh)	LOS_{Izq}	Q_{95Izq} (veh)	d_{Der} (s/veh)	LOS_{Der}	Q_{95Der} (veh)	$d_{Entrada}$ (s/veh)	$LOS_{Entrada}$
1	80,89	F	16,58	105,51	F	21,02	93,94	F
2	534,48	F	53,65	0,00	A	0,00	534,48	F
3	135,87	F	17,77	154,24	F	20,88	145,60	F
4	30,53	D	5,76	20,34	C	5,65	24,50	C
5	337,48	F	29,44	0,00	A	0,00	337,48	F

$d_{Rotonda}$ =	198,34	s/veh
$LOS_{Rotonda}$ =	F	

Considerando una longitud ocupada de 5 metros por vehículo incluyendo espacio entre vehículos, se determina la longitud máxima que alcanza la cola de vehículos en función del máximo número de vehículos que se espera encontrar en cada entrada con un percentil igual o superior al 95 %:

Entrada	Carril Izquierdo $N_{max>95\%}$	Long. Cola Máxima Carril Izquierdo (m)	Carril Derecho $N_{max>95\%}$	Long. Cola Máxima Carril Derecho (m)	Long. Máx. Disponible (m)	Existe Espacio para Cola de Coches
1	17	85	22	110	226(117)(*)	OK
2	54	270	---	---	140	NO

3	18	90	21	105	242(114)(**)	OK
4	6	30	6	30	329(121)(***)	OK
5	30	150	---	---	226	OK

(*) La longitud del ramal se salida de la MA-20 sentido Algeciras tiene una longitud de 226 metros desde su bifurcación con el ramal de incorporación a la MA-23, sin embargo sólo en los últimos 117 metros se convierte en dos carriles.

(**) La longitud del ramal se salida de la MA-20 sentido Málaga tiene una longitud de 242 metros desde su bifurcación con el ramal de incorporación a la MA-23, sin embargo sólo en los últimos 114 metros se convierte en dos carriles.

(***) La longitud de los carriles hasta una de las entradas a los Centro Comerciales Leroy Merlin y Decathlon es de 121 metros, mientras la longitud total hasta la glorieta más próxima es de 329 metros.

Por tanto la glorieta central en la hora punta se encuentra saturada para un horizonte de 20 años, sin considerar el desarrollo del sector SUS G-1 "San Julián". El nivel de servicio de los accesos a la glorieta desde los ramales de la MA-20 es **F** con tiempos de demora de 93,9 s/veh en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Algeciras y 145,6 s/veh en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Málaga. En cuanto al nivel de servicio de la glorieta es **F**, con un tiempo medio de demora de 198,34 s/veh, (3,31 min/veh). Hay que notar que cuando se producen grandes demoras en algunos accesos, es muy probable que muchos conductores dejen de respetar la señalización, lo que da lugar a un aumento del número de accidentes y a un empeoramiento en el nivel de servicio de todos los accesos.

7.5 Glorieta Central. Horizonte de 20 años Considerando el Desarrollo del Sector SUS-G1:

DATOS DE ENTRADA

Nº Accesos =	5
PHF =	0,92
T =	0,25 h
P_T =	3,12 %
E_T =	2
f_{HV} =	0,96974399



Ilustración 37. Accesos a Glorieta Central del Enlace (Pk. 3+000)

MATRIZ DE MOVIMIENTOS

Volumen de Demanda para cada Movimiento de Entrada *i* (veh/h)

Acceso	Destino					Total Entrada	Total Salida
	1	2	3	4	5		
Origen							
1	0	378	0	968	79(263*)	1425 (1609*)	1609
2	409	0	269	0	0	677	677
3	0	299	0	599	175	1073	1073
4	935	0	632(**)	0	0	1567	1567
5	265	0	172	0	0	437	254

(*) Dado que HCM2010, únicamente considera 2 carriles de entrada, simulamos el carril de bypass reduciendo en un 70 % el flujo de tráfico que se dirige a la salida 5 (Carretera de Guadalmar. Acceso a Polígono Industrial).

(**) Se simula directamente el carril bypass como Bypass_1 (carril directo que cede el paso a la salida derecha) y por tanto se trabaja con la intensidad total del tráfico de este acceso.

GEOMETRÍA DE ENTRADAS

Acceso	Nº Carriles	Nº CarRot(*)	Asignación	Nº CarSal
1	2	2	LT + TR	1
2	1	2	LTR	1
3	2	2	LT + TR	1
4	2	2	LT + TR	1
5	1	2	LTR	1

(*) Notar que HCM-2010 no permite considerar 3 carriles de circulación en las glorietas. Se considera que el efecto de este tercer carril sobre el tráfico de la glorieta es despreciable.

Ratios de Flujo de Demanda por cada Carril de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	Tipo	AsignAsum	Carril Izq.	Carril Der.
1	Normal (*)	LT + TR	751	847
2	Normal	LTR	760	0
3	Normal	L + TR	671	531
4	Bypass_1	LT + TR	493	709
5	Normal	LTR	490	0

(*) Dado que HCM2010, únicamente considera 2 carriles de entrada, simulamos el carril de bypass reduciendo en un 70 % el flujo de tráfico que se dirige a la salida 5 (Carretera de Guadalmar. Acceso a Polígono Industrial).

Capacidad por cada Carril de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	CapCarrIzq	CapCarrDer	Bypass	Nº CSalAfec
1	470	498	X	
2	240	0	X	
3	299	327	X	
4	453	688	V	1
5	198	0	X	

Ratios de Flujo de Demanda para cada Movimiento de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	Destino				
	1	2	3	4	5
Origen					
1	0	424	0	1085	89
2	458	0	302	0	0
3	0	335	0	671	196
4	1048	0	0	0	0
5	297	0	193	0	0

Ratios de Flujo de Circulación Opuesta a cada Movimiento de Entrada i y Flujos de Salida de cada Acceso (pc/h)

	Acceso				
	1	2	3	4	5
V_e (pc/h)	1598	760	1202	1048	490
V_c (pc/h)	1169	2212	1769	1216	2482
V_{ex} (pc/h)	1803	759	495	1756	285
V_u (pc/h)	0	0	0	0	0
V_l (pc/h)	424	302	671	0	297
$V_{R,e}$ (pc/h)	89	458	335	0	0
V_T (pc/h)	1085	0	196	1048	193

Ratio de Flujo por Carril y Capacidad del Carril de la Entrada i (veh/h)

Acceso	FlujoIzq	FlujoDer	CapacIzq	CapacDer	X_{Izq}	X_{Der}
1	729	822	456	483	1,60	1,70
2	738	0	233	0	3,17	0,00
3	651	515	290	318	2,24	1,62
4	479	688	440	668	1,09	1,03
5	476	0	193	0	2,47	0,00

Acceso	d_{Izq} (s/veh)	LOS_{Izq}	Q_{95Izq} (veh)	d_{Der} (s/veh)	LOS_{Der}	Q_{95Der} (veh)	$d_{Entrada}$ (s/veh)	$LOS_{Entrada}$
1	301,95	F	40,82	345,43	F	48,70	325,00	F
2	1017,85	F	67,24	0,00	A	0,00	1017,85	F
3	599,14	F	50,01	322,08	F	30,88	476,77	F
4	99,50	F	16,06	67,56	F	17,36	80,67	F
5	713,51	F	39,85	0,00	A	0,00	713,51	F

$d_{Rotonda}$ =	440,35	s/veh
$LOS_{Rotonda}$ =	F	

Considerando una longitud ocupada de 5 metros por vehículo incluyendo espacio entre vehículos, se determina la longitud máxima que alcanza la cola de vehículos en función del máximo número de vehículos que se espera encontrar en cada entrada con un percentil igual o superior al 95 %:

Entrada	Carril Izquierdo $N_{max_{>95\%}}$	Long. Cola Máxima Carril Izquierdo (m)	Carril Derecho $N_{max_{>95\%}}$	Long. Cola Máxima Carril Derecho (m)	Long. Máx. Disponible (m)	Existe Espacio para Cola de Coches
1	41	205	49	245	226(117)(*)	NO
2	68	340	---	---	140	NO
3	51	255	31	155	242(114)**)	NO
4	17	85	18	90	329(121)***)	OK
5	40	200	---	---	226	OK

(*) La longitud del ramal de salida de la MA-20 sentido Algeciras tiene una longitud de 226 metros desde su bifurcación con el ramal de incorporación a la MA-23, sin embargo sólo en los últimos 117 metros se convierte en dos carriles.

(**) La longitud del ramal de salida de la MA-20 sentido Málaga tiene una longitud de 242 metros desde su bifurcación con el ramal de incorporación a la MA-23, sin embargo sólo en los últimos 114 metros se convierte en dos carriles.

(***) La longitud de los carriles hasta una de las entradas a los Centros Comerciales Leroy Merlin y Decathlon es de 121 metros, mientras la longitud total hasta la glorieta más próxima es de 329 metros.

Por tanto la glorieta central en la hora punta se encuentra saturada para un horizonte de 20 años, considerando el desarrollo del sector SUS G-1 "San Julián". El nivel de servicio de los accesos a la glorieta desde los ramales de la MA-20 es **F** con tiempos de demora de 325,0 s/veh en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Algeciras y 476,8 s/veh en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Málaga. En cuanto al nivel de servicio de la glorieta es **F**, con un tiempo medio de demora de 440,35 s/veh, (7,34 min/veh). Hay que notar que cuando se producen grandes demoras en algunos accesos, es muy probable que muchos

conductores dejen de respetar la señalización, lo que da lugar a un aumento del número de accidentes y a un empeoramiento en el nivel de servicio de todos los accesos.

7.6 Glorieta Central. Horizonte de 30 años sin Desarrollo del Sector SUS-G1:

DATOS DE ENTRADA

Nº Accesos =	5
PHF =	0,92
T =	0,25 h
P_T =	3,12 %
E_T =	2
f_{HV} =	0,96974399



Ilustración 38. Accesos a Glorieta Central del Enlace (Pk. 3+000)

MATRIZ DE MOVIMIENTOS

Volumen de Demanda para cada Movimiento de Entrada i (veh/h)

Acceso Origen	Destino					Total Entrada	Total Salida
	1	2	3	4	5		
1	0	429	0	772	91(302*)	1292 (1503*)	1503
2	471	0	310	0	0	781	781
3	0	352	0	448	202	1002	1002
4	722	0	498(**)	0	0	1220	1220
5	310	0	194	0	0	504	293

(*) Dado que HCM2010, únicamente considera 2 carriles de entrada, simulamos el carril de bypass reduciendo en un 70 % el flujo de tráfico que se dirige a la salida 5 (Carretera de Guadalmar. Acceso a Polígono Industrial).

(**) Se simula directamente el carril bypass como Bypass_1 (carril directo que cede el paso a la salida derecha) y por tanto se trabaja con la intensidad total del tráfico de este acceso.

GEOMETRÍA DE ENTRADAS

Acceso	Nº Carriles	Nº CarRot(*)	Asignación	Nº CarSal
1	2	2	LT + TR	1
2	1	2	LTR	1
3	2	2	LT + TR	1
4	2	2	LT + TR	1
5	1	2	LTR	1

(*) Notar que HCM-2010 no permite considerar 3 carriles de circulación en las glorietas. Se considera que el efecto de este tercer carril sobre el tráfico de la glorieta es despreciable.

Ratios de Flujo de Demanda por cada Carril de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	Tipo	AsignAsum	Carril Izq.	Carril Der.
1	Normal (*)	LT + TR	681	767
2	Normal	LTR	875	0
3	Normal	LT + TR	528	595

4	Bypass_1	LT + TR	380	559
5	Normal	LTR	564	0

(*) Dado que HCM2010, únicamente considera 2 carriles de entrada, simulamos el carril de bypass reduciendo en un 70 % el flujo de tráfico que se dirige a la salida 5 (Carretera de Guadalmar. Acceso a Polígono Industrial).

Capacidad por cada Carril de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	CapCarrIzq	CapCarrDer	Bypass	Nº CSalAfec
1	504	532	X	
2	302	0	X	
3	331	359	X	
4	397	642	V	1
5	243	0	X	

Ratios de Flujo de Demanda para cada Movimiento de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	Destino				
	1	2	3	4	5
Origen					
1	0	481	0	865	102
2	528	0	347	0	0
3	0	395	0	502	226
4	809	0	0	0	0
5	347	0	217	0	0

Ratios de Flujo de Circulación Opuesta a cada Movimiento de Entrada i y Flujos de Salida de cada Acceso (pc/h)

	Acceso				
	1	2	3	4	5
V _e (pc/h)	1448	875	1123	809	564
V _c (pc/h)	1075	1884	1637	1392	2195
V _{ex} (pc/h)	1684	876	564	1367	328

V_U (pc/h)	0	0	0	0	0
V_L (pc/h)	481	347	502	0	347
$V_{R,e}$ (pc/h)	102	528	395	0	0
V_T (pc/h)	865	0	226	809	217

Ratio de Flujo por Carril y Capacidad del Carril de la Entrada i (veh/h)

Acceso	FlujoIzq	FlujoDer	CapacIzq	CapacDer	X_{Izq}	X_{Der}
1	661	744	489	516	1,35	1,44
2	849	0	293	0	2,90	0,00
3	513	577	321	349	1,60	1,65
4	369	543	385	623	0,96	0,87
5	547	0	236	0	2,32	0,00

Acceso	d_{Izq} (s/veh)	LOS_{Izq}	Q_{95Izq} (veh)	d_{Der} (s/veh)	LOS_{Der}	Q_{95Der} (veh)	$d_{Entrada}$ (s/veh)	$LOS_{Entrada}$
1	195,14	F	29,81	231,44	F	36,21	214,36	F
2	889,58	F	73,81	0,00	A	0,00	889,58	F
3	312,59	F	30,34	333,42	F	34,73	323,62	F
4	68,98	F	10,81	36,93	E	10,12	49,90	E
5	638,98	F	43,58	0,00	A	0,00	638,98	F

$d_{Rotonda} =$	375,64	s/veh
$LOS_{Rotonda} =$	F	

Considerando una longitud ocupada de 5 metros por vehículo incluyendo espacio entre vehículos, se determina la longitud máxima que alcanza la cola de vehículos en función del máximo número de vehículos que se espera encontrar en cada entrada con un percentil igual o superior al 95 %:

Entrada	Carril Izquierdo $N_{max>95\%}$	Long. Cola Máxima Carril Izquierdo (m)	Carril Derecho $N_{max>95\%}$	Long. Cola Máxima Carril Derecho (m)	Long. Máx. Disponible (m)	Existe Espacio para Cola de Coches
1	30	150	37	185	226(117)(*)	OK
2	74	370	---	---	140	NO

3	31	155	35	175	242(114)(**)	OK
4	11	55	11	55	329(121)(***)	OK
5	44	220	---	---	226	OK

(*) La longitud del ramal se salida de la MA-20 sentido Algeciras tiene una longitud de 226 metros desde su bifurcación con el ramal de incorporación a la MA-23, sin embargo sólo en los últimos 117 metros se convierte en dos carriles.

(**) La longitud del ramal se salida de la MA-20 sentido Málaga tiene una longitud de 242 metros desde su bifurcación con el ramal de incorporación a la MA-23, sin embargo sólo en los últimos 114 metros se convierte en dos carriles.

(***) La longitud de los carriles hasta una de las entradas a los Centro Comerciales Leroy Merlin y Decathlon es de 121 metros, mientras la longitud total hasta la glorieta más próxima es de 329 metros.

Por tanto la glorieta central en la hora punta se encuentra saturada para un horizonte de 30 años, sin considerar el desarrollo del sector SUS G-1 "San Julián". El nivel de servicio de los accesos a la glorieta desde los ramales de la MA-20 es **F** con tiempos de demora de 214,4 s/veh en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Algeciras y 323,6 s/veh en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Málaga. En cuanto al nivel de servicio de la glorieta es **F**, con un tiempo medio de demora de 375,64 s/veh, (6,26 min/veh). Hay que notar que cuando se producen grandes demoras en algunos accesos, es muy probable que muchos conductores dejen de respetar la señalización, lo que da lugar a un aumento del número de accidentes y a un empeoramiento en el nivel de servicio de todos los accesos.

7.7 Glorieta Central. Horizonte de 30 años Considerando el Desarrollo del Sector SUS-G1:

DATOS DE ENTRADA

Nº Accesos =	5
PHF =	0,92
T =	0,25 h
P_T =	3,12 %
E_T =	2
f_{HV} =	0,96974399



Ilustración 39. Accesos a Glorieta Central del Enlace (Pk. 3+000)

MATRIZ DE MOVIMIENTOS

Volumen de Demanda para cada Movimiento de Entrada i (veh/h)

Acceso	Destino					Total Entrada	Total Salida
	1	2	3	4	5		
Origen							
1	0	437	0	1117	91(302*)	1645 (1856*)	1856
2	471	0	310	0	0	781	781
3	0	344	0	691	202	1237	1237
4	1071	0	737(**)	0	0	1808	1808
5	314	0	190	0	0	504	293

(*) Dado que HCM2010, únicamente considera 2 carriles de entrada, simulamos el carril de bypass reduciendo en un 70 % el flujo de tráfico que se dirige a la salida 5 (Carretera de Guadalmar. Acceso a Polígono Industrial).

(**) Se simula directamente el carril bypass como Bypass_1 (carril directo que cede el paso a la salida derecha) y por tanto se trabaja con la intensidad total del tráfico de este acceso.

GEOMETRÍA DE ENTRADAS

Acceso	Nº Carriles	Nº CarRot(*)	Asignación	Nº CarSal
1	2	2	LT + TR	1
2	1	2	LTR	1
3	2	2	LT + TR	1
4	2	2	LT + TR	1
5	1	2	LTR	1

(*) Notar que HCM-2010 no permite considerar 3 carriles de circulación en las glorietas. Se considera que el efecto de este tercer carril sobre el tráfico de la glorieta es despreciable.

Ratios de Flujo de Demanda por cada Carril de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	Tipo	AsignAsum	Carril Izq.	Carril Der.
1	Normal (*)	LT + TR	867	977
2	Normal	LTR	875	0
3	Normal	L + TR	775	612
4	Bypass_1	LT + TR	564	827
5	Normal	LTR	565	0

(*) Dado que HCM2010, únicamente considera 2 carriles de entrada, simulamos el carril de bypass reduciendo en un 70 % el flujo de tráfico que se dirige a la salida 5 (Carretera de Guadalmar. Acceso a Polígono Industrial).

Capacidad por cada Carril de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	CapCarrIzq	CapCarrDer	Bypass	Nº CSalAfec
1	411	439	X	
2	189	0	X	
3	244	270	X	
4	394	645	V	1
5	152	0	X	

Ratios de Flujo de Demanda para cada Movimiento de Entrada i ajustado para vehículos pesados (pc/h)

Acceso	Destino				
	1	2	3	4	5
Origen					
1	0	490	0	1252	102
2	528	0	347	0	0
3	0	386	0	775	226
4	1200	0	0	0	0
5	352	0	213	0	0

Ratios de Flujo de Circulación Opuesta a cada Movimiento de Entrada i y Flujos de Salida de cada Acceso (pc/h)

	Acceso				
	1	2	3	4	5
V_e (pc/h)	1844	875	1387	1200	565
V_c (pc/h)	1348	2553	2042	1402	2864
V_{ex} (pc/h)	2080	876	560	2027	328
V_U (pc/h)	0	0	0	0	0
V_L (pc/h)	490	347	775	0	352
V_{R,e} (pc/h)	102	528	386	0	0
V_T (pc/h)	1252	0	226	1200	213

Ratio de Flujo por Carril y Capacidad del Carril de la Entrada i (veh/h)

Acceso	FlujoIzq	FlujoDer	CapacIzq	CapacDer	X _{Izq}	X _{Der}
1	841	948	399	426	2,11	2,23
2	849	0	184	0	4,61	0,00
3	752	594	237	262	3,17	2,27
4	547	802	383	626	1,43	1,28
5	548	0	148	0	3,70	0,00

Acceso	d_{Izq} (s/veh)	LOS_{Izq}	Q_{95Izq} (veh)	d_{Der} (s/veh)	LOS_{Der}	Q_{95Der} (veh)	$d_{Entrada}$ (s/veh)	$LOS_{Entrada}$
1	529,13	F	60,47	579,80	F	70,31	555,98	F
2	1675,53	F	86,79	0,00	A	0,00	1675,53	F
3	1019,74	F	68,49	612,58	F	46,31	840,05	F
4	234,53	F	27,86	159,55	F	31,54	189,95	F
5	1278,00	F	53,82	0,00	A	0,00	1278,00	F

$d_{Rotonda}$ =	765,94	s/veh
$LOS_{Rotonda}$ =	F	

Considerando una longitud ocupada de 5 metros por vehículo incluyendo espacio entre vehículos, se determina la longitud máxima que alcanza la cola de vehículos en función del máximo número de vehículos que se espera encontrar en cada entrada con un percentil igual o superior al 95 %:

Entrada	Carril Izquierdo $N_{max_{>95\%}}$	Long. Cola Máxima Carril Izquierdo (m)	Carril Derecho $N_{max_{>95\%}}$	Long. Cola Máxima Carril Derecho (m)	Long. Máx. Disponible (m)	Existe Espacio para Cola de Coches
1	61	305	71	355	226(117)(*)	NO
2	87	435	---	---	140	NO
3	69	345	47	235	242(114)**	NO
4	28	140	32	160	329(121)***	NO
5	54	270	---	---	226	NO

(*) La longitud del ramal de salida de la MA-20 sentido Algeciras tiene una longitud de 226 metros desde su bifurcación con el ramal de incorporación a la MA-23, sin embargo sólo en los últimos 117 metros se convierte en dos carriles.

(**) La longitud del ramal de salida de la MA-20 sentido Málaga tiene una longitud de 242 metros desde su bifurcación con el ramal de incorporación a la MA-23, sin embargo sólo en los últimos 114 metros se convierte en dos carriles.

(***) La longitud de los carriles hasta una de las entradas a los Centros Comerciales Leroy Merlin y Decathlon es de 121 metros, mientras la longitud total hasta la glorieta más próxima es de 329 metros.

Por tanto la glorieta central en la hora punta se encuentra saturada para un horizonte de 20 años, considerando el desarrollo del sector SUS G-1 "San Julián". El nivel de servicio de los accesos a la glorieta desde los ramales de la MA-20 es **F** con tiempos de demora de 556,0 s/veh en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Algeciras y 840,1 s/veh en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Málaga. En cuanto al nivel de servicio de la glorieta es **F**, con un tiempo medio de demora de 765,94 s/veh, (12,77 min/veh). Hay que notar que cuando se producen grandes demoras en algunos accesos, es muy probable que muchos

conductores dejen de respetar la señalización, lo que da lugar a un aumento del número de accidentes y a un empeoramiento en el nivel de servicio de todos los accesos.

8.- ANÁLISIS DEL RAMAL DE ENTRADA DE LA MA-23 (AEROPUERTO) EN EL VIAL DE SERVICIO DE LA MA-20 SENTIDO MÁLAGA

El nivel de servicio del ramal de salida de la MA-23 (Aeropuerto), hacia Málaga está directamente condicionado por la intensidad del tráfico del vial de servicio de la MA-20, (Enlace 3). Esto es debido a la configuración de este enlace, ya que los vehículos que salen de la MA-23 a través del ramal PE-1, para dirigirse a la Autovía MA-20 sentido Málaga, deben incorporarse previamente al vial de servicio de la MA-20, CONEX-1s (ver *Ilustración 14*). Para el cálculo de la capacidad del acceso no prioritario del ramal de la MA-23 sobre el vial de servicio de la MA-20 sentido Málaga, se aplica el método de capacidad en accesos controlados por señales de prioridad de paso.

Este método se basa en la teoría de colas según la cual los vehículos que llegan por estos accesos sólo pueden incorporarse cuando en el vial prioritario no haya ningún vehículo dentro de una determinada distancia, o lo que es lo mismo, a un determinado tiempo (traduciendo la distancia del vehículo prioritario al acceso, en tiempo que tarda el vehículo prioritario en llegar al acceso).

Si este tiempo es suficientemente grande la mayoría de los vehículos no prioritarios que circulan por el ramal de la MA-23 se incorporarán sin tiempo de espera y sin problemas al vial de servicio de la MA-20. Sin embargo existe una determinada distancia crítica del vehículo prioritario al acceso, (traducido en términos de tiempo "que tarda en llegar al acceso: **tiempo crítico t_c** "), que hará que el 50 % de los vehículos se incorporen y el otro 50 % esperen, por lo tanto la capacidad del acceso dependerá del número de intervalos superiores al crítico se den en la vía principal, es decir, dependerá de la intensidad del tráfico de la vía principal y de este tiempo crítico, el cual es función de la configuración del acceso.

Dada la configuración rápida del acceso con un carril de aceleración, se considera un tiempo crítico de 3,5 segundos. Aplicando las curvas de la Figura 3 "*Capacidad de un acceso secundario*" del libro "***Elementos de Ingeniería de Tráfico***" de Carlos Kraemer,

Víctor Sánchez Blanco y Juan G. Gardeta Oliveros (Departamento de Transporte, ETSI Caminos, Canales y Puertos) que se han obtenido mediante métodos de la teoría de colas:

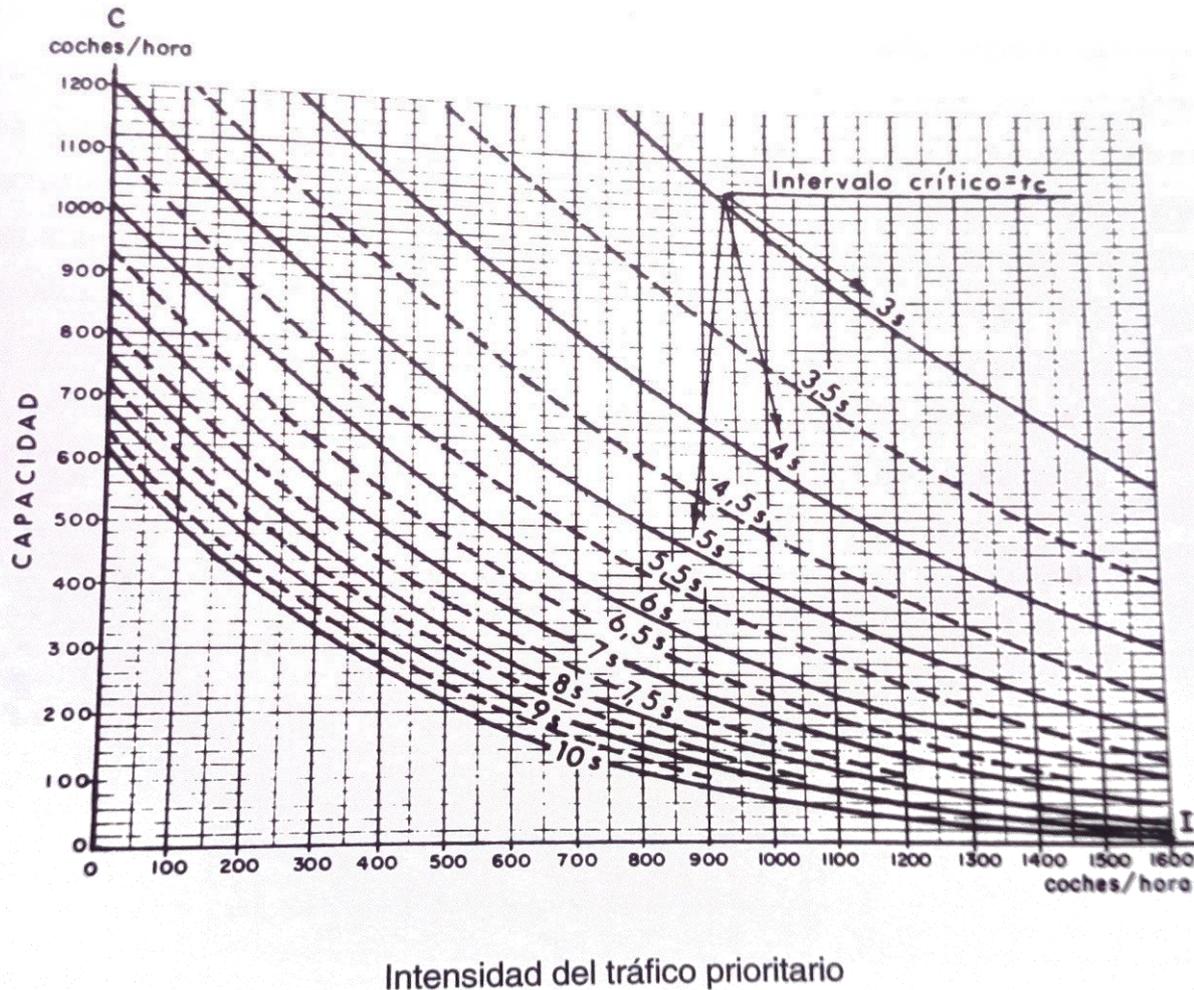


Fig. 3 CAPACIDAD EN UN ACCESO SECUNDARIO

Ilustración 40. Capacidad de Acceso Secundario obtenido del libro "Elementos de Ingeniería de Tráfico"

Utilizando la curva correspondiente al tiempo crítico de 3,5 segundos se obtiene, en función de la intensidad de tráfico del vial de servicio de la MA-20, la capacidad del acceso de la MA-23. Comparando la intensidad de tráfico del ramal de la MA-23 con la capacidad del acceso, obtendremos su nivel de servicio.

- PE-1: Ramal de salida de la Autovía MA-23 Aeropuerto e incorporación al vial de servicio de la MA-20, sentido Málaga.



Ilustración 41. Foto Aérea del acceso del ramal de la MA-23 al vial de servicio de la MA-20 sentido Málaga



Ilustración 42. Imagen de la incorporación al vial de servicio de la MA-20 sentido Málaga

De acuerdo al dato de aforo de la estación MA-42-5 obtenido utilizando visor web de la Dirección General de Carreteras (Ministerio de Fomento), correspondiente al año 2019, la IMD de la Autovía del Aeropuerto MA-23 fue de 16.366 veh/día (ver *Ilustración 17*).

Partiendo de los datos de intensidad horaria de los ramales de la MA-23, obtenidos anteriormente para el estado actual y para un horizonte de 10, 20 y 30 años:

Ramales del Enlace de la MA-23 con la MA-20	I _{Hpunta} (veh/h)	I _{10Hpunta} (veh/h)	I _{20Hpunta} (veh/h)	I _{30Hpunta} (veh/h)
Incorporación a la MA-20 sentido Málaga PE-1 (I _{1S_MA23})	341	393	454	524
Salida de la MA-20 sentido Málaga PE-2 (I _{3E_MA23})	341	393	454	524
Incorporación a la MA-20 sentido Algeciras PE-3 (I _{3S_MA23})	341	393	454	524
Salida de la MA-20 sentido Algeciras PE-4 (I _{1E_MA23})	341	393	454	524

La intensidad equivalente en vehículos ligeros hora, teniendo en cuenta el porcentaje existente de vehículos pesados y de recreo se puede determinar de acuerdo a la siguiente expresión:

$$I_{eq} = I * (100 - P_p - P_r + P_p * E_p + P_r * E_r) / 100$$

Donde

I_{eq}: Intensidad equivalente en vehículos ligeros / hora.

I: Intensidad media durante la hora punta en vehículos/hora

P_p: Porcentaje de vehículos pesados (5,81 % en nuestro caso, de acuerdo a los datos de la estación de aforo MA-42-5)

P_r: Porcentaje de vehículos de recreo (0% en nuestro caso)

E_p: Factor de equivalencia de vehículos pesados (1,5 en nuestro caso).

E_r: Factor de equivalencia de vehículos de recreo (1,2 en nuestro caso).

Tipo de Terreno	E _p	E _r
Llano	1,5	1,2
Ondulado	2,5	2,0
Montañoso	4,5	4,0

Aplicando la fórmula anterior obtenemos la intensidad de tráfico en vehículos ligeros del ramal de salida de la MA-23 sentido Málaga:

Ramales del Enlace de la MA-23 con la MA-20	I_{Hpunta} (vl/h)	$I10_{Hpunta}$ (vl/h)	$I20_{Hpunta}$ (vl/h)	$I30_{Hpunta}$ (vl/h)
Incorporación a la MA-20 sentido Málaga PE-1 (I_{1S_MA23})	351	405	468	540

Con un factor de vehículo pesado f_{vp} igual a **0,9718**.

Para obtener la capacidad de la incorporación del ramal de la MA-23 en el vial de servicio de la Autovía MA-20 sentido Málaga, se parte de los datos de intensidad de tráfico en hora punta del vial de servicio de la MA-20, CONEX-1s, determinado anteriormente para las hipótesis consideradas:

- Sin considerar el desarrollo del Sector SUS-G1 “San Julián”:

Vial de Servicio MA-20	I_{Hpunta} (veh/h)	$I10_{Hpunta}$ (veh/h)	$I20_{Hpunta}$ (veh/h)	$I30_{Hpunta}$ (veh/h)
CONEX-1s	979	1.129	1.303	1.503

- Considerando el desarrollo del Sector SUS-G1 “San Julián”:

Vial de Servicio MA-20	$\Delta I10_{Hpunta_SUS_G1}$ (veh/h)	$\Delta I20_{Hpunta_SUS_G1}$ (veh/h)	$\Delta I30_{Hpunta_SUS_G1}$ (veh/h)
CONEX-1s	265	306	353

Vial de Servicio MA-20	$I10_{Hpunta_SUS_G1}$ (veh/h)	$I20_{Hpunta_SUS_G1}$ (veh/h)	$I30_{Hpunta_SUS_G1}$ (veh/h)
CONEX-1s	1.394	1.609	1.856

Considerando, de acuerdo a la estación de aforo E-274-0, un porcentaje de vehículos pesados igual al 3,12 %, obtenemos un factor de vehículos pesados igual a **0,9846**. Aplicando este factor se determina la intensidad de tráfico equivalente de los viales de servicio de la MA-20 en vehículos ligeros:

Vial de Servicio	I_{Hpunta}	$I10_{Hpunta}$	$I20_{Hpunta}$	$I30_{Hpunta}$
MA-20	(vl/h)	(vl/h)	(vl/h)	(vl/h)
CONEX-1s	995	1.147	1.324	1.527

Vial de Servicio	$I10_{Hpunta_SUS_G1}$	$I20_{Hpunta_SUS_G1}$	$I30_{Hpunta_SUS_G1}$
MA-20	(vl/h)	(vl/h)	(vl/h)
CONEX-1s	1.416	1.635	1.885

Utilizando la curva correspondiente a un tiempo crítico de 3,5 segundos (ver *Ilustración 40*), se obtienen las capacidades del acceso PE-1 en el vial de servicio de la MA-20 sentido Málaga, CONEX-1s:

Vial de Servicio	C_{Hpunta}	$C10_{Hpunta}$	$C20_{Hpunta}$	$C30_{Hpunta}$
MA-20	(vl/h)	(vl/h)	(vl/h)	(vl/h)
CONEX-1s	765	662	546	440

Vial de Servicio	$C10_{Hpunta_SUS_G1}$	$C20_{Hpunta_SUS_G1}$	$C30_{Hpunta_SUS_G1}$
MA-20	(vl/h)	(vl/h)	(vl/h)
CONEX-1s	507	391	253

La diferencia entre la capacidad del acceso y la intensidad equivalente del ramal de la MA-23, PE-1, determina el nivel de servicio de este acceso.

Hay que notar que mientras la capacidad del acceso sea superior a la intensidad en más de 250 vehículos, las demoras serán muy pequeñas (menos de 10 segundos como media), mientras que si dicha diferencia es menor que 100 vehículos, las demoras pueden

ser muy largas (la media superior al medio minuto y bastantes vehículos más de un minuto). Cuando la intensidad se aproxima a su capacidad y se producen grandes demoras, es muy probable que muchos conductores dejen de respetar la señalización, lo que da lugar a un aumento del número de accidentes y a un empeoramiento en el nivel de servicio en el vial principal. En estos casos es preciso modificar la regulación de la intersección o modificar su trazado.

- **Estado Actual:**

Acceso	$C-I_{Hpunta}$ (vl/h)	Nivel de Servicio
CONEX-1s / PE-1	414	OK

- **Horizonte de 10 años:**

Acceso	$C-10_{Hpunta}$ (vl/h)	Nivel de Servicio	$C-10_{HpuntaSUSG1}$ (vl/h)	Nivel de Servicio
CONEX-1s / PE-1	257	OK	102	CONGESTIÓN

- **Horizonte de 20 años:**

Acceso	$C20_{Hpunta}$ (vl/h)	Nivel de Servicio	$C20_{HpuntaSUSG1}$ (vl/h)	Nivel de Servicio
CONEX-1s / PE-1	78	COLAPSO	-77	COLAPSO

- **Horizonte de 30 años:**

Acceso	$C30_{Hpunta}$ (vl/h)	Nivel de Servicio	$C30_{HpuntaSUSG1}$ (vl/h)	Nivel de Servicio
CONEX-1s / PE-1	-100	COLAPSO	-287	COLAPSO

9.- ANÁLISIS DE LOS RAMALES DE ENTRADA Y SALIDA DE LA AUTOVÍA MA-20

Para determinar el nivel de servicio del tramo de autovía afectado utilizamos el método del Manual de Capacidad HCM-2010, asimilando este tramo de autovía al modelo denominado “*Freeway Facilities*” que se recomienda para el caso de autovías y autopistas con gran densidad de ramales de entrada y salida.

De acuerdo con el Manual de Capacidad del año 2010 (HCM 2010), el nivel de servicio de las zonas de influencia de los ramales de entrada y salida de Autovía se define en función de la densidad máxima relativa del tráfico en la zona de influencia del ramal:

Nivel de Servicio	Densidad máxima (pc/mi/ln) (*)
A	<= 11
B	>11 - 18
C	>18 - 26
D	>26 – 35
E	>35 - 45

(*) pc/mi/ln significa pasajeros coche por milla y carril

El **nivel F** se alcanza cuando la densidad de tráfico es mayor de 45 pc/mi/ln o bien la relación entre el volumen de demanda y su capacidad es superior a 1.

De acuerdo al HCM 2010 la velocidad libre del flujo de coches para una autovía o autopista con alta densidad de ramales (Freeway Facilities) es:

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

Donde:

FFS = Velocidad libre en (mi/h)

f_{LW} = Factor de ajuste por ancho de carril (mi/h). Valor tabulado.

f_{LC} = Factor de ajuste por visibilidad (mi/h) . Valor tabulado.

TRD = Densidad total de ramales (ramps/mi)

La capacidad base de los segmentos del tramo de autovía varía en función de la velocidad libre del flujo de coches, de acuerdo a la siguiente tabla:

Velocidad Libre del Flujo de Coches (mi/h)	Capacidad Base (pc/h/ln)
75	2.400
70	2.400
65	2.350
60	2.300
55	2.250

La densidad máxima relativa del tráfico en el tramo de autovía con alta densidad de ramales (freeway facility) se obtiene:

$$D_F = \frac{\sum_{i=1}^n D_i \cdot L_i \cdot N_i}{\sum_{i=1}^n L_i \cdot N_i}$$

Donde:

D_F = Densidad media del tramo de autovía (freeway facility) (pc/mi/ln)

D_i = Densidad para el segmento i del tramo (pc/mi/ln)

L_i = Longitud del segmento i (ft)

N_i = Número de carriles en el segmento i.

n = Número de segmentos en el tramo de autovía definido con alta densidad de ramales.

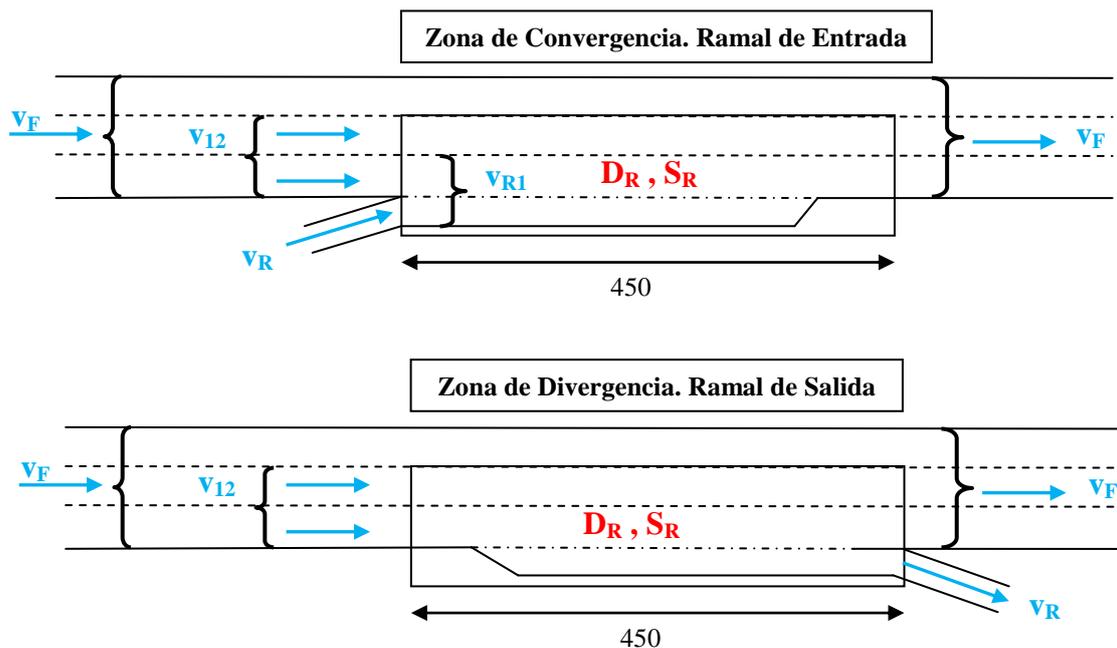


Ilustración 43. Parámetros y variables críticas que definen el comportamiento de los ramales de entrada y salida

Para la obtención de las densidades y velocidades relativas, en el manual de capacidad se aplica el siguiente modelo:

- **Zonas de convergencia en ramales de entrada de un solo carril:**

- *Densidad relativa:*

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

- *Velocidad relativa:*

$$S_R = FFS - (FFS - 42) \cdot M_S$$

Donde:

v_R : Intensidad de tráfico de hora punta del ramal de entrada, en pasajeros coche por hora (pc/h).

v_{12} : Intensidad de tráfico de hora punta de los dos carriles derechos del segmento de autovía, antes de entrar en la zona de convergencia, en pasajeros coche por hora (pc/h). Se puede calcular utilizando la siguiente expresión:

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

Donde:

v_F : Intensidad de tráfico de hora punta en el segmento de la autovía antes de entrar en la zona de convergencia, en pasajeros coche por hora (pc/h).

P_{FM} : Coeficiente de proporción. Es igual a 1 para autovías o autopistas de 4 carriles, e igual a $0,5775 + 0,000028 \cdot L_A$; para autopistas o autovías de 6 carriles.

L_A : Longitud del carril de aceleración en pies (ft).

FFS: Velocidad libre en el segmento de autopista o autovía, antes de entrar en la zona de convergencia del ramal de entrada, en (mi/h).

M_S : Coeficiente de velocidad. Se puede calcular aplicando la siguiente expresión:

$$M_S = 0,321 + 0,0039 \cdot e^{\left(\frac{v_{R12}}{1000}\right)} - 0,002 \cdot \left(\frac{L_A \cdot S_{FR}}{1000}\right)$$

Donde:

v_{R12} : Intensidad de tráfico de hora punta en la zona de convergencia, incluyendo la intensidad de tráfico en el ramal de entrada. Es igual a: $v_{R12} = v_{12} + v_R$, en pasajeros coche por hora (pc/h).

S_{FR} : Velocidad libre en el ramal de entrada en (mi/h).

- **Zonas de divergencia en ramales de salida de un solo carril:**

- *Densidad relativa:*

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

- *Velocidad relativa:*

$$S_R = FFS - (FFS - 42) \cdot D_S$$

Donde:

v_{12} : Intensidad de tráfico de hora punta de los dos carriles derechos del segmento de autovía, antes de entrar en la zona de divergencia, en vehículos ligeros hora. Se puede calcular utilizando la siguiente expresión:

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

Donde:

v_F : Intensidad de tráfico de hora punta en el segmento de la autovía antes de entrar en la zona de divergencia, en pasajeros coche por hora (pc/h).

v_R : Intensidad de tráfico de hora punta del ramal de salida, en pasajeros coche por hora (pc/h).

P_{FD} : Coeficiente de proporción. Es igual a 1 para autovías o autopistas de 4 carriles, e igual a $0,760 - 0,000025 \cdot v_F - 0,000046 \cdot v_R$; para autopistas o autovías de 6 carriles.

L_D : Longitud del carril de deceleración en pies (ft).

FFS: Velocidad libre en el segmento de autopista o autovía, antes de entrar en la zona de divergencia del ramal de salida, en (mi/h).

D_S : Coeficiente de velocidad. Se puede calcular aplicando la siguiente expresión:

$$D_S = 0,883 + 0,00009 \cdot v_r - 0,013 \cdot S_{FR}$$

Donde:

S_{FR} : Velocidad libre en el ramal de salida en (mi/h).

La intensidad equivalente en pasajeros coche por hora, en función de la intensidad en vehículos hora y teniendo en cuenta el porcentaje existente de vehículos pesados y de recreo, el ajuste por el tipo de población conductora y el factor de hora punta se puede determinar de acuerdo a la siguiente expresión:

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

Donde:

v_i : Intensidad equivalente para el movimiento i en pasajeros coche por hora (pc/h).

V_i : Intensidad media para el movimiento i en vehículos/hora (veh/h).

PHF: Factor de hora punta. Representa la variación del flujo de tráfico dentro de una hora considerando el pico de 15 minutos. Varía entre 0,85 y 0,98 dependiendo del tipo de autovía si es urbana, suburbana,...

f_{HV} : Factor de ajuste de vehículos pesados y de recreo.

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

Donde:

P_T : Porcentaje de vehículos pesados (camiones y autobuses).

P_R : Porcentaje de vehículos de recreo.

E_T : Factor de equivalencia de vehículos pesados (1,5 en nuestro caso).

E_R : Factor de equivalencia de vehículos de recreo (1,2 en nuestro caso).

Tipo de Terreno	E_T	E_R
Llano	1,5	1,2
Ondulado	2,5	2,0
Montañoso	4,5	4,0

f_p : Factor de ajuste por el tipo de población conductora. Tiene en cuenta lo familiarizada que están los conductores con el tramo de estudio. Varía entre 0,85 y 1. En el caso de tramos de autovía cercanos a las ciudades se suele tomar un coeficiente de 1.

El método del Manual de Capacidad HCM 2010 se aplica, a los tramos de autovía de gran densidad de ramales de entrada y salida (“Freeway Facilities”), siguiendo la siguiente metodología:

1. Se divide el tramo de autovía objeto de estudio en segmentos diferenciados. Clasificando cada segmento en los siguientes tipos, según sus características:

- B = Segmento básico de autovía
- R = Segmento de solapamiento de ramales de entrada y salida

- ONR = Ramal de incorporación
 - OFR = Ramal de salida
 - W = Segmento de trenzado
2. Se divide el periodo total de tiempo que se quiere estudiar, normalmente en torno a una hora, en intervalos de tiempo de 15 minutos. Se caracteriza el volumen de demanda de tráfico en el tramo para dichos intervalos de tiempo. (Normalmente se asigna al intervalo de tiempo central el tráfico punta, y se aplican a los demás intervalos, porcentajes respecto a este tráfico punta para ajustar así una curva de crecimiento-decrecimiento de la intensidad de tráfico en hora punta).
 3. Se aplica el modelo del HCM 2010 a cada segmento y para cada intervalo de tiempo, obteniendo así para cada intervalo y segmento: su densidad, velocidad media y nivel de servicio.
 4. Se obtiene un valor de velocidad media, densidad y nivel de servicio para el tramo completo, en función de los valores obtenidos para cada segmento de autovía en que se divide.

El tramo de la MA-20 sentido Algeciras afectado por el enlace se puede dividir en cinco segmentos, de acuerdo a sus características:

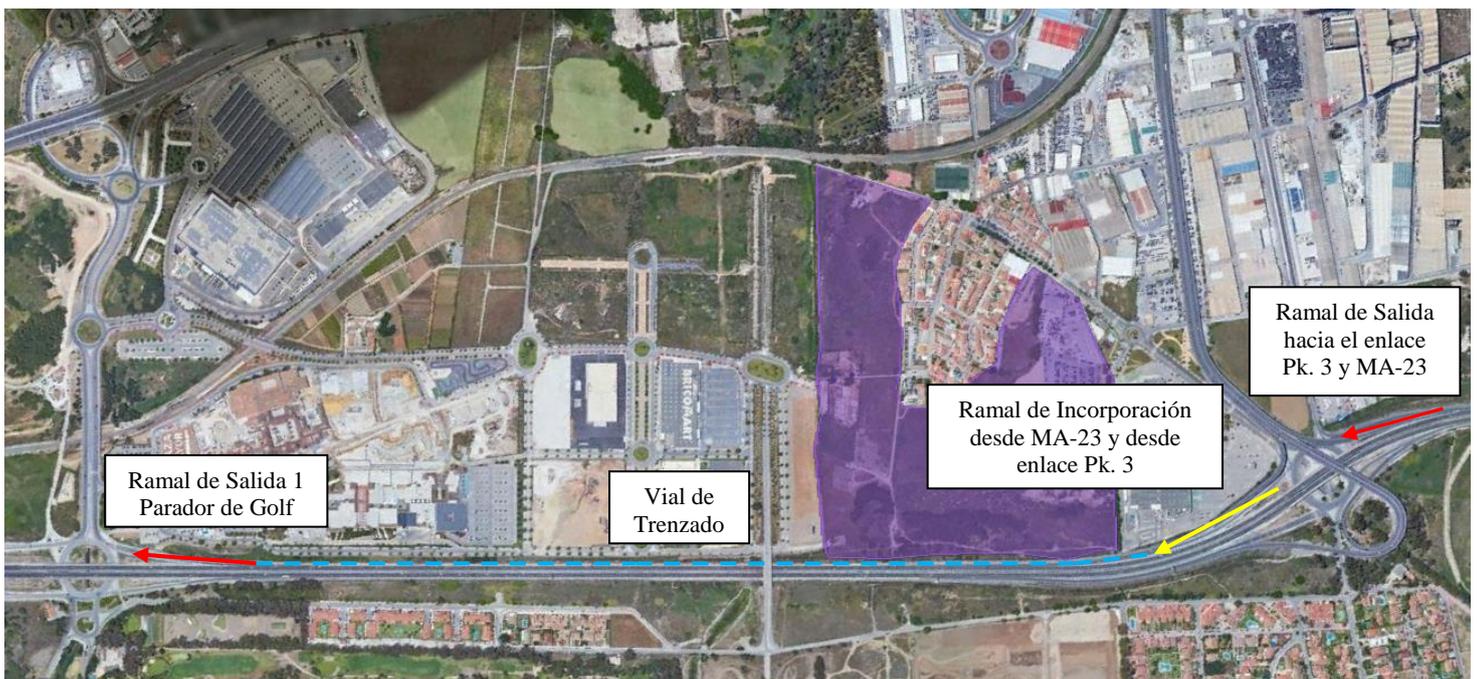
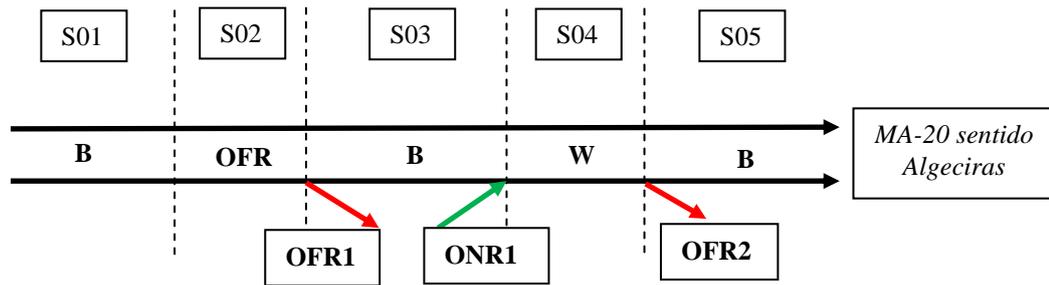


Ilustración 44. Ramales de Entrada y Salida de la Autovía MA-20, sentido Algeciras



OFR1: Ramal de Salida hacia el enlace Pk. 3 y la MA-23.

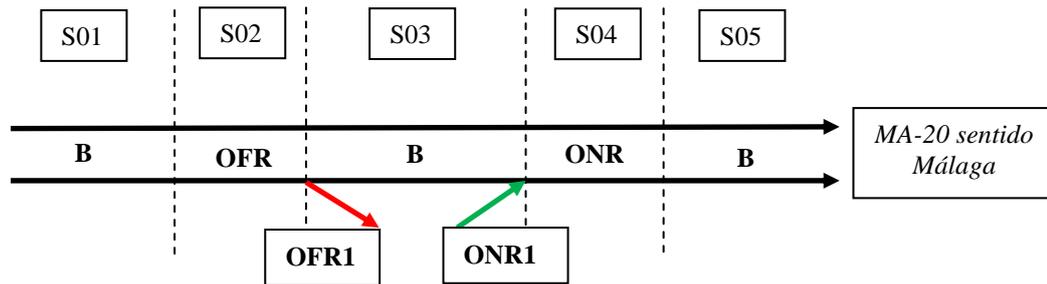
ONR1: Ramales de Incorporación desde el enlace Pk. 3 y la MA-23.

OFR2: Ramal de Salida 1 hacia "MA-21 / Parador de Golf / A-404 Coín".

El tramo de la autovía MA-20 sentido Málaga afectado por el enlace se puede dividir en cinco segmentos, de acuerdo a sus características:



Ilustración 45. Ramales de Entrada y Salida de la Autovía MA-20, sentido Málaga



OFR1: Ramal de Salida hacia el enlace Pk. 3 y la MA-23.

ONR1: Ramal de Incorporación desde el enlace Pk. 3 y la MA-23.

En cuanto al periodo de tiempo, se estudian 75 minutos alrededor de la hora punta de tráfico, y se descompone este periodo en cinco intervalos de tiempo de 15 minutos cada uno. Se establece la intensidad de tráfico punta en el intervalo 3 que es el intermedio, y se ajusta una curva de crecimiento-decrecimiento del tráfico que en los dos primeros intervalos de tiempo tiene un crecimiento del 10 % hasta llegar a la intensidad punta (intervalo 3), y posteriormente tiene un decrecimiento de un 5 %, respecto a la intensidad de tráfico punta, en los dos intervalos de tiempo finales.

Los parámetros globales de cálculo del tramo de la Autovía MA-20 afectado por el enlace son los siguientes:

Nº de carriles: **N = 2**

Velocidad libre limitada sentido Algeciras: **FFS_{LA} = 80 - 120 km/h**

Velocidad libre limitada sentido Málaga: **FFS_{LA} = 100 km/h**

Velocidad libre ramales sentido Algeciras: **FFS_{LR} = 80 km/h**

Velocidad libre carril de trenzado sentido Algeciras: **FFS_{LR} = 120 km/h**

Velocidad libre ramales sentido Málaga: **FFS_{LR} = 80 km/h**

Porcentaje de vehículos pesados: **P_p = 3,12 %**

Tipo de terreno = **Llano**

Aplicando el método y modelo del HCM-2010 presentado, al tramo de autovía de la MA-20 afectado por el enlace, obtenemos los siguientes resultados:

9.1. Nivel de servicio para el estado actual de la MA-20 sentido Algeciras sin considerar el desarrollo del sector SUS-G1:

La intensidad de tráfico en el tramo de la MA-20 para el estado actual es la siguiente:

Intensidad de tráfico punta horaria I_h (veh/h)			
Autovía MA-20 sentido Algeciras B1	Ramal Salida 3 MA-23 / Guadalmar OFR1	Ramal Incorp. MA-23 / Enlace Pk. 3 ONR1	Ramal Salida 1 Parador de Golf / MA-21 / A-404 OFR2
3.383	1.320	994	2.059

Se adopta la siguiente distribución de intensidades de tráfico en intervalos de 15 minutos para un período total de 75 minutos en torno a la punta de tráfico:

Intensidad de tráfico punta horaria por intervalos de tiempo (veh/h)				
Tiempo	B1	OFR1	ONR1	OFR2
1	2.706	1.056	795	1.647
2	3.045	1.188	895	1.853
3	3.383	1.320	994	2.059
4	3.214	1.254	944	1.956
5	3.045	1.188	895	1.853

Se obtienen los siguientes resultados:

Título: <u>Tramo Autovía MA-20 sentido Algeciras</u> (Pk. 3)						
Número de Intervalos de Tiempo:	5					SECCIÓN Y TOTALES DEL PERIODO
Duración del Período (min):	75					
Número del Segmento de Autovía : Etiqueta del Segmento :	1 S01	2 S02	3 S03	4 S04	5 S05	Unidades
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFR)	B	OFR	B	W	B	3,95 km No saturada globalmente
Longitud del Segmento (m)	950	203	778	1352	671	
Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	88,5	88,5	120,7	120,7	
Máxima relación d/c	0,75	0,76	0,47	0,90	0,21	
Intervalo tiempo que comienza la congestión						

Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,59	0,15	0,53	0,81	0,33	2,42	min
VMTD Veh-km (Demanda)	3655,3	779,8	1825	4700,9	761,3	11722	VMT
VMTV Veh-km (Volumen)	3655,3	779,8	1825	4700,9	761,3	11722	VMT
VHT viajes (h)	37,90	9,60	20,75	47,10	6,31	121,66	VHT
VHD retraso (h)	0,04	0,79	0,13	8,14	0,01	9,10	VHD
Velocidad media segm. = VMTV / VHT (km/h)	96,44	81,23	87,96	99,81	120,58	96,35(*)	km/h
Densidad media (veh/km/carril)	16	11,3	10,7	13,9	3,8	11,9	veh/km/car
Densidad media (pc/km/carril)	16,2	11,5	10,8	14,1	3,8	12,1	pc/km/car

(*) No tiene por qué corresponder con la limitada y estima la velocidad libre real que llevaría el conductor por las características del tramo

Las características en el tramo de la Autovía MA-20 en el período 3 que es cuando concurre el tráfico punta de vehículos son:

TÍTULO DEL TRAMO DE AUTOVÍA: MA-20 sentido Algeciras (PK. 3)						
NÚMERO DE SEGMENTO :	1	2	3	4	5	
ETIQUETA DEL SEGMENTO :	S01	S02	S03	S04	S05	
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFR)	B	OFR	B	W	B	
Longitud del Segmento (m)	950	203	778	1352	671	3,95 km
Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	88,5	88,5	120,7	120,7	
Velocidad media segm. (km/h)	96,1	81	87,9	98,9	120,6	
Densidad del Segmento (veh/km/carril)	17,6	13	11,7	15,5	4,1	13,2 veh/km/carril
Capacidad del Segmento (vph)	4.529	4.431	4.431	3.386	4.726	
Demanda del Segmento (vph)	3.383	3.383	2.063	3.057	998	
Volumen Servido por el Segmento (vph)	3.383	3.383	2.063	3.057	998	
Relación demanda/capacidad (d/c)	0,75	0,76	0,47	0,90	0,21	
Demanda Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	994	0	
Capacidad Ramal de Incorporación (vph)						
Demanda Ramal de Salida (vph)	0	1.320	0	2.059	0	
Capacidad Ramal de Salida (vph)		2.100				
Demanda de Ramal a Ramal (vph)				99		
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,59	0,15	0,53	0,82	0,33	2,43 min
Tiempo de viaje en flujo libre (min)	0,59	0,14	0,53	0,67	0,33	2,26 min

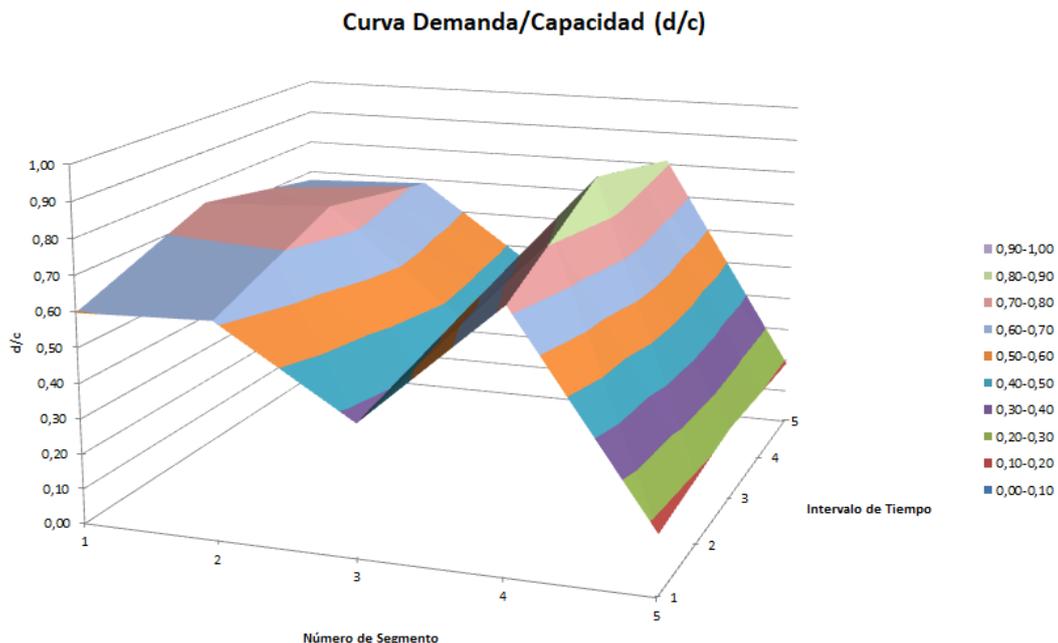
Retraso en carril principal de la Autovía (min)	0,00	0,01	0,00	0,15	0,00	0,17	min
Retraso sistema incl. ramales incorporación (min)	0,00	0,01	0,00	0,15	0,00	0,17	min
VMTD Veh-km / intervalo (Demanda)	803,3	171,4	401,1	1033,1	167,3	2576	veh-km
VMTV Veh-km / intervalo (Volumen servido)	803,3	171,4	401,1	1033,1	167,3	2576	veh-km
VHT viaje / intervalo (h)	8,36	2,12	4,56	10,45	1,39	26,87	h
VHD retraso / intervalo (h)	0,04	0,18	0,03	1,89	0,00	2,13	h
Velocidad media segmento = VMTV / VHT (km/h)	96,1	81	87,9	98,9	120,6	95,9	km/h
Densidad del segmento (pc/km/carril)*	17,9	13,2	11,9	15,7	4,2	13,4	pc/km/carril
Nivel de servicio segmento (LOS) por densidad	D	C	C	C	A	C	
Nivel de servicio segmento (LOS) por demanda							

* Para segmentos de trenzado y segmentos de salida, esta densidad es solo para áreas de influencia de ramales.

La relación entre el volumen de demanda de tráfico y la capacidad del segmento es la siguiente:

Relación Demanda / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,60	0,61	0,37	0,72	0,17
2	0,67	0,69	0,42	0,81	0,19
3	0,75	0,76	0,47	0,90	0,21
4	0,71	0,73	0,44	0,86	0,20
5	0,67	0,69	0,42	0,81	0,19

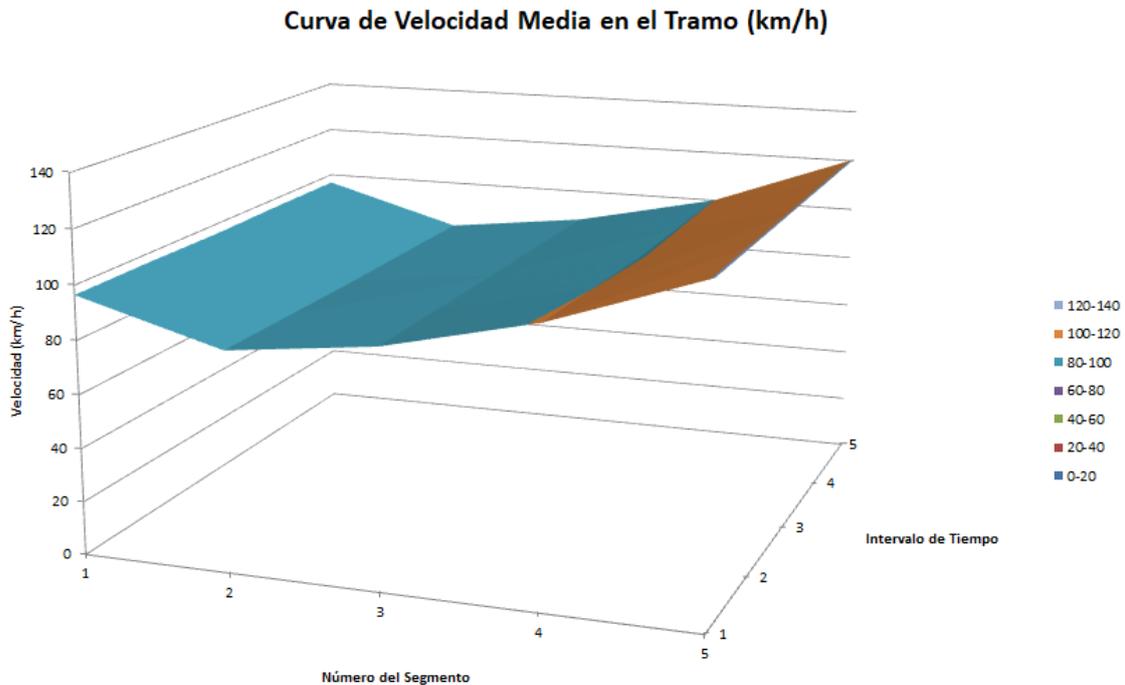
Se obtiene por tanto la siguiente curva que relaciona, en el tramo afectado, la demanda de tráfico con la capacidad del tramo de autovía:



La velocidad media de cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Velocidad Media del Segmento (km/h)					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	96,54	81,52	87,98	101,1	120,58
2	96,54	81,27	87,96	99,98	120,58
3	96,13	81,02	87,94	98,86	120,57
4	96,51	81,14	87,95	99,43	120,58
5	96,54	81,27	87,96	99,98	120,58

Representando la velocidad media en kilómetros por hora en el tramo de autovía se obtiene la siguiente curva:

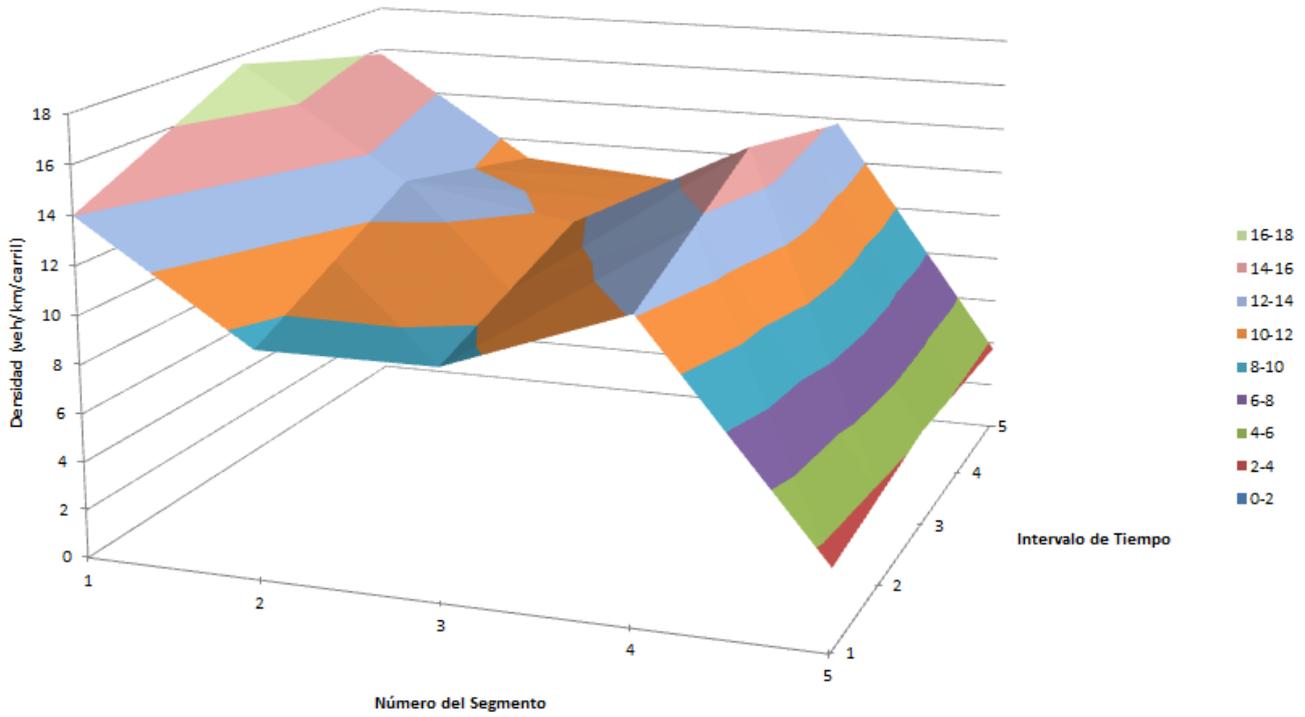


La densidad media de vehículos en cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Densidad Media (veh/km/carril)					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	14,01	9,33	9,38	12,09	3,31
2	15,77	11,14	10,56	13,76	3,73
3	17,6	12,95	11,73	15,45	4,14
4	16,65	12,05	11,14	14,6	3,93
5	15,77	11,14	10,56	13,76	3,73

Si se representa la densidad media de este tramo de autovía se obtiene:

Curva de Densidad de Tráfico (veh/km/carril)



En función de los datos anteriores se obtienen, para cada intervalo de tiempo, los siguientes niveles de servicio en cada segmento de autovía y en el tramo global estudiado:

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	C	B	B	B	A	B
2	C	B	B	C	A	C
3	D	C	C	C	A	C
4	D	B	C	C	A	C
5	C	B	B	C	A	C

9.2. Nivel de servicio para el estado actual de la MA-20 sentido Málaga sin considerar el desarrollo del sector SUS-G1:

La intensidad de tráfico en el tramo de la MA-20 para el estado actual es la siguiente:

Intensidad de tráfico punta horaria I_h (veh/h)		
Autovía MA-20 sentido Málaga B1	Ramal Salida 3 MA-23 / Guadalmar OFR1	Ramal Incorp. MA-23 / Enlace Pk. 3 ONR1
3.383	994	1.320

Se adopta la siguiente distribución de intensidades de tráfico en intervalos de 15 minutos para un período total de 75 minutos en torno a la punta de tráfico:

Intensidad de tráfico punta horaria por intervalos de tiempo (veh/h)			
Tiempo	B1	OFR1	ONR1
1	2.706	795	1.056
2	3.045	895	1.188
3	3.383	994	1.320
4	3.214	944	1.254
5	3.045	895	1.188

Se obtienen los siguientes resultados:

Título: <u>Tramo Autovía MA-20 sentido Málaga</u> (Pk. 3)						
Número de Intervalos de Tiempo:	5					SECCIÓN Y TOTALES DEL PERIODO
Duración del Período (min):	75					
Número del Segmento de Autovía : Etiqueta del Segmento :	1 S01	2 S02	3 S03	4 S04	5 S05	Unidades
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFR)	B	OFR	B	ONR	B	3,13 km No saturada globalmente
Longitud del Segmento (m)	1033	141	800	340	812	
Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	
Máxima relación d/c	0,75	0,75	0,53	0,82	0,82	
Intervalo tiempo que comienza la congestión						
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,64	0,10	0,50	0,23	0,51	1,98 min

VMTD Veh-km (Demanda)	3974,3	544,1	2174,6	1433,5	3425	11552	VMT
VMTV Veh-km (Volumen)	3974,3	544,1	2174,6	1433,5	3425	11552	VMT
VHT viajes (h)	41,21	6,23	22,70	16,19	35,83	122,16	VHT
VHD retraso (h)	0,04	0,60	0,18	1,34	0,35	2,51	VHD
Velocidad media segm. = VMTV / VHT (km/h)	96,44	87,27	95,78	88,55	95,6	94,56(*)	km/h
Densidad media (veh/km/carril)	16	7,1	11,3	12,8	17,7	14,5	veh/km/car
Densidad media (pc/km/carril)	16,2	7,2	11,5	13	17,9	14,7	pc/km/car

(*) No tiene por qué corresponder con la limitada y estima la velocidad libre real que llevaría el conductor por las características del tramo

Las características en el tramo de la Autovía MA-20 en el período 3 que es cuando concurre el tráfico punta de vehículos son:

TÍTULO DEL TRAMO DE AUTOVÍA: MA-20 sentido Málaga (PK. 3)						
NÚMERO DE SEGMENTO :	1	2	3	4	5	
ETIQUETA DEL SEGMENTO :	S01	S02	S03	S04	S05	
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFR)	B	OFR	B	ONR	B	
Longitud del Segmento (m)	1033	141	800	340	812	3,13 km
Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	
Velocidad media segm. (km/h)	96,1	87,1	95,8	87,3	94,2	
Densidad del Segmento (veh/km/carril)	17,6	8,7	12,5	14,3	19,7	16,1 veh/km/carril
Capacidad del Segmento (vph)	4.529	4.529	4.529	4.529	4.529	
Demanda del Segmento (vph)	3.383	3.383	2.389	3.709	3.709	
Volumen Servido por el Segmento (vph)	3.383	3.383	2.389	3.709	3.709	
Relación demanda/capacidad (d/c)	0,75	0,75	0,53	0,82	0,82	
Demanda Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	1320	0	
Capacidad Ramal de Incorporación (vph)				2.100		
Demanda Ramal de Salida (vph)	0	994	0	0	0	
Capacidad Ramal de Salida (vph)		2.100				
Demanda de Ramal a Ramal (vph)						
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,64	0,10	0,50	0,23	0,52	1,99 min
Tiempo de viaje en flujo libre (min)	0,64	0,09	0,50	0,21	0,50	1,94 min
Retraso en carril principal de la Autovía (min)	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,05 min

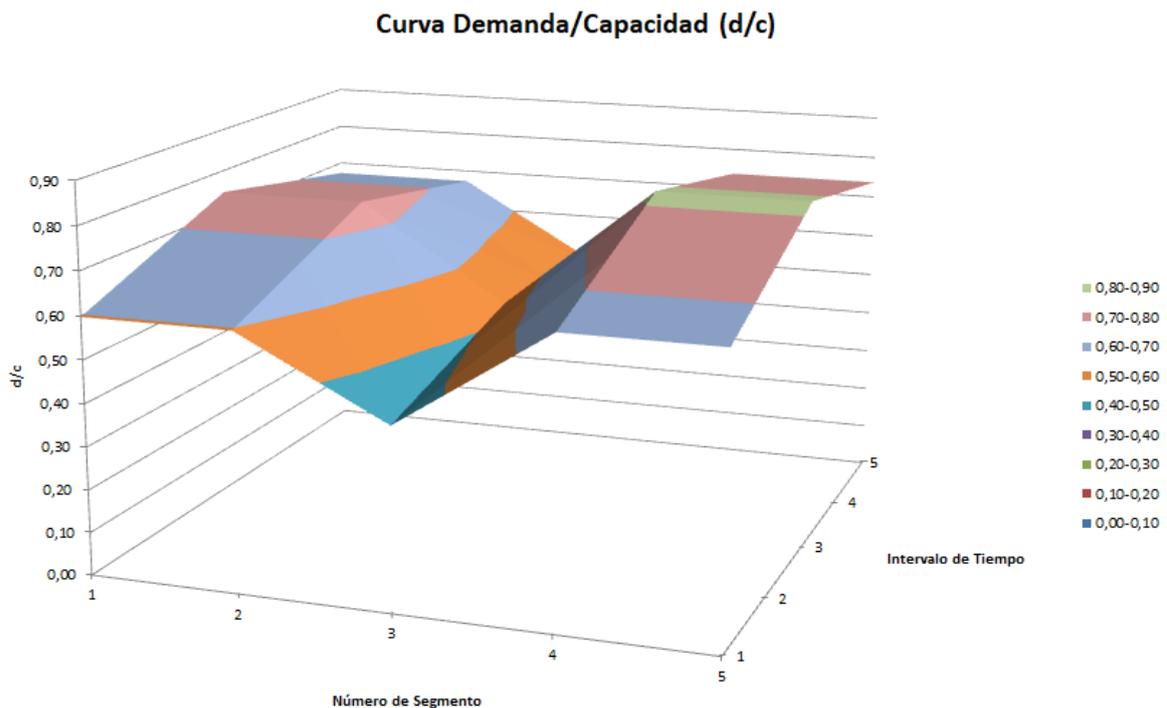
Retraso sistema incl. ramales incorporación (min)	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,05 min
VMTD Veh-km / intervalo (Demanda)	873,4	119,6	477,9	315,1	752,8	2539 veh-km
VMTV Veh-km / intervalo (Volumen servido)	873,4	119,6	477,9	315,1	752,8	2539 veh-km
VHT viaje / intervalo (h)	9,09	1,37	4,99	3,61	7,99	27,05 h
VHD retraso / intervalo (h)	0,04	0,14	0,04	0,34	0,19	0,75 h
Velocidad media segmento = VMTV / VHT (km/h)	96,1	87,1	95,8	87,3	94,2	93,9 km/h
Densidad del segmento (pc/km/carril)*	17,9	8,8	12,7	14,6	20	16,3 pc/km/carril
Nivel de servicio segmento (LOS) por densidad	D	B	C	C	D	D
Nivel de servicio segmento (LOS) por demanda						

* Para segmentos de trenzado y segmentos de salida, esta densidad es solo para áreas de influencia de ramales.

La relación entre el volumen de demanda de tráfico y la capacidad del segmento es la siguiente:

Relación Demanda / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,60	0,60	0,42	0,66	0,66
2	0,67	0,67	0,47	0,74	0,74
3	0,75	0,75	0,53	0,82	0,82
4	0,71	0,71	0,50	0,78	0,78
5	0,67	0,67	0,47	0,74	0,74

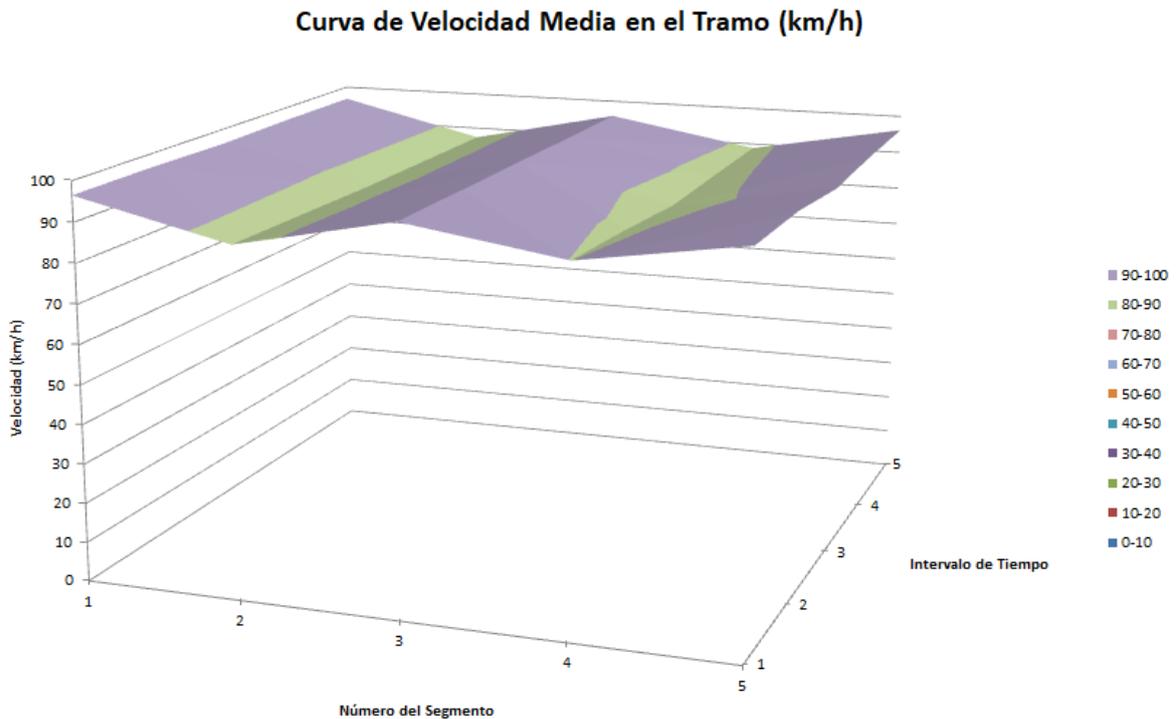
Se obtiene por tanto la siguiente curva que relaciona, en el tramo afectado, la demanda de tráfico con la capacidad del tramo de autovía:



La velocidad media de cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Velocidad Media del Segmento (km/h)					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	96,54	87,58	95,81	89,91	96,23
2	96,54	87,31	95,78	88,86	96,18
3	96,13	87,05	95,76	87,32	94,19
4	96,51	87,18	95,77	88,16	95,49
5	96,54	87,31	95,78	88,86	96,18

Representando la velocidad media en kilómetros por hora en el tramo de autovía se obtiene la siguiente curva:

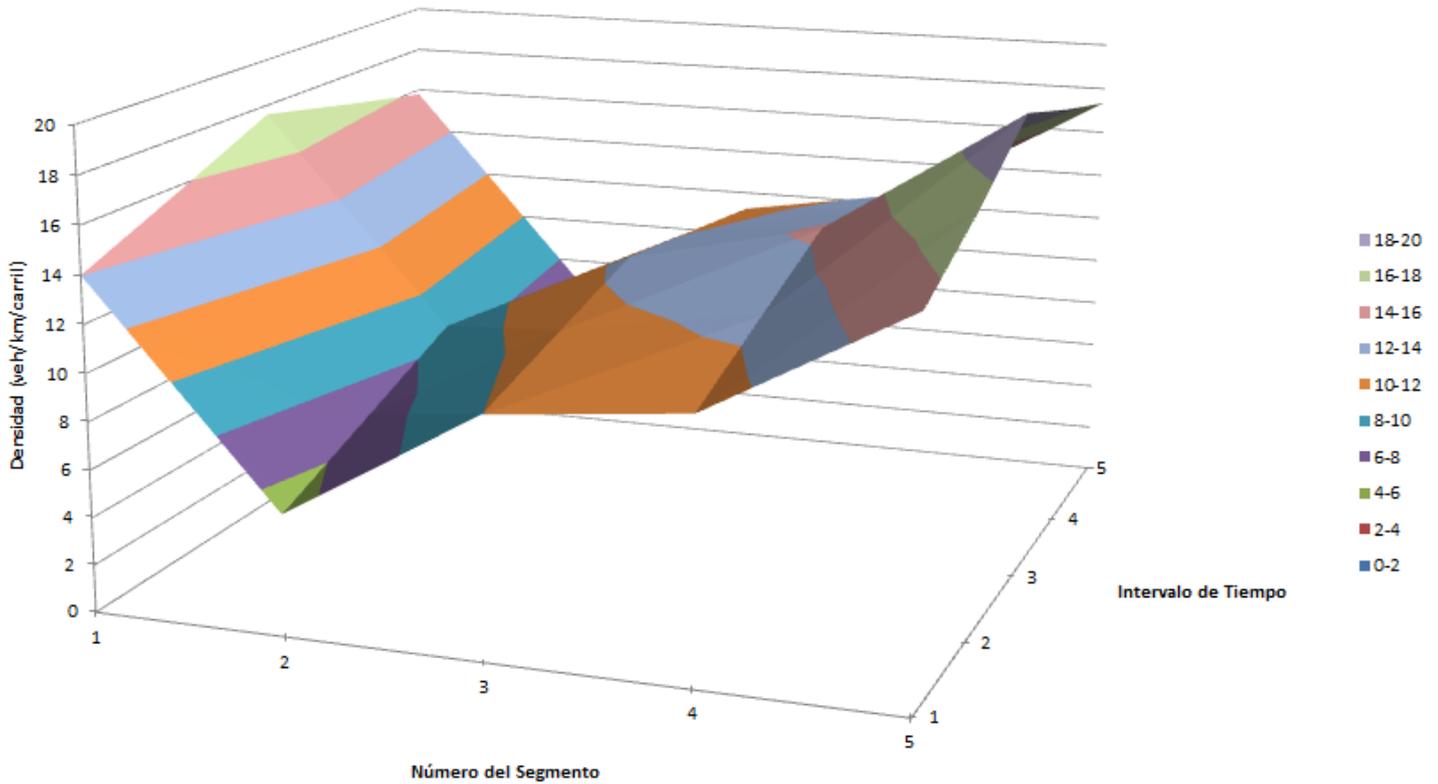


La densidad media de vehículos en cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Densidad Media (veh/km/carril)					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	14,01	5,08	9,97	10,82	15,42
2	15,77	6,89	11,22	12,58	17,35
3	17,6	8,7	12,47	14,34	19,69
4	16,65	7,8	11,85	13,46	18,45
5	15,77	6,89	11,22	12,58	17,35

Si se representa la densidad media de este tramo de autovía se obtiene:

Curva de Densidad de Tráfico (veh/km/carril)



En función de los datos anteriores se obtienen, para cada intervalo de tiempo, los siguientes niveles de servicio en cada segmento de autovía y en el tramo global estudiado:

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	C	A	B	B	C	C
2	C	B	C	C	D	C
3	D	B	C	C	D	D
4	D	B	C	C	D	C
5	C	B	C	C	D	C

9.3. Nivel de servicio para un horizonte de 10 años de la MA-20 sentido Algeciras sin considerar el desarrollo del sector SUS-G1:

La intensidad de tráfico en el tramo de la MA-20 para un horizonte de 10 años es la siguiente:

Intensidad de tráfico punta horaria I_h (veh/h)			
Autovía MA-20 sentido Algeciras B1	Ramal Salida 3 MA-23 / Guadalmar OFR1	Ramal Incorp. MA-23 / Enlace Pk. 3 ONR1	Ramal Salida 1 Parador de Golf / MA-21 / A-404 OFR2
3.903	1.523	1.147	2.375

Se adopta la siguiente distribución de intensidades de tráfico en intervalos de 15 minutos para un período total de 75 minutos en torno a la punta de tráfico:

Intensidad de tráfico punta horaria por intervalos de tiempo (veh/h)				
Tiempo	B1	OFR1	ONR1	OFR2
1	3.122	1.218	918	1.900
2	3.513	1.371	1.032	2.138
3	3.903	1.523	1.147	2.375
4	3.708	1.447	1.090	2.256
5	3.513	1.371	1.032	2.138

Se obtienen los siguientes resultados:

Título: <u>Tramo Autovía MA-20 sentido Algeciras</u> (Pk. 3)						
Número de Intervalos de Tiempo:	5					SECCIÓN Y TOTALES DEL PERIODO
Duración del Período (min):	75					
Número del Segmento de Autovía : Etiqueta del Segmento :	1 S01	2 S02	3 S03	4 S04	5 S05	Unidades
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFR)	B	OFR	B	W	B	3,95 km SOBRESATURADA
Longitud del Segmento (m)	950	203	778	1352	671	
Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	88,5	88,5	120,7	120,7	
Máxima relación d/c	0,86	0,88	0,54	1,04	0,24	
Intervalo tiempo que comienza la congestión						

Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,60	0,15	0,53	0,83	0,33	2,44 min
VMTD Veh-km (Demanda)	4217,1	899,7	2105,4	5423,4	878,4	13524 VMT
VMTV Veh-km (Volumen)	4217,1	899,7	2105,4	5423,4	878,4	13524 VMT
VHT viajes (h)	44,53	11,12	23,94	55,20	7,29	142,08 VHT
VHD retraso (h)	0,85	0,96	0,15	22,30	0,01	24,26 VHD
Velocidad media segm. = VMTV / VHT (km/h)	94,7	80,88	87,93	98,26	120,57	95,19(*) km/h
Densidad media (veh/km/carril)	18,8	13,9	12,3	16,3	4,3	14 veh/km/car
Densidad media (pc/km/carril)	19	14,1	12,5	16,6	4,4	14,2 pc/km/car

(*) No tiene por qué corresponder con la limitada y estima la velocidad libre real que llevaría el conductor por las características del tramo

Las características en el tramo de la Autovía MA-20 en el período 3 que es cuando concurre el tráfico punta de vehículos son:

TÍTULO DEL TRAMO DE AUTOVÍA: MA-20 sentido Algeciras (PK. 3)						
NÚMERO DE SEGMENTO :	1	2	3	4	5	
ETIQUETA DEL SEGMENTO :	S01	S02	S03	S04	S05	
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFr)	B	OFr	B	W	B	
Longitud del Segmento (m)	950	203	778	1352	671	3,95 km
Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	88,5	88,5	120,7	120,7	
Velocidad media segm. (km/h)	92,3	80,6	87,9	97,1	120,6	
Densidad del Segmento (veh/km/carril)	21,1	15,7	13,5	18,1	4,6	15,5 veh/km/carril
Capacidad del Segmento (vph)	4.529	4.431	4.431	3.388	4.726	
Demanda del Segmento (vph)	3.903	3.903	2.380	3.527	1.152	
Volumen Servido por el Segmento (vph)	3.903	3.903	2.380	3.388	1.106	
Relación demanda/capacidad (d/c)	0,86	0,88	0,54	1,04	0,24	
Relación volumen/capacidad (v/c)	0,86	0,88	0,54	1,00	0,23	
Long. caravana final del interv. de tiempo (m)						
Demanda Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	1147	0	
Volumen servido Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	1.008	0	
Retraso en Ramal de Incorporación (veh-h)				4,40		
Long. cola de coches en Ramal Incorporación (m)				363		
Capacidad Ramal de Incorporación (vph)				4.400		
Demanda Ramal de Salida (vph)	0	1.523	0	2.375	0	

Volumen servido Ramal de Salida (vph)	0	1.523	0	2.281	0	
Capacidad Ramal de Salida (vph)		2.100		4.400		
Demanda de Ramal a Ramal (vph)				115		
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,62	0,15	0,53	0,84	0,33	2,47 min
Tiempo de viaje en flujo libre (min)	0,59	0,14	0,53	0,67	0,33	2,26 min
Retraso en carril principal de la Autovía (min)	0,03	0,01	0,00	0,16	0,00	0,21 min
Retraso sistema incl. ramales incorporación (min)	0,03	0,01	0,00	1,20	0,00	1,25 min
VMTD Veh-km / intervalo (Demanda)	926,8	197,7	462,7	1192	193,1	2972 veh-km
VMTV Veh-km / intervalo (Volumen servido)	926,8	197,7	462,7	1144,8	185,4	2918 veh-km
VHT viaje / intervalo (h)	10,04	2,45	5,26	11,79	1,54	31,08 h
VHD retraso / intervalo (h)	0,44	0,22	0,03	6,66	0,00	7,36 h
Velocidad media segmento = VMTV / VHT (km/h)	92,3	80,6	87,9	97,1	120,6	93,9 km/h
Densidad del segmento (pc/km/carril)*	21,5	16	13,7	18,4	4,7	15,8 pc/km/carril
Nivel de servicio segmento (LOS) por densidad	D	C	C	D	A	C
Nivel de servicio segmento (LOS) por demanda				F		

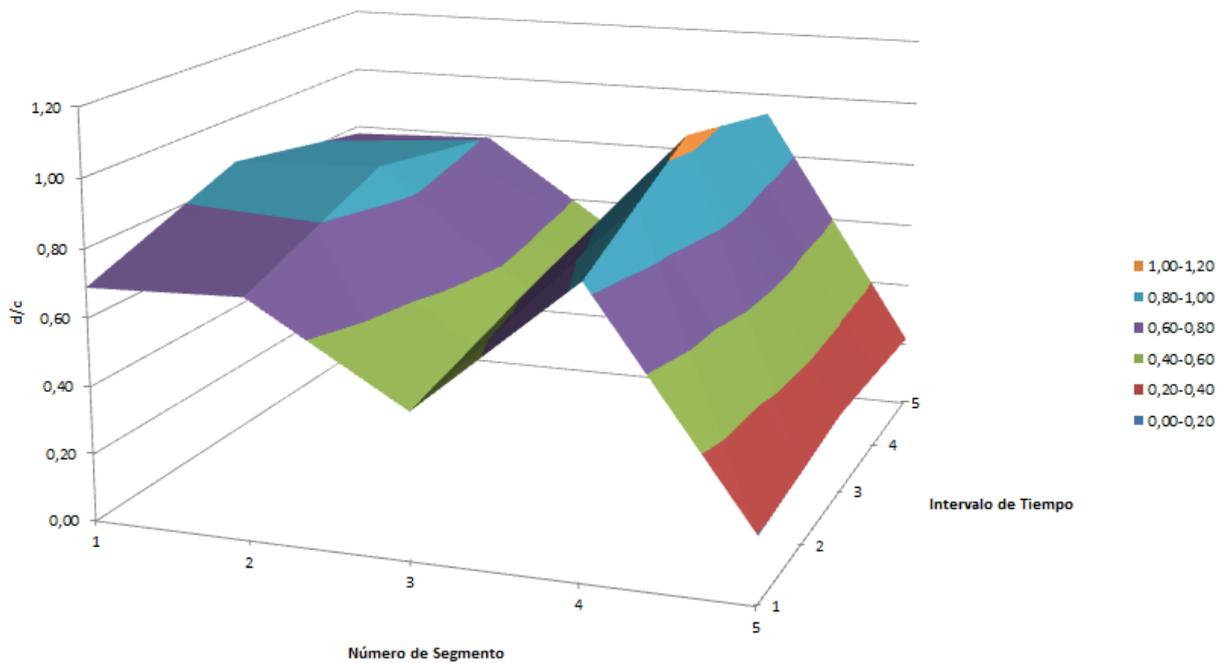
* Para segmentos de trenzado y segmentos de salida, esta densidad es solo para áreas de influencia de ramales.

La relación entre el volumen de demanda de tráfico y la capacidad del segmento es la siguiente:

Relación Demanda / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,69	0,70	0,43	0,83	0,20
2	0,78	0,79	0,48	0,94	0,22
3	0,86	0,88	0,54	1,04	0,24
4	0,82	0,84	0,51	0,99	0,23
5	0,78	0,79	0,48	0,94	0,22

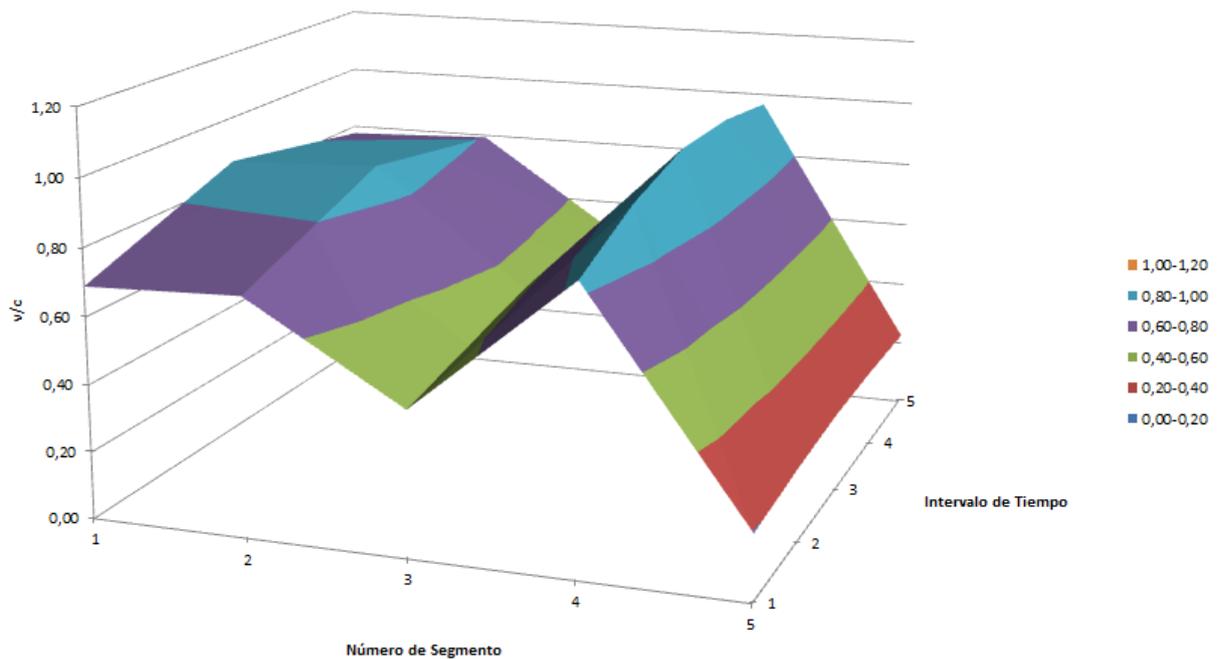
Se obtiene por tanto la siguiente curva que relaciona, en el tramo afectado, la demanda de tráfico con la capacidad del tramo de autovía:

Curva Demanda/Capacidad (d/c)



Dado que se produce sobreesaturación en el tramo, es decir, la relación entre el volumen de demanda y la capacidad (d/c) es superior a 1, se representa la curva que relaciona el volumen de tráfico que pasa por el tramo y la capacidad de dicho tramo:

Curva Volumen / Capacidad (v/c)

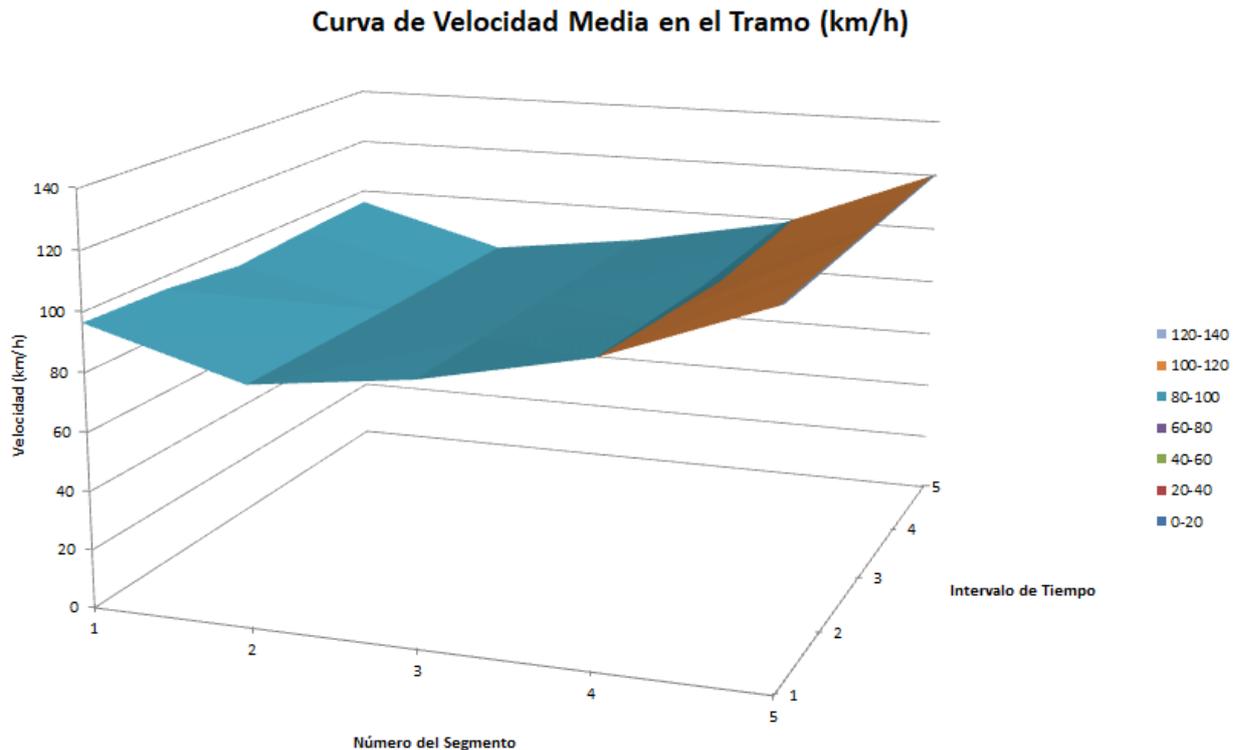


Relación Volumen / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,69	0,70	0,43	0,83	0,20
2	0,78	0,79	0,48	0,94	0,22
3	0,86	0,88	0,54	1,00	0,23
4	0,82	0,84	0,51	1,00	0,23
5	0,78	0,79	0,48	0,97	0,23

La velocidad media de cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Velocidad Media del Segmento (km/h)					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	96,54	81,21	87,96	99,72	120,58
2	95,55	80,92	87,94	98,42	120,57
3	92,28	80,63	87,91	97,13	120,57
4	94,2	80,78	87,92	97,82	120,57
5	95,55	80,92	87,94	98,51	120,57

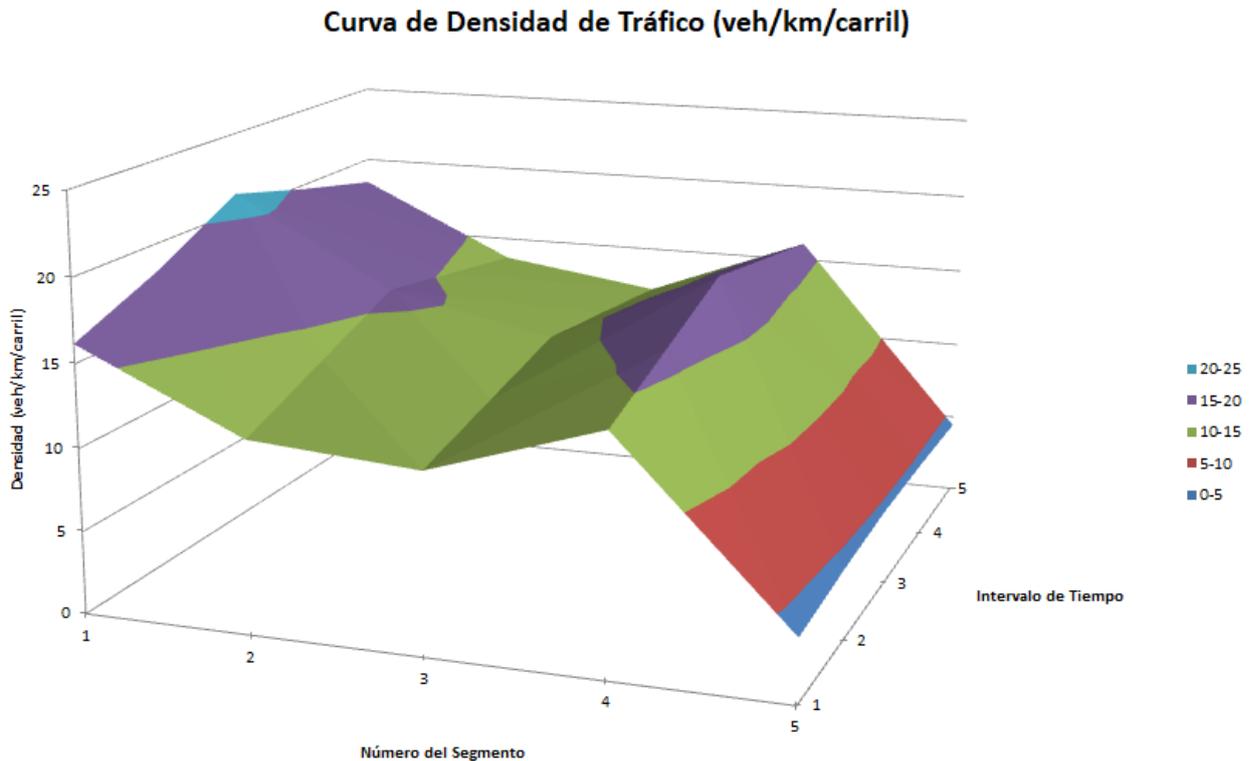
Representando la velocidad media en kilómetros por hora en el tramo de autovía se obtiene la siguiente curva:



La densidad media de vehículos en cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Densidad Media					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	16,17	11,56	10,82	14,14	3,82
2	18,38	13,65	12,18	16,12	4,3
3	21,15	15,73	13,54	18,15	4,59
4	19,68	14,69	12,86	17,12	4,59
5	18,38	13,65	12,18	16,1	4,44

Si se representa la densidad media de este tramo de autovía se obtiene:



En función de los datos anteriores se obtienen, para cada intervalo de tiempo, los siguientes niveles de servicio en cada segmento de autovía y en el tramo global estudiado:

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	D	B	B	C	A	C
2	D	C	C	C	A	C

3	D	C	C	D	A	C
4	D	C	C	C	A	C
5	D	C	C	C	A	C

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1					
2					
3				F	
4					
5					

En estas tablas se observa que aunque desde el punto de vista de la densidad de tráfico el nivel de servicio en el cuarto segmento sea **D**, si se estudia desde el punto de vista del volumen de demanda de tráfico se obtiene que supera su capacidad y por tanto se alcanza un nivel de servicio **F** para el periodo 3.

9.4. Nivel de servicio para un horizonte de 10 años de la MA-20 sentido Algeciras considerando el desarrollo del sector SUS-G1:

La intensidad de tráfico en el tramo de la MA-20 para un horizonte de 10 años considerando el completo desarrollo del sector SUS-G1 es la siguiente:

Intensidad de tráfico punta horaria I_h (veh/h)			
Autovía MA-20 sentido Algeciras B1	Ramal Salida 3 MA-23 / Guadalmar OFR1	Ramal Incorp. MA-23 / Enlace Pk. 3 ONR1	Ramal Salida 1 Parador de Golf / MA-21 / A-404 OFR2
4.168	1.788	1.324	2.393

Se adopta la siguiente distribución de intensidades de tráfico en intervalos de 15 minutos para un período total de 75 minutos en torno a la punta de tráfico:

Intensidad de tráfico punta horaria por intervalos de tiempo (veh/h)				
Tiempo	B1	OFR1	ONR1	OFR2
1	3.334	1.430	1.059	1.914
2	3.751	1.609	1.191	2.153
3	4.168	1.788	1.324	2.393

4	3.960	1.699	1.258	2.273
5	3.751	1.609	1.191	2.153

Se obtienen los siguientes resultados:

Título: <u>Tramo Autovía MA-20 sentido Algeciras</u> (Pk. 3)						
Número de Intervalos de Tiempo:	5					SECCIÓN Y TOTALES DEL PERIODO
Duración del Período (min):	75					
Número del Segmento de Autovía : Etiqueta del Segmento :	1 S01	2 S02	3 S03	4 S04	5 S05	Unidades
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFr)	B	OFr	B	W	B	3,95 km SOBRESATURADA 2,46 min 14264 VMT 14112 VMT 149,65 VHT 73,47 VHD 94,3(*) km/h 14,8 veh/km/car 15,1 pc/km/car
Longitud del Segmento (m)	950	203	778	1352	671	
Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	88,5	88,5	120,7	120,7	
Máxima relación d/c	0,92	0,94	0,54	1,09	0,28	
Intervalo tiempo que comienza la congestión						
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,62	0,15	0,53	0,83	0,33	
VMTD Veh-km (Demanda)	4503,3	960,8	2105,4	5695,1	999,9	
VMTV Veh-km (Volumen)	4503,3	960,8	2105,4	5565	977,1	
VHT viajes (h)	48,63	11,95	23,95	57,02	8,10	
VHD retraso (h)	1,98	1,09	0,16	70,23	0,01	
Velocidad media segm. = VMTV / VHT (km/h)	92,61	80,41	87,9	97,6	120,57	
Densidad media (veh/km/carril)	20,5	15,1	12,3	17,3	4,8	
Densidad media (pc/km/carril)	20,8	15,4	12,5	17,5	4,9	

(*) No tiene por qué corresponder con la limitada y estima la velocidad libre real que llevaría el conductor por las características del tramo

Las características en el tramo de la Autovía MA-20 en el período 3 que es cuando concurre el tráfico punta de vehículos son:

TÍTULO DEL TRAMO DE AUTOVÍA: MA-20 sentido Algeciras (PK. 3)						
NÚMERO DE SEGMENTO :	1	2	3	4	5	3,95 km
ETIQUETA DEL SEGMENTO :	S01	S02	S03	S04	S05	
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFr)	B	OFr	B	W	B	
Longitud del Segmento (m)	950	203	778	1352	671	
Número de carriles	2	2	2	2	2	

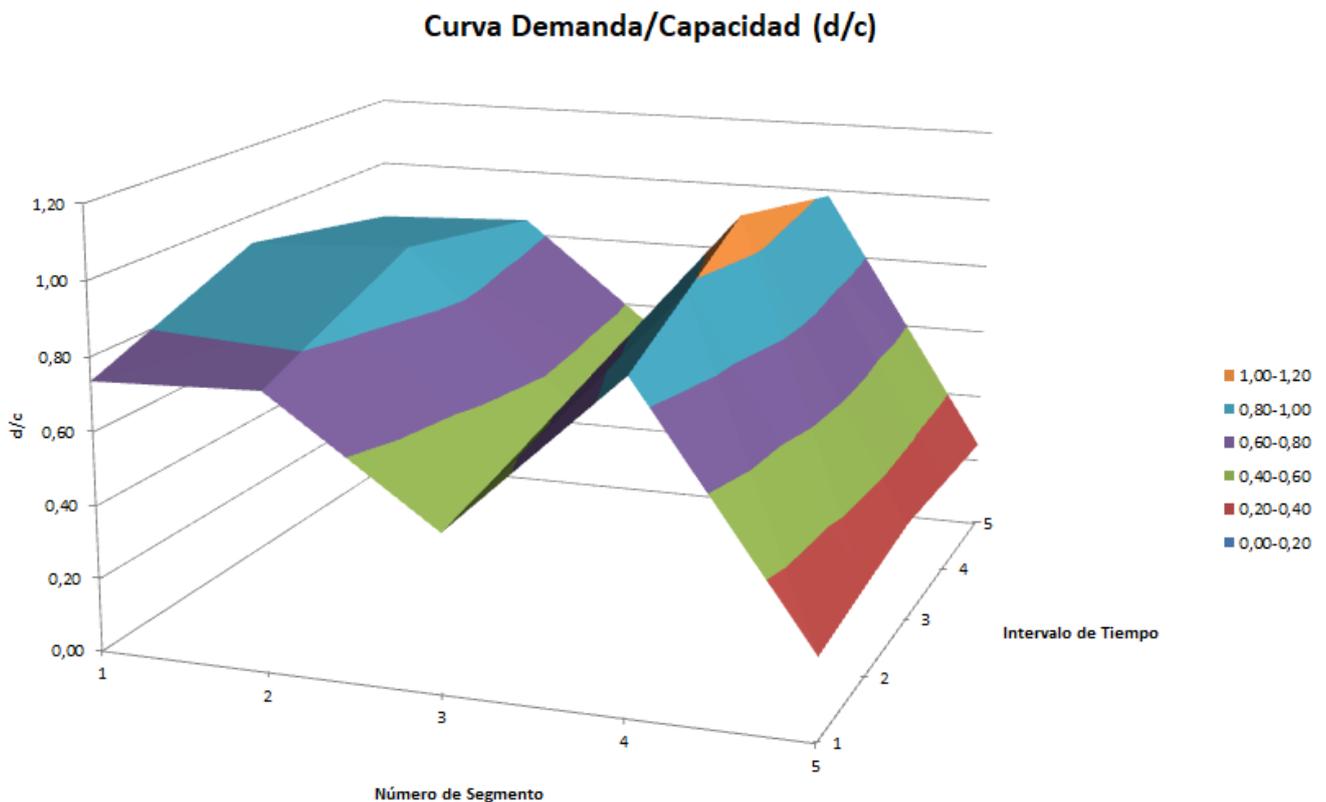
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	88,5	88,5	120,7	120,7	
Velocidad media segm. (km/h)	88,7	80,1	87,9	96,4	120,6	
Densidad del Segmento (veh/km/carril)	23,5	17,1	13,5	19,2	5	16,6 veh/km/carril
Capacidad del Segmento (vph)	4.529	4.431	4.431	3.390	4.726	
Demanda del Segmento (vph)	4.168	4.168	2.380	3.704	1.311	
Volumen Servido por el Segmento (vph)	4.168	4.168	2.380	3.390	1.200	
Relación demanda/capacidad (d/c)	0,92	0,94	0,54	1,09	0,28	
Relación volumen/capacidad (v/c)	0,92	0,94	0,54	1,00	0,25	
Long. caravana final del interv. de tiempo (m)						
Demanda Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	1324	0	
Volumen servido Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	1.010	0	
Retraso en Ramal de Incorporación (veh-h)				9,80		
Long. cola de coches en Ramal Incorporación (m)				813		
Capacidad Ramal de Incorporación (vph)				4.400		
Demanda Ramal de Salida (vph)	0	1.788	0	2.393	0	
Volumen servido Ramal de Salida (vph)	0	1.788	0	2.190	0	
Capacidad Ramal de Salida (vph)		2.100		4.400		
Demanda de Ramal a Ramal (vph)				132		
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,64	0,15	0,53	0,84	0,33	2,50 min
Tiempo de viaje en flujo libre (min)	0,59	0,14	0,53	0,67	0,33	2,26 min
Retraso en carril principal de la Autovía (min)	0,05	0,01	0,00	0,17	0,00	0,24 min
Retraso sistema incl. ramales incorporación (min)	0,05	0,01	0,00	2,50	0,00	2,57 min
VMTD Veh-km / intervalo (Demanda)	989,8	211,2	462,7	1251,8	219,7	3135 veh-km
VMTV Veh-km / intervalo (Volumen servido)	989,8	211,2	462,7	1145,6	201,1	3010 veh-km
VHT viaje / intervalo (h)	11,15	2,64	5,27	11,89	1,67	32,61 h
VHD retraso / intervalo (h)	0,90	0,25	0,04	12,21	0,00	13,40 h
Velocidad media segmento = VMTV / VHT (km/h)	88,7	80,1	87,9	96,4	120,6	92,3 km/h
Densidad del segmento (pc/km/carril)*	23,8	17,4	13,8	19,5	5,1	16,9 pc/km/carril
Nivel de servicio segmento (LOS) por densidad	E	C	C	D	A	D
Nivel de servicio segmento (LOS) por demanda				F		

* Para segmentos de trenzado y segmentos de salida, esta densidad es solo para áreas de influencia de ramales.

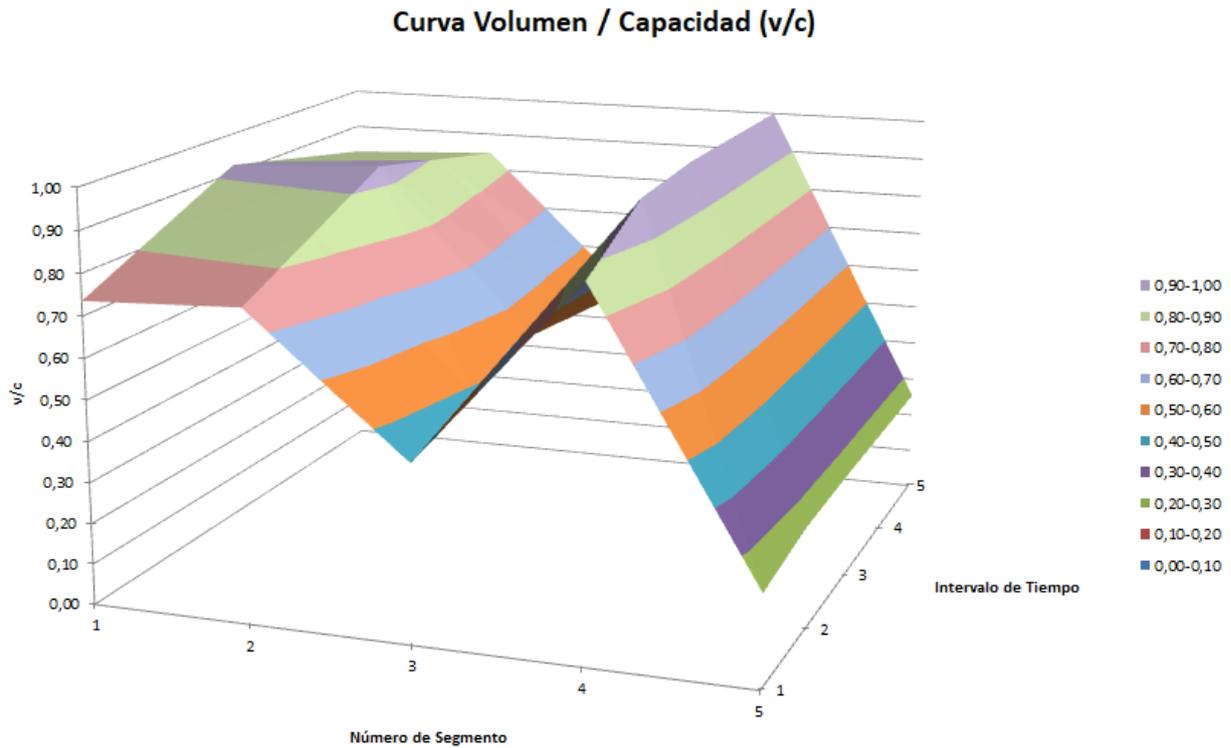
La relación entre el volumen de demanda de tráfico y la capacidad del segmento es la siguiente:

Relación Demanda / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,74	0,75	0,43	0,87	0,22
2	0,83	0,85	0,48	0,98	0,25
3	0,92	0,94	0,54	1,09	0,28
4	0,87	0,89	0,51	1,04	0,26
5	0,83	0,85	0,48	0,98	0,25

Se obtiene por tanto la siguiente curva que relaciona, en el tramo afectado, la demanda de tráfico con la capacidad del tramo de autovía:



Dado que se produce sobreesaturación en el tramo, es decir, la relación entre el volumen de demanda y la capacidad (d/c) es superior a 1, se representa la curva que relaciona el volumen de tráfico que pasa por el tramo y la capacidad de dicho tramo:



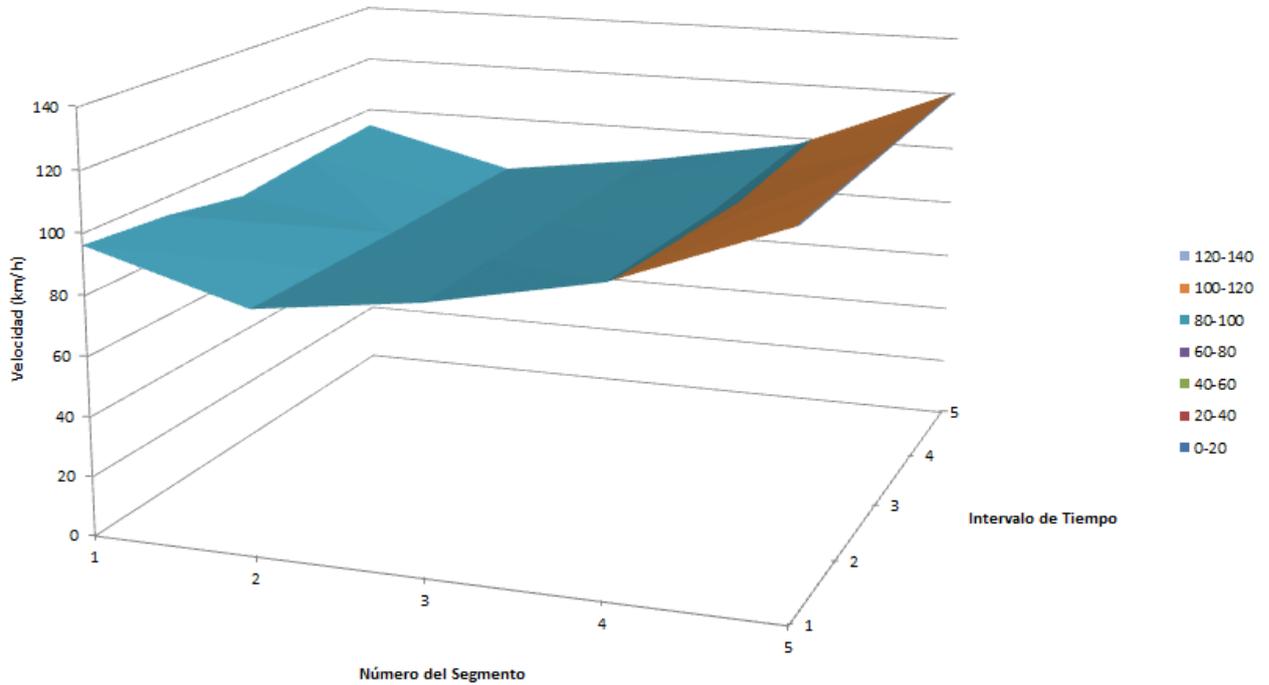
Relación Volumen / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,74	0,75	0,43	0,87	0,22
2	0,83	0,85	0,48	0,98	0,25
3	0,92	0,94	0,54	1,00	0,25
4	0,87	0,89	0,51	1,00	0,25
5	0,83	0,85	0,48	1,00	0,25

La velocidad media de cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Velocidad Media del Segmento (km/h)					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	96,29	80,81	87,93	99,16	120,58
2	93,83	80,47	87,9	97,76	120,57
3	88,74	80,12	87,88	96,38	120,56
4	91,61	80,29	87,89	97,11	120,57
5	93,83	80,47	87,9	97,84	120,57

Representando la velocidad media en kilómetros por hora en el tramo de autovía se obtiene la siguiente curva:

Curva de Velocidad Media en el Tramo (km/h)

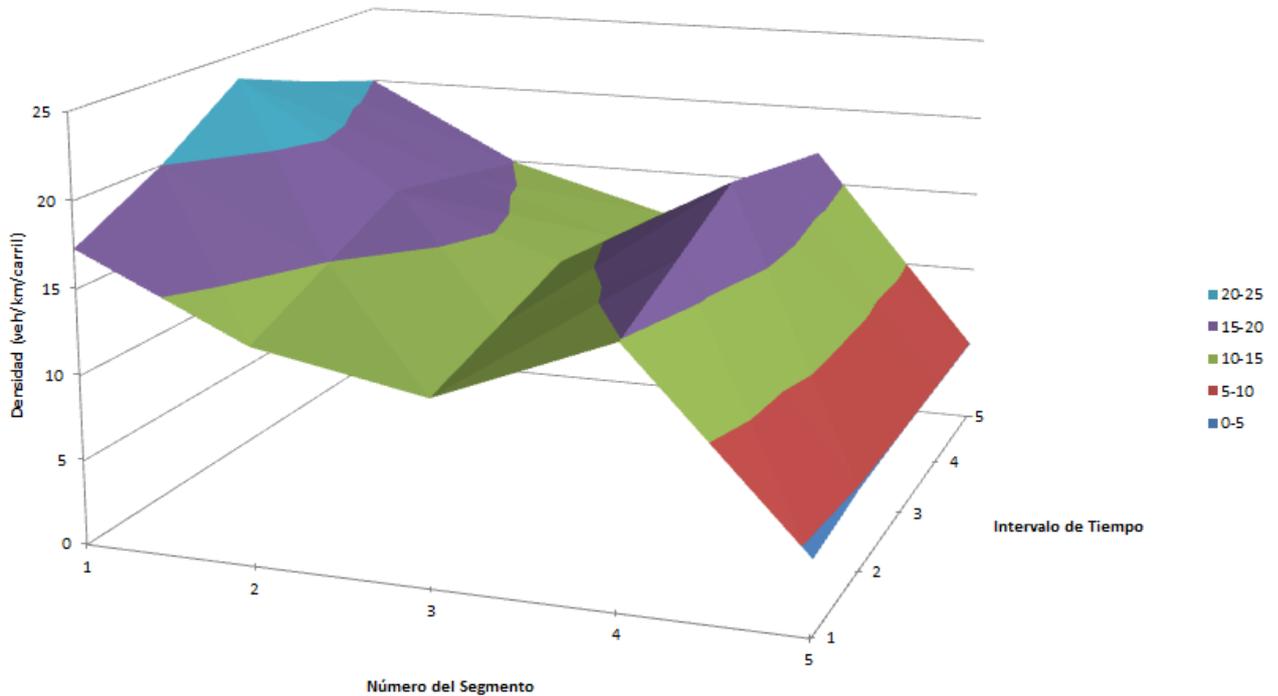


La densidad media de vehículos en cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Densidad Media					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	17,31	12,69	10,83	14,93	4,35
2	19,99	14,92	12,18	17,04	4,89
3	23,48	17,15	13,54	19,2	4,98
4	21,61	16,04	12,86	18,11	4,98
5	19,99	14,92	12,18	17,02	4,98

Si se representa la densidad media de este tramo de autovía se obtiene:

Curva de Densidad de Tráfico (veh/km/carril)



En función de los datos anteriores se obtienen, para cada intervalo de tiempo, los siguientes niveles de servicio en cada segmento de autovía y en el tramo global estudiado:

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	D	C	B	C	A	C
2	D	C	C	C	A	C
3	E	C	C	D	A	D
4	E	C	C	D	A	C
5	D	C	C	C	A	C

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1					
2					
3				F	
4				F	
5					

En estas tablas se observa que aunque desde el punto de vista de la densidad de tráfico el nivel de servicio en el cuarto segmento sea **D**, si se estudia desde el punto de vista del volumen de demanda de tráfico se obtiene que supera su capacidad y por tanto se alcanza un nivel de servicio **F** para el periodo 3 y 4.

9.5. Nivel de servicio para un horizonte de 10 años de la MA-20 sentido Málaga sin considerar el desarrollo del sector SUS-G1:

La intensidad de tráfico en el tramo de la MA-20 para un horizonte de 10 años sin considerar el desarrollo del sector SUS-G1 es la siguiente:

Intensidad de tráfico punta horaria I_h (veh/h)		
Autovía MA-20 sentido Málaga B1	Ramal Salida 3 MA-23 / Guadalmar OFR1	Ramal Incorp. MA-23 / Enlace Pk. 3 ONR1
3.903	1.147	1.523

Se adopta la siguiente distribución de intensidades de tráfico en intervalos de 15 minutos para un período total de 75 minutos en torno a la punta de tráfico:

Intensidad de tráfico punta horaria por intervalos de tiempo (veh/h)			
Tiempo	B1	OFR1	ONR1
1	3.122	918	1.218
2	3.513	1.032	1.371
3	3.903	1.147	1.523
4	3.708	1.090	1.447
5	3.513	1.032	1.371

Se obtienen los siguientes resultados:

Título: <u>Tramo Autovía MA-20 sentido Málaga</u> (Pk. 3)						
Número de Intervalos de Tiempo:	5					SECCIÓN Y TOTALES DEL PERIODO
Duración del Período (min):	75					
Número del Segmento de Autovía : Etiqueta del Segmento :	1 S01	2 S02	3 S03	4 S04	5 S05	Unidades
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFR)	B	OFR	B	ONR	B	
Longitud del Segmento (m)	1033	141	800	340	812	3,13 km

Número de carriles	2	2	2	2	2	No saturada globalmente	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5		
Máxima relación d/c	0,86	0,86	0,61	0,94	0,94		
Intervalo tiempo que comienza la congestión							
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,65	0,10	0,50	0,24	0,53	2,02	min
VMTD Veh-km (Demanda)	4585,1	627,8	2508,7	1653,9	3951,5	13327	VMT
VMTV Veh-km (Volumen)	4585,1	627,8	2508,7	1653,9	3951,5	13327	VMT
VHT viajes (h)	48,42	7,22	26,20	19,25	43,21	144,30	VHT
VHD retraso (h)	0,92	0,72	0,21	2,12	2,28	6,25	VHD
Velocidad media segm. = VMTV / VHT (km/h)	94,7	86,9	95,75	85,92	91,45	92,36(*)	km/h
Densidad media (veh/km/carril)	18,8	9,6	13,1	15,2	21,3	17,2	veh/km/car
Densidad media (pc/km/carril)	19	9,8	13,3	15,5	21,6	17,4	pc/km/car

(*) No tiene por qué corresponder con la limitada y estima la velocidad libre real que llevaría el conductor por las características del tramo

Las características en el tramo de la Autovía MA-20 en el período 3 que es cuando concurre el tráfico punta de vehículos son:

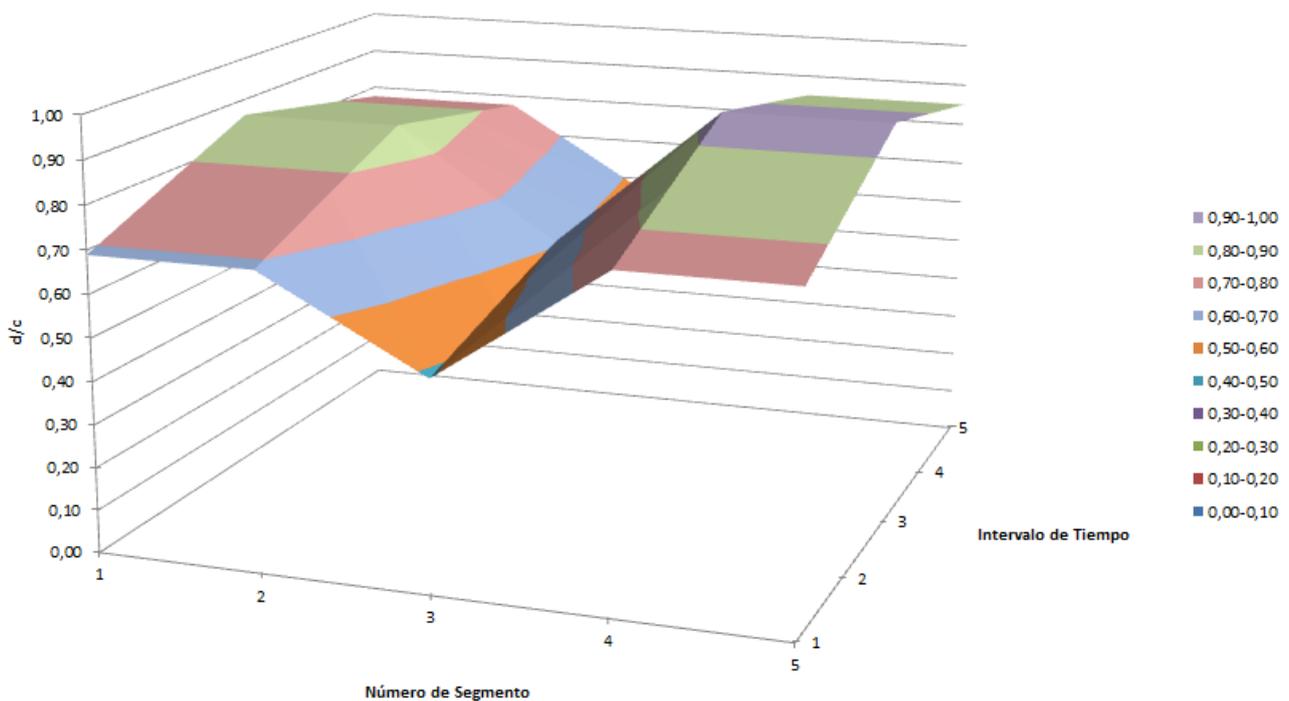
TÍTULO DEL TRAMO DE AUTOVÍA: MA-20 sentido Málaga (PK. 3)						
NÚMERO DE SEGMENTO :	1	2	3	4	5	
ETIQUETA DEL SEGMENTO :	S01	S02	S03	S04	S05	
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFr)	B	OFr	B	ONR	B	3,13 km
Longitud del Segmento (m)	1033	141	800	340	812	
Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	19,4 veh/km/carril
Velocidad media segm. (km/h)	92,3	86,6	95,7	83,5	87	
Densidad del Segmento (veh/km/carril)	21,1	11,5	14,4	17	24,6	
Capacidad del Segmento (vph)	4.529	4.529	4.529	4.529	4.529	
Demanda del Segmento (vph)	3.903	3.903	2.756	4.279	4.279	
Volumen Servido por el Segmento (vph)	3.903	3.903	2.756	4.279	4.279	
Relación demanda/capacidad (d/c)	0,86	0,86	0,61	0,94	0,94	
Demanda Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	1523	0	
Capacidad Ramal de Incorporación (vph)				2.100		
Demanda Ramal de Salida (vph)	0	1.147	0	0	0	

Capacidad Ramal de Salida (vph)	2.100					
Demanda de Ramal a Ramal (vph)						
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,67	0,10	0,50	0,24	0,56	2,08 min
Tiempo de viaje en flujo libre (min)	0,64	0,09	0,50	0,21	0,50	1,94 min
Retraso en carril principal de la Autovía (min)	0,03	0,01	0,00	0,03	0,06	0,13 min
Retraso sistema incl. ramales incorporación (min)	0,03	0,01	0,00	0,03	0,06	0,13 min
VMTD Veh-km / intervalo (Demanda)	1007,7	138	551,4	363,5	868,4	2929 veh-km
VMTV Veh-km / intervalo (Volumen servido)	1007,7	138	551,4	363,5	868,4	2929 veh-km
VHT viaje / intervalo (h)	10,92	1,59	5,76	4,35	9,99	32,61 h
VHD retraso / intervalo (h)	0,48	0,16	0,05	0,59	0,99	2,27 h
Velocidad media segmento = VMTV / VHT (km/h)	92,3	86,6	95,7	83,5	87	89,8 km/h
Densidad del segmento (pc/km/carril)*	21,5	11,7	14,6	17,3	25	19,7 pc/km/carril
Nivel de servicio segmento (LOS) por densidad	D	B	C	C	E	D
Nivel de servicio segmento (LOS) por demanda						

* Para segmentos de trenzado y segmentos de salida, esta densidad es solo para áreas de influencia de ramales.

Representando la curva que relaciona, en el tramo afectado, la demanda de tráfico con la capacidad del tramo de autovía, se obtiene la siguiente curva:

Curva Demanda/Capacidad (d/c)



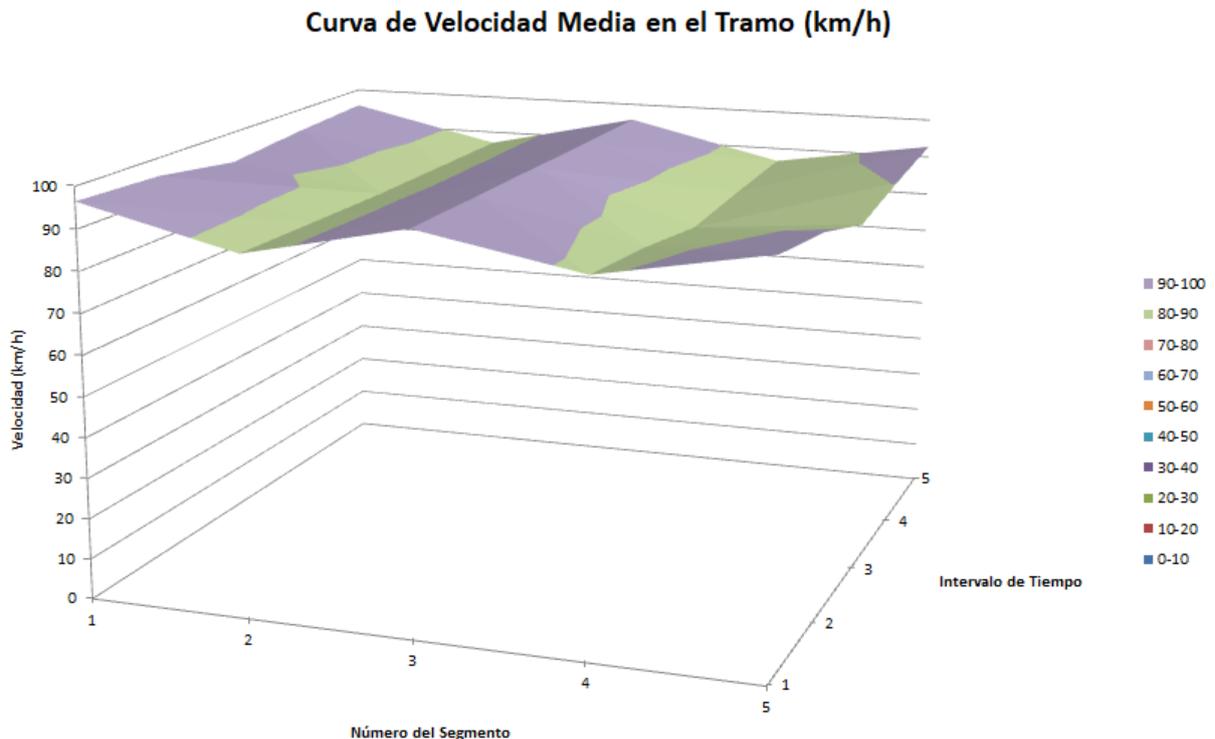
La relación entre el volumen de demanda de tráfico y la capacidad del segmento es la siguiente:

Relación Demanda / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,69	0,69	0,49	0,76	0,76
2	0,78	0,78	0,55	0,85	0,85
3	0,86	0,86	0,61	0,94	0,94
4	0,82	0,82	0,58	0,90	0,90
5	0,78	0,78	0,55	0,85	0,85

La velocidad media de cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Velocidad Media del Segmento (km/h)					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	96,54	87,25	95,78	88,56	95,99
2	95,55	86,95	95,76	86,56	92,84
3	92,28	86,65	95,73	83,49	86,95
4	94,2	86,8	95,74	85,2	90,24
5	95,55	86,95	95,76	86,56	92,84

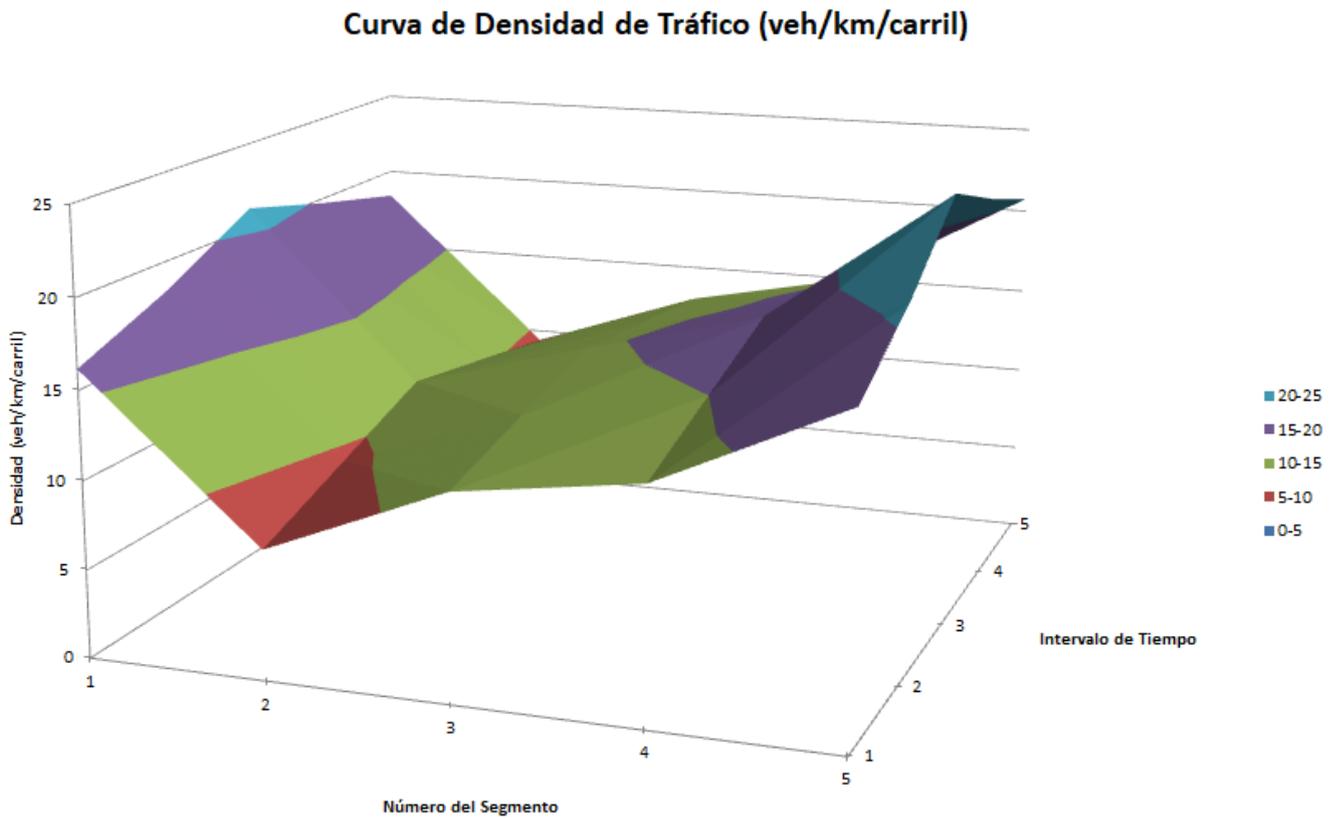
Representando la velocidad media en kilómetros por hora en el tramo de autovía se obtiene la siguiente curva:



La densidad media de vehículos en cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Densidad Media (veh/km/carril)					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	16,17	7,3	11,51	12,98	17,83
2	18,38	9,39	12,95	15,02	20,75
3	21,15	11,48	14,39	17,04	24,61
4	19,68	10,44	13,67	16,03	22,52
5	18,38	9,39	12,95	15,02	20,75

Si se representa la densidad media de este tramo de autovía se obtiene:



En función de los datos anteriores se obtienen, para cada intervalo de tiempo, los siguientes niveles de servicio en cada segmento de autovía y en el tramo global estudiado:

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	D	B	C	C	D	C
2	D	B	C	C	D	C
3	D	B	C	C	E	D
4	D	B	C	C	E	C
5	D	B	C	C	D	C

9.6. Nivel de servicio para un horizonte de 10 años de la MA-20 sentido Málaga considerando el desarrollo del sector SUS-G1:

La intensidad de tráfico en el tramo de la MA-20 para un horizonte de 10 años considerando el completo desarrollo del sector SUS-G1 es la siguiente:

Intensidad de tráfico punta horaria I_h (veh/h)		
Autovía MA-20 sentido Málaga B1	Ramal Salida 3 MA-23 / Guadalmar OFR1	Ramal Incorp. MA-23 / Enlace Pk. 3 ONR1
4.080	1.324	1.788

Se adopta la siguiente distribución de intensidades de tráfico en intervalos de 15 minutos para un período total de 75 minutos en torno a la punta de tráfico:

Intensidad de tráfico punta horaria por intervalos de tiempo (veh/h)			
Tiempo	B1	OFR1	ONR1
1	3.264	1.059	1.430
2	3.672	1.191	1.609
3	4.080	1.324	1.788
4	3.876	1.258	1.699
5	3.672	1.191	1.609

Se obtienen los siguientes resultados:

Título: <u>Tramo Autovía MA-20 sentido Málaga</u> (Pk. 3)							
Número de Intervalos de Tiempo:	5					SECCIÓN Y TOTALES DEL PERIODO	
Duración del Período (min):	75						
Número del Segmento de Autovía : Etiqueta del Segmento :	1 S01	2 S02	3 S03	4 S04	5 S05	Unidades	
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFr)	B	OFr	B	ONR	B	3,13 km SOBRESATURADA	
Longitud del Segmento (m)	1033	141	800	340	812		
Número de carriles	2	2	2	2	2		
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5		
Máxima relación d/c	0,90	0,90	0,61	1,00	1,00		
Intervalo tiempo que comienza la congestión							
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,66	0,10	0,50	0,24	0,55		2,06 min
VMTD Veh-km (Demanda)	4793	656,2	2508,9	1756,3	4196,3		13911 VMT
VMTV Veh-km (Volumen)	4793	656,2	2508,9	1756,3	4196,3		13911 VMT
VHT viajes (h)	51,31	7,59	26,21	20,88	47,65		153,64 VHT
VHD retraso (h)	1,67	0,79	0,22	3,16	4,18	10,03 VHD	
Velocidad media segm. = VMTV / VHT (km/h)	93,41	86,48	95,72	84,12	88,06	90,54(*) km/h	
Densidad media (veh/km/carril)	19,9	10,5	13,1	16,3	23,5	18,3 veh/km/car	
Densidad media (pc/km/carril)	20,2	10,6	13,3	16,6	23,8	18,5 pc/km/car	

(*) No tiene por qué corresponder con la limitada y estima la velocidad libre real que llevaría el conductor por las características del tramo

Las características en el tramo de la Autovía MA-20 en el período 3 que es cuando concurre el tráfico punta de vehículos son:

TÍTULO DEL TRAMO DE AUTOVÍA: MA-20 sentido Málaga (PK. 3)							
NÚMERO DE SEGMENTO :	1	2	3	4	5	3,13 km	
ETIQUETA DEL SEGMENTO :	S01	S02	S03	S04	S05		
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFr)	B	OFr	B	ONR	B		
Longitud del Segmento (m)	1033	141	800	340	812		
Número de carriles	2	2	2	2	2		
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5		
Velocidad media segm. (km/h)	90	86,2	95,7	81	82,2		
Densidad del Segmento (veh/km/carril)	22,7	12,4	14,4	18,2	27,5		20,9 veh/km/carril
Capacidad del Segmento (vph)	4.529	4.529	4.529	4.529	4.529		

Demanda del Segmento (vph)	4.080	4.080	2.756	4.544	4.544	
Volumen Servido por el Segmento (vph)	4.080	4.080	2.756	4.529	4.529	
Relación demanda/capacidad (d/c)	0,90	0,90	0,61	1,00	1,00	
Relación volumen/capacidad (v/c)	0,90	0,90	0,61	1,00	1,00	
Long. caravana final del interv. de tiempo (m)						
Demanda Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	1788	0	
Volumen servido Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	1.773	0	
Retraso en Ramal de Incorporación (veh-h)				0,46		
Long. cola de coches en Ramal Incorporación (m)				89		
Capacidad Ramal de Incorporación (vph)				2.100		
Demanda Ramal de Salida (vph)	0	1.324	0	0	0	
Volumen servido Ramal de Salida (vph)	0	1.324	0	0	0	
Capacidad Ramal de Salida (vph)		2.100				
Demanda de Ramal a Ramal (vph)						
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,69	0,10	0,50	0,25	0,59	2,13 min
Tiempo de viaje en flujo libre (min)	0,64	0,09	0,50	0,21	0,50	1,94 min
Retraso en carril principal de la Autovía (min)	0,05	0,01	0,00	0,04	0,09	0,19 min
Retraso sistema incl. ramales incorporación (min)	0,05	0,01	0,00	0,10	0,09	0,25 min
VMTD Veh-km / intervalo (Demanda)	1053,4	144,2	551,4	386	922,2	3057 veh-km
VMTV Veh-km / intervalo (Volumen servido)	1053,4	144,2	551,4	384,7	919,2	3053 veh-km
VHT viaje / intervalo (h)	11,70	1,67	5,76	4,75	11,18	35,07 h
VHD retraso / intervalo (h)	0,79	0,18	0,05	1,22	1,66	3,90 h
Velocidad media segmento = VMTV / VHT (km/h)	90	86,2	95,7	81	82,2	87,1 km/h
Densidad del segmento (pc/km/carril)*	23	12,6	14,6	18,5	28	21,2 pc/km/carril
Nivel de servicio segmento (LOS) por densidad	E	C	C	D	E	D
Nivel de servicio segmento (LOS) por demanda				F	F	

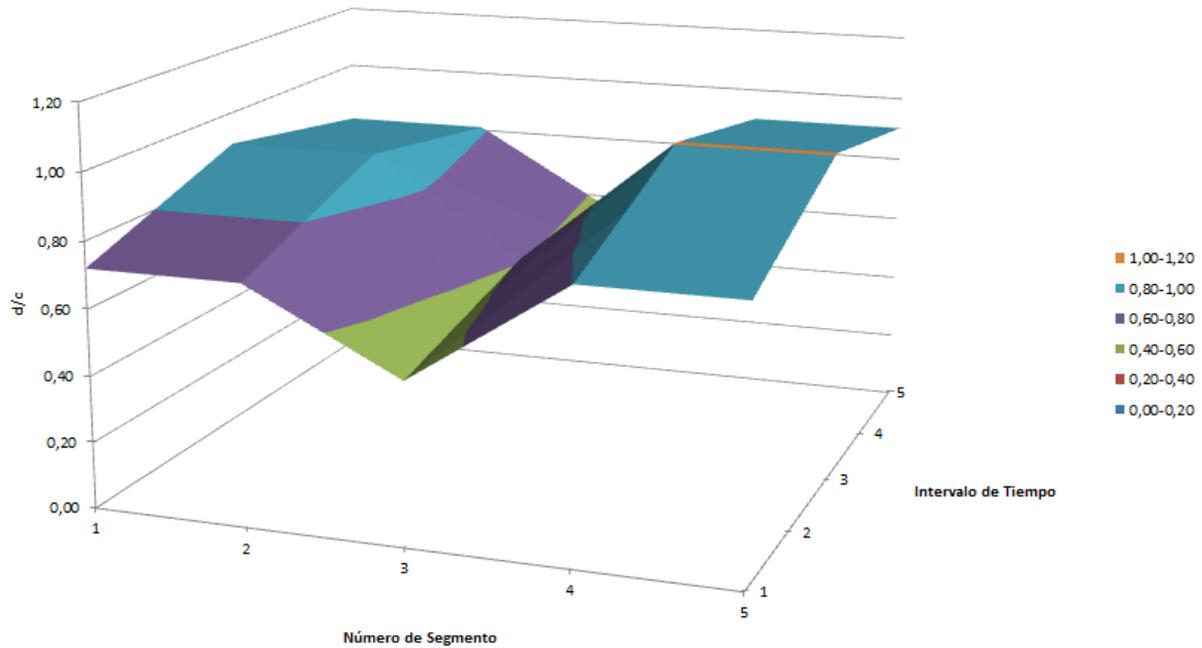
* Para segmentos de trenzado y segmentos de salida, esta densidad es solo para áreas de influencia de ramales.

La relación entre el volumen de demanda de tráfico y la capacidad del segmento es la siguiente:

Relación Demanda / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,72	0,72	0,49	0,80	0,80
2	0,81	0,81	0,55	0,90	0,90
3	0,90	0,90	0,61	1,00	1,00
4	0,86	0,86	0,58	0,95	0,95
5	0,81	0,81	0,55	0,90	0,90

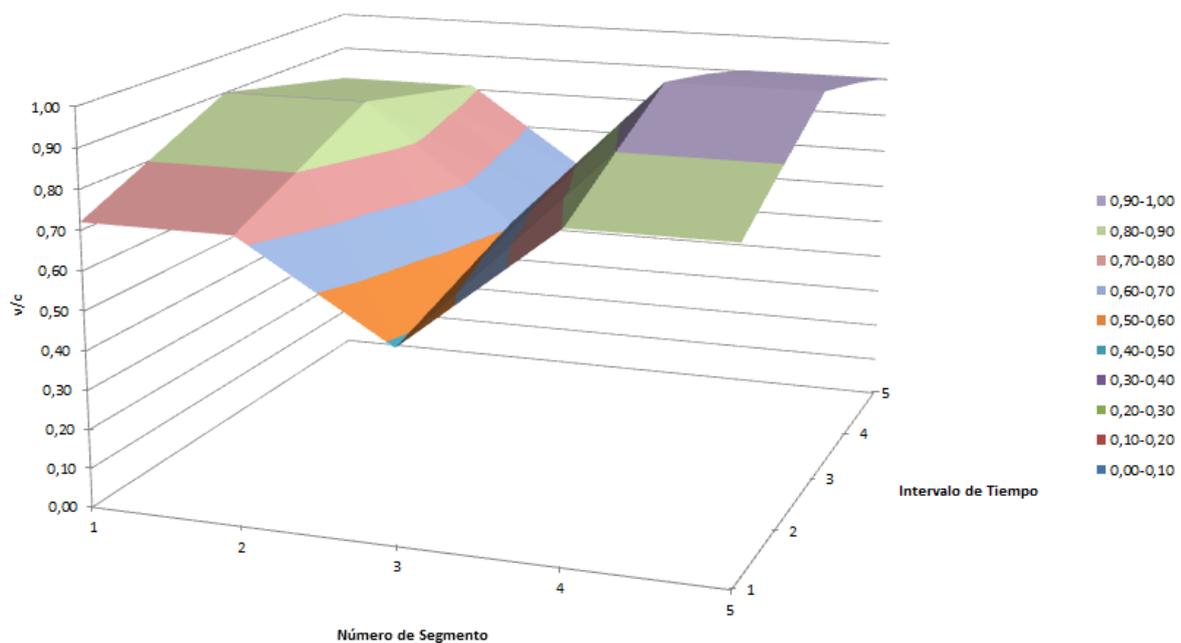
Se obtiene por tanto la siguiente curva que relaciona, en el tramo afectado, la demanda de tráfico con la capacidad del tramo de autovía:

Curva Demanda/Capacidad (d/c)



Dado que se produce sobresaturación en el tramo, es decir, la relación entre el volumen de demanda y la capacidad (d/c) es superior a 1, se representa la curva que relaciona el volumen de tráfico que pasa por el tramo y la capacidad de dicho tramo:

Curva Volumen / Capacidad (v/c)

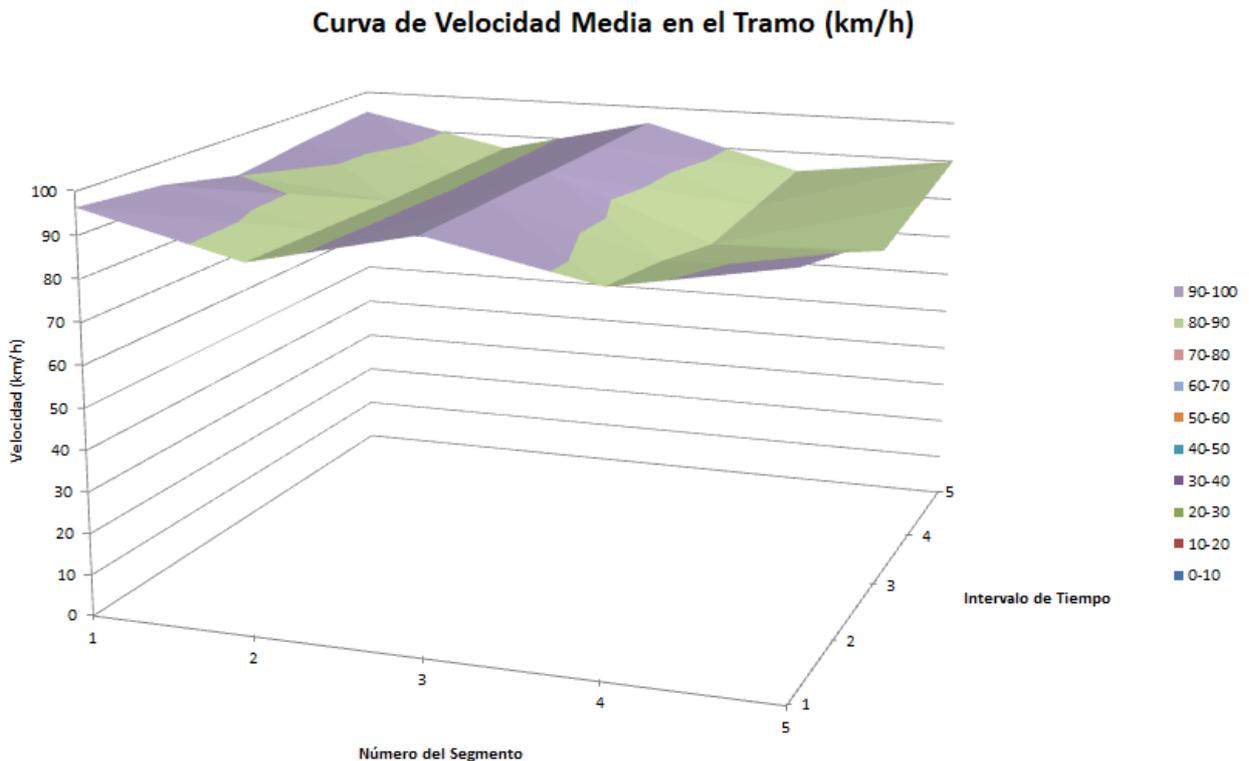


Relación Volumen / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,72	0,72	0,49	0,80	0,80
2	0,81	0,81	0,55	0,90	0,90
3	0,90	0,90	0,61	1,00	1,00
4	0,86	0,86	0,58	0,96	0,96
5	0,81	0,81	0,55	0,90	0,90

La velocidad media de cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Velocidad Media del Segmento (km/h)					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	96,44	86,88	95,75	87,68	94,77
2	94,49	86,53	95,72	85,01	89,89
3	90,04	86,18	95,69	80,97	82,22
4	92,58	86,35	95,71	83,01	86,03
5	94,49	86,53	95,72	85,01	89,89

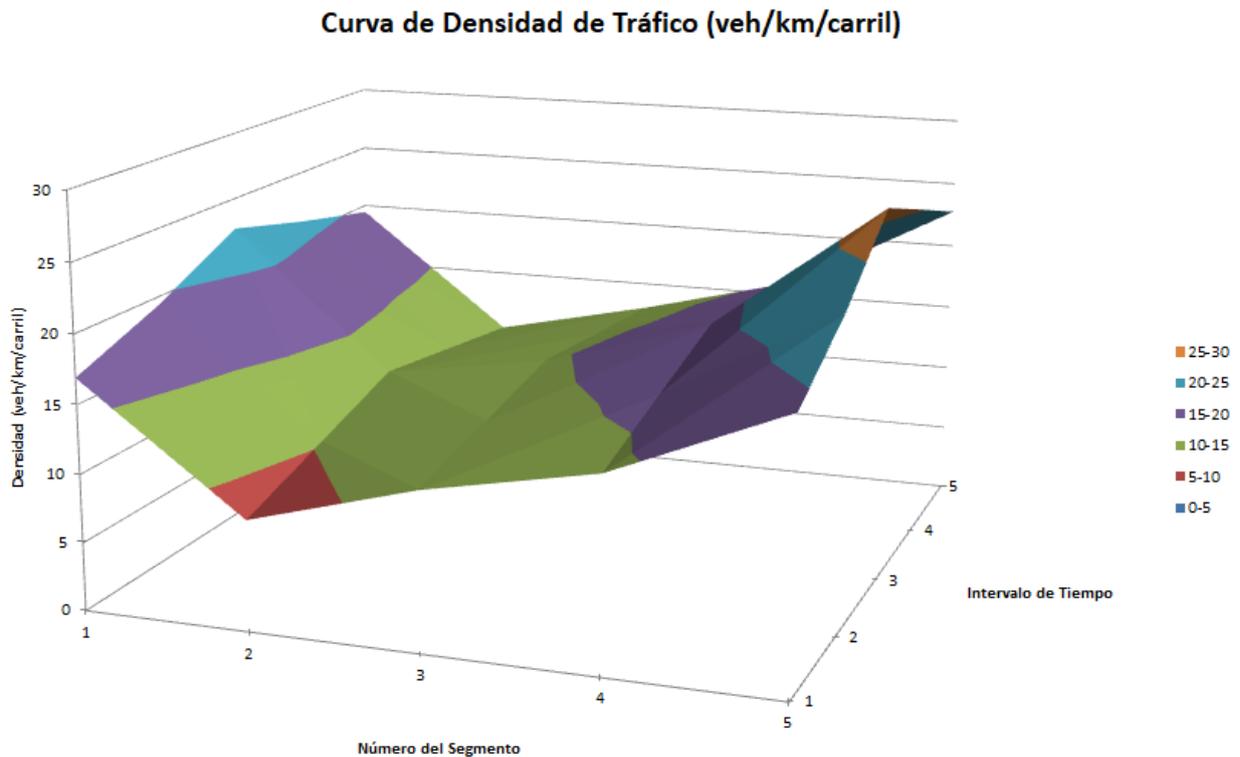
Representando la velocidad media en kilómetros por hora en el tramo de autovía se obtiene la siguiente curva:



La densidad media de vehículos en cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Densidad Media					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	16,92	8,06	11,51	13,95	19,18
2	19,43	10,24	12,96	16,1	22,75
3	22,66	12,42	14,4	18,19	27,54
4	20,93	11,33	13,68	17,24	25,17
5	19,43	10,24	12,96	16,1	22,75

Si se representa la densidad media de este tramo de autovía se obtiene:



En función de los datos anteriores se obtienen, para cada intervalo de tiempo, los siguientes niveles de servicio en cada segmento de autovía y en el tramo global estudiado:

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	D	B	C	C	D	C
2	D	B	C	C	E	D

3	E	C	C	D	E	D
4	D	B	C	D	E	D
5	D	B	C	C	E	D

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1					
2					
3				F	F
4					
5					

En estas tablas se observa que aunque desde el punto de vista de la densidad de tráfico el nivel de servicio en el cuarto y quinto segmento es **D** y **E** respectivamente, si se estudia desde el punto de vista del volumen de demanda de tráfico se obtiene que supera su capacidad y por tanto se alcanza un nivel de servicio **F** para el periodo 3.

9.7. Nivel de servicio para un horizonte de 20 años de la MA-20 sentido Algeciras sin considerar el desarrollo del sector SUS-G1:

La intensidad de tráfico en el tramo de la MA-20 para un horizonte de 20 años es la siguiente:

Intensidad de tráfico punta horaria I_h (veh/h)			
Autovía MA-20 sentido Algeciras B1	Ramal Salida 3 MA-23 / Guadalmar OFR1	Ramal Incorp. MA-23 / Enlace Pk. 3 ONR1	Ramal Salida 1 Parador de Golf / MA-21 / A-404 OFR2
4.503	1.757	1.323	2.741

Se adopta la siguiente distribución de intensidades de tráfico en intervalos de 15 minutos para un período total de 75 minutos en torno a la punta de tráfico:

Intensidad de tráfico punta horaria por intervalos de tiempo (veh/h)				
Tiempo	B1	OFR1	ONR1	OFR2
1	3.602	1.406	1.058	2.193
2	4.053	1.581	1.191	2.467
3	4.503	1.757	1.323	2.741

4	4.278	1.669	1.257	2.604
5	4.053	1.581	1.191	2.467

Se obtienen los siguientes resultados:

Título: <u>Tramo Autovía MA-20 sentido Algeciras</u> (Pk. 3)							
Número de Intervalos de Tiempo:	5					SECCIÓN Y TOTALES DEL PERIODO	
Duración del Período (min):	75						
Número del Segmento de Autovía : Etiqueta del Segmento :	1 S01	2 S02	3 S03	4 S04	5 S05	Unidades	
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFR)	B	OFR	B	W	B	3,95 km SOBRESATURADA	
Longitud del Segmento (m)	950	203	778	1352	671		
Número de carriles	2	2	2	2	2		
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	88,5	88,5	120,7	120,7		
Máxima relación d/c	0,99	1,02	0,62	1,20	0,28		
Intervalo tiempo que comienza la congestión	3		3				
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,66	0,15	1,21	0,84	0,33		3,20 min
VMTD Veh-km (Demanda)	4865,4	1038	2429,3	6257,2	1012,8		15603 VMT
VMTV Veh-km (Volumen)	4865,4	1038	2389,1	5678,1	919,1		14890 VMT
VHT viajes (h)	56,74	12,90	61,95	58,92	7,62		198,13 VHT
VHD retraso (h)	6,34	1,17	34,96	195,90	0,01	238,37 VHD	
Velocidad media segm. = VMTV / VHT (km/h)	85,75	80,47	38,56	96,38	120,56	75,15(*) km/h	
Densidad media (veh/km/carril)	23,9	16,8	31,9	19,2	4,5	20,2 veh/km/car	
Densidad media (pc/km/carril)	24,3	17	32,4	19,5	4,6	20,5 pc/km/car	

(*) No tiene por qué corresponder con la limitada y estima la velocidad libre real que llevaría el conductor por las características del tramo

Las características en el tramo de la Autovía MA-20 en el período 3 que es cuando concurre el tráfico punta de vehículos son:

TÍTULO DEL TRAMO DE AUTOVÍA: MA-20 sentido Algeciras (PK. 3)						
NÚMERO DE SEGMENTO :	1	2	3	4	5	
ETIQUETA DEL SEGMENTO :	S01	S02	S03	S04	S05	
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFR)	B	OFR	B	W	B	
Longitud del Segmento (m)	950	203	778	1352	671	3,95 km

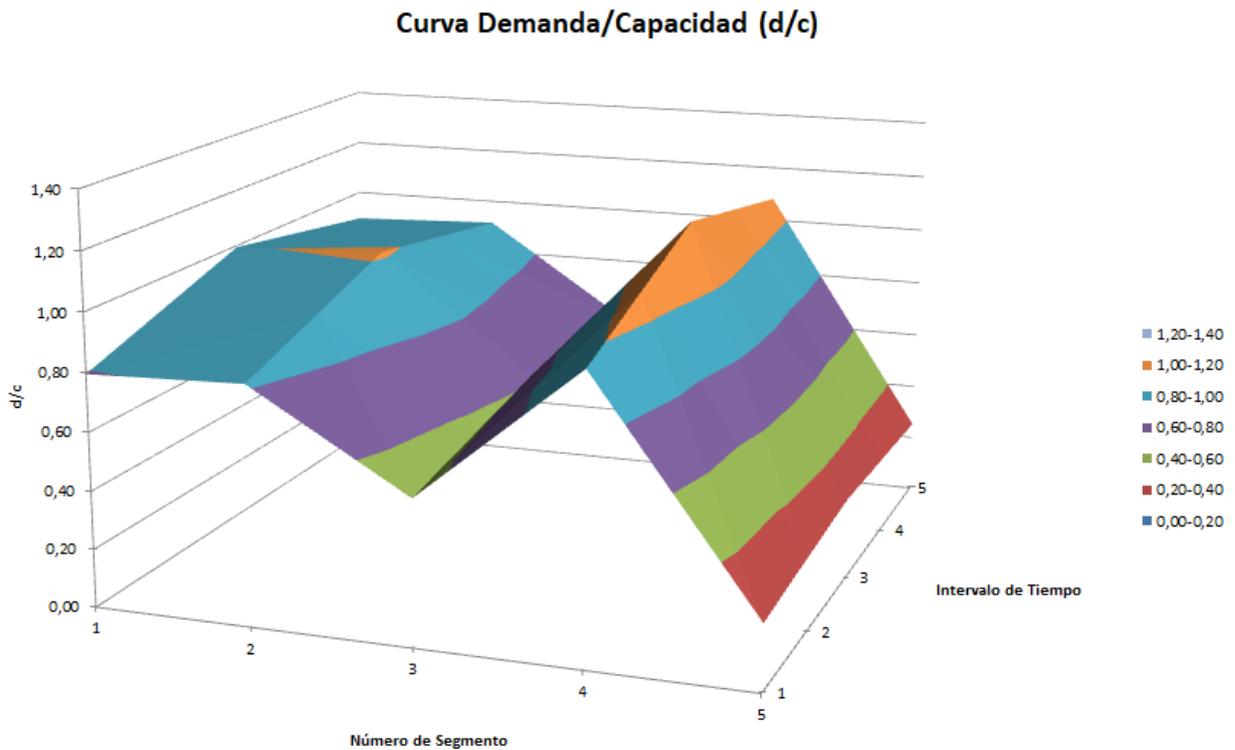
Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	88,5	88,5	120,7	120,7	
Velocidad media segm. (km/h)	75	80,2	44,8	94,9	120,6	
Densidad del Segmento (veh/km/carril)	29,6	18,6	28,4	21,4	4,6	21,7 veh/km/carril
Capacidad del Segmento (vph)	4.529	4.431	4.431	3.386	4.726	
Demanda del Segmento (vph)	4.503	4.503	2.746	4.069	1.328	
Volumen Servido por el Segmento (vph)	4.431	4.431	2.540	3.386	1.105	
Relación demanda/capacidad (d/c)	0,99	1,02	0,62	1,20	0,28	
Relación volumen/capacidad (v/c)	0,98	1,00	0,57	1,00	0,23	
Long. caravana final del interv. de tiempo (m)	950		395			
Demanda Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	1323	0	
Volumen servido Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	847	0	
Retraso en Ramal de Incorporación (veh-h)				32,14		
Long. cola de coches en Ramal Incorporación (m)				1897		
Capacidad Ramal de Incorporación (vph)				4.400		
Demanda Ramal de Salida (vph)	0	1.757	0	2.741	0	
Volumen servido Ramal de Salida (vph)	0	1.729	0	2.281	0	
Capacidad Ramal de Salida (vph)		2.100		4.400		
Demanda de Ramal a Ramal (vph)				132		
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,76	0,15	1,04	0,85	0,33	3,14 min
Tiempo de viaje en flujo libre (min)	0,59	0,14	0,53	0,67	0,33	2,26 min
Retraso en carril principal de la Autovía (min)	0,17	0,01	0,51	0,18	0,00	0,88 min
Retraso sistema incl. ramales incorporación (min)	0,17	0,01	0,51	9,29	0,00	9,99 min
VMTD Veh-km / intervalo (Demanda)	1069,3	228,1	533,9	1375,1	222,6	3429 veh-km
VMTV Veh-km / intervalo (Volumen servido)	1052,2	224,5	493,8	1144,5	185,2	3100 veh-km
VHT viaje / intervalo (h)	14,04	2,80	11,03	12,06	1,54	41,45 h
VHD retraso / intervalo (h)	3,14	0,26	5,45	34,71	0,00	43,56 h
Velocidad media segmento = VMTV / VHT (km/h)	75	80,2	44,8	94,9	120,6	74,8 km/h
Densidad del segmento (pc/km/carril)*	30	18,8	28,8	21,8	4,7	22,1 pc/km/carril
Nivel de servicio segmento (LOS) por densidad	F	D	F	D	A	E
Nivel de servicio segmento (LOS) por demanda		F		F		

* Para segmentos de trenzado y segmentos de salida, esta densidad es solo para áreas de influencia de ramales.

La relación entre el volumen de demanda de tráfico y la capacidad del segmento es la siguiente:

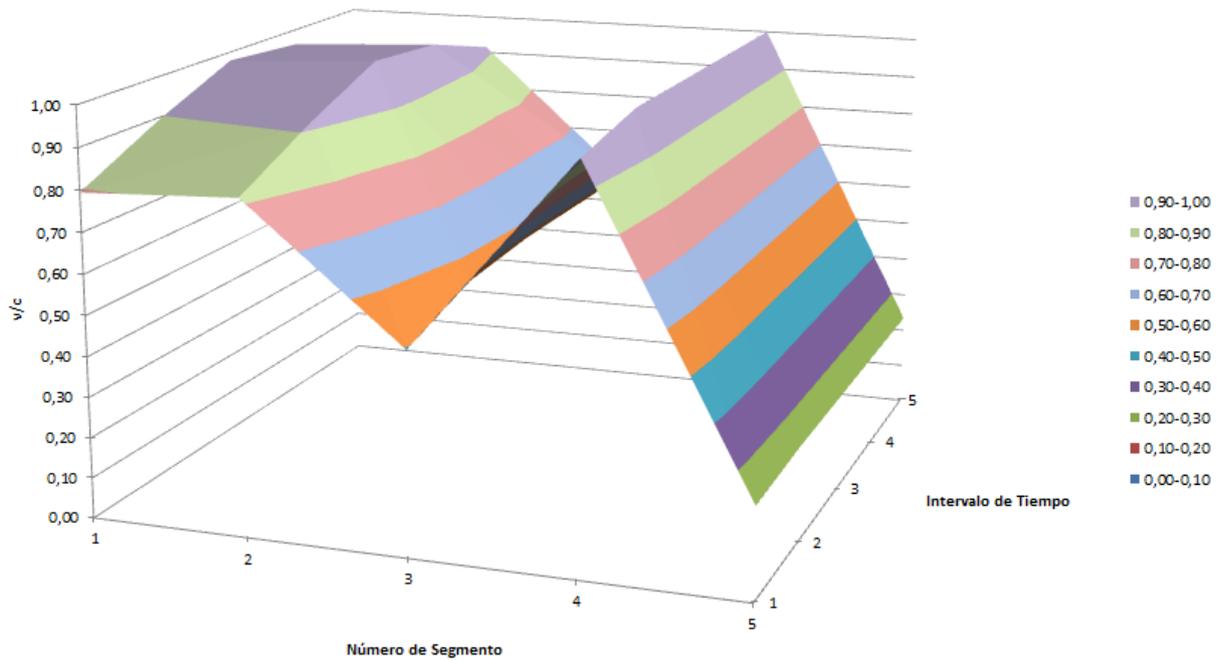
Relación Demanda / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,80	0,81	0,50	0,96	0,22
2	0,89	0,91	0,56	1,08	0,25
3	0,99	1,02	0,62	1,20	0,28
4	0,94	0,97	0,59	1,14	0,27
5	0,89	0,91	0,56	1,08	0,25

Se obtiene por tanto la siguiente curva que relaciona, en el tramo afectado, la demanda de tráfico con la capacidad del tramo de autovía:



Dado que se produce sobreesaturación en el tramo, es decir, la relación entre el volumen de demanda y la capacidad (d/c) es superior a 1, se representa la curva que relaciona el volumen de tráfico que pasa por el tramo y la capacidad de dicho tramo:

Curva Volumen / Capacidad (v/c)



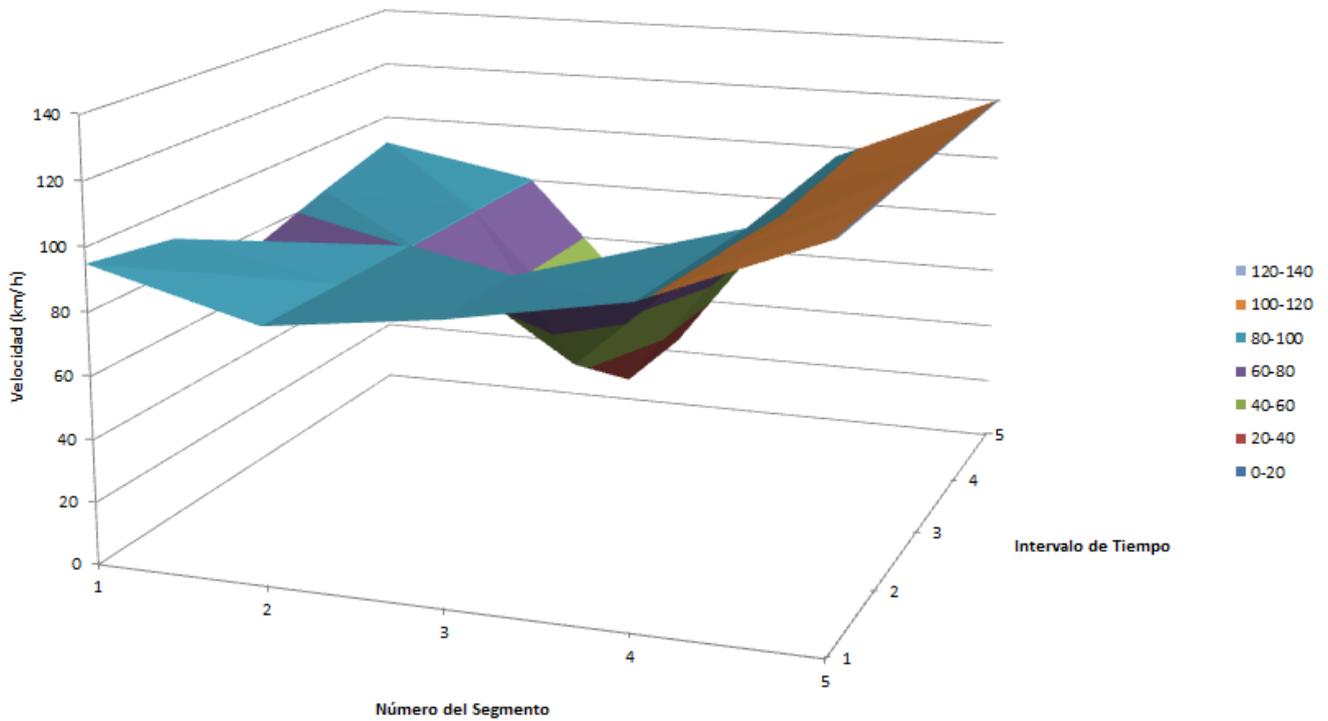
Relación Volumen / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,80	0,81	0,50	0,96	0,22
2	0,89	0,91	0,56	1,00	0,23
3	0,98	1,00	0,57	1,00	0,23
4	0,96	0,98	0,57	1,00	0,23
5	0,89	0,91	0,57	1,00	0,23

La velocidad media de cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Velocidad Media del Segmento (km/h)					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	95,01	80,85	87,93	98,11	120,57
2	90,41	80,52	87,91	96,6	120,56
3	74,95	80,24	44,78	94,93	120,56
4	83,28	80,3	24,49	95,77	120,56
5	90,41	80,52	24,17	96,6	120,56

Representando la velocidad media en kilómetros por hora en el tramo de autovía se obtiene la siguiente curva:

Curva de Velocidad Media en el Tramo (km/h)

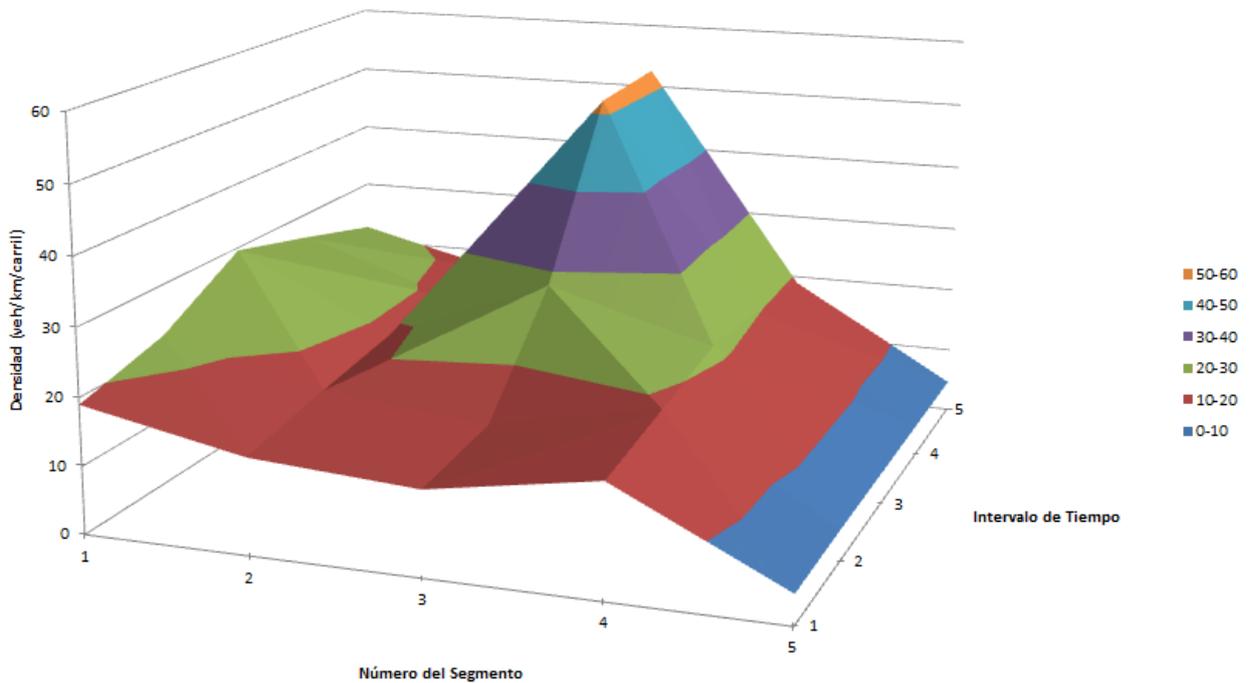


La densidad media de vehículos en cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Densidad Media					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	18,96	14,12	12,49	16,57	4,4
2	22,42	16,53	14,06	18,95	4,59
3	29,56	18,55	28,36	21,42	4,58
4	26,12	18,12	51,87	20,17	4,59
5	22,42	16,53	52,55	18,95	4,59

Si se representa la densidad media de este tramo de autovía se obtiene:

Curva de Densidad de Tráfico (veh/km/carril)



En función de los datos anteriores se obtienen, para cada intervalo de tiempo, los siguientes niveles de servicio en cada segmento de autovía y en el tramo global estudiado:

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	D	C	C	C	A	C
2	E	C	C	D	A	D
3	F	D	F	D	A	E
4	E	D	F	D	A	E
5	E	C	F	D	A	E

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1					
2				F	
3		F		F	
4				F	
5				F	

En estas tablas se observa que aunque desde el punto de vista de la densidad de tráfico el nivel de servicio en el segundo y cuarto segmento sea **D**, si se estudia desde el punto de vista del volumen de demanda de tráfico se obtiene que supera su capacidad y por tanto se alcanza un nivel de servicio **F**.

9.8. Nivel de servicio para un horizonte de 20 años de la MA-20 sentido Algeciras considerando el desarrollo del sector SUS-G1:

La intensidad de tráfico en el tramo de la MA-20 para un horizonte de 20 años considerando el completo desarrollo del sector SUS-G1 es la siguiente:

Intensidad de tráfico punta horaria I_h (veh/h)			
Autovía MA-20 sentido Algeciras B1	Ramal Salida 3 MA-23 / Guadalmar OFR1	Ramal Incorp. MA-23 / Enlace Pk. 3 ONR1	Ramal Salida 1 Parador de Golf / MA-21 / A-404 OFR2
4.809	2.063	1.527	2.761

Se adopta la siguiente distribución de intensidades de tráfico en intervalos de 15 minutos para un período total de 75 minutos en torno a la punta de tráfico:

Intensidad de tráfico punta horaria por intervalos de tiempo (veh/h)				
Tiempo	B1	OFR1	ONR1	OFR2
1	3.847	1.650	1.222	2.209
2	4.328	1.857	1.374	2.485
3	4.809	2.063	1.527	2.761
4	4.568	1.960	1.451	2.623
5	4.328	1.857	1.374	2.485

Se obtienen los siguientes resultados:

Título: <u>Tramo Autovía MA-20 sentido Algeciras</u> (Pk. 3)						
Número de Intervalos de Tiempo:	5					SECCIÓN Y TOTALES DEL PERIODO
Duración del Período (min):	75					
Número del Segmento de Autovía : Etiqueta del Segmento :	1 S01	2 S02	3 S03	4 S04	5 S05	Unidades
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFR)	B	OFR	B	W	B	3,95 km
Longitud del Segmento (m)	950	203	778	1352	671	

Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	88,5	88,5	120,7	120,7	
Máxima relación d/c	1,06	1,09	0,62	1,26	0,32	SOBRESATURADA
Intervalo tiempo que comienza la congestión	3					
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,73	0,15	0,53	0,85	0,33	2,59 min
VMTD Veh-km (Demanda)	5195,7	1108,5	2428,9	6570,1	1152,8	16456 VMT
VMTV Veh-km (Volumen)	5097,8	1087,6	2383,1	5728	1005,1	15302 VMT
VHT viajes (h)	65,17	13,59	27,12	59,93	8,34	174,15 VHT
VHD retraso (h)	12,37	1,30	0,19	295,91	0,01	309,78 VHD
Velocidad media segm. = VMTV / VHT (km/h)	78,22	80,01	87,87	95,59	120,56	87,86(*) km/h
Densidad media (veh/km/carril)	27,4	17,8	13,9	20,3	5	18,1 veh/km/car
Densidad media (pc/km/carril)	27,9	18,1	14,2	20,7	5,1	18,3 pc/km/car

(*) No tiene por qué corresponder con la limitada y estima la velocidad libre real que llevaría el conductor por las características del tramo

Las características en el tramo de la Autovía MA-20 en el período 3 que es cuando concurre el tráfico punta de vehículos son:

TÍTULO DEL TRAMO DE AUTOVÍA: MA-20 sentido Algeciras (PK. 3)						
NÚMERO DE SEGMENTO :	1	2	3	4	5	
ETIQUETA DEL SEGMENTO :	S01	S02	S03	S04	S05	
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFr)	B	OFr	B	W	B	
Longitud del Segmento (m)	950	203	778	1352	671	3,95 km
Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	88,5	88,5	120,7	120,7	
Velocidad media segm. (km/h)	69,4	79,9	87,9	94	120,6	
Densidad del Segmento (veh/km/carril)	31,9	18,6	14,4	22,7	5	20,1 veh/km/carril
Capacidad del Segmento (vph)	4.529	4.431	4.431	3.390	4.726	
Demanda del Segmento (vph)	4.809	4.809	2.746	4.273	1.512	
Volumen Servido por el Segmento (vph)	4.431	4.431	2.530	3.390	1.200	
Relación demanda/capacidad (d/c)	1,06	1,09	0,62	1,26	0,32	
Relación volumen/capacidad (v/c)	0,98	1,00	0,57	1,00	0,25	
Long. caravana final del interv. de tiempo (m)	1		395			
Demanda Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	1527	0	
Volumen servido Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	860	0	
Retraso en Ramal de Incorporación (veh-h)				51,12		

Long. cola de coches en Ramal Incorporación (m)				2910		
Capacidad Ramal de Incorporación (vph)				4.400		
Demanda Ramal de Salida (vph)	0	2.063	0	2.761	0	
Volumen servido Ramal de Salida (vph)	0	1.901	0	2.191	0	
Capacidad Ramal de Salida (vph)		2.100		4.400		
Demanda de Ramal a Ramal (vph)				153		
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,82	0,15	0,53	0,86	0,33	2,70 min
Tiempo de viaje en flujo libre (min)	0,59	0,14	0,53	0,67	0,33	2,26 min
Retraso en carril principal de la Autovía (min)	0,23	0,01	0,00	0,19	0,00	0,44 min
Retraso sistema incl. ramales incorporación (min)	0,23	0,01	0,00	14,45	0,00	14,70 min
VMTD Veh-km / intervalo (Demanda)	1142	243,6	533,9	1444,1	253,4	3617 veh-km
VMTV Veh-km / intervalo (Volumen servido)	1052,2	224,5	491,9	1145,8	201,1	3115 veh-km
VHT viaje / intervalo (h)	15,16	2,81	5,60	12,20	1,67	37,43 h
VHD retraso / intervalo (h)	4,26	0,27	0,04	53,82	0,00	58,40 h
Velocidad media segmento = VMTV / VHT (km/h)	69,4	79,9	87,9	94	120,6	83,2 km/h
Densidad del segmento (pc/km/carril)*	32,4	18,8	14,6	23,1	5,1	20,4 pc/km/carril
Nivel de servicio segmento (LOS) por densidad	F	D	C	E	A	D
Nivel de servicio segmento (LOS) por demanda	F	F		F		

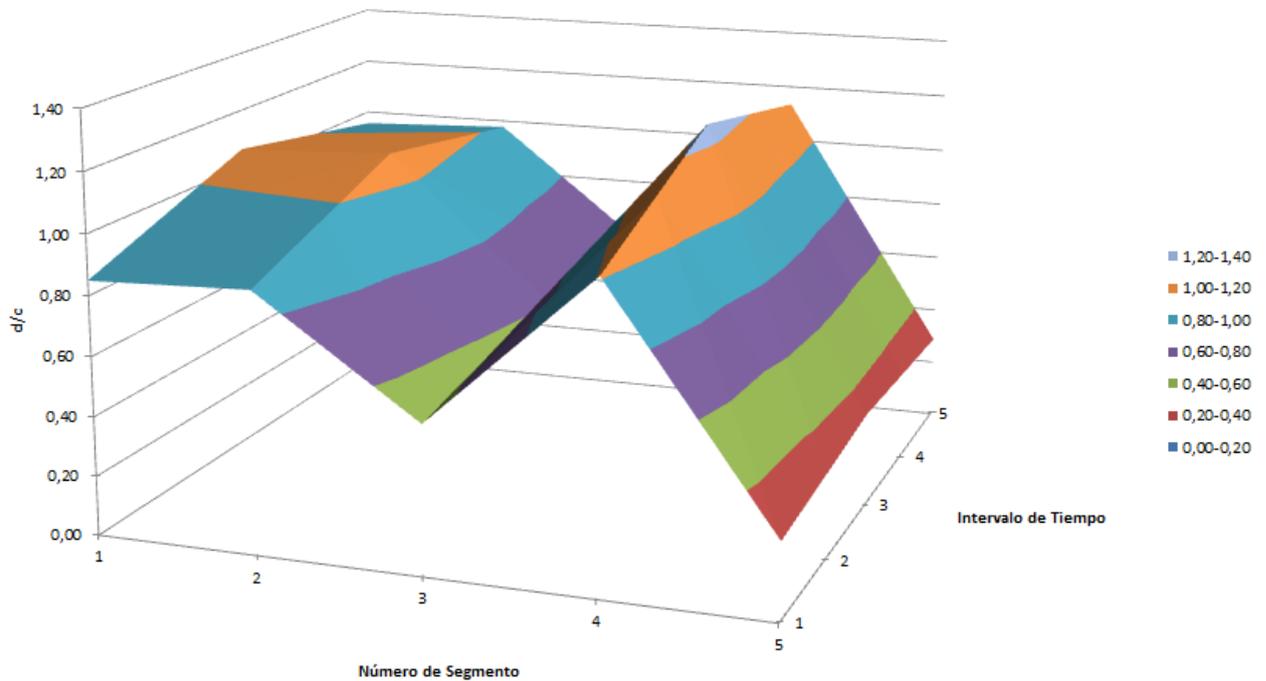
* Para segmentos de trenzado y segmentos de salida, esta densidad es solo para áreas de influencia de ramales.

La relación entre el volumen de demanda de tráfico y la capacidad del segmento es la siguiente:

Relación Demanda / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,85	0,87	0,50	1,01	0,26
2	0,96	0,98	0,56	1,13	0,29
3	1,06	1,09	0,62	1,26	0,32
4	1,01	1,03	0,59	1,20	0,30
5	0,96	0,98	0,56	1,13	0,29

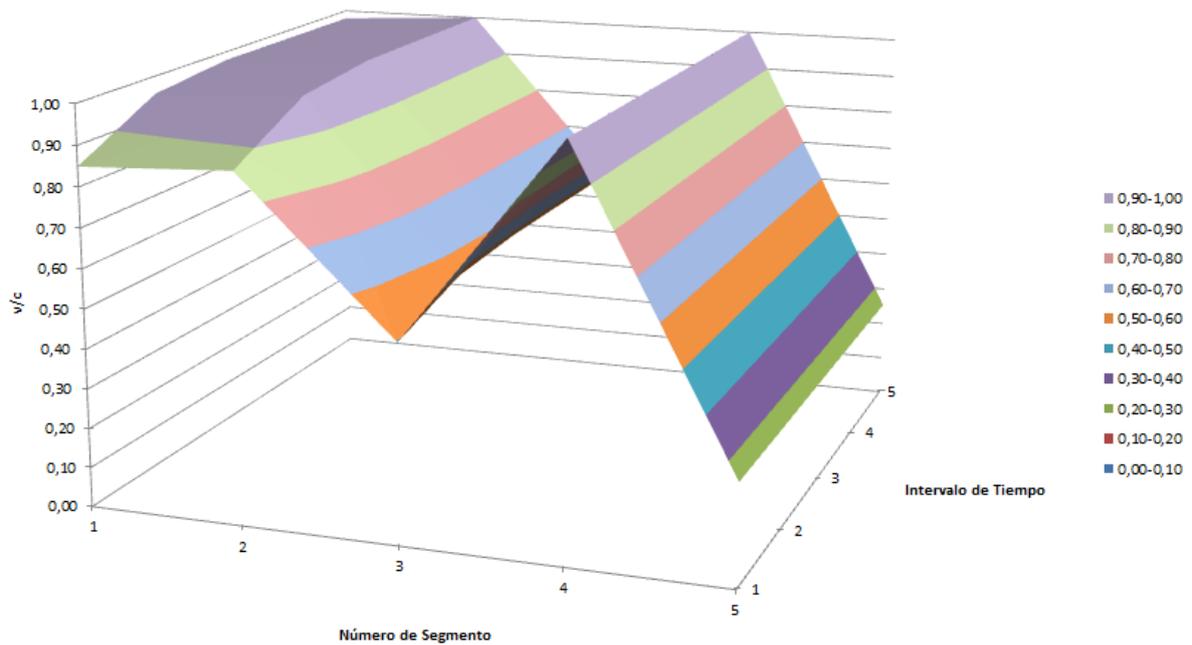
Se obtiene por tanto la siguiente curva que relaciona, en el tramo afectado, la demanda de tráfico con la capacidad del tramo de autovía:

Curva Demanda/Capacidad (d/c)



Dado que se produce sobresaturación en el tramo, es decir, la relación entre el volumen de demanda y la capacidad (d/c) es superior a 1, se representa la curva que relaciona el volumen de tráfico que pasa por el tramo y la capacidad de dicho tramo:

Curva Volumen / Capacidad (v/c)

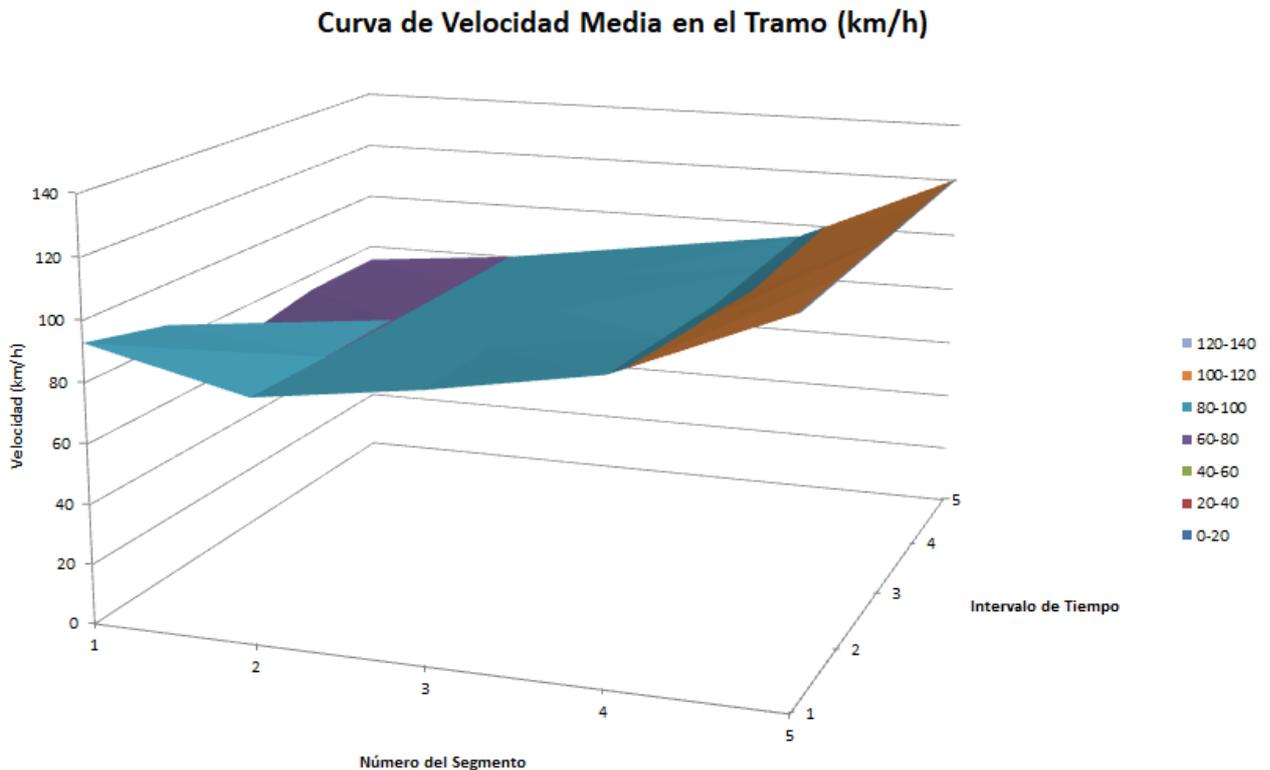


Relación Volumen / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,85	0,87	0,50	1,00	0,25
2	0,96	0,98	0,56	1,00	0,25
3	0,98	1,00	0,57	1,00	0,25
4	0,98	1,00	0,57	1,00	0,25
5	0,98	1,00	0,57	1,00	0,25

La velocidad media de cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Velocidad Media del Segmento (km/h)					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	96,29	80,81	87,93	99,16	120,58
2	93,83	80,47	87,9	97,76	120,57
3	88,74	80,12	87,88	96,38	120,56
4	91,61	80,29	87,89	97,11	120,57
5	93,83	80,47	87,9	97,84	120,57

Representando la velocidad media en kilómetros por hora en el tramo de autovía se obtiene la siguiente curva:

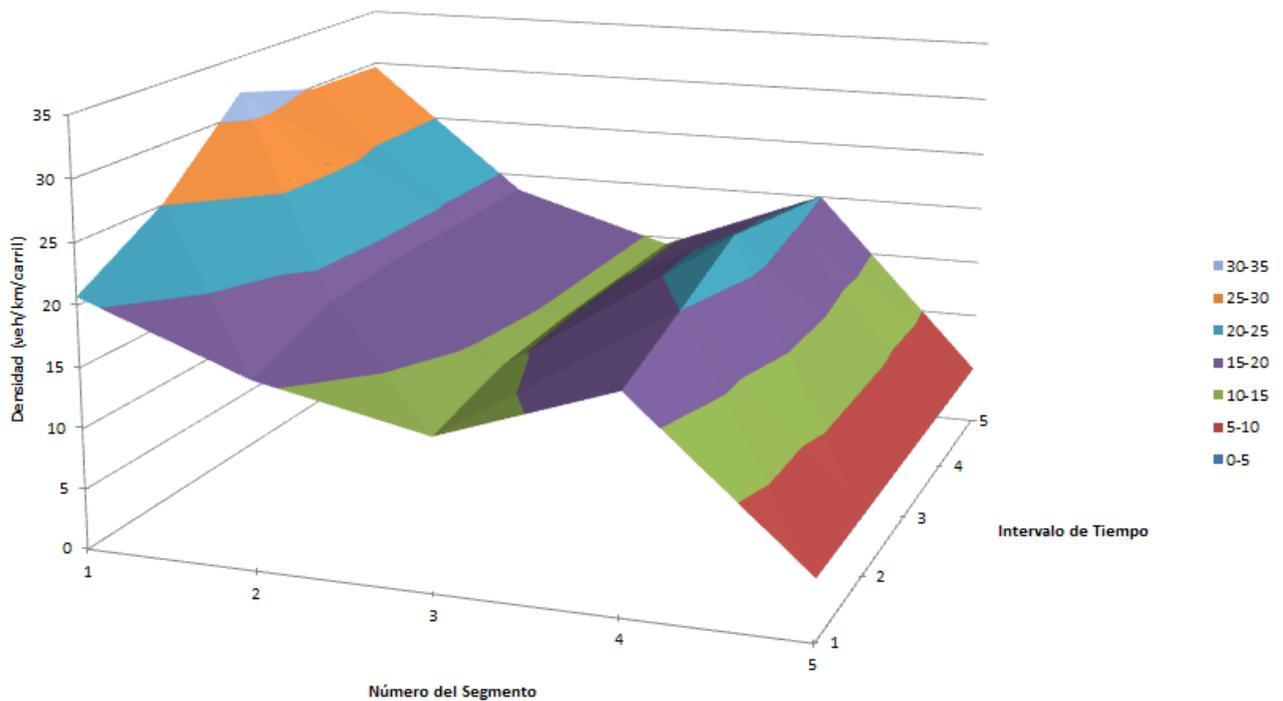


La densidad media de vehículos en cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Densidad Media					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	20,71	15,43	12,5	17,52	4,98
2	25,13	18	14,06	20,05	4,97
3	31,93	18,55	14,4	22,73	4,98
4	29,83	18,55	14,4	21,37	4,97
5	29,62	18,55	14,4	20,05	4,97

Si se representa la densidad media de este tramo de autovía se obtiene:

Curva de Densidad de Tráfico (veh/km/carril)



En función de los datos anteriores se obtienen, para cada intervalo de tiempo, los siguientes niveles de servicio en cada segmento de autovía y en el tramo global estudiado:

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	D	C	C	D	A	C
2	E	D	C	D	A	D

3	F	D	C	E	A	D
4	F	D	C	D	A	D
5	F	D	C	D	A	D

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1				F	
2				F	
3	F	F		F	
4	F	F		F	
5				F	

En estas tablas se observa que aunque desde el punto de vista de la densidad de tráfico el nivel de servicio en el segundo y cuarto segmento sea **D** y **E**, si se estudia desde el punto de vista del volumen de demanda de tráfico se obtiene que supera su capacidad y por tanto se alcanza un nivel de servicio **F**.

9.9. Nivel de servicio para un horizonte de 20 años de la MA-20 sentido Málaga sin considerar el desarrollo del sector SUS-G1:

La intensidad de tráfico en el tramo de la MA-20 para un horizonte de 20 años es la siguiente:

Intensidad de tráfico punta horaria I_h (veh/h)		
Autovía MA-20 sentido Málaga B1	Ramal Salida 3 MA-23 / Guadalmar OFR1	Ramal Incorp. MA-23 / Enlace Pk. 3 ONR1
4.503	1.323	1.757

Se adopta la siguiente distribución de intensidades de tráfico en intervalos de 15 minutos para un período total de 75 minutos en torno a la punta de tráfico:

Intensidad de tráfico punta horaria por intervalos de tiempo (veh/h)			
Tiempo	B1	OFR1	ONR1
1	3.766	1.222	1.650
2	4.236	1.374	1.857
3	4.707	1.527	2.063

4	4.472	1.451	1.960
5	4.236	1.374	1.857

Se obtienen los siguientes resultados:

Título: <u>Tramo Autovía MA-20 sentido Málaga</u> (Pk. 3)						
Número de Intervalos de Tiempo:	5					SECCIÓN Y TOTALES DEL PERIODO
Duración del Período (min):	75					
Número del Segmento de Autovía : Etiqueta del Segmento :	1 S01	2 S02	3 S03	4 S04	5 S05	Unidades
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFR)	B	OFR	B	ONR	B	3,13 km SOBRESATURADA
Longitud del Segmento (m)	1033	141	800	340	812	
Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	
Máxima relación d/c	0,99	0,99	0,70	1,09	1,09	
Intervalo tiempo que comienza la congestión						
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,70	0,10	0,50	0,25	0,58	2,13 min
VMTD Veh-km (Demanda)	5290	724,3	2894,6	1908,1	4558,9	15376 VMT
VMTV Veh-km (Volumen)	5290	724,3	2894,6	1867,2	4461,1	15237 VMT
VHT viajes (h)	59,69	8,38	30,24	22,77	53,02	174,09 VHT
VHD retraso (h)	4,89	0,87	0,26	79,48	6,81	92,31 VHD
Velocidad media segm. = VMTV / VHT (km/h)	88,63	86,48	95,72	82,02	84,14	87,53(*) km/h
Densidad media (veh/km/carril)	23,1	12,5	15,1	17,6	26,1	20,8 veh/km/car
Densidad media (pc/km/carril)	23,5	12,7	15,4	17,9	26,5	21,1 pc/km/car

(*) No tiene por qué corresponder con la limitada y estima la velocidad libre real que llevaría el conductor por las características del tramo

Las características en el tramo de la Autovía MA-20 en el período 3 que es cuando concurre el tráfico punta de vehículos son:

TÍTULO DEL TRAMO DE AUTOVÍA: MA-20 sentido Málaga (PK. 3)						
NÚMERO DE SEGMENTO :	1	2	3	4	5	
ETIQUETA DEL SEGMENTO :	S01	S02	S03	S04	S05	
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFR)	B	OFR	B	ONR	B	
Longitud del Segmento (m)	1033	141	800	340	812	3,13 km

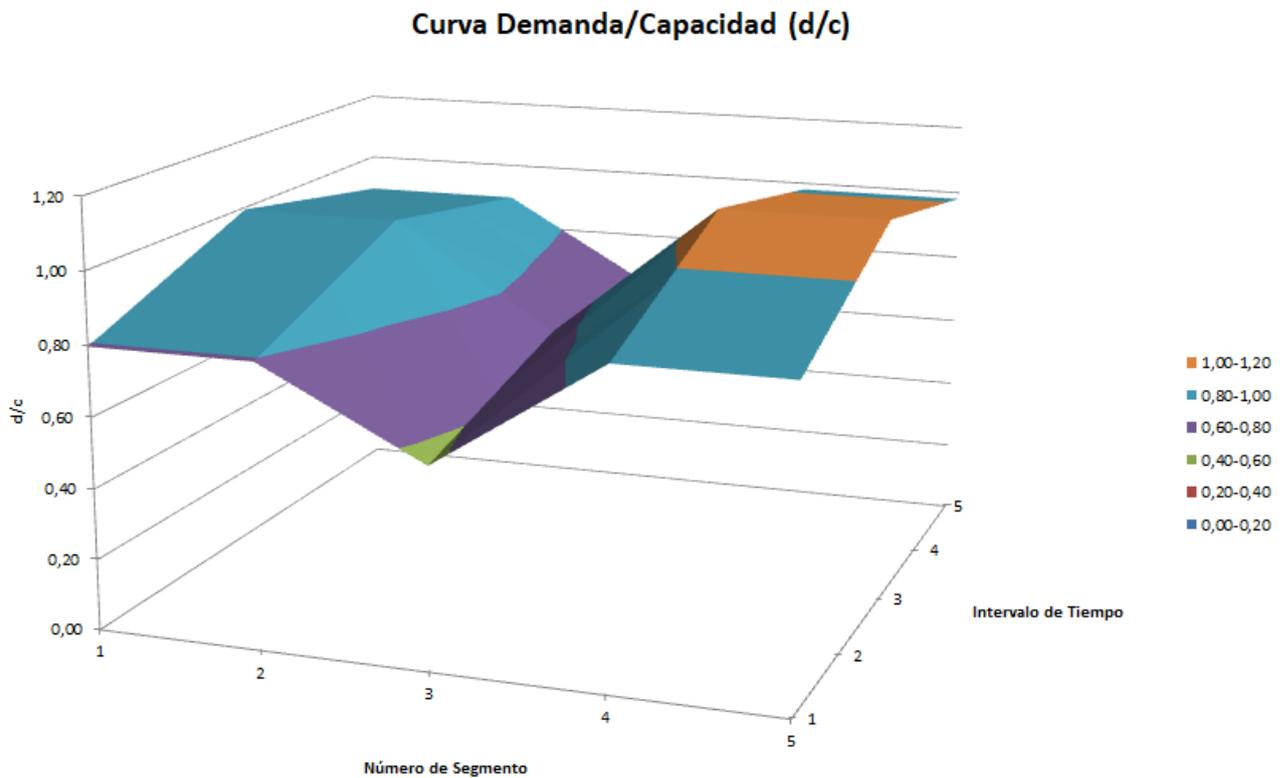
Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	
Velocidad media segm. (km/h)	82,8	86,2	95,7	81	82,2	
Densidad del Segmento (veh/km/carril)	27,2	14,7	16,6	18,3	27,5	23 veh/km/carril
Capacidad del Segmento (vph)	4.529	4.529	4.529	4.529	4.529	
Demanda del Segmento (vph)	4.503	4.503	3.180	4.937	4.937	
Volumen Servido por el Segmento (vph)	4.503	4.503	3.180	4.529	4.529	
Relación demanda/capacidad (d/c)	0,99	0,99	0,70	1,09	1,09	
Relación volumen/capacidad (v/c)	0,99	0,99	0,70	1,00	1,00	
Long. caravana final del interv. de tiempo (m)						
Demanda Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	1757	0	
Volumen servido Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	1.349	0	
Retraso en Ramal de Incorporación (veh-h)				12,74		
Long. cola de coches en Ramal Incorporación (m)				1720		
Capacidad Ramal de Incorporación (vph)				2.100		
Demanda Ramal de Salida (vph)	0	1.323	0	0	0	
Volumen servido Ramal de Salida (vph)	0	1.323	0	0	0	
Capacidad Ramal de Salida (vph)		2.100				
Demanda de Ramal a Ramal (vph)						
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,75	0,10	0,50	0,25	0,59	2,19 min
Tiempo de viaje en flujo libre (min)	0,64	0,09	0,50	0,21	0,50	1,94 min
Retraso en carril principal de la Autovía (min)	0,11	0,01	0,00	0,04	0,09	0,25 min
Retraso sistema incl. ramales incorporación (min)	0,11	0,01	0,00	2,31	0,09	2,52 min
VMTD Veh-km / intervalo (Demanda)	1162,6	159,2	636,2	419,4	1002	3379 veh-km
VMTV Veh-km / intervalo (Volumen servido)	1162,6	159,2	636,2	384,7	919,2	3262 veh-km
VHT viaje / intervalo (h)	14,05	1,85	6,65	4,75	11,18	38,47 h
VHD retraso / intervalo (h)	2,00	0,20	0,06	13,51	1,66	17,42 h
Velocidad media segmento = VMTV / VHT (km/h)	82,8	86,2	95,7	81	82,2	84,8 km/h
Densidad del segmento (pc/km/carril)*	27,6	14,9	16,9	18,6	28	23,4 pc/km/carril
Nivel de servicio segmento (LOS) por densidad	E	C	D	D	E	E
Nivel de servicio segmento (LOS) por demanda				F	F	

* Para segmentos de trenzado y segmentos de salida, esta densidad es solo para áreas de influencia de ramales.

La relación entre el volumen de demanda de tráfico y la capacidad del segmento es la siguiente:

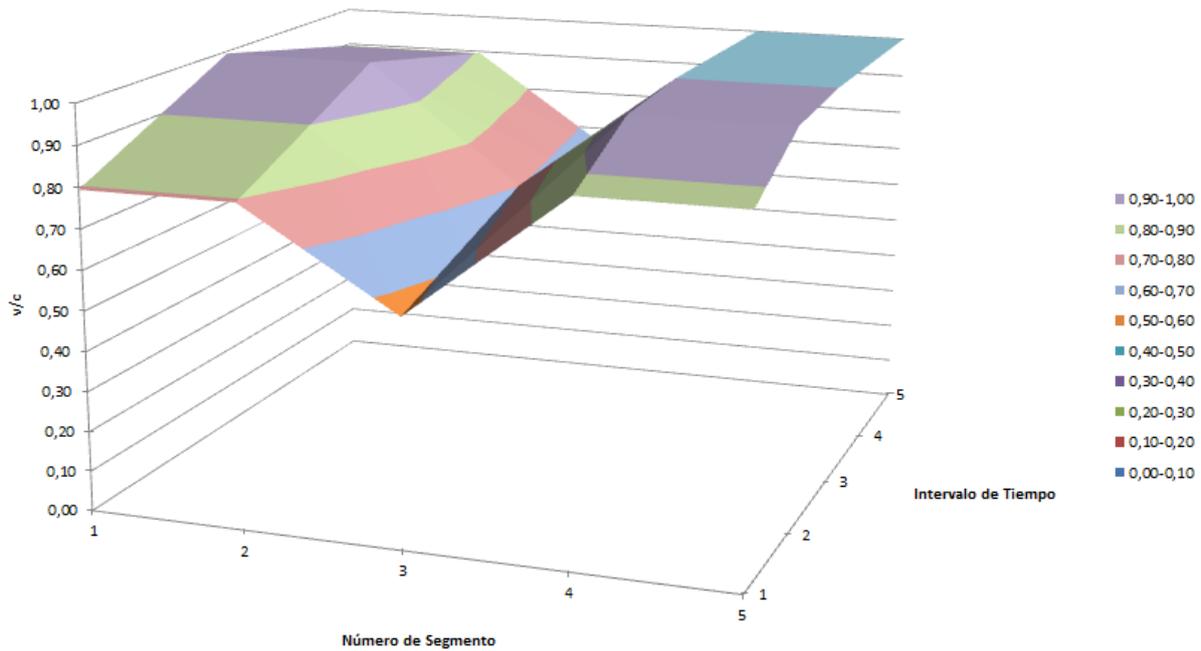
Relación Demanda / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,80	0,80	0,56	0,87	0,87
2	0,89	0,89	0,63	0,98	0,98
3	0,99	0,99	0,70	1,09	1,09
4	0,94	0,94	0,67	1,04	1,04
5	0,89	0,89	0,63	0,98	0,98

Se obtiene por tanto la siguiente curva que relaciona, en el tramo afectado, la demanda de tráfico con la capacidad del tramo de autovía:



Dado que se produce sobresaturación en el tramo, es decir, la relación entre el volumen de demanda y la capacidad (d/c) es superior a 1, se representa la curva que relaciona el volumen de tráfico que pasa por el tramo y la capacidad de dicho tramo:

Curva Volumen / Capacidad (v/c)



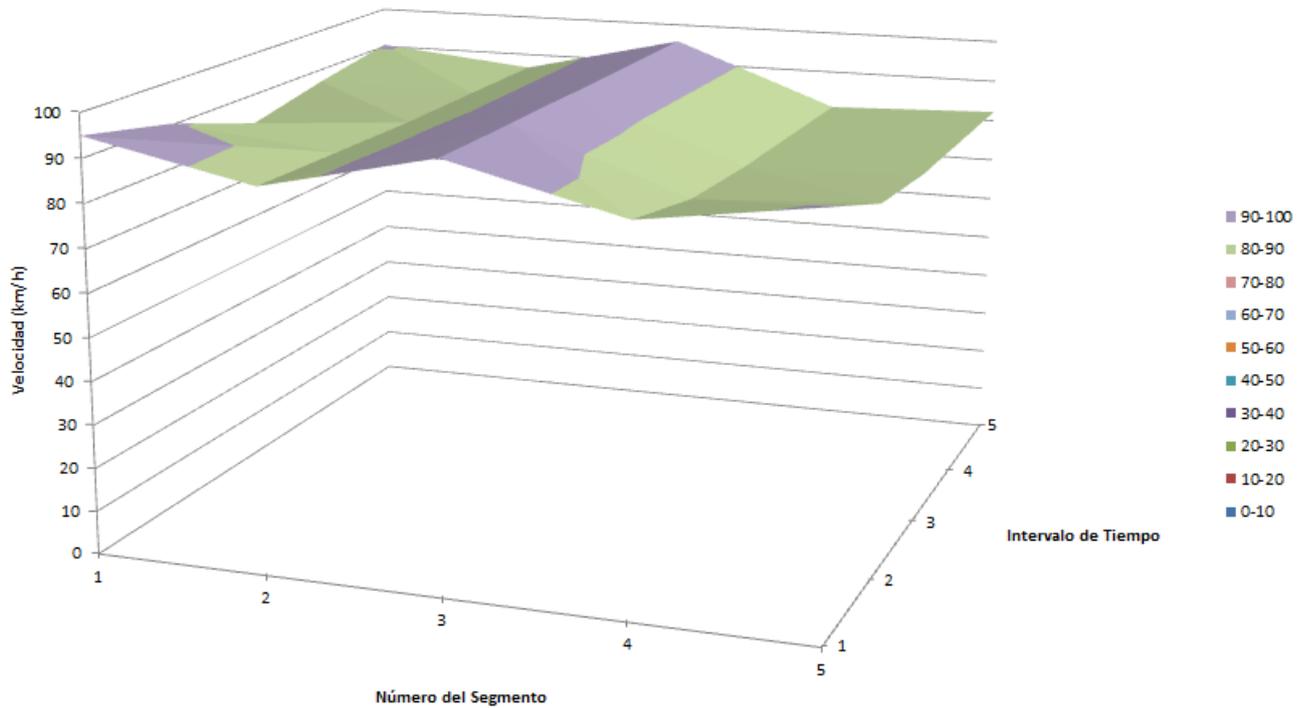
Relación Volumen / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,80	0,80	0,56	0,87	0,87
2	0,89	0,89	0,63	0,98	0,98
3	0,99	0,99	0,70	1,00	1,00
4	0,94	0,94	0,67	1,00	1,00
5	0,89	0,89	0,63	1,00	1,00

La velocidad media de cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Velocidad Media del Segmento (km/h)					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	95,01	86,88	95,75	85,97	91,73
2	90,41	86,53	95,72	81,91	83,96
3	82,76	86,18	95,69	80,97	82,22
4	86,97	86,36	95,71	80,97	82,22
5	90,41	86,53	95,72	80,97	82,22

Representando la velocidad media en kilómetros por hora en el tramo de autovía se obtiene la siguiente curva:

Curva de Velocidad Media en el Tramo (km/h)

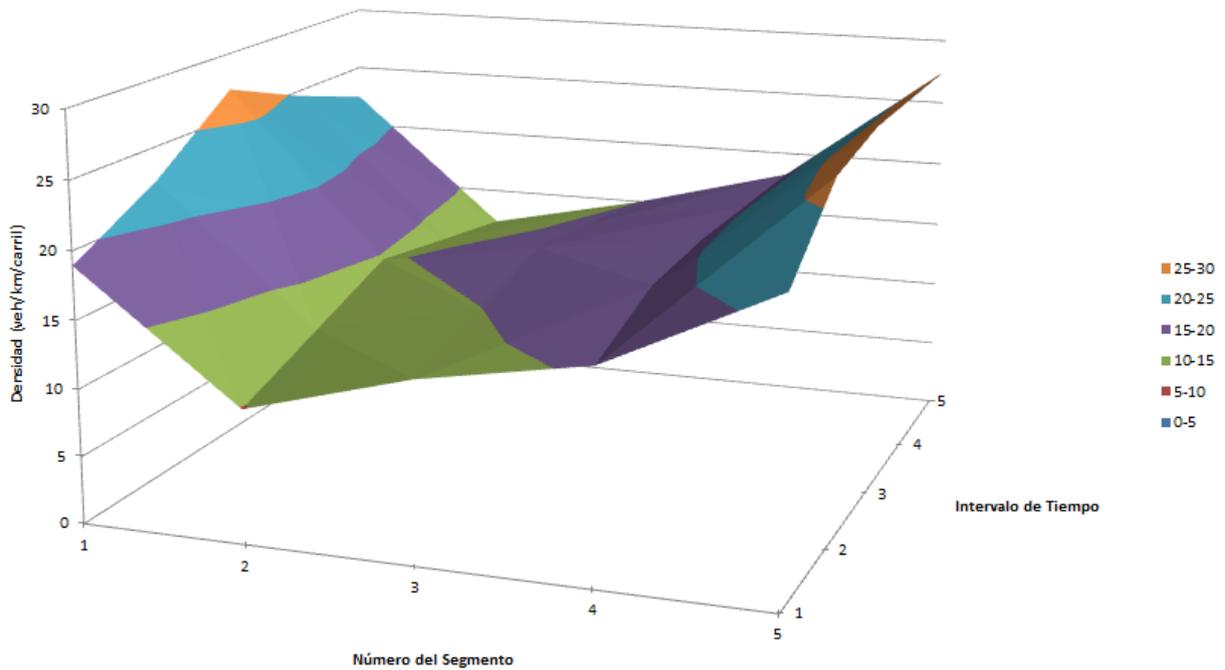


La densidad media de vehículos en cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Densidad Media					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	18,96	9,87	13,28	15,48	21,53
2	22,42	12,28	14,95	17,82	26,46
3	27,2	14,69	16,62	18,31	27,54
4	24,6	13,48	15,78	18,26	27,54
5	22,42	12,28	14,95	18,22	27,54

Si se representa la densidad media de este tramo de autovía se obtiene:

Curva de Densidad de Tráfico (veh/km/carril)



En función de los datos anteriores se obtienen, para cada intervalo de tiempo, los siguientes niveles de servicio en cada segmento de autovía y en el tramo global estudiado:

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	D	B	C	C	E	D
2	E	C	C	D	E	D
3	E	C	D	D	E	E
4	E	C	C	D	E	E
5	E	C	C	D	E	D

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1					
2					
3				F	F
4				F	F
5					

En estas tablas se observa que aunque desde el punto de vista de la densidad de tráfico el nivel de servicio en el cuarto y quinto segmento es **D** y **E** respectivamente, si se estudia desde el punto de vista del volumen de demanda de tráfico se obtiene que supera su capacidad y por tanto se alcanza un nivel de servicio **F** para el periodo 3 y 4.

9.10. Nivel de servicio para un horizonte de 20 años de la MA-20 sentido Málaga considerando el desarrollo del sector SUS-G1:

La intensidad de tráfico en el tramo de la MA-20 para un horizonte de 20 años considerando el completo desarrollo del sector SUS-G1 es la siguiente:

Intensidad de tráfico punta horaria I_h (veh/h)		
Autovía MA-20 sentido Málaga B1	Ramal Salida 3 MA-23 / Guadalmar OFR1	Ramal Incorp. MA-23 / Enlace Pk. 3 ONR1
4.707	1.527	2.063

Se adopta la siguiente distribución de intensidades de tráfico en intervalos de 15 minutos para un período total de 75 minutos en torno a la punta de tráfico:

Intensidad de tráfico punta horaria por intervalos de tiempo (veh/h)			
Tiempo	B1	OFR1	ONR1
1	3.766	1.222	1.650
2	4.236	1.374	1.857
3	4.707	1.527	2.063
4	4.472	1.451	1.960
5	4.236	1.374	1.857

Se obtienen los siguientes resultados:

Título: <u>Tramo Autovía MA-20 sentido Málaga</u> (Pk. 3)						
Número de Intervalos de Tiempo:	5					SECCIÓN Y TOTALES DEL PERIODO
Duración del Período (min):	75					
Número del Segmento de Autovía : Etiqueta del Segmento :	1 S01	2 S02	3 S03	4 S04	5 S05	Unidades
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFR)	B	OFR	B	ONR	B	

Longitud del Segmento (m)	1033	141	800	340	812	3,13 km	
Número de carriles	2	2	2	2	2		
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5		
Máxima relación d/c	1,04	1,04	0,70	1,16	1,16	SOBRESATURADA	
Intervalo tiempo que comienza la congestión							
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,72	0,10	0,50	0,25	0,58	2,16	min
VMTD Veh-km (Demanda)	5529,6	757,1	2894,6	2026,4	4841,7	16049	VMT
VMTV Veh-km (Volumen)	5529,6	757,1	2894,6	1895,2	4528,2	15605	VMT
VHT viajes (h)	64,44	8,80	30,25	23,24	54,36	181,09	VHT
VHD retraso (h)	7,16	0,96	0,27	192,29	7,45	208,14	VHD
Velocidad media segm. = VMTV / VHT (km/h)	85,81	85,99	95,68	81,56	83,31	86,17(*)	km/h
Densidad media (veh/km/carril)	25	13,5	15,1	17,9	26,8	21,6	veh/km/car
Densidad media (pc/km/carril)	25,3	13,7	15,4	18,2	27,2	22	pc/km/car

(*) No tiene por qué corresponder con la limitada y estima la velocidad libre real que llevaría el conductor por las características del tramo

Las características en el tramo de la Autovía MA-20 en el período 3 que es cuando concurre el tráfico punta de vehículos son:

TÍTULO DEL TRAMO DE AUTOVÍA: MA-20 sentido Málaga (PK. 3)						
NÚMERO DE SEGMENTO :	1	2	3	4	5	
ETIQUETA DEL SEGMENTO :	S01	S02	S03	S04	S05	
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFr)	B	OFr	B	ONR	B	
Longitud del Segmento (m)	1033	141	800	340	812	3,13 km
Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	
Velocidad media segm. (km/h)	82,2	85,8	95,7	81	82,2	
Densidad del Segmento (veh/km/carril)	27,5	14,8	16	18,3	27,5	23 veh/km/carril
Capacidad del Segmento (vph)	4.529	4.529	4.529	4.529	4.529	
Demanda del Segmento (vph)	4.707	4.707	3.180	5.243	5.243	
Volumen Servido por el Segmento (vph)	4.529	4.529	3.060	4.529	4.529	
Relación demanda/capacidad (d/c)	1,04	1,04	0,70	1,16	1,16	
Relación volumen/capacidad (v/c)	1,00	1,00	0,68	1,00	1,00	
Long. caravana final del interv. de tiempo (m)						
Demanda Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	2063	0	
Volumen servido Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	1.469	0	

Retraso en Ramal de Incorporación (veh-h)				30,40		
Long. cola de coches en Ramal Incorporación (m)				3615		
Capacidad Ramal de Incorporación (vph)				2.100		
Demanda Ramal de Salida (vph)	0	1.527	0	0	0	
Volumen servido Ramal de Salida (vph)	0	1.469	0	0	0	
Capacidad Ramal de Salida (vph)		2.100				
Demanda de Ramal a Ramal (vph)						
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,75	0,10	0,50	0,25	0,59	2,20 min
Tiempo de viaje en flujo libre (min)	0,64	0,09	0,50	0,21	0,50	1,94 min
Retraso en carril principal de la Autovía (min)	0,11	0,01	0,00	0,04	0,09	0,26 min
Retraso sistema incl. ramales incorporación (min)	0,11	0,01	0,00	5,01	0,09	5,22 min
VMTD Veh-km / intervalo (Demanda)	1215,3	166,4	636,2	445,4	1064,1	3527 veh-km
VMTV Veh-km / intervalo (Volumen servido)	1169,4	160,1	612,2	384,7	919,2	3246 veh-km
VHT viaje / intervalo (h)	14,22	1,87	6,40	4,75	11,18	38,42 h
VHD retraso / intervalo (h)	2,11	0,21	0,06	31,17	1,66	35,20 h
Velocidad media segmento = VMTV / VHT (km/h)	82,2	85,8	95,7	81	82,2	84,5 km/h
Densidad del segmento (pc/km/carril)*	28	15,1	16,2	18,6	28	23,4 pc/km/carril
Nivel de servicio segmento (LOS) por densidad	E	C	D	D	E	E
Nivel de servicio segmento (LOS) por demanda	F	F		F	F	

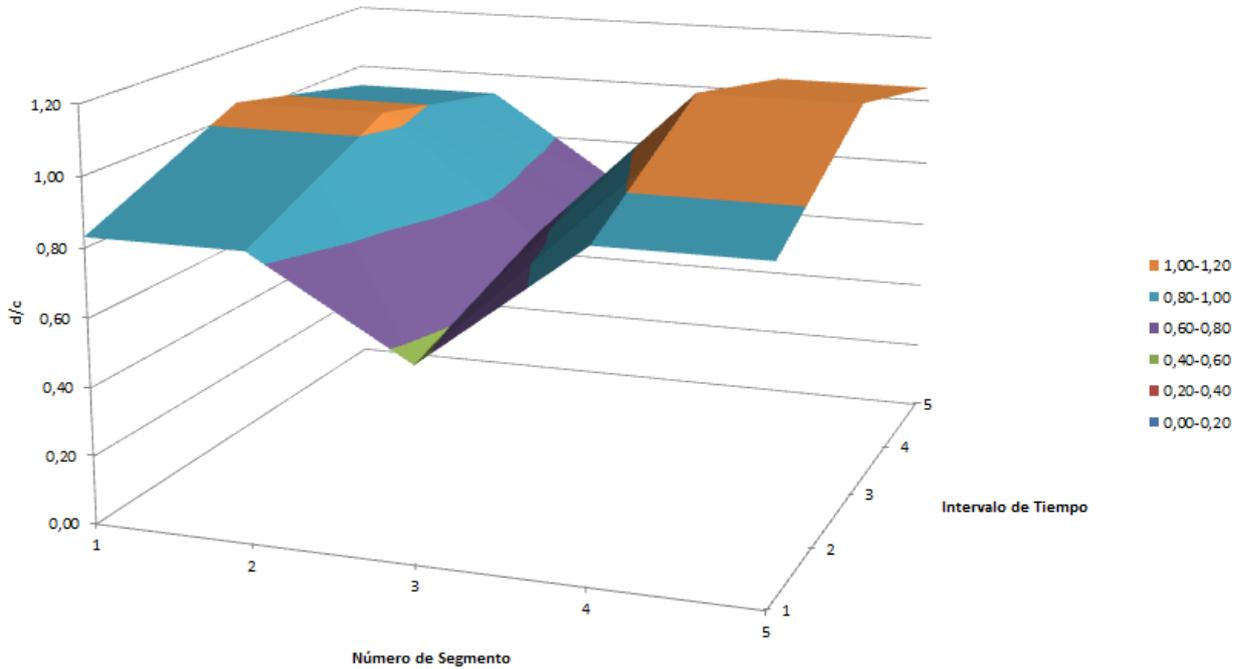
* Para segmentos de trenzado y segmentos de salida, esta densidad es solo para áreas de influencia de ramales.

La relación entre el volumen de demanda de tráfico y la capacidad del segmento es la siguiente:

Relación Demanda / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,83	0,83	0,56	0,93	0,93
2	0,94	0,94	0,63	1,04	1,04
3	1,04	1,04	0,70	1,16	1,16
4	0,99	0,99	0,67	1,10	1,10
5	0,94	0,94	0,63	1,04	1,04

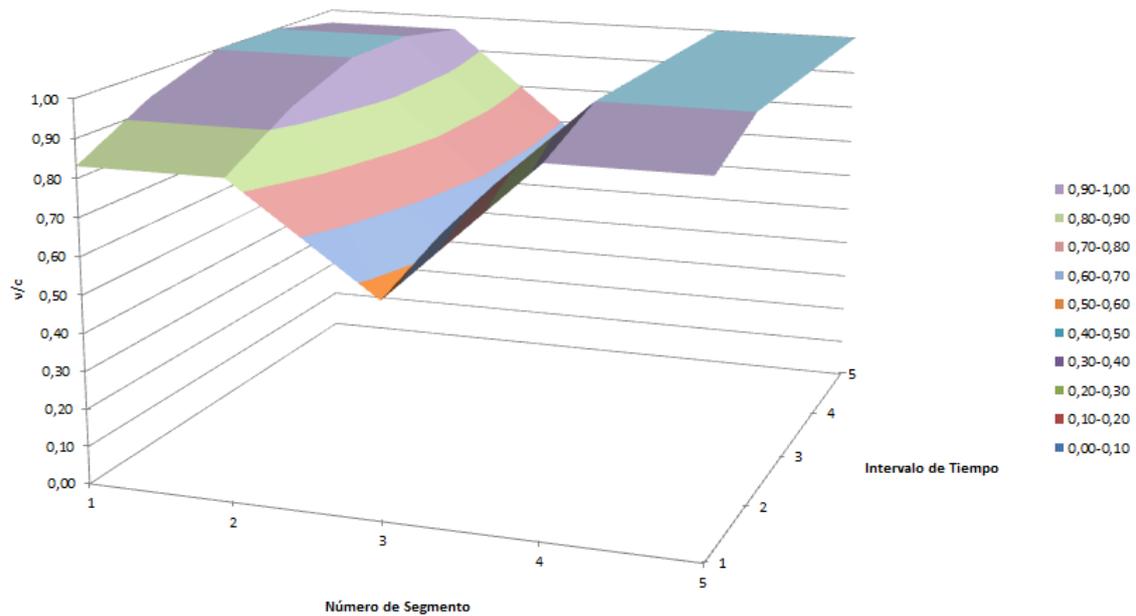
Se obtiene por tanto la siguiente curva que relaciona, en el tramo afectado, la demanda de tráfico con la capacidad del tramo de autovía:

Curva Demanda/Capacidad (d/c)



Dado que se produce sobresaturación en el tramo, es decir, la relación entre el volumen de demanda y la capacidad (d/c) es superior a 1, se representa la curva que relaciona el volumen de tráfico que pasa por el tramo y la capacidad de dicho tramo:

Curva Volumen / Capacidad (v/c)

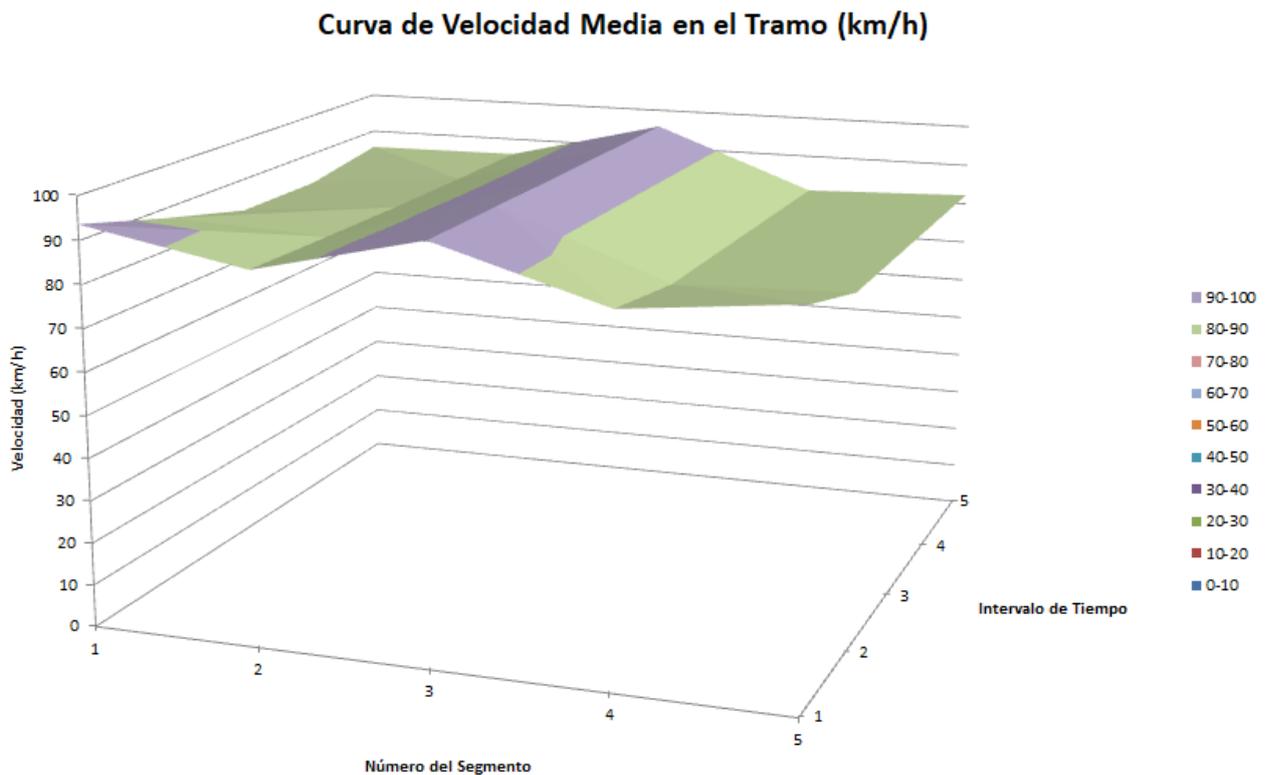


Relación Volumen / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,83	0,83	0,56	0,93	0,93
2	0,94	0,94	0,63	1,00	1,00
3	1,00	1,00	0,68	1,00	1,00
4	1,00	1,00	0,68	1,00	1,00
5	0,96	0,96	0,65	1,00	1,00

La velocidad media de cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Velocidad Media del Segmento (km/h)					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	93,69	86,45	95,71	84,21	88,34
2	87,67	86,05	95,68	80,97	82,22
3	82,22	85,79	95,66	80,97	82,22
4	82,22	85,79	95,66	80,97	82,22
5	85,59	85,94	95,67	80,97	82,22

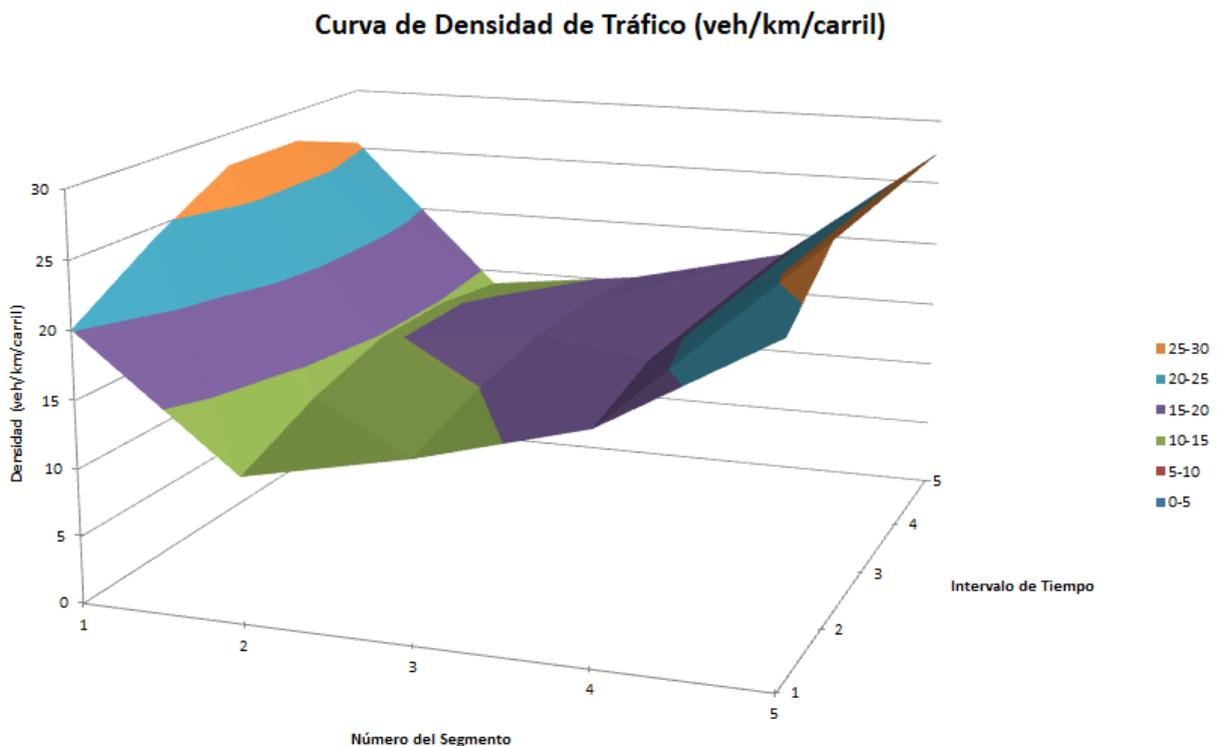
Representando la velocidad media en kilómetros por hora en el tramo de autovía se obtiene la siguiente curva:



La densidad media de vehículos en cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Densidad Media					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	20,1	10,75	13,29	16,6	23,74
2	24,16	13,26	14,96	18,22	27,54
3	27,54	14,83	15,99	18,27	27,54
4	27,54	14,83	15,99	18,27	27,54
5	25,45	13,9	15,38	18,24	27,54

Si se representa la densidad media de este tramo de autovía se obtiene:



En función de los datos anteriores se obtienen, para cada intervalo de tiempo, los siguientes niveles de servicio en cada segmento de autovía y en el tramo global estudiado:

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	D	B	C	C	E	D
2	E	C	C	D	E	E
3	E	C	D	D	E	E

4	E	C	D	D	E	E
5	E	C	C	D	E	E

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1					
2				F	F
3	F	F		F	F
4				F	F
5				F	F

En estas tablas se observa que aunque desde el punto de vista de la densidad de tráfico el nivel de servicio en algunos segmentos no llega al nivel **F**, si se estudia desde el punto de vista del volumen de demanda de tráfico se obtiene que supera su capacidad y por tanto se alcanza un nivel de servicio **F** en varios periodos.

9.11. Nivel de servicio para un horizonte de 30 años de la MA-20 sentido Algeciras sin considerar el desarrollo del sector SUS-G1:

La intensidad de tráfico en el tramo de la MA-20 para un horizonte de 30 años es la siguiente:

Intensidad de tráfico punta horaria I_h (veh/h)			
Autovía MA-20 sentido Algeciras B1	Ramal Salida 3 MA-23 / Guadalmar OFR1	Ramal Incorp. MA-23 / Enlace Pk. 3 ONR1	Ramal Salida 1 Parador de Golf / MA-21 / A-404 OFR2
5.195	2.027	1.526	3.162

Se adopta la siguiente distribución de intensidades de tráfico en intervalos de 15 minutos para un período total de 75 minutos en torno a la punta de tráfico:

Intensidad de tráfico punta horaria por intervalos de tiempo (veh/h)				
Tiempo	B1	OFR1	ONR1	OFR2
1	4.156	1.622	1.221	2.530
2	4.676	1.824	1.373	2.846
3	5.195	2.027	1.526	3.162
4	4.935	1.926	1.450	3.004
5	4.676	1.824	1.373	2.846

Se obtienen los siguientes resultados:

Título: <u>Tramo Autovía MA-20 sentido Algeciras</u> (Pk. 3)						
Número de Intervalos de Tiempo:	5					SECCIÓN Y TOTALES DEL PERIODO
Duración del Período (min):	75					
Número del Segmento de Autovía : Etiqueta del Segmento :	1 S01	2 S02	3 S03	4 S04	5 S05	Unidades
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFr)	B	OFr	B	W	B	3,95 km SOBRESATURADA
Longitud del Segmento (m)	950	203	778	1352	671	
Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	88,5	88,5	120,7	120,7	
Máxima relación d/c	1,15	1,17	0,71	1,39	0,32	
Intervalo tiempo que comienza la congestión	2	4	2			
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,87	0,17	1,68	0,86	0,33	3,92 min
VMTD Veh-km (Demanda)	5613,2	1197,6	2802,6	7218	1168,2	17999 VMT
VMTV Veh-km (Volumen)	5079,6	1082,5	2468,1	5722,8	926,2	15279 VMT
VHT viajes (h)	77,71	14,86	88,99	60,89	7,68	250,13 VHT
VHD retraso (h)	25,09	2,63	61,10	411,42	0,01	500,25 VHD
Velocidad media segm. = VMTV / VHT (km/h)	65,37	72,85	27,73	93,99	120,55	61,08(*) km/h
Densidad media (veh/km/carril)	32,7	24	45,8	22,7	4,6	26,7 veh/km/car
Densidad media (pc/km/carril)	33,2	24,3	46,5	23,1	4,7	27,1 pc/km/car

(*) No tiene por qué corresponder con la limitada y estima la velocidad libre real que llevaría el conductor por las características del tramo

Las características en el tramo de la Autovía MA-20 en el período 3 que es cuando concurre el tráfico punta de vehículos son:

TÍTULO DEL TRAMO DE AUTOVÍA: MA-20 sentido Algeciras (PK. 3)						
NÚMERO DE SEGMENTO :	1	2	3	4	5	3,95 km
ETIQUETA DEL SEGMENTO :	S01	S02	S03	S04	S05	
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFr)	B	OFr	B	W	B	
Longitud del Segmento (m)	950	203	778	1352	671	
Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	88,5	88,5	120,7	120,7	

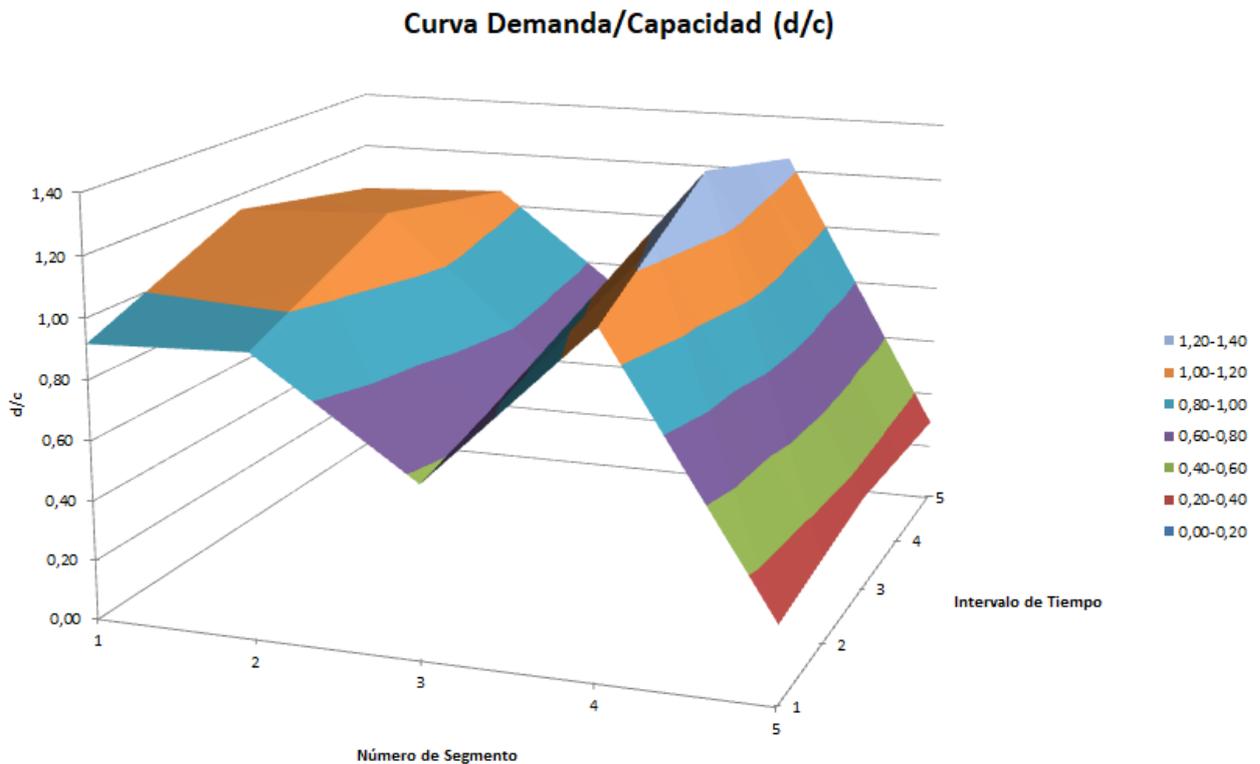
Velocidad media segm. (km/h)	55	80,2	24	92,1	120,5	
Densidad del Segmento (veh/km/carril)	40,3	18,6	52,9	25,5	4,6	30,5 veh/km/carril
Capacidad del Segmento (vph)	4.529	4.431	4.431	3.387	4.726	
Demanda del Segmento (vph)	5.195	5.195	3.168	4.694	1.532	
Volumen Servido por el Segmento (vph)	4.431	4.431	2.540	3.387	1.106	
Relación demanda/capacidad (d/c)	1,15	1,17	0,71	1,39	0,32	
Relación volumen/capacidad (v/c)	0,98	1,00	0,57	1,00	0,23	
Long. caravana final del interv. de tiempo (m)	2		778			
Demanda Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	1526	0	
Volumen servido Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	847	0	
Retraso en Ramal de Incorporación (veh-h)				77,16		
Long. cola de coches en Ramal Incorporación (m)				3968		
Capacidad Ramal de Incorporación (vph)				4.400		
Demanda Ramal de Salida (vph)	0	2.027	0	3.162	0	
Volumen servido Ramal de Salida (vph)	0	1.729	0	2.282	0	
Capacidad Ramal de Salida (vph)		2.100		4.400		
Demanda de Ramal a Ramal (vph)				153		
Tiempo de viaje por vehículo (min)	1,04	0,15	1,94	0,88	0,33	4,34 min
Tiempo de viaje en flujo libre (min)	0,59	0,14	0,53	0,67	0,33	2,26 min
Retraso en carril principal de la Autovía (min)	0,45	0,01	1,42	0,21	0,00	2,08 min
Retraso sistema incl. ramales incorporación (min)	0,45	0,01	1,42	22,08	0,00	23,95 min
VMTD Veh-km / intervalo (Demanda)	1233,6	263,2	615,9	1586,3	256,8	3956 veh-km
VMTV Veh-km / intervalo (Volumen servido)	1052,2	224,5	493,9	1144,7	185,3	3101 veh-km
VHT viaje / intervalo (h)	19,12	2,80	20,57	12,43	1,54	56,46 h
VHD retraso / intervalo (h)	8,22	0,26	14,99	80,11	0,00	103,58 h
Velocidad media segmento = VMTV / VHT (km/h)	55	80,2	24	92,1	120,5	54,9 km/h
Densidad del segmento (pc/km/carril)*	40,9	18,8	53,7	25,9	4,7	31 pc/km/carril
Nivel de servicio segmento (LOS) por densidad	F	D	F	E	A	F
Nivel de servicio segmento (LOS) por demanda	F	F		F		

* Para segmentos de trenzado y segmentos de salida, esta densidad es solo para áreas de influencia de ramales.

La relación entre el volumen de demanda de tráfico y la capacidad del segmento es la siguiente:

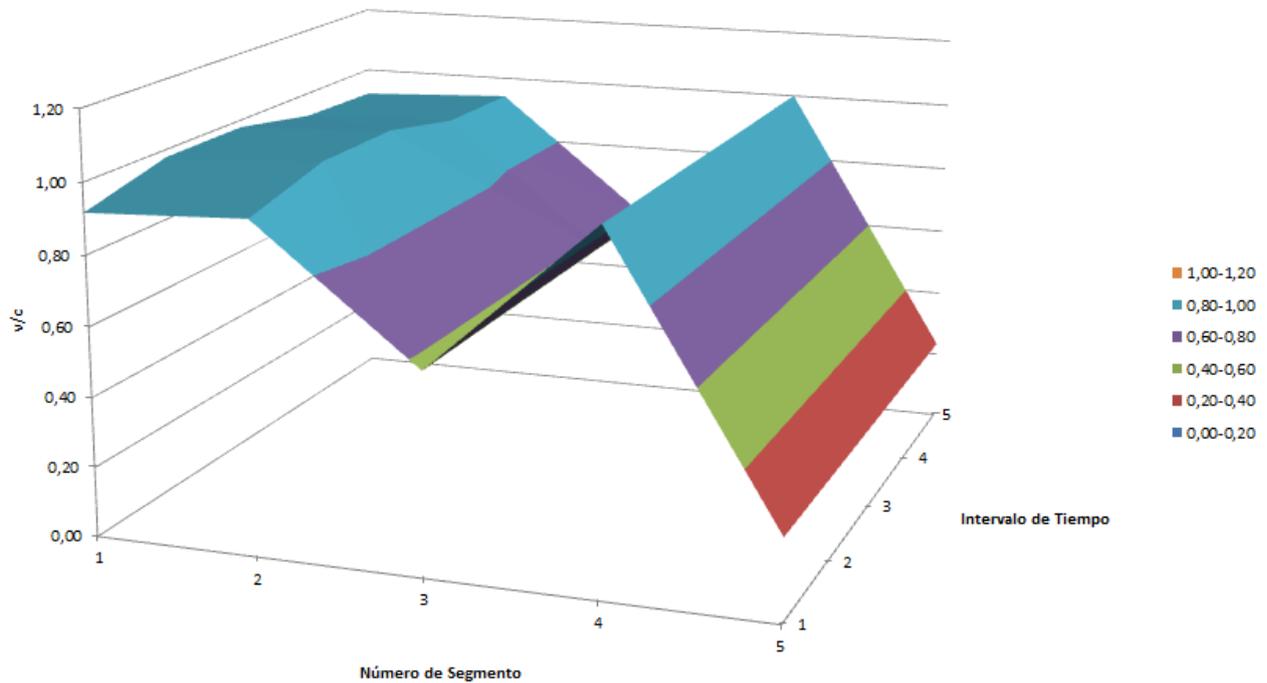
Relación Demanda / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,92	0,94	0,57	1,11	0,26
2	1,03	1,06	0,64	1,25	0,29
3	1,15	1,17	0,71	1,39	0,32
4	1,09	1,11	0,68	1,32	0,31
5	1,03	1,06	0,64	1,25	0,29

Se obtiene por tanto la siguiente curva que relaciona, en el tramo afectado, la demanda de tráfico con la capacidad del tramo de autovía:



Dado que se produce sobrecapacidad en el tramo, es decir, la relación entre el volumen de demanda y la capacidad (d/c) es superior a 1, se representa la curva que relaciona el volumen de tráfico que pasa por el tramo y la capacidad de dicho tramo:

Curva Volumen / Capacidad (v/c)



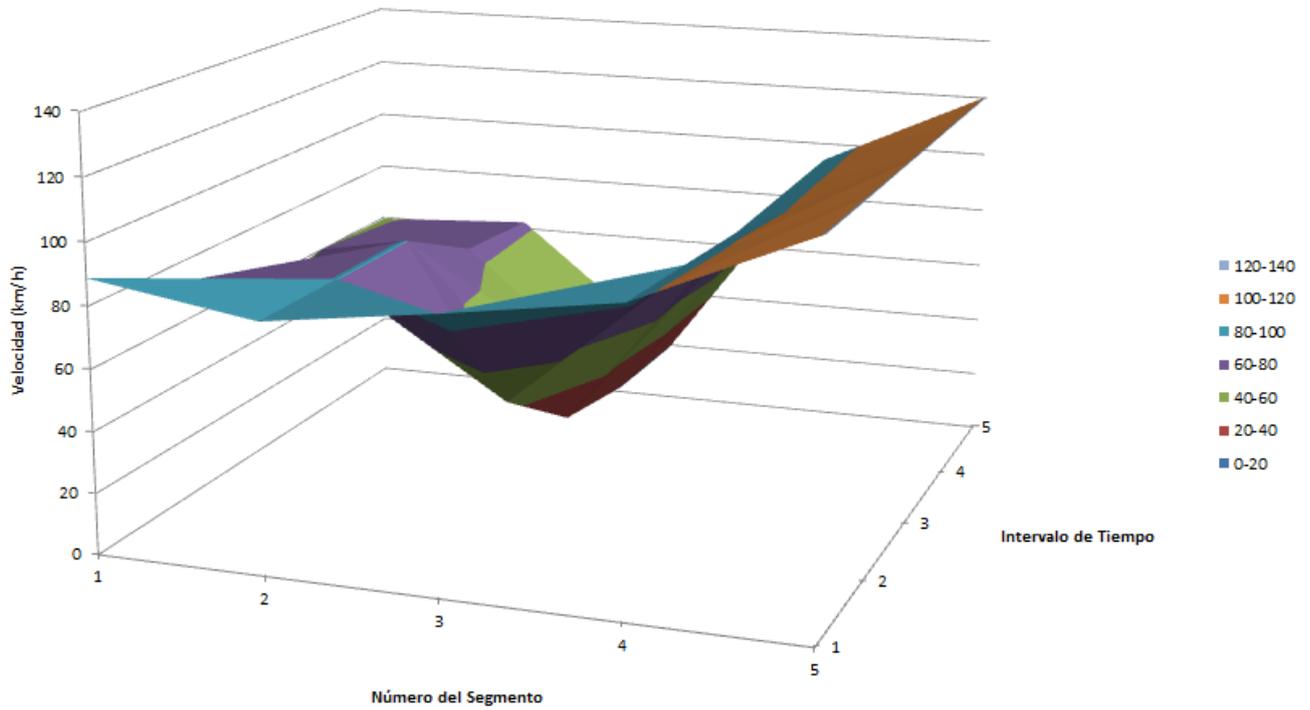
Relación Volumen / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,92	0,94	0,57	1,00	0,23
2	0,98	1,00	0,57	1,00	0,23
3	0,98	1,00	0,57	1,00	0,23
4	0,93	0,94	0,57	1,00	0,23
5	0,92	0,94	0,57	1,00	0,23

La velocidad media de cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Velocidad Media del Segmento (km/h)					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	88,93	80,44	87,9	96,24	120,56
2	74,03	80,24	45,36	94,25	120,55
3	55,02	80,24	24,01	92,08	120,54
4	60,03	64,89	19,12	93,21	120,55
5	59,47	62,45	18,92	94,25	120,55

Representando la velocidad media en kilómetros por hora en el tramo de autovía se obtiene la siguiente curva:

Curva de Velocidad Media en el Tramo (km/h)

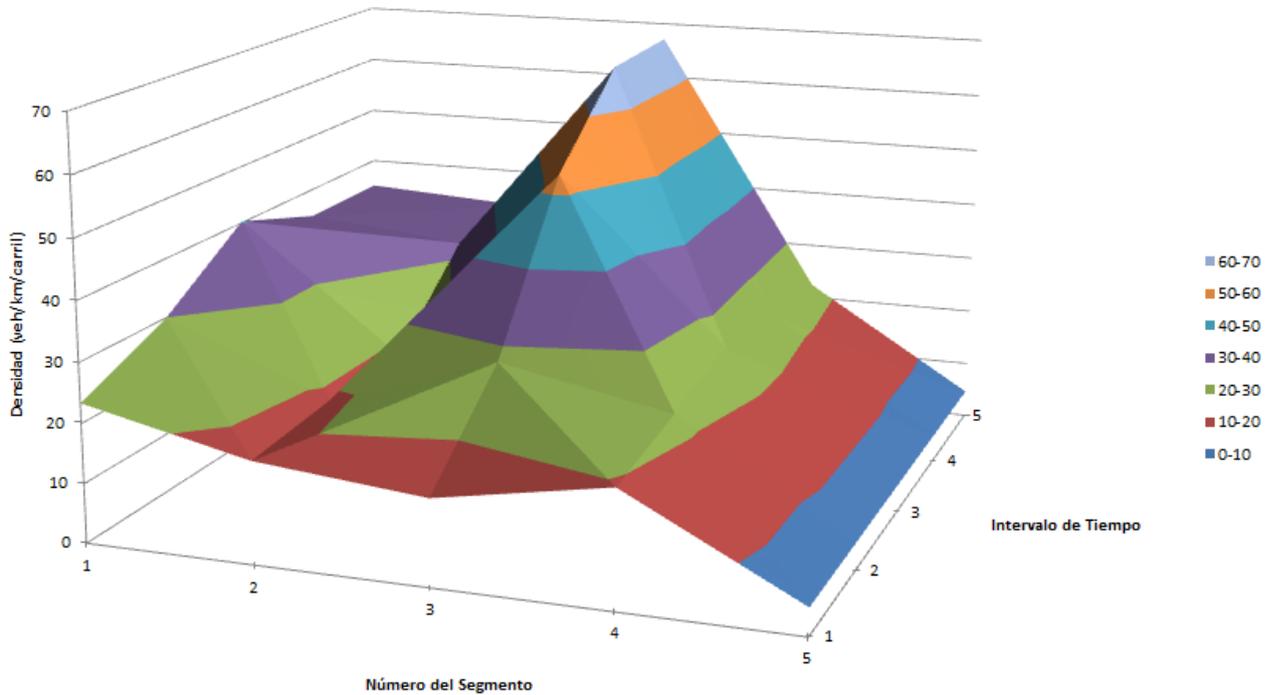


La densidad media de vehículos en cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Densidad Media					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	23,37	17,08	14,41	19,5	4,58
2	29,92	18,55	28	22,4	4,58
3	40,26	18,55	52,89	25,48	4,59
4	35,04	32,23	66,43	23,91	4,58
5	35,03	33,36	67,12	22,4	4,58

Si se representa la densidad media de este tramo de autovía se obtiene:

Curva de Densidad de Tráfico (veh/km/carril)



En función de los datos anteriores se obtienen, para cada intervalo de tiempo, los siguientes niveles de servicio en cada segmento de autovía y en el tramo global estudiado:

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	E	C	C	D	A	D
2	F	D	F	E	A	E
3	F	D	F	E	A	F
4	F	F	F	E	A	F
5	F	F	F	E	A	F

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1				F	
2	F	F		F	
3	F	F		F	
4	F	F		F	
5	F	F		F	

En estas tablas se observa que aunque desde el punto de vista de la densidad de tráfico el nivel de servicio en el cuarto segmento sea **E**, si se estudia desde el punto de vista del volumen de demanda de tráfico se obtiene que supera su capacidad y por tanto se alcanza un nivel de servicio **F**.

9.12. Nivel de servicio para un horizonte de 30 años de la MA-20 sentido Algeciras considerando el desarrollo del sector SUS-G1:

La intensidad de tráfico en el tramo de la MA-20 para un horizonte de 30 años considerando el completo desarrollo del sector SUS-G1 es la siguiente:

Intensidad de tráfico punta horaria I_h (veh/h)			
Autovía MA-20 sentido Algeciras B1	Ramal Salida 3 MA-23 / Guadalmar OFR1	Ramal Incorp. MA-23 / Enlace Pk. 3 ONR1	Ramal Salida 1 Parador de Golf / MA-21 / A-404 OFR2
5.548	2.380	1.761	3.186

Se adopta la siguiente distribución de intensidades de tráfico en intervalos de 15 minutos para un período total de 75 minutos en torno a la punta de tráfico:

Intensidad de tráfico punta horaria por intervalos de tiempo (veh/h)				
Tiempo	B1	OFR1	ONR1	OFR2
1	4.438	1.904	1.409	2.548
2	4.993	2.142	1.585	2.867
3	5.548	2.380	1.761	3.186
4	5.270	2.261	1.673	3.026
5	4.993	2.142	1.585	2.867

Se obtienen los siguientes resultados:

Título: <u>Tramo Autovía MA-20 sentido Algeciras</u> (Pk. 3)						
Número de Intervalos de Tiempo:	5					SECCIÓN Y TOTALES DEL PERIODO
Duración del Período (min):	75					
Número del Segmento de Autovía : Etiqueta del Segmento :	1 S01	2 S02	3 S03	4 S04	5 S05	Unidades
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFR)	B	OFR	B	W	B	3,95 km
Longitud del Segmento (m)	950	203	778	1352	671	

Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	88,5	88,5	120,7	120,7	
Máxima relación d/c	1,22	1,25	0,71	1,45	0,37	SOBRESATURADA
Intervalo tiempo que comienza la congestión	1					
Tiempo de viaje por vehículo (min)	1,00	0,15	0,53	0,87	0,33	2,89 min
VMTD Veh-km (Demanda)	5994,1	1278,8	2802,2	7578,9	1329,4	18983 VMT
VMTV Veh-km (Volumen)	5260,9	1122,4	2459,4	5728,4	1004,8	15576 VMT
VHT viajes (h)	92,66	14,05	27,99	61,65	8,34	204,69 VHT
VHD retraso (h)	38,16	1,36	0,20	566,75	0,01	606,49 VHD
Velocidad media segm. = VMTV / VHT (km/h)	56,78	79,91	87,86	92,91	120,55	76,1(*) km/h
Densidad media (veh/km/carril)	39	18,6	14,4	24,2	5	22,3 veh/km/car
Densidad media (pc/km/carril)	39,6	18,8	14,6	24,5	5,1	22,6 pc/km/car

(*) No tiene por qué corresponder con la limitada y estima la velocidad libre real que llevaría el conductor por las características del tramo

Las características en el tramo de la Autovía MA-20 en el período 3 que es cuando concurre el tráfico punta de vehículos son:

TÍTULO DEL TRAMO DE AUTOVÍA: MA-20 sentido Algeciras (PK. 3)						
NÚMERO DE SEGMENTO :	1	2	3	4	5	
ETIQUETA DEL SEGMENTO :	S01	S02	S03	S04	S05	
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFr)	B	OFr	B	W	B	
Longitud del Segmento (m)	950	203	778	1352	671	3,95 km
Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	88,5	88,5	120,7	120,7	
Velocidad media segm. (km/h)	41,8	79,9	87,9	90,8	120,5	
Densidad del Segmento (veh/km/carril)	53	18,6	14,4	27,1	5	26,7 veh/km/carril
Capacidad del Segmento (vph)	4.529	4.431	4.431	3.390	4.726	
Demanda del Segmento (vph)	5.548	5.548	3.168	4.929	1.743	
Volumen Servido por el Segmento (vph)	4.431	4.431	2.530	3.390	1.199	
Relación demanda/capacidad (d/c)	1,22	1,25	0,71	1,45	0,37	
Relación volumen/capacidad (v/c)	0,98	1,00	0,57	1,00	0,25	
Long. caravana final del interv. de tiempo (m)	5		778			
Demanda Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	1761	0	
Volumen servido Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	860	0	
Retraso en Ramal de Incorporación (veh-h)				107,75		

Long. cola de coches en Ramal Incorporación (m)				5496		
Capacidad Ramal de Incorporación (vph)				4.400		
Demanda Ramal de Salida (vph)	0	2.380	0	3.186	0	
Volumen servido Ramal de Salida (vph)	0	1.901	0	2.191	0	
Capacidad Ramal de Salida (vph)		2.100		4.400		
Demanda de Ramal a Ramal (vph)				176		
Tiempo de viaje por vehículo (min)	1,36	0,15	0,53	0,89	0,33	3,27 min
Tiempo de viaje en flujo libre (min)	0,59	0,14	0,53	0,67	0,33	2,26 min
Retraso en carril principal de la Autovía (min)	0,77	0,01	0,00	0,22	0,00	1,01 min
Retraso sistema incl. ramales incorporación (min)	0,77	0,01	0,00	30,30	0,00	31,10 min
VMTD Veh-km / intervalo (Demanda)	1317,5	281,1	615,9	1665,8	292,1	4172 veh-km
VMTV Veh-km / intervalo (Volumen servido)	1052,2	224,5	491,9	1145,6	200,9	3115 veh-km
VHT viaje / intervalo (h)	25,19	2,81	5,60	12,62	1,67	47,88 h
VHD retraso / intervalo (h)	14,29	0,27	0,04	110,87	0,00	125,48 h
Velocidad media segmento = VMTV / VHT (km/h)	41,8	79,9	87,9	90,8	120,5	65,1 km/h
Densidad del segmento (pc/km/carril)*	53,9	18,8	14,6	27,5	5,1	27,1 pc/km/carril
Nivel de servicio segmento (LOS) por densidad	F	D	C	F	A	E
Nivel de servicio segmento (LOS) por demanda	F	F		F		

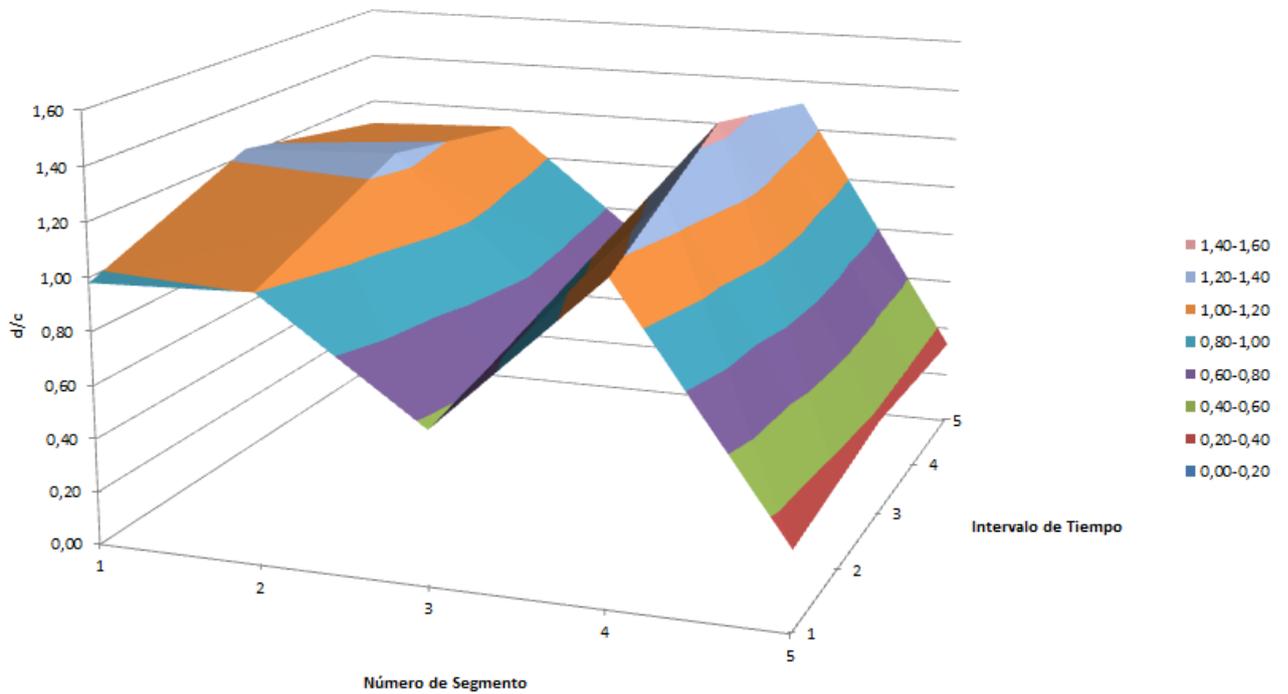
* Para segmentos de trenzado y segmentos de salida, esta densidad es solo para áreas de influencia de ramales.

La relación entre el volumen de demanda de tráfico y la capacidad del segmento es la siguiente:

Relación Demanda / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,98	1,00	0,57	1,16	0,30
2	1,10	1,13	0,64	1,31	0,33
3	1,22	1,25	0,71	1,45	0,37
4	1,16	1,19	0,68	1,38	0,35
5	1,10	1,13	0,64	1,31	0,33

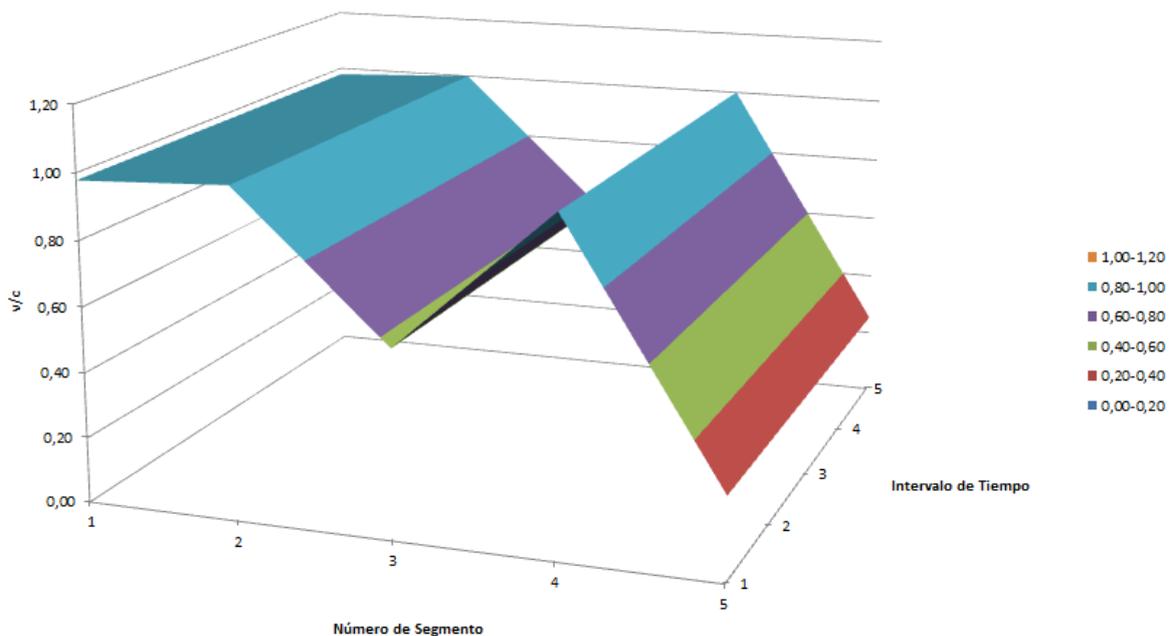
Se obtiene por tanto la siguiente curva que relaciona, en el tramo afectado, la demanda de tráfico con la capacidad del tramo de autovía:

Curva Demanda/Capacidad (d/c)



Dado que se produce sobreesaturación en el tramo, es decir, la relación entre el volumen de demanda y la capacidad (d/c) es superior a 1, se representa la curva que relaciona el volumen de tráfico que pasa por el tramo y la capacidad de dicho tramo:

Curva Volumen / Capacidad (v/c)

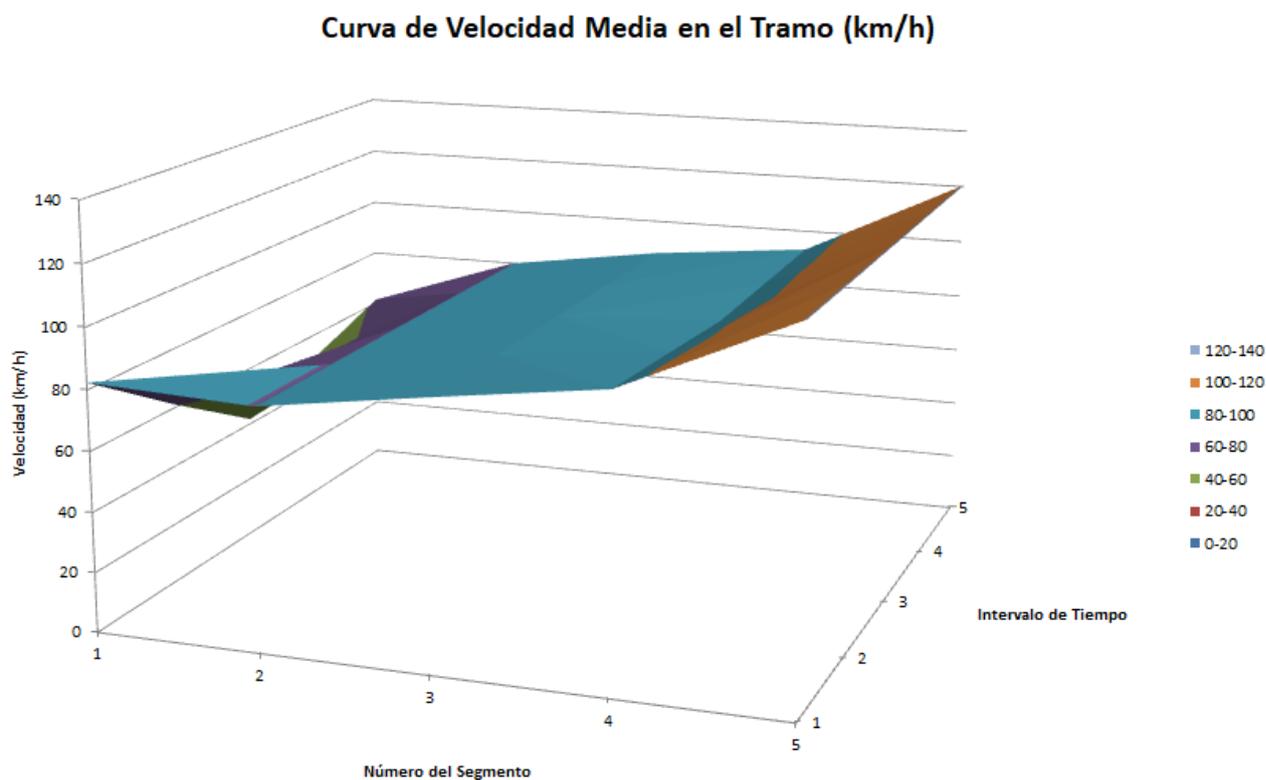


Relación Volumen / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,98	1,00	0,57	1,00	0,25
2	0,98	1,00	0,57	1,00	0,25
3	0,98	1,00	0,57	1,00	0,25
4	0,98	1,00	0,57	1,00	0,25
5	0,98	1,00	0,57	1,00	0,25

La velocidad media de cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Velocidad Media del Segmento (km/h)					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	82,43	79,91	87,86	95,39	120,56
2	61,35	79,91	87,86	93,21	120,55
3	41,77	79,91	87,86	90,8	120,54
4	51,57	79,91	87,86	92,06	120,54
5	61,35	79,91	87,86	93,21	120,55

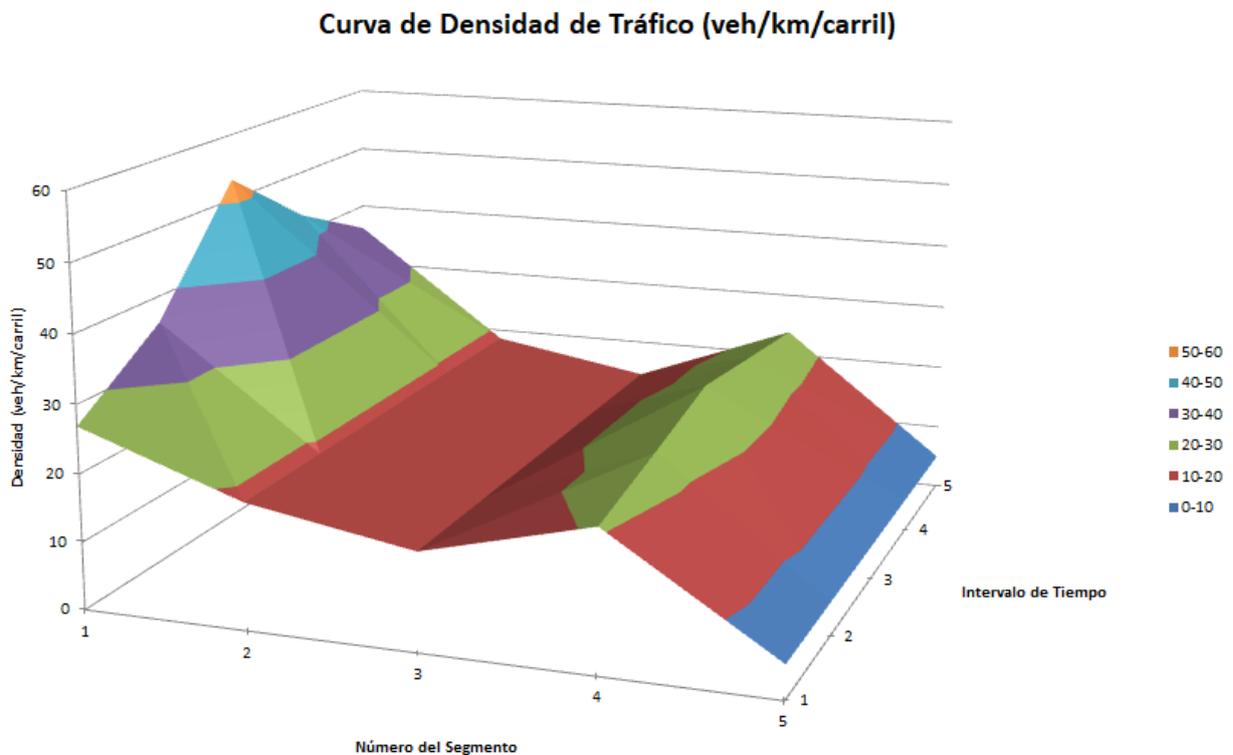
Representando la velocidad media en kilómetros por hora en el tramo de autovía se obtiene la siguiente curva:



La densidad media de vehículos en cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Densidad Media					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	26,88	18,55	14,4	20,66	4,97
2	36,11	18,55	14,4	23,78	4,97
3	53,04	18,55	14,4	27,13	4,97
4	42,96	18,55	14,4	25,41	4,97
5	36,11	18,55	14,4	23,78	4,97

Si se representa la densidad media de este tramo de autovía se obtiene:



En función de los datos anteriores se obtienen, para cada intervalo de tiempo, los siguientes niveles de servicio en cada segmento de autovía y en el tramo global estudiado:

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	E	D	C	D	A	D
2	F	D	C	E	A	E
3	F	D	C	F	A	E

4	F	D	C	E	A	E
5	F	D	C	E	A	E

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1		F		F	
2	F	F		F	
3	F	F		F	
4	F	F		F	
5	F	F		F	

En estas tablas se observa que aunque desde el punto de vista de la densidad de tráfico el nivel de servicio en algunos segmentos no sea **F**, si se estudia desde el punto de vista del volumen de demanda de tráfico se obtiene que supera su capacidad y por tanto se alcanza un nivel de servicio **F** en algunos periodos.

9.13. Nivel de servicio para un horizonte de 30 años de la MA-20 sentido Málaga sin considerar el desarrollo del sector SUS-G1:

La intensidad de tráfico en el tramo de la MA-20 para un horizonte de 30 años es la siguiente:

Intensidad de tráfico punta horaria I_h (veh/h)		
Autovía MA-20 sentido Málaga B1	Ramal Salida 3 MA-23 / Guadalmar OFR1	Ramal Incorp. MA-23 / Enlace Pk. 3 ONR1
5.195	1.526	2.027

Se adopta la siguiente distribución de intensidades de tráfico en intervalos de 15 minutos para un período total de 75 minutos en torno a la punta de tráfico:

Intensidad de tráfico punta horaria por intervalos de tiempo (veh/h)			
Tiempo	B1	OFR1	ONR1
1	4.156	1.221	1.622
2	4.676	1.373	1.824
3	5.195	1.526	2.027
4	4.935	1.450	1.926
5	4.676	1.373	1.824

Se obtienen los siguientes resultados:

Título: <u>Tramo Autovía MA-20 sentido Málaga</u> (Pk. 3)							
Número de Intervalos de Tiempo:	5					SECCIÓN Y TOTALES DEL PERIODO	
Duración del Período (min):	75						
Número del Segmento de Autovía : Etiqueta del Segmento :	1 S01	2 S02	3 S03	4 S04	5 S05	Unidades	
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFr)	B	OFr	B	ONR	B	3,13 km SOBRESATURADA	
Longitud del Segmento (m)	1033	141	800	340	812		
Número de carriles	2	2	2	2	2		
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5		
Máxima relación d/c	1,15	1,15	0,81	1,26	1,26		
Intervalo tiempo que comienza la congestión							
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,74	0,10	0,50	0,25	0,59		2,19 min
VMTD Veh-km (Demanda)	6103	835,6	3340	2201,6	5260,1		17740 VMT
VMTV Veh-km (Volumen)	5750,7	787,3	3147,1	1923,7	4596,2		16205 VMT
VHT viajes (h)	68,96	9,13	32,89	23,76	55,90		190,63 VHT
VHD retraso (h)	9,39	0,98	0,29	299,76	8,29	318,70 VHD	
Velocidad media segm. = VMTV / VHT (km/h)	83,4	86,21	95,69	80,97	82,22	85,01(*) km/h	
Densidad media (veh/km/carril)	26,7	14,4	16,4	18,3	27,5	22,8 veh/km/car	
Densidad media (pc/km/carril)	27,1	14,7	16,7	18,6	28	23,2 pc/km/car	

(*) No tiene por qué corresponder con la limitada y estima la velocidad libre real que llevaría el conductor por las características del tramo

Las características en el tramo de la Autovía MA-20 en el período 3 que es cuando concurre el tráfico punta de vehículos son:

TÍTULO DEL TRAMO DE AUTOVÍA: MA-20 sentido Málaga (PK. 3)						
NÚMERO DE SEGMENTO :	1	2	3	4	5	3,13 km
ETIQUETA DEL SEGMENTO :	S01	S02	S03	S04	S05	
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFr)	B	OFr	B	ONR	B	
Longitud del Segmento (m)	1033	141	800	340	812	
Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	

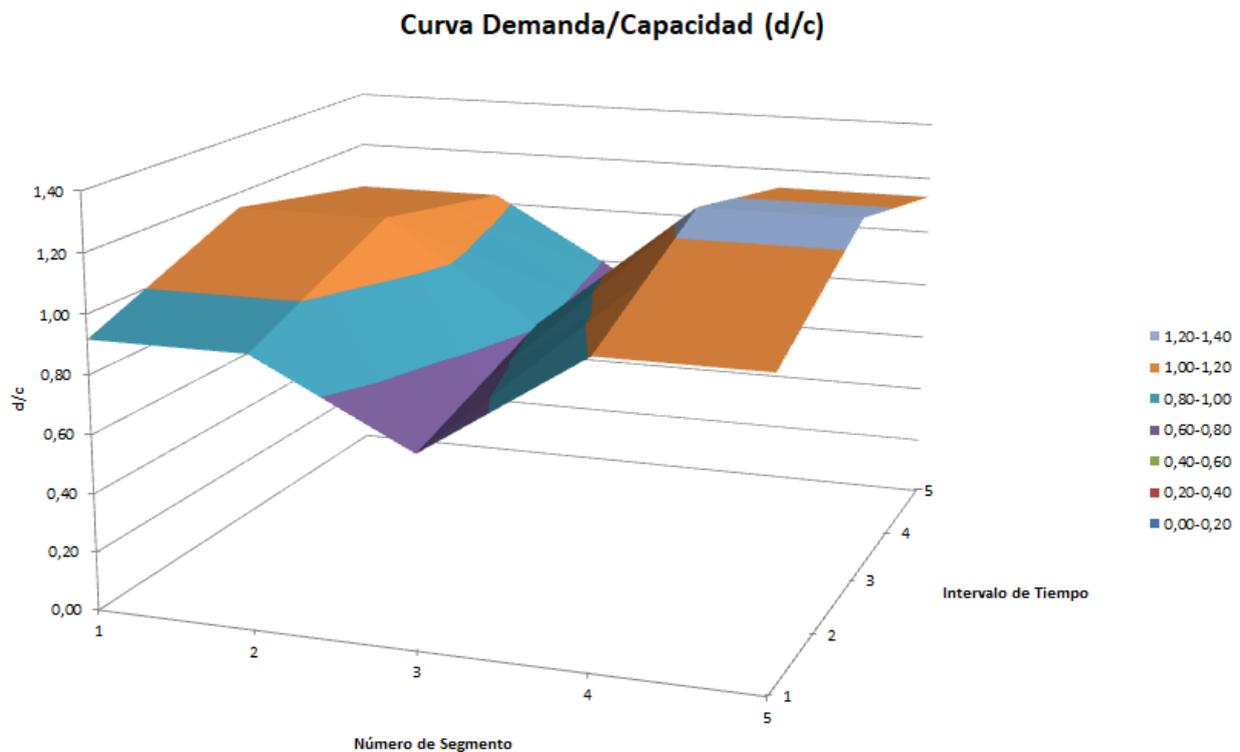
Velocidad media segm. (km/h)	82,2	86,2	95,7	81	82,2	
Densidad del Segmento (veh/km/carril)	27,5	14,8	16,7	18,3	27,5	23,2 veh/km/carril
Capacidad del Segmento (vph)	4.529	4.529	4.529	4.529	4.529	
Demanda del Segmento (vph)	5.195	5.195	3.669	5.696	5.696	
Volumen Servido por el Segmento (vph)	4.529	4.529	3.199	4.529	4.529	
Relación demanda/capacidad (d/c)	1,15	1,15	0,81	1,26	1,26	
Relación volumen/capacidad (v/c)	1,00	1,00	0,71	1,00	1,00	
Long. caravana final del interv. de tiempo (m)						
Demanda Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	2027	0	
Volumen servido Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	1.330	0	
Retraso en Ramal de Incorporación (veh-h)				54,37		
Long. cola de coches en Ramal Incorporación (m)				5073		
Capacidad Ramal de Incorporación (vph)				2.100		
Demanda Ramal de Salida (vph)	0	1.526	0	0	0	
Volumen servido Ramal de Salida (vph)	0	1.330	0	0	0	
Capacidad Ramal de Salida (vph)		2.100				
Demanda de Ramal a Ramal (vph)						
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,75	0,10	0,50	0,25	0,59	2,20 min
Tiempo de viaje en flujo libre (min)	0,64	0,09	0,50	0,21	0,50	1,94 min
Retraso en carril principal de la Autovía (min)	0,11	0,01	0,00	0,04	0,09	0,26 min
Retraso sistema incl. ramales incorporación (min)	0,11	0,01	0,00	9,85	0,09	10,06 min
VMTD Veh-km / intervalo (Demanda)	1341,3	183,6	734	483,8	1156	3899 veh-km
VMTV Veh-km / intervalo (Volumen servido)	1169,4	160,1	640	384,7	919,2	3274 veh-km
VHT viaje / intervalo (h)	14,22	1,86	6,69	4,75	11,18	38,70 h
VHD retraso / intervalo (h)	2,11	0,20	0,06	55,14	1,66	59,17 h
Velocidad media segmento = VMTV / VHT (km/h)	82,2	86,2	95,7	81	82,2	84,6 km/h
Densidad del segmento (pc/km/carril)*	28	15,1	17	18,6	28	23,6 pc/km/carril
Nivel de servicio segmento (LOS) por densidad	E	C	D	D	E	E
Nivel de servicio segmento (LOS) por demanda	F	F		F	F	

* Para segmentos de trenzado y segmentos de salida, esta densidad es solo para áreas de influencia de ramales.

La relación entre el volumen de demanda de tráfico y la capacidad del segmento es la siguiente:

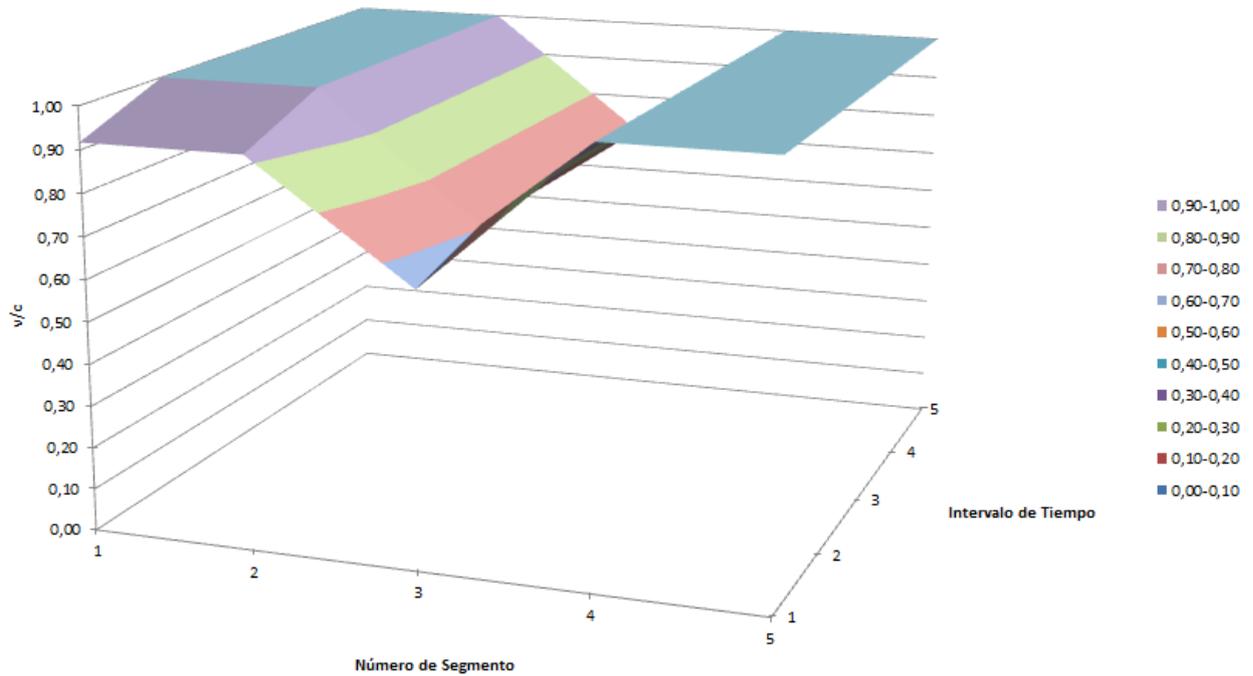
Relación Demanda / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,92	0,92	0,65	1,01	1,01
2	1,03	1,03	0,73	1,13	1,13
3	1,15	1,15	0,81	1,26	1,26
4	1,09	1,09	0,77	1,19	1,19
5	1,03	1,03	0,73	1,13	1,13

Se obtiene por tanto la siguiente curva que relaciona, en el tramo afectado, la demanda de tráfico con la capacidad del tramo de autovía:



Dado que se produce sobreesaturación en el tramo, es decir, la relación entre el volumen de demanda y la capacidad (d/c) es superior a 1, se representa la curva que relaciona el volumen de tráfico que pasa por el tramo y la capacidad de dicho tramo:

Curva Volumen / Capacidad (v/c)

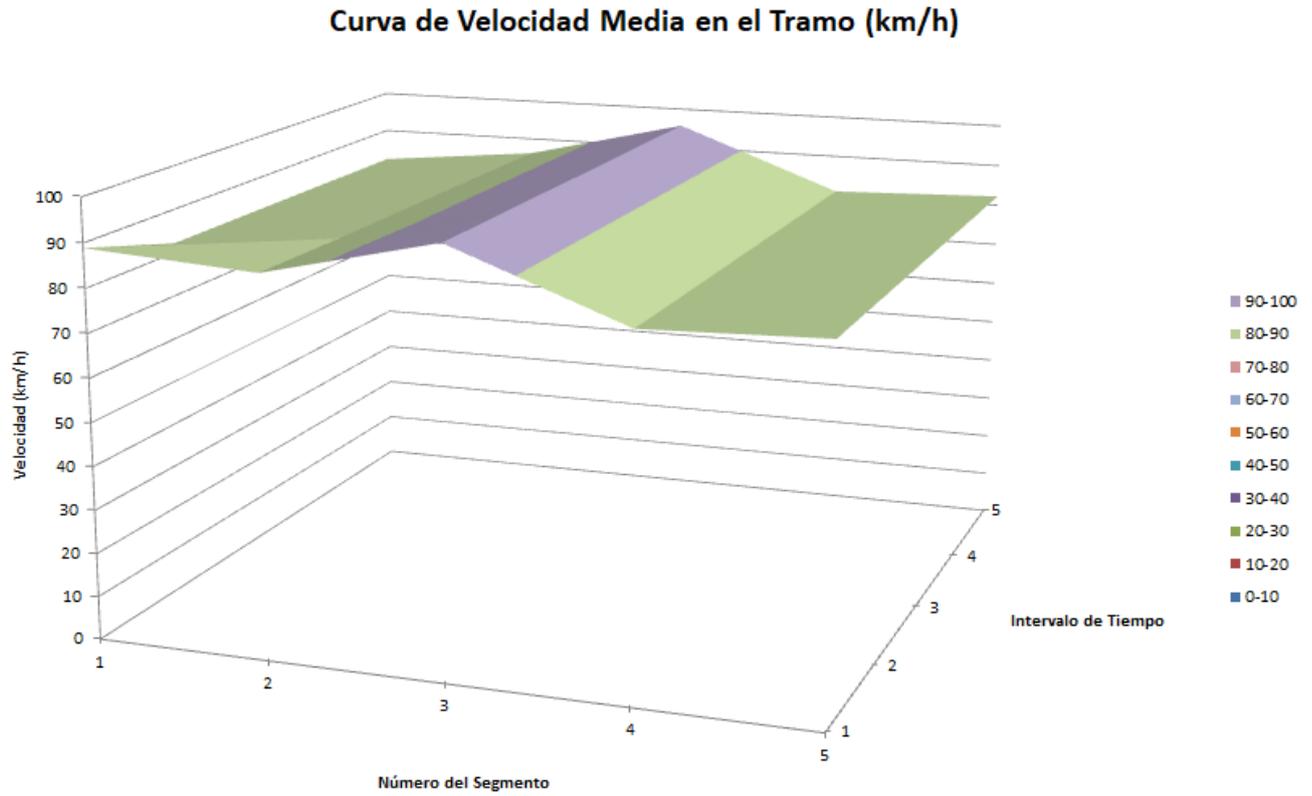


Relación Volumen / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,92	0,92	0,65	1,00	1,00
2	1,00	1,00	0,71	1,00	1,00
3	1,00	1,00	0,71	1,00	1,00
4	1,00	1,00	0,71	1,00	1,00
5	1,00	1,00	0,71	1,00	1,00

La velocidad media de cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Velocidad Media del Segmento (km/h)					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	88,93	86,45	95,71	80,97	82,22
2	82,22	86,16	95,69	80,97	82,22
3	82,22	86,16	95,69	80,97	82,22
4	82,22	86,16	95,69	80,97	82,22
5	82,22	86,16	95,69	80,97	82,22

Representando la velocidad media en kilómetros por hora en el tramo de autovía se obtiene la siguiente curva:

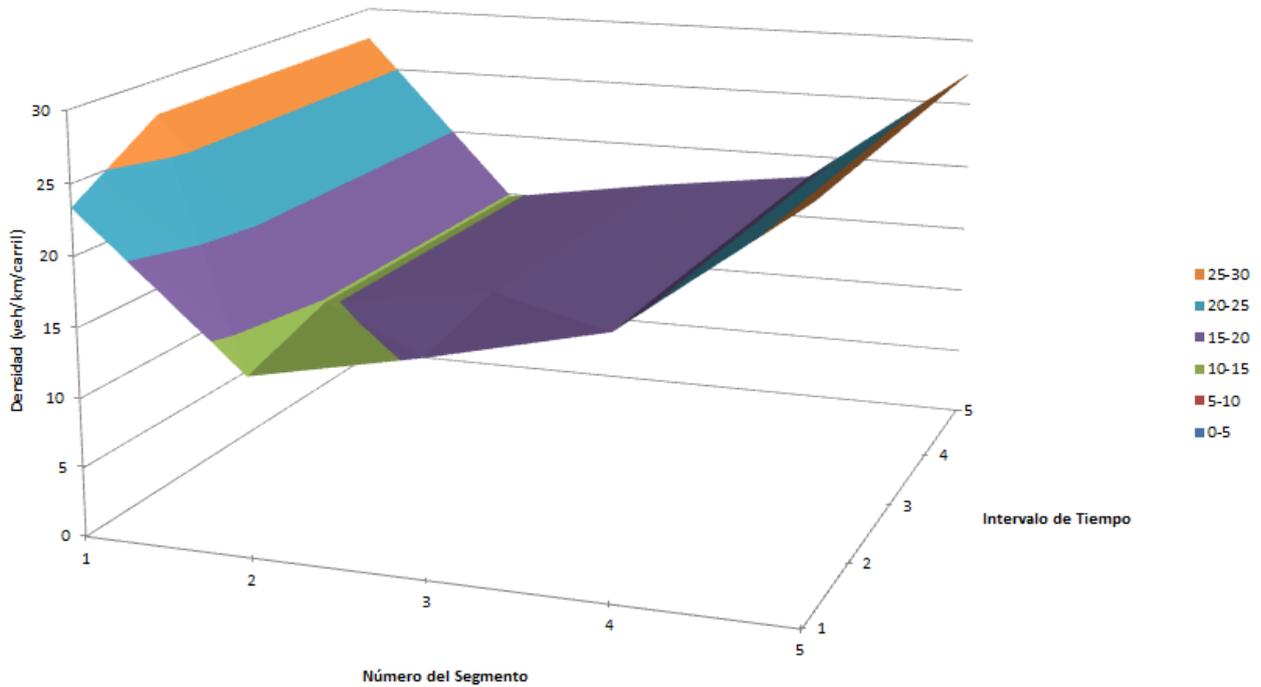


La densidad media de vehículos en cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Densidad Media					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	23,37	12,83	15,33	18,24	27,54
2	27,54	14,83	16,72	18,31	27,54
3	27,54	14,83	16,71	18,31	27,54
4	27,54	14,83	16,71	18,31	27,54
5	27,54	14,83	16,72	18,31	27,54

Si se representa la densidad media de este tramo de autovía se obtiene:

Curva de Densidad de Tráfico (veh/km/carril)



En función de los datos anteriores se obtienen, para cada intervalo de tiempo, los siguientes niveles de servicio en cada segmento de autovía y en el tramo global estudiado:

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	E	C	C	D	E	D
2	E	C	D	D	E	E
3	E	C	D	D	E	E
4	E	C	D	D	E	E
5	E	C	D	D	E	E

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1				F	F
2	F	F		F	F
3	F	F		F	F
4	F	F		F	F
5	F	F		F	F

En estas tablas se observa que aunque desde el punto de vista de la densidad de tráfico el nivel de servicio en algunos segmentos no es nivel **F**, si se estudia desde el punto de vista del volumen de demanda de tráfico se obtiene que supera su capacidad y por tanto se alcanza un nivel de servicio **F** en varios segmentos.

9.14. Nivel de servicio para un horizonte de 30 años de la MA-20 sentido Málaga considerando el desarrollo del sector SUS-G1:

La intensidad de tráfico en el tramo de la MA-20 para un horizonte de 30 años considerando el completo desarrollo del sector SUS-G1 es la siguiente:

Intensidad de tráfico punta horaria I_h (veh/h)		
Autovía MA-20 sentido Málaga B1	Ramal Salida 3 MA-23 / Guadalmar OFR1	Ramal Incorp. MA-23 / Enlace Pk. 3 ONR1
5.430	1.761	2.380

Se adopta la siguiente distribución de intensidades de tráfico en intervalos de 15 minutos para un período total de 75 minutos en torno a la punta de tráfico:

Intensidad de tráfico punta horaria por intervalos de tiempo (veh/h)			
Tiempo	B1	OFR1	ONR1
1	4.344	1.409	1.904
2	4.887	1.585	2.142
3	5.430	1.761	2.380
4	5.159	1.673	2.261
5	4.887	1.585	2.142

Se obtienen los siguientes resultados:

Título: <u>Tramo Autovía MA-20 sentido Málaga</u> (Pk. 3)						
Número de Intervalos de Tiempo:	5					SECCIÓN Y TOTALES DEL PERIODO
Duración del Período (min):	75					
Número del Segmento de Autovía : Etiqueta del Segmento :	1 S01	2 S02	3 S03	4 S04	5 S05	Unidades
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFR)	B	OFR	B	ONR	B	3,13 km
Longitud del Segmento (m)	1033	141	800	340	812	

Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	
Máxima relación d/c	1,20	1,20	0,81	1,34	1,34	SOBRESATURADA
Intervalo tiempo que comienza la congestión						
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,75	0,10	0,50	0,25	0,59	2,19 min
VMTD Veh-km (Demanda)	6379	873,4	3339,8	2337,9	5585,9	18516 VMT
VMTV Veh-km (Volumen)	5799,2	794	3036,2	1923,7	4596,2	16149 VMT
VHT viajes (h)	69,96	9,25	31,74	23,76	55,90	190,61 VHT
VHD retraso (h)	9,89	1,03	0,29	475,80	8,29	495,29 VHD
Velocidad media segm. = VMTV / VHT (km/h)	82,89	85,82	95,66	80,97	82,22	84,73(*) km/h
Densidad media (veh/km/carril)	27,1	14,6	15,9	18,3	27,5	22,8 veh/km/car
Densidad media (pc/km/carril)	27,5	14,9	16,1	18,6	28	23,2 pc/km/car

(*) No tiene por qué corresponder con la limitada y estima la velocidad libre real que llevaría el conductor por las características del tramo

Las características en el tramo de la Autovía MA-20 en el período 3 que es cuando concurre el tráfico punta de vehículos son:

TÍTULO DEL TRAMO DE AUTOVÍA: MA-20 sentido Málaga (PK. 3)						
NÚMERO DE SEGMENTO :	1	2	3	4	5	
ETIQUETA DEL SEGMENTO :	S01	S02	S03	S04	S05	
Tipo de Segmento HCM-2010 (B,W,ONR,OFr)	B	OFr	B	ONR	B	
Longitud del Segmento (m)	1033	141	800	340	812	3,13 km
Número de carriles	2	2	2	2	2	
Velocidad libre del flujo de coches(*) (km/h)	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	
Velocidad media segm. (km/h)	82,2	85,8	95,7	81	82,2	
Densidad del Segmento (veh/km/carril)	27,5	14,8	16	18,3	27,5	23 veh/km/carril
Capacidad del Segmento (vph)	4.529	4.529	4.529	4.529	4.529	
Demanda del Segmento (vph)	5.430	5.430	3.669	6.049	6.049	
Volumen Servido por el Segmento (vph)	4.529	4.529	3.060	4.529	4.529	
Relación demanda/capacidad (d/c)	1,20	1,20	0,81	1,34	1,34	
Relación volumen/capacidad (v/c)	1,00	1,00	0,68	1,00	1,00	
Long. caravana final del interv. de tiempo (m)						
Demanda Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	2380	0	
Volumen servido Ramal de Incorporación (vph)	0	0	0	1.469	0	
Retraso en Ramal de Incorporación (veh-h)				89,89		

Long. cola de coches en Ramal Incorporación (m)				8736		
Capacidad Ramal de Incorporación (vph)				2.100		
Demanda Ramal de Salida (vph)	0	1.761	0	0	0	
Volumen servido Ramal de Salida (vph)	0	1.469	0	0	0	
Capacidad Ramal de Salida (vph)		2.100				
Demanda de Ramal a Ramal (vph)						
Tiempo de viaje por vehículo (min)	0,75	0,10	0,50	0,25	0,59	2,20 min
Tiempo de viaje en flujo libre (min)	0,64	0,09	0,50	0,21	0,50	1,94 min
Retraso en carril principal de la Autovía (min)	0,11	0,01	0,00	0,04	0,09	0,26 min
Retraso sistema incl. ramales incorporación (min)	0,11	0,01	0,00	14,73	0,09	14,94 min
VMTD Veh-km / intervalo (Demanda)	1402	191,9	734	513,8	1227,7	4069 veh-km
VMTV Veh-km / intervalo (Volumen servido)	1169,4	160,1	612,3	384,7	919,2	3246 veh-km
VHT viaje / intervalo (h)	14,22	1,87	6,40	4,75	11,18	38,42 h
VHD retraso / intervalo (h)	2,11	0,21	0,06	90,65	1,66	94,69 h
Velocidad media segmento = VMTV / VHT (km/h)	82,2	85,8	95,7	81	82,2	84,5 km/h
Densidad del segmento (pc/km/carril)*	28	15,1	16,2	18,6	28	23,4 pc/km/carril
Nivel de servicio segmento (LOS) por densidad	E	C	D	D	E	E
Nivel de servicio segmento (LOS) por demanda	F	F		F	F	

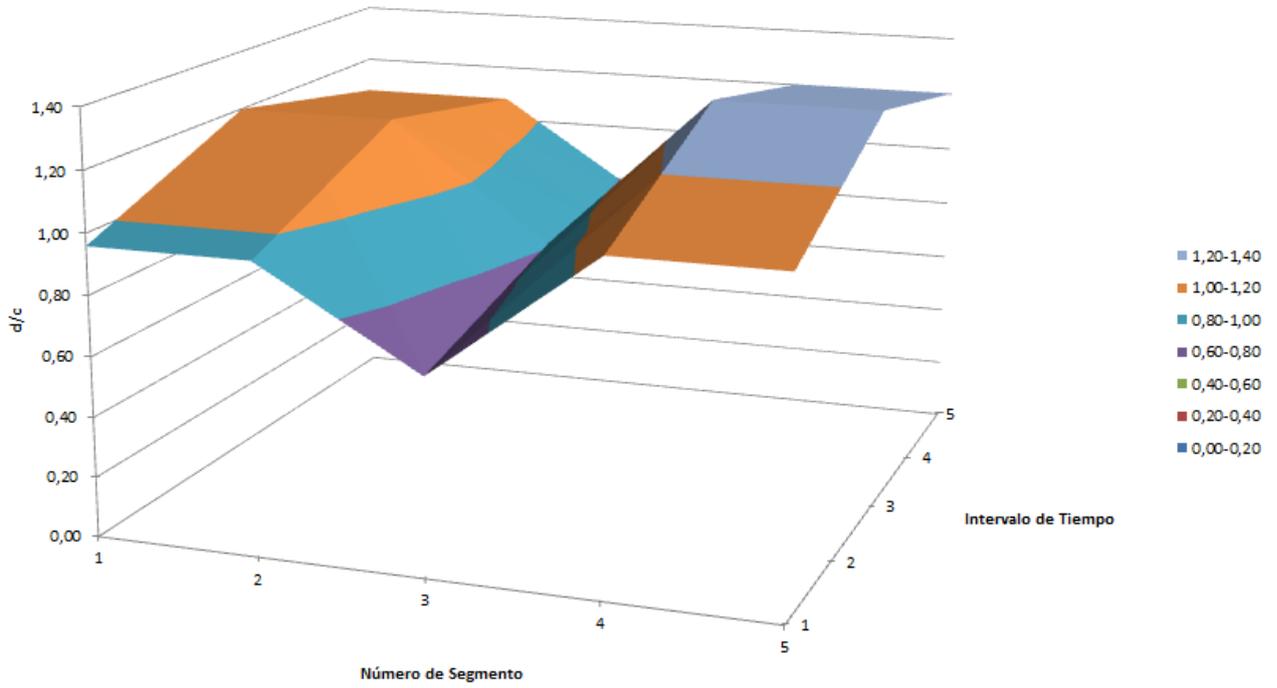
* Para segmentos de trenzado y segmentos de salida, esta densidad es solo para áreas de influencia de ramales.

La relación entre el volumen de demanda de tráfico y la capacidad del segmento es la siguiente:

Relación Demanda / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,96	0,96	0,65	1,07	1,07
2	1,08	1,08	0,73	1,20	1,20
3	1,20	1,20	0,81	1,34	1,34
4	1,14	1,14	0,77	1,27	1,27
5	1,08	1,08	0,73	1,20	1,20

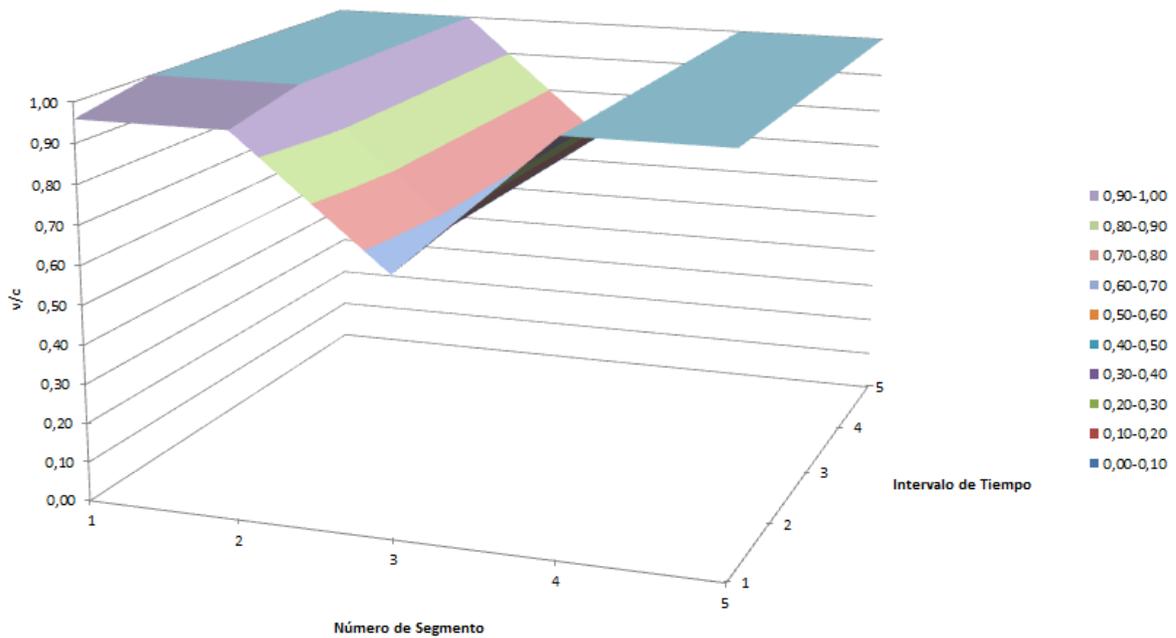
Se obtiene por tanto la siguiente curva que relaciona, en el tramo afectado, la demanda de tráfico con la capacidad del tramo de autovía:

Curva Demanda/Capacidad (d/c)



Dado que se produce sobresaturación en el tramo, es decir, la relación entre el volumen de demanda y la capacidad (d/c) es superior a 1, se representa la curva que relaciona el volumen de tráfico que pasa por el tramo y la capacidad de dicho tramo:

Curva Volumen / Capacidad (v/c)

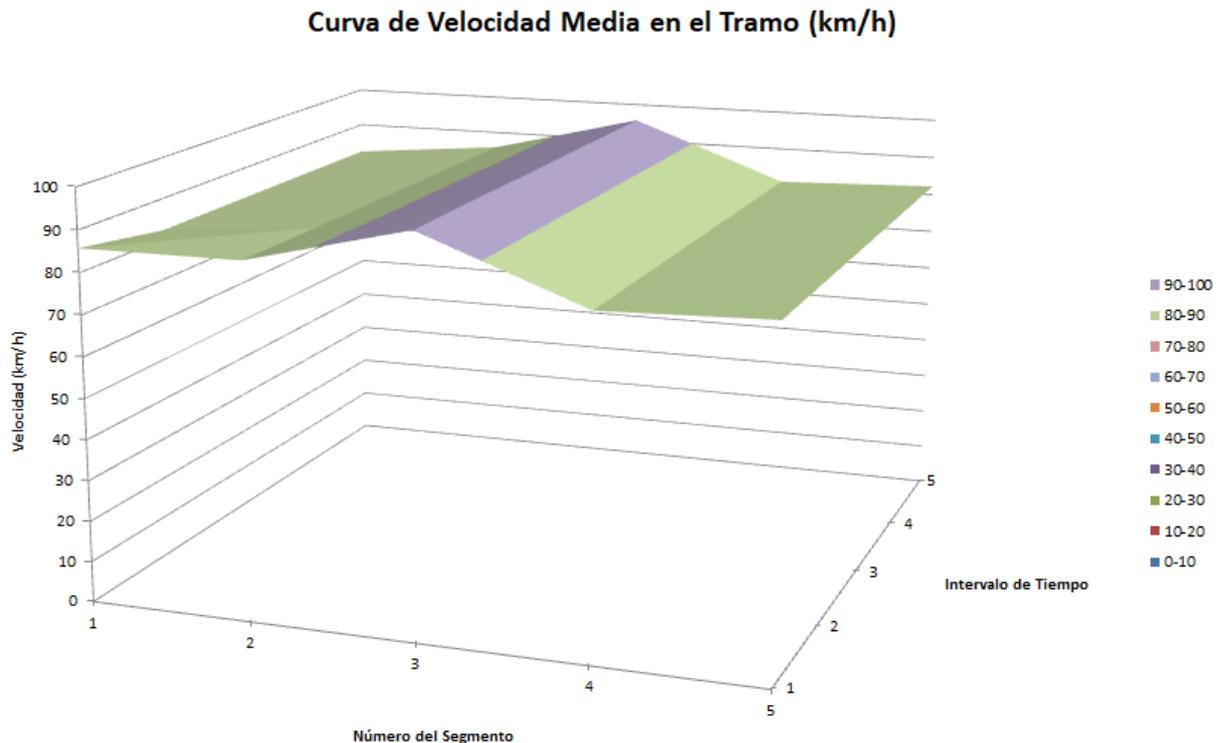


Relación Volumen / Capacidad					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	0,96	0,96	0,65	1,00	1,00
2	1,00	1,00	0,68	1,00	1,00
3	1,00	1,00	0,68	1,00	1,00
4	1,00	1,00	0,68	1,00	1,00
5	1,00	1,00	0,68	1,00	1,00

La velocidad media de cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Velocidad Media del Segmento (km/h)					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	85,81	85,95	95,67	80,97	82,22
2	82,22	85,79	95,66	80,97	82,22
3	82,22	85,79	95,66	80,97	82,22
4	82,22	85,79	95,66	80,97	82,22
5	82,22	85,79	95,66	80,97	82,22

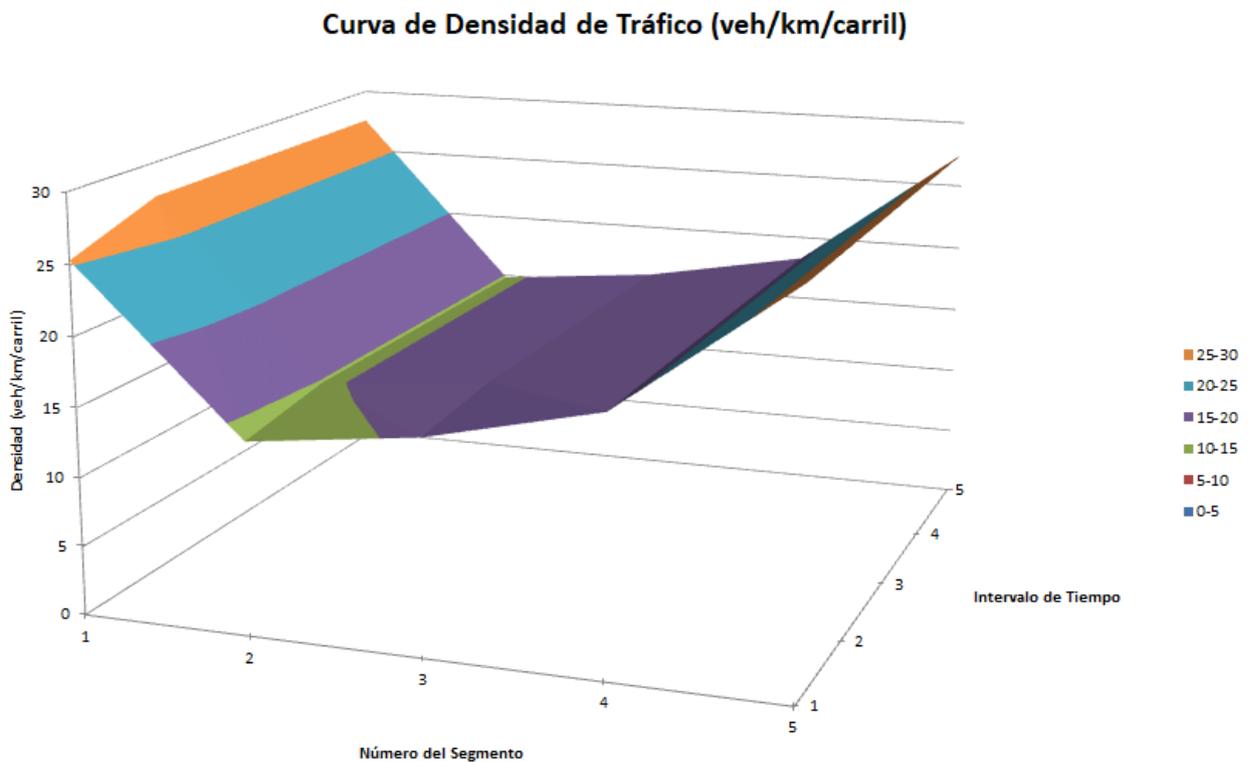
Representando la velocidad media en kilómetros por hora en el tramo de autovía se obtiene la siguiente curva:



La densidad media de vehículos en cada segmento del tramo de autovía estudiado es la siguiente:

Densidad Media					
Segmento de Autovía					
Periodo de Tiempo	1	2	3	4	5
1	25,31	13,84	15,34	18,24	27,54
2	27,54	14,83	16	18,27	27,54
3	27,54	14,83	16	18,27	27,54
4	27,54	14,83	16	18,27	27,54
5	27,54	14,83	16	18,27	27,54

Si se representa la densidad media de este tramo de autovía se obtiene:



En función de los datos anteriores se obtienen, para cada intervalo de tiempo, los siguientes niveles de servicio en cada segmento de autovía y en el tramo global estudiado:

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	E	C	C	D	E	E
2	E	C	D	D	E	E
3	E	C	D	D	E	E

4	E	C	D	D	E	E
5	E	C	D	D	E	E

NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1				F	F
2	F	F		F	F
3	F	F		F	F
4	F	F		F	F
5	F	F		F	F

En estas tablas se observa que aunque desde el punto de vista de la densidad de tráfico el nivel de servicio en algunos segmentos no llega al nivel **F**, si se estudia desde el punto de vista del volumen de demanda de tráfico se obtiene que supera su capacidad y por tanto se alcanza un nivel de servicio **F** en varios periodos.

10.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente Estudio de Tráfico realiza un análisis de los desplazamientos motorizados generados y atraídos por el futuro desarrollo del Sector SUS-G1 “San Julián”, y determina su influencia en el tráfico y funcionamiento de la Red de Carreteras del Estado, es decir, sobre la **Autovía MA-20** y la **Autovía MA-23 de acceso al Aeropuerto de Málaga**.

Teniendo en cuenta el diseño del Sector SUS-G1, se prevé que el tráfico generado por éste afecte principalmente a las Autovías del Estado MA-20 y MA-23, pudiendo considerarse despreciable su afección sobre la Autovía MA-21, considerada como carretera urbana competencia del Ayuntamiento de Málaga.

Para determinar la incidencia que tendrá el nuevo desarrollo urbanístico en las Autovías MA-20 y MA-23, se estudiará su afección sobre el Enlace 3 “San Julián – Guadalmar – Polígono Villa Rosa”, común a las dos Autovías. El nivel de servicio de este enlace vendrá condicionado por tres factores

1. El nivel de servicio de la Glorieta de San Julián – Guadalmar que distribuye el tráfico de entrada y salida de los ramales de la Autovía MA-20.

2. El nivel de servicio de las incorporaciones de los ramales de salida de la Autovía MA-23 Aeropuerto en los viales de servicio de la MA-20.
3. El nivel de servicio de los ramales de entrada y salida y vial de trenzado de la Autovía MA-20 correspondientes al Enlace 3.

Un nivel de servicio deficiente en cualquiera de los tres factores afecta directamente sobre el nivel de servicio del Enlace 3 y por tanto influye directamente sobre el nivel de servicio de los segmentos de Autovía afectados.

Para realizar el presente estudio de tráfico se ha seguido una metodología clásica para este tipo de Estudio, que comprende las siguientes etapas:

1. Análisis del tráfico actual, en base esencialmente a los datos de tráfico obtenidos para la MA-20 y MA-23, utilizando para ello los Mapas de Intensidades de Tráfico y Provinciales de la Red de Carreteras del Estado y Red Autonómica Principal del Ministerio de Fomento.
2. Análisis y estimación del tráfico de las zonas de influencia del enlace estudiado, en los cuales no hay datos de aforo disponibles.
3. Cálculo del tráfico total previsto sobre el enlace estudiado y cálculo de su capacidad y/o nivel de servicio.
4. Prognosis de la evolución natural del tráfico del enlace estudiado, con hipótesis de horizonte de 10, 20 y 30 años.
5. Estimación del tráfico generado por el futuro desarrollo del Sector SUS-G1 "San Julián", suponiendo que el completo desarrollo de este sector sucede en un horizonte de 10 años.
6. Cálculo del tráfico total, la capacidad y el nivel de servicio del tramo de la MA-20 y MA-23 afectado por el enlace estudiado, para un horizonte de 10, 20 y 30 años, teniendo en cuenta el futuro desarrollo del Sector SUS-G1 "San Julián". Se estudia por tanto una horquilla de 20 años después del completo desarrollo del sector.

Para realizar la prognosis del tráfico para un horizonte de 10, 20 y 30 años se ha seguido el criterio de crecimiento de tráfico dictado por la Orden FOM 3317 / 2010 y que fija dicho crecimiento en 1,44 %.

Para determinar el nivel de servicio de la Glorieta de San Julián – Guadalmar, se ha realizado un análisis de los desplazamientos motorizados que solicitarán la glorieta así como se han establecido distintas hipótesis sobre los destinos del tráfico que llega a dicha glorieta, determinando su nivel de servicio para los siete escenarios temporales considerados. El método utilizado es el método de capacidad del HCM-2010 para rotondas que establece el nivel de servicio en función de los tiempos de demora producidos en los accesos a la misma.

Si se estudia el nivel de servicio de la glorieta central del enlace para el estado actual se obtiene que de acuerdo al HCM-2010, esta glorieta se encuentra cerca de la saturación, nivel de servicio **E**, y con los accesos desde la carretera de Guadalmar: acceso a Guadalmar (CONEX-2) y acceso a polígono industrial (CONEX-5) sobresaturados, nivel de servicio **F**, con tiempos de demora de 137,5 s/veh y 54,1 s/veh respectivamente y con un número máximo de coches en espera de 22 vehículos en el acceso a Guadalmar y 10 vehículos en el acceso al polígono industrial. En ambos casos la longitud de la cola de coches es inferior a la longitud disponible por lo que no se espera que la congestión se propague por el entorno a través de sus conexiones. En cuanto al nivel de servicio de los accesos de los ramales de salida de la Autovía MA-20 no es malo, con un nivel de servicio **C** con un tiempo de demora de 20,8 s/veh y 7 vehículos en espera para el ramal de salida de la MA-20 sentido Algeciras y un nivel **D** con un tiempo de demora de 26,2 s/veh y 6 vehículos en espera para el ramal de salida de la MA-20 sentido Málaga. El tiempo medio de demora de la glorieta central del enlace en hora punta para el estado actual es de acuerdo al HCM-2010:

$d_{\text{Rotonda}} =$	44,90	s/veh
$LOS_{\text{Rotonda}} =$	E	

Si se considera un horizonte de 10 años, teniendo en cuenta un crecimiento natural del tráfico en este periodo en torno a un 1,44%, se obtiene que la glorieta central en la hora punta se encuentra saturada aunque a excepción del acceso a Guadalmar (CONEX-2), la longitud de la cola de coches es inferior a la longitud disponible por lo que no se espera que

la congestión se propague y afecte al tronco de la autovía MA-20 ni a los ramales de la MA-23. El comportamiento de los accesos a la glorieta desde los ramales de la MA-20 es malo con un nivel de servicio **E**, un tiempo de demora de 37,0 s/veh y 12 vehículos en espera, en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Algeciras y un nivel **F** con un tiempo de demora de 53,6 s/veh y 12 vehículos en espera en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Málaga. En cuanto al nivel de servicio global de la glorieta y el tiempo medio de demora es de acuerdo al HCM-2010:

$d_{Rotonda} =$	94,51	s/veh
$LOS_{Rotonda} =$	F	

Si se realiza el mismo estudio para un horizonte de 10 años teniendo en cuenta el completo desarrollo del Sector SUS-G1 "San Julián", se obtiene que la glorieta central en la hora punta se encuentra al igual que antes saturada, aunque a excepción del acceso a Guadalmar (CONEX-2), la longitud de la cola de coches es inferior a la longitud disponible por lo que no se espera que la congestión se propague y afecte al tronco de la autovía MA-20 ni a los ramales de la MA-23. El comportamiento de los accesos a la glorieta desde los ramales de la MA-20 empeora con un nivel de servicio **F**, un tiempo de demora de 158,5 s/veh y 30 vehículos en espera, en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Algeciras y un nivel **F** con un tiempo de demora de 233,5 s/veh y 33 vehículos en espera en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Málaga. En cuanto al nivel de servicio global de la glorieta y el tiempo medio de demora es de acuerdo al HCM-2010:

$d_{Rotonda} =$	226,95	s/veh
$LOS_{Rotonda} =$	F	

Si se considera un horizonte de 20 años, teniendo en cuenta un crecimiento natural del tráfico en este periodo en torno a un 1,44%, se obtiene que la glorieta central en la hora punta se encuentra saturada aunque a excepción del acceso a Guadalmar (CONEX-2), la longitud de la cola de coches es inferior a la longitud disponible por lo que no se espera que la congestión se propague y afecte al tronco de la autovía MA-20 ni a los ramales de la MA-23. El comportamiento de los accesos a la glorieta desde los ramales de la MA-20 es malo con un nivel de servicio **F**, un tiempo de demora de 93,9 s/veh (1,6 min/veh) y 22 vehículos en espera, en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Algeciras y un nivel **F** con un tiempo de demora de 145,6 s/veh (2,4 min/veh) y 21 vehículos en espera en el caso de la

salida 3 de la MA-20 sentido Málaga. En cuanto al nivel de servicio global de la glorieta y el tiempo medio de demora es de acuerdo al HCM-2010:

$d_{\text{Rotonda}} =$	198,34	s/veh
$LOS_{\text{Rotonda}} =$	F	

Si se realiza el mismo estudio para un horizonte de 20 años teniendo en cuenta el completo desarrollo del Sector SUS-G1 "San Julián", se obtiene que la glorieta central en la hora punta se encuentra al igual que antes saturada, aunque en este caso además de ser la longitud de la cola de coches superior a la longitud disponible en el acceso a Guadalmar (CONEX-2), la longitud de la cola de coches en los accesos de los ramales de salida de la MA-20 llega hasta la confluencia con los ramales de incorporación a la MA-23. El comportamiento de los accesos a la glorieta desde los ramales de salida de la MA-20 empeora con un nivel de servicio **F**, un tiempo de demora de 325,0 s/veh (5,4 min/veh) y 49 vehículos en espera, en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Algeciras y un nivel **F** con un tiempo de demora de 476,8 s/veh (7,9 min/veh) y 51 vehículos en espera en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Málaga. En cuanto al nivel de servicio global de la glorieta y el tiempo medio de demora es de acuerdo al HCM-2010:

$d_{\text{Rotonda}} =$	440,35	s/veh
$LOS_{\text{Rotonda}} =$	F	

Si se considera un horizonte de 30 años, teniendo en cuenta un crecimiento natural del tráfico en este periodo en torno a un 1,44%, se obtiene que la glorieta central en la hora punta se encuentra saturada aunque a excepción del acceso a Guadalmar (CONEX-2), la longitud de la cola de coches es inferior a la longitud disponible por lo que no se espera que la congestión se propague y afecte al tronco de la autovía MA-20 ni a los ramales de la MA-23. El comportamiento de los accesos a la glorieta desde los ramales de la MA-20 es malo con un nivel de servicio **F**, un tiempo de demora de 214,4 s/veh (3,6 min/veh) y 37 vehículos en espera, en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Algeciras y un nivel **F** con un tiempo de demora de 323,6 s/veh (5,4 min/veh) y 35 vehículos en espera en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Málaga. En cuanto al nivel de servicio global de la glorieta y el tiempo medio de demora es de acuerdo al HCM-2010:

$d_{\text{Rotonda}} =$	375,64	s/veh
$LOS_{\text{Rotonda}} =$	F	

Si se realiza el mismo estudio para un horizonte de 30 años teniendo en cuenta el completo desarrollo del Sector SUS-G1 “San Julián”, se obtiene que la glorieta central en la hora punta se encuentra al igual que antes saturada, aunque en este caso la longitud de la cola de coches es superior a la longitud disponible en todos los accesos propagándose la congestión a su entorno. El comportamiento de los accesos a la glorieta desde los ramales de salida de la MA-20 empeora con un nivel de servicio **F**, un tiempo de demora de 556,0 s/veh (9,3 min/veh) y 71 vehículos en espera, en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Algeciras y un nivel **F** con un tiempo de demora de 840,1 s/veh (14,0 min/veh) y 69 vehículos en espera en el caso de la salida 3 de la MA-20 sentido Málaga. En cuanto al nivel de servicio global de la glorieta y el tiempo medio de demora es de acuerdo al HCM-2010:

$d_{\text{Rotonda}} =$	765,94	s/veh
$LOS_{\text{Rotonda}} =$	F	

Para determinar el nivel de servicio de los ramales de salida de la Autovía MA-23 Aeropuerto y su incorporación a los viales de servicio de la MA-20, se ha trabajado con los datos de la estación de aforo MA-42-5 aplicándole el método de capacidad en accesos controlados por señales de prioridad de paso, basado en la teoría de colas. Este método establece el nivel de servicio del acceso, relacionando la intensidad del tráfico del ramal secundario con la capacidad del acceso determinada en función de la configuración del mismo y la intensidad de tráfico del vial prioritario.

El nivel de servicio de los ramales de la Autovía en el estado actual es correcto, así como en un horizonte de 10 años, considerando un crecimiento natural del tráfico en este periodo en torno a un 1,44 % anual. Si se realiza el mismo estudio en un horizonte de 10 años teniendo en cuenta el completo desarrollo del Sector SUS-G1 “San Julián”, se obtiene que al aumentar el tráfico de los viales de servicio de la Autovía MA-20 la capacidad se reduce llegando a la congestión pero no a la saturación, en la salida de la Autovía MA-23 sentido Málaga (PE-1 / CONEX-1s).

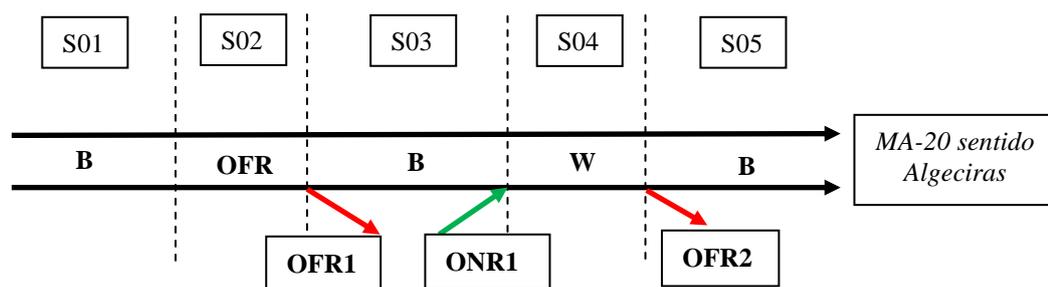
Aplicando el mismo criterio que antes para un horizonte de 20 y 30 años, teniendo en cuenta también un crecimiento natural del tráfico en este periodo en torno a un 1,44 %, se

obtiene que se alcanza una situación de colapso (nivel **F**) en la salida de la Autovía MA-23 sentido Málaga (PE-1 / CONEX-1s). Lo mismo ocurre considerando el completo desarrollo del Sector SUS-G1.

Para determinar el nivel de servicio de los ramales de entrada y salida de la Autovía MA-20 y el nivel de servicio del segmento de esta Autovía afectado por dichos ramales, se ha trabajado con los datos de la estación de aforo E-274-0 y se ha aplicado el método del Manual de Capacidad HCM-2010. Este método establece el nivel de servicio de los ramales y del tramo de autovía afectado, en función de la densidad máxima relativa del tráfico en la zona de influencia del ramal y la relación entre el volumen de demanda y su capacidad.

Para aplicar este método se descompone el tramo de la MA-20 para cada sentido en segmentos tipo, estudiando 75 minutos alrededor de la hora punta de tráfico y descomponiendo este periodo en cinco intervalos de tiempo de 15 minutos cada uno. Se establece la intensidad de tráfico punta en el intervalo 3 que es el intermedio, y se ajusta una curva de crecimiento-decrecimiento del tráfico que en los dos primeros intervalos de tiempo tiene un crecimiento del 10 % hasta llegar a la intensidad punta (intervalo 3), y posteriormente tiene un decrecimiento de un 5 %, respecto a la intensidad de tráfico punta, en los dos intervalos de tiempo finales.

- o *Margen izquierda, sentido Algeciras, del tramo de la Autovía MA-20 afectado por el enlace:*



OFR1: Ramal de Salida hacia el enlace Pk. 3 y la MA-23.

ONR1: Ramales de Incorporación desde el enlace Pk. 3 y la MA-23.

OFR2: Ramal de Salida 1 hacia “MA-21 / Parador de Golf / A-404 Coín”.

El nivel de servicio del tramo de la MA-20 sentido Algeciras afectado por el enlace, está condicionado por el nivel de servicio de todos los segmentos tipo en los que se puede

dividir dicho tramo; siendo este nivel de servicio global tipo **C** en el estado actual para el periodo punta, aunque en el primer segmento del tramo, antes de la salida 3 “MA-23 Aeropuerto / San Julián / Guadalmar / Villa Rosa”, se encuentra en un nivel **D** en el periodo punta 3 y 4, produciéndose cierta congestión, pero sin llegar a la saturación del tráfico en la zona, salvo que ocurra algún incidente puntual. Por lo tanto a nivel global la margen izquierda se comporta en todo momento con un nivel C en el que la circulación es estable y fluida, aunque la velocidad posible a desarrollar y la libertad de maniobra de los conductores están ya más ligadas a las condiciones impuestas por el tráfico que a la propia voluntad de los conductores. La mayor parte de los usuarios encuentra restricciones para seleccionar su propia velocidad, cambiar de carril y adelantar a otros vehículos.

MARGEN IZQUIERDA (SENTIDO ALGECIRAS). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO PARA EL ESTADO ACTUAL						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	C	B	B	B	A	B
2	C	B	B	C	A	C
3	D	C	C	C	A	C
4	D	B	C	C	A	C
5	C	B	B	C	A	C

Si se considera para este tramo un horizonte de 10 años, considerando un crecimiento natural del tráfico de 1,44%, se obtiene que el tramo a nivel global alcanza en el periodo punta el nivel de servicio **C** y localmente alcanza el nivel de servicio **D**, para el primer segmento, antes de la salida 3 “MA-23 Aeropuerto / San Julián / Guadalmar / Villa Rosa”, y el cuarto segmento correspondiente al vial de trenzado, produciéndose cierta congestión, pero sin llegar a la saturación del tráfico en la zona, salvo que ocurra algún incidente puntual.

MARGEN IZQUIERDA (SENTIDO ALGECIRAS). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 10 AÑOS						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	D	B	B	C	A	C
2	D	C	C	C	A	C
3	D	C	C	D	A	C
4	D	C	C	C	A	C
5	D	C	C	C	A	C

Por lo tanto a nivel global la margen izquierda se comporta en todo momento con un nivel **C** en el que la circulación es estable y fluida, aunque la velocidad posible a desarrollar y la libertad de maniobra de los conductores están más ligadas a las condiciones impuestas por el tráfico que a la propia voluntad de los conductores. La mayor parte de los usuarios encuentra restricciones para seleccionar su propia velocidad, cambiar de carril y adelantar a otros vehículos.

Si se representa el nivel de servicio en función del volumen de demanda se observa cómo se produce la saturación del segmento 4, vial de trenzado, para el periodo punta 3, lo que indica, que la demanda previsible de tráfico, en ese tramo de la MA-20 sentido Algeciras para un horizonte de 10 años, supera su capacidad independientemente del comportamiento de la glorieta del enlace.

MARGEN IZQUIERDA (SENTIDO ALGECIRAS). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 10 AÑOS					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1					
2					
3				F	
4					
5					

Si se considera para este tramo el mismo horizonte de 10 años, considerando el completo desarrollo del sector SUS-G1 “San Julián”, se obtiene que el nivel de servicio a nivel global en el periodo punta es **D** y localmente alcanza el nivel de servicio **E**, cercano a la saturación, para el primer segmento, antes de la salida 3 “MA-23 Aeropuerto / San Julián / Guadalmar / Villa Rosa”.

A nivel global la margen izquierda se comporta en todo momento con un nivel de servicio **C**, a excepción del periodo punta que alcanza el nivel **D**, produciéndose por tanto cierta congestión, pero sin llegar a la saturación del tráfico en la zona, salvo que ocurra algún incidente puntual.

MARGEN IZQUIERDA (SENTIDO ALGECIRAS). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 10 AÑOS, CONSIDERANDO EL DESARROLLO DEL SECTOR SUS-G1 “SAN JULIÁN”						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	D	C	B	C	A	C
2	D	C	C	C	A	C
3	E	C	C	D	A	D
4	E	C	C	D	A	C
5	D	C	C	C	A	C

Si se representa el nivel de servicio en función del volumen de demanda se observa cómo se produce la saturación del segmento 4, vial de trenzado, para el periodo punta 3 y 4, lo que indica, que la demanda previsible de tráfico, en ese tramo de la MA-20 sentido Algeciras para un horizonte de 10 años considerando el desarrollo del sector SUS-G1 “San Julián”, supera su capacidad independientemente del comportamiento de la glorieta del enlace.

MARGEN IZQUIERDA (SENTIDO ALGECIRAS). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 10 AÑOS, CONSIDERANDO EL DESARROLLO DEL SECTOR SUS-G1 “SAN JULIÁN”					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1					
2					
3				F	
4				F	
5					

Si se considera para este tramo un horizonte de 20 años, considerando un crecimiento natural del tráfico de 1,44%, se obtiene que el tramo a nivel global alcanza a partir del periodo punta el nivel de servicio **E** y localmente alcanza el nivel de servicio **F**, para el primer segmento, antes de la salida 3 “MA-23 Aeropuerto / San Julián / Guadalmar / Villa Rosa”, y el tercer segmento correspondiente al tramo anterior al vial de trenzado, produciéndose por tanto unas condiciones de circulación forzada con paradas frecuentes de menor o mayor duración y con una velocidad media baja en algunos segmentos del tramo debido a la congestión del tráfico.

MARGEN IZQUIERDA (SENTIDO ALGECIRAS). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 20 AÑOS						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	D	C	C	C	A	C
2	E	C	C	D	A	D
3	F	D	F	D	A	E
4	E	D	F	D	A	E
5	E	C	F	D	A	E

Si se representa el nivel de servicio en función del volumen de demanda se observa cómo se produce la saturación del segmento 2 y 4, correspondiente a la salida 3 y al vial de trenzado respectivamente, lo que indica que la demanda previsible de tráfico, en ese tramo de la MA-20 sentido Algeciras para un horizonte de 20 años sin considerar el desarrollo del sector SUS-G1 “San Julián”, supera su capacidad independientemente del comportamiento de la glorieta del enlace.

MARGEN IZQUIERDA (SENTIDO ALGECIRAS). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 20 AÑOS					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1					
2				F	
3		F		F	
4				F	
5				F	

Si se considera para este tramo el mismo horizonte de 20 años, considerando el completo desarrollo del sector SUS-G1 “San Julián”, se obtiene que el nivel de servicio a nivel global es **D** y localmente alcanza el nivel de servicio **F**, sobresaturado, para el primer segmento, antes de la salida 3 “MA-23 Aeropuerto / San Julián / Guadalmar / Villa Rosa”, produciéndose por tanto en este segmento unas condiciones de circulación forzada con paradas frecuentes de menor o mayor duración debido a la congestión del tráfico.

A nivel global la margen izquierda se comporta a excepción del periodo 1, con un nivel de servicio **D**, produciéndose por tanto cierta congestión, pero sin llegar a la saturación del tráfico en la zona a nivel general y salvo que ocurra algún incidente puntual.

MARGEN IZQUIERDA (SENTIDO ALGECIRAS). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 20 AÑOS, CONSIDERANDO EL DESARROLLO DEL SECTOR SUS-G1 “SAN JULIÁN”						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	D	C	C	D	A	C
2	E	D	C	D	A	D
3	F	D	C	E	A	D
4	F	D	C	D	A	D
5	F	D	C	D	A	D

Es de notar como la saturación del primer segmento en este caso, provoca una mejora en el comportamiento de los demás segmentos, si se compara con la situación anterior.

Si se representa el nivel de servicio en función del volumen de demanda se observa cómo se produce la saturación de los segmentos 1 y 2, tramo anterior a la salida 3 y salida 3, y el segmento 4, vial de trenzado, lo que indica, que la demanda previsible de tráfico, en ese tramo de la MA-20 sentido Algeciras para un horizonte de 20 años considerando el desarrollo del sector SUS-G1 “San Julián”, supera su capacidad independientemente del comportamiento de la glorieta del enlace.

MARGEN IZQUIERDA (SENTIDO ALGECIRAS). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 20 AÑOS, CONSIDERANDO EL DESARROLLO DEL SECTOR SUS-G1 “SAN JULIÁN”					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1				F	
2				F	
3	F	F		F	
4	F	F		F	
5				F	

Si se considera para este tramo un horizonte de 30 años, considerando un crecimiento natural del tráfico de 1,44%, se obtiene que el tramo a nivel global alcanza a partir del periodo punta el nivel de servicio F y localmente alcanza el nivel de servicio F, para los tres primeros segmentos, anteriores al vial de trenzado, produciéndose por tanto unas condiciones de circulación forzada con paradas frecuentes de menor o mayor duración y con

una velocidad media baja en algunos segmentos del tramo debido a la congestión del tráfico.

MARGEN IZQUIERDA (SENTIDO ALGECIRAS). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 30 AÑOS						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	E	C	C	D	A	D
2	F	D	F	E	A	E
3	F	D	F	E	A	F
4	F	F	F	E	A	F
5	F	F	F	E	A	F

Si se representa el nivel de servicio en función del volumen de demanda se observa cómo se produce la saturación de los segmentos 1 y 2, tramo anterior a la salida 3 y salida 3, y el segmento 4, vial de trenzado, lo que indica que la demanda previsible de tráfico, en ese tramo de la MA-20 sentido Algeciras para un horizonte de 30 años sin considerar el desarrollo del sector SUS-G1 “San Julián”, supera su capacidad independientemente del comportamiento de la glorieta del enlace.

MARGEN IZQUIERDA (SENTIDO ALGECIRAS). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 30 AÑOS						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1				F		
2	F	F		F		
3	F	F		F		
4	F	F		F		
5	F	F		F		

Si se considera para este tramo el mismo horizonte de 30 años, considerando el completo desarrollo del sector SUS-G1 “San Julián”, se obtiene que el nivel de servicio a nivel global es **E** y localmente alcanza el nivel de servicio **F**, sobresaturado, para el primer segmento, antes de la salida 3 “MA-23 Aeropuerto / San Julián / Guadalmar / Villa Rosa” y para el cuarto segmento, vial de trenzado, produciéndose por tanto en estos segmentos unas condiciones de circulación forzada con paradas frecuentes de menor o mayor duración debido a la congestión del tráfico.

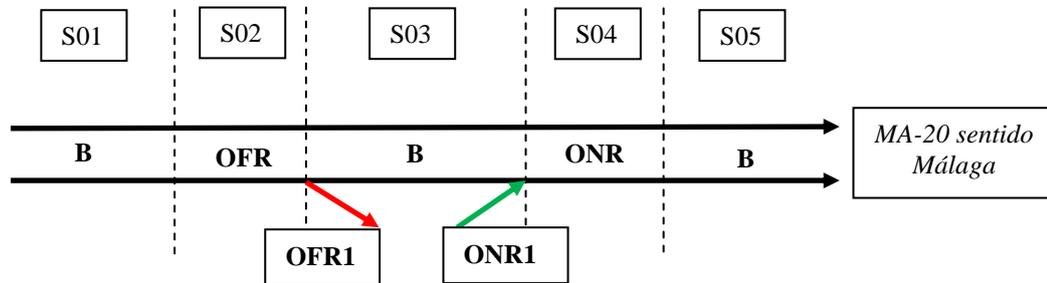
A nivel global la margen izquierda se comporta a excepción del periodo 1, con un nivel de servicio **E**, inestable y cercano a la saturación. Esta mejora de comportamiento en el tramo de estudio, con respecto a la situación anterior, sin considerar el desarrollo del sector SUS-G1 “San Julián”, es debida a que el aumento del volumen de demanda de tráfico sobre el tronco de la autovía produce una saturación en el primer segmento de estudio que tamiza y reduce la densidad de tráfico en los demás segmentos del tramo.

MARGEN IZQUIERDA (SENTIDO ALGECIRAS). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 30 AÑOS, CONSIDERANDO EL DESARROLLO DEL SECTOR SUS-G1 “SAN JULIÁN”						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	E	D	C	D	A	D
2	F	D	C	E	A	E
3	F	D	C	F	A	E
4	F	D	C	E	A	E
5	F	D	C	E	A	E

Sin embargo, si se representa el nivel de servicio en función del volumen de demanda se observa cómo al igual que antes, se produce la saturación de los segmentos 1 y 2, tramo anterior a la salida 3 y salida 3, y el segmento 4, vial de trenzado, lo que indica, que la demanda previsible de tráfico, en ese tramo de la MA-20 sentido Algeciras para un horizonte de 30 años considerando el desarrollo del sector SUS-G1 “San Julián”, supera su capacidad independientemente del comportamiento de la glorieta del enlace.

MARGEN IZQUIERDA (SENTIDO ALGECIRAS). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 30 AÑOS, CONSIDERANDO EL DESARROLLO DEL SECTOR SUS-G1 “SAN JULIÁN”					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1		F		F	
2	F	F		F	
3	F	F		F	
4	F	F		F	
5	F	F		F	

- o *Margen derecha, sentido Málaga, del tramo de la Autovía MA-20 afectado por el enlace:*



OFR1: Ramal de Salida hacia el enlace Pk. 3 y la MA-23.

ONR1: Ramal de Incorporación desde el enlace Pk. 3 y la MA-23.

El nivel de servicio del tramo de la MA-20 sentido Málaga afectado por el enlace, está condicionado por el nivel de servicio de todos los segmentos tipo en los que se puede dividir dicho tramo; siendo este nivel de servicio global tipo **D** en el estado actual para el periodo punta, produciéndose cierta congestión, pero sin llegar a la saturación del tráfico en la zona, salvo que ocurra algún incidente puntual.

MARGEN DERECHA (SENTIDO MÁLAGA). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO PARA EL ESTADO ACTUAL						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	C	A	B	B	C	C
2	C	B	C	C	D	C
3	D	B	C	C	D	D
4	D	B	C	C	D	C
5	C	B	C	C	D	C

Si se considera para este tramo un horizonte de 10 años, considerando un crecimiento natural del tráfico de 1,44%, se obtiene que el tramo a nivel global alcanza en el periodo punta el nivel de servicio **D** y localmente alcanza el nivel de servicio **E**, para el último segmento, después de la incorporación desde el enlace Pk. 3 y la MA-23, es decir, circulación inestable y cercana a la saturación.

MARGEN DERECHA (SENTIDO MÁLAGA). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 10 AÑOS						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	D	B	C	C	D	C
2	D	B	C	C	D	C
3	D	B	C	C	E	D
4	D	B	C	C	E	C
5	D	B	C	C	D	C

Si se considera para este tramo el mismo horizonte de 10 años, considerando el completo desarrollo del sector SUS-G1 “San Julián”, se obtiene que el nivel de servicio a nivel global en el periodo punta sigue siendo **D**, produciéndose por tanto cierta congestión pero sin llegar a la saturación global del tráfico, y localmente alcanza el nivel de servicio **E**, cercano a la saturación, para el primer segmento, antes de la salida 3 “*MA-23 Aeropuerto / San Julián / Guadalmar / Villa Rosa*” y para el último segmento, después de la incorporación desde el enlace Pk. 3 y la MA-23.

MARGEN DERECHA (SENTIDO MÁLAGA). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 10 AÑOS, CONSIDERANDO EL DESARROLLO DEL SECTOR SUS-G1 “SAN JULIÁN”						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	D	B	C	C	D	C
2	D	B	C	C	E	D
3	E	C	C	D	E	D
4	D	B	C	D	E	D
5	D	B	C	C	E	D

Si se representa el nivel de servicio en función del volumen de demanda se observa cómo se produce la saturación del segmento 4 y 5, incorporación desde el enlace 3 y MA-23 y tramo posterior a este, para el periodo punta 3, lo que indica, que la demanda previsible de tráfico, en ese tramo de la MA-20 sentido Málaga para un horizonte de 10 años considerando el desarrollo del sector SUS-G1 “San Julián”, supera su capacidad independientemente del comportamiento de la glorieta del enlace.

MARGEN DERECHA (SENTIDO MÁLAGA). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 10 AÑOS, CONSIDERANDO EL DESARROLLO DEL SECTOR SUS-G1 “SAN JULIÁN”					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1					
2					
3				F	F
4					
5					

Si se considera para este tramo un horizonte de 20 años, considerando un crecimiento natural del tráfico de 1,44%, se obtiene que el tramo a nivel global alcanza en el periodo punta 3 y 4 el nivel de servicio **E**, es decir, circulación inestable y cercana a la saturación. Localmente alcanza el nivel de servicio **E**, para el primer y último segmento, es decir, el segmento anterior a la salida 3 “MA-23 Aeropuerto / San Julián / Guadalmar / Villa Rosa” y posterior a la incorporación desde el enlace Pk. 3 y la MA-23.

MARGEN DERECHA (SENTIDO MÁLAGA). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 20 AÑOS						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	D	B	C	C	E	D
2	E	C	C	D	E	D
3	E	C	D	D	E	E
4	E	C	C	D	E	E
5	E	C	C	D	E	D

Si se representa el nivel de servicio en función del volumen de demanda se observa cómo se produce la saturación del segmento 4 y 5, incorporación desde el enlace 3 y MA-23 y tramo posterior a este, para el periodo punta 3 y 4, lo que indica, que la demanda previsible de tráfico, en ese tramo de la MA-20 sentido Málaga para un horizonte de 20 años, supera su capacidad independientemente del comportamiento de la glorieta del enlace.

MARGEN DERECHA (SENTIDO MÁLAGA). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 20 AÑOS					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1					
2					
3				F	F
4				F	F
5					

Si se considera para este tramo el mismo horizonte de 20 años, considerando el completo desarrollo del sector SUS-G1 “San Julián”, se obtiene que el nivel de servicio a nivel global sigue siendo **E**, con circulación inestable y cercana a la saturación. Localmente alcanza el nivel de servicio **E**, cercano a la saturación, para el primer segmento, antes de la salida 3 “MA-23 Aeropuerto / San Julián / Guadalmar / Villa Rosa” y para el último segmento, después de la incorporación desde el enlace Pk. 3 y la MA-23.

MARGEN DERECHA (SENTIDO MÁLAGA). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 20 AÑOS, CONSIDERANDO EL DESARROLLO DEL SECTOR SUS-G1 “SAN JULIÁN”						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	D	B	C	C	E	D
2	E	C	C	D	E	E
3	E	C	D	D	E	E
4	E	C	D	D	E	E
5	E	C	C	D	E	E

Si se representa el nivel de servicio en función del volumen de demanda se observa cómo se produce la saturación de los segmentos 1 y 2, tramo anterior y tramo de la salida 3 “MA-23 Aeropuerto / San Julián / Guadalmar / Villa Rosa”, para el periodo punta 3. También se produce la saturación de los segmentos 4 y 5, incorporación desde el enlace 3 y MA-23 y tramo posterior a este, para todos los periodos a excepción del primero, lo que indica, que la demanda previsible de tráfico, en ese tramo de la MA-20 sentido Málaga para un horizonte de 20 años considerando el desarrollo del sector SUS-G1 “San Julián”, supera su capacidad independientemente del comportamiento de la glorieta del enlace.

MARGEN DERECHA (SENTIDO MÁLAGA). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 20 AÑOS, CONSIDERANDO EL DESARROLLO DEL SECTOR SUS-G1 “SAN JULIÁN”					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1					
2				F	F
3	F	F		F	F
4				F	F
5				F	F

Si se considera para este tramo un horizonte de 30 años, considerando un crecimiento natural del tráfico de 1,44%, se obtiene que el tramo a nivel global se mantiene en el nivel de servicio **E**, es decir, circulación inestable y cercana a la saturación. Localmente alcanza el nivel de servicio **E**, para el primer y último segmento, es decir, el segmento anterior a la salida 3 “MA-23 Aeropuerto / San Julián / Guadalmar / Villa Rosa” y posterior a la incorporación desde el enlace Pk. 3 y la MA-23.

MARGEN DERECHA (SENTIDO MÁLAGA). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 30 AÑOS						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	E	C	C	D	E	D
2	E	C	D	D	E	E
3	E	C	D	D	E	E
4	E	C	D	D	E	E
5	E	C	D	D	E	E

Si se representa el nivel de servicio en función del volumen de demanda se observa cómo se produce la saturación de los segmentos 1 y 2, tramo anterior y tramo de la salida 3 “MA-23 Aeropuerto / San Julián / Guadalmar / Villa Rosa”. También se produce la saturación de los segmentos 4 y 5, incorporación desde el enlace 3 y MA-23 y tramo posterior a este, para todos los periodos, lo que indica, que la demanda previsible de tráfico, en ese tramo de la MA-20 sentido Málaga para un horizonte de 30 años considerando el desarrollo del sector SUS-G1 “San Julián”, supera su capacidad independientemente del comportamiento de la glorieta del enlace.

MARGEN DERECHA (SENTIDO MÁLAGA). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 30 AÑOS					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1				F	F
2	F	F		F	F
3	F	F		F	F
4	F	F		F	F
5	F	F		F	F

Si se considera para este tramo el mismo horizonte de 30 años, considerando el completo desarrollo del sector SUS-G1 “San Julián”, se obtiene que el nivel de servicio a nivel global sigue siendo **E**, con circulación inestable y cercana a la saturación. Localmente alcanza el nivel de servicio **E**, cercano a la saturación, para el primer segmento, antes de la salida 3 “MA-23 Aeropuerto / San Julián / Guadalmar / Villa Rosa” y para el último segmento, después de la incorporación desde el enlace Pk. 3 y la MA-23.

MARGEN DERECHA (SENTIDO MÁLAGA). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DENSIDAD DEL TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 30 AÑOS, CONSIDERANDO EL DESARROLLO DEL SECTOR SUS-G1 “SAN JULIÁN”						
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía					Nivel de Servicio del Tramo de Autovía
	1	2	3	4	5	
1	E	C	C	D	E	E
2	E	C	D	D	E	E
3	E	C	D	D	E	E
4	E	C	D	D	E	E
5	E	C	D	D	E	E

Si se representa el nivel de servicio en función del volumen de demanda se observa cómo se produce la saturación de los segmentos 1 y 2, tramo anterior y tramo de la salida 3 “MA-23 Aeropuerto / San Julián / Guadalmar / Villa Rosa”. También se produce la saturación de los segmentos 4 y 5, incorporación desde el enlace 3 y MA-23 y tramo posterior a este, para todos los periodos a excepción del primero, lo que indica, que la demanda previsible de tráfico, en ese tramo de la MA-20 sentido Málaga para un horizonte de 30 años considerando el desarrollo del sector SUS-G1 “San Julián”, supera su capacidad independientemente del comportamiento de la glorieta del enlace.

MARGEN DERECHA (SENTIDO MÁLAGA). NIVEL DE SERVICIO BASADO EN LA DEMANDA DE TRÁFICO PARA UN HORIZONTE DE 30 AÑOS, CONSIDERANDO EL DESARROLLO DEL SECTOR SUS-G1 "SAN JULIÁN"					
Periodo de Tiempo	Segmento de Autovía				
	1	2	3	4	5
1				F	F
2	F	F		F	F
3	F	F		F	F
4	F	F		F	F
5	F	F		F	F

Por último en base a estos resultados, comentar que el desarrollo del Sector SUS G1 "San Julián" no varía el nivel de servicio global de la glorieta central del enlace, que a partir de un horizonte de 10 años es **F** con tiempos de demora superiores a 50 s/veh.

En cuanto a la incidencia sobre las autovías MA-20 y la MA-23, el desarrollo del Sector SUS G1 "San Julián", no altera significativamente el nivel de servicio en las mismas.

Málaga, Febrero de 2022
AUTOR DEL ESTUDIO



José Acosta Muñoz
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado N°: 9.087