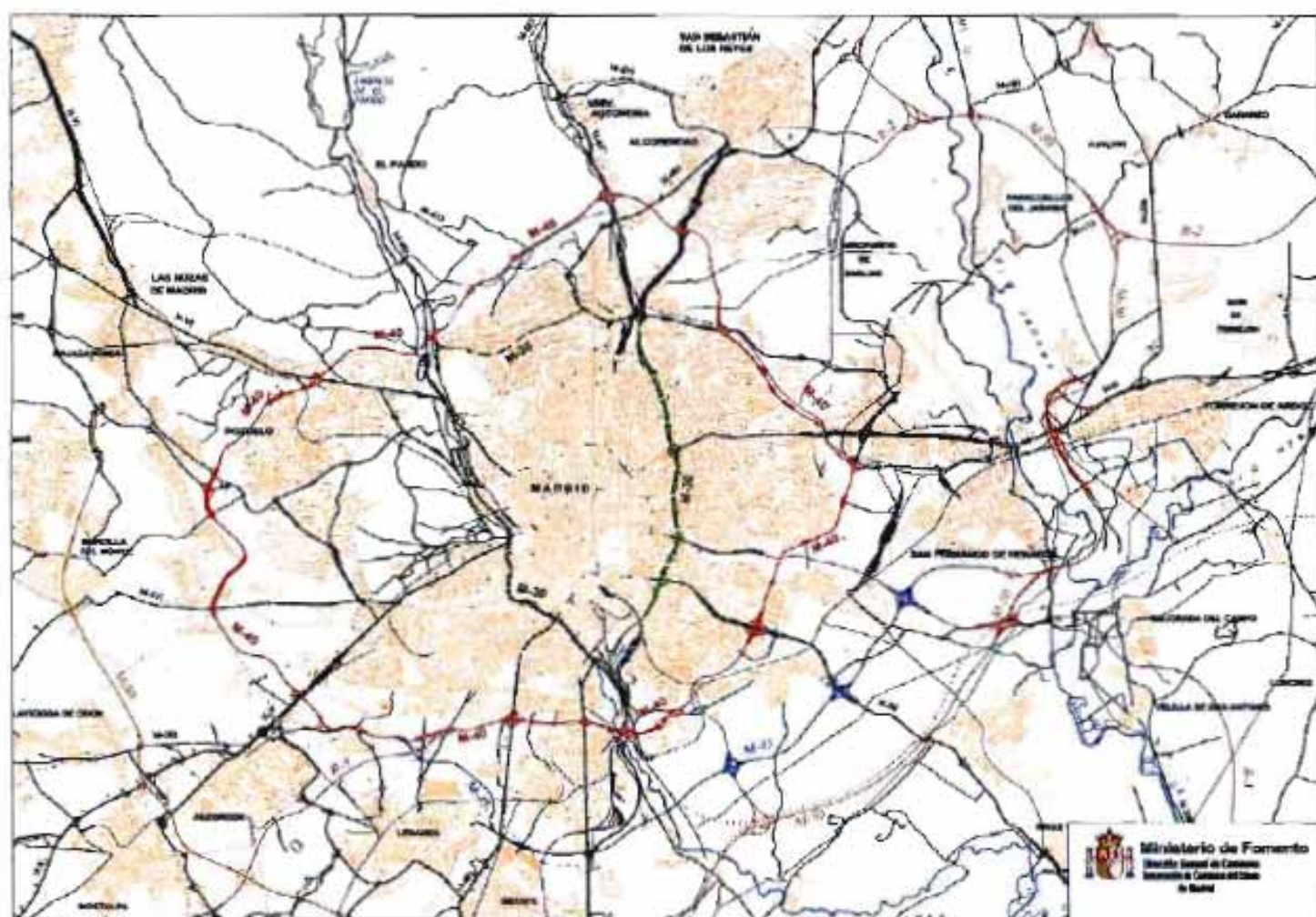


Estudio informativo para la mejora de la M-40



POR ROBERTO ALBEROLA GARCÍA,
 MINISTERO DE FOMENTO.
 DIRECTOR DEL ESTUDIO.
 INGENIERO DE C.C. Y P.
 ANTONIO CEBRIÁN GABALDÓN,
 VIGCONSULT
 AUTOR DEL ESTUDIO
 INGENIERO DE C.C. Y P.

Antecedentes

La autopista M-40 de circunvalación a Madrid fue planificada como una vía de gran capacidad con dos objetivos fundamentales:

- Captar los tráficos de largo recorrido de ámbito nacional, para sacarlos de la M-30, cuya conversión en una vía ne-

tamente urbana se estaba produciendo a gran velocidad.

- Canalizar los flujos de ámbito metropolitano de medio y largo recorrido entre diferentes zonas del área de Madrid.

Los primeros estudios de planificación de la M-40 datan de los años 60, cuando la Dirección General de Carreteras desarrolla una serie de estudios de Redes Arteriales entre las que se encuentra la de Madrid. En estos aparecen ya el diseño tanto de la M-30 como de la M-40. Diseños que, en parte, iban a verse modificados por el transcurso del tiempo y su adecuación a la realidad cambiante del desarrollo de la ciudad.

A fin de acelerar la construcción de estas redes, el Mi-

nisterio de Obras Públicas, la Comunidad de Madrid y el Ayuntamiento de Madrid firman un convenio en 1986 con objeto de mejorar la accesibilidad en la zona de influencia de Madrid, y uno de cuyos fines principales era terminar la M-30 y desarrollar la M-40.

Así como la M-30 tardó más de 20 años en construirse (de 1968 a 1992), el desarrollo de la M-40 fue mucho más rápido, pues las primeras obras empezaron en el 88 (aunque algún pequeño tramo se había hecho antes) y quedó cerrada en 1996.

El diseño de la M-40 también sufrió modificaciones a lo largo del tiempo. Empezó proyectándose como una autopista urba-



La M-40, con 61 km, se construyó con una sección con tres carriles por calzada.

na con estándares altos de diseño. Fue luego adaptándose a las posibilidades que el desarrollo de la ciudad le permitía; y así se llegó a pensar, en algún momento, en definirla como el conjunto de una serie de tramos rectos de avenida urbana unidos entre sí y con el resto del viario con cruces a nivel mediante glorietas. Al final, el diseño quedó en autopista urbana (no toda ella, pues tenía semáforos en dos tramos) con enlaces a desnivel, aunque bastante estrictos, y cuatro carriles de circulación. Un estudio de tráfico realizado al empezar las obras permitió justificar la construcción de 3 carriles por calzada, pues los tráficos previstos alcanzaban casi los 55 000 vehículos-día a los pocos años de comenzar el cinturón.

La puesta en servicio de la M-40 fue produciéndose por tramos: un primer tramo de 5 km entre la N-III y la N-IV en 1989; un segundo tramo de 9 km entre la N-I y la N-II en julio de 1990; un tercer tramo de 10 km entre la N-IV y la N-V en diciembre de 1990; un cuarto tramo de 7 km entre la N-II y la N-III en octubre de 1991; y así sucesivamente hasta la puesta en servicio del último tramo en el año 1996, que

fue el tramo de calzadas superpuestas del arco noroeste.

La M-40, con 61 km, se construyó con una sección con tres carriles por calzada y sin apenas vías de servicio en toda su longitud. La autopista cuenta con 31 enlaces, 8 con las grandes autovías radiales, 10 con otras carreteras y el resto de acceso al viario urbano de Madrid.

Conforme iban entrando en servicio diferentes tramos de la M-40, la realidad de las intensidades de tráfico registradas

**Un estudio de tráfico
realizado al empezar
las obras permitió
justificar la
construcción de 3
carriles por calzada,
pues los tráficos
previstos alcanzaban
casi lo 55 000
vehículos día a los
pocos años de
comenzar el cinturón**

superaba todas las previsiones de los estudios realizados para determinar los niveles de servicio que se presentarían en la autopista.

Estudio Informativo

Una vez con todo el anillo en servicio y a la vista de los problemas que se estaban produciendo en la M-40, la Dirección General de Carreteras tomó la decisión de realizar un Estudio en el que se abordase la problemática de la M-40 y se planteasen soluciones a los problemas detectados antes de que se llegue a producir el colapso total de la vía en ciertas horas. El Estudio recibió finalmente la forma de un Estudio Informativo, pues de esta manera todas las Administraciones Públicas que pudiesen resultar afectadas por las actuaciones que se planteen tendrían la oportunidad de manifestar su opinión sobre las mismas.

Dicho Estudio se ha finalizado y se encuentra en estos momentos sometido al trámite de Información Pública. Este artículo no pretende ser un resumen del contenido del Estudio Informativo, sino que trata de dar una idea general de los problemas detectados, de las dificultades que ha presentado el planteamiento de soluciones y un esbozo de las actuaciones propuestas.

Planteamiento del Estudio Informativo

Antes de entrar en los problemas y las soluciones, conviene resaltar algunas peculiaridades del Estudio Informativo que lo distinguen de otros referentes a autovías, para los cuales la Dirección General de Carreteras tiene ya establecida una metodología muy precisa, depurada a lo largo de los años en los que se llevan realizando esta clase de Estudios.

En un Estudio Informativo de carreteras de corte habitual, el fin que se suele perseguir es establecer cuál es la mejor solución, respecto a su inserción en el marco territorial, para una determinada carretera que se pretende construir, bien como sustitución funcional de una infraestructura existente, bien como nueva carretera que debe unir los dos extremos de la zona de estudio.

En este caso, lo que se trata de estudiar es, en primer lugar, de qué espacio se dispone para actuar en el entorno de la M-40, y qué soluciones son las que pueden poner remedio a los problemas que se han detectado. El escaso espacio disponible en muchos de los casos condiciona las posibilidades de actuación. Para determinar la viabilidad de las soluciones donde la distancia desde el borde de la plataforma actual hasta las edificaciones es escasa y donde los cruces a desnivel son muy frecuentes, es necesario trabajar a la escala de un proyecto de construcción, en lugar de hacerlo a la escala usual de los Estudios Informativos. Por ello el Estudio se ha realizado a escala 1:1 000, en lugar de las habitualmente menores de los Estudios Informativos.

Problemática de la M-40

Lo primero que se necesitaba para un análisis de la problemática en la M-40 era un conocimiento real de las intensidades del tráfico actuales. El análisis del tráfico que se ha realizado se ha centrado en las intensidades que se presentan, tanto en cada sección del tronco como en todos los accesos (entradas o salidas), en las horas punta de los días laborales. Las peores horas son las que se encuentran entre las



Las peores horas son las que se encuentran entre las 7 h y las 9.30 por la mañana y entre las 17.30 h y las 20.30 h por la tarde.

7 h y las 9.30 por la mañana y entre las 17.30 h y las 20.30 h por la tarde. Según de qué tramo se trate, los intervalos temporales con menores velocidades se desplazan sobre esta gama horaria, siendo una pauta habitual que en el arco sur se presenten con anteriori-

dad a la zona norte. Esta situación se produce a lo largo de unos 230 días al año, teniendo en cuenta que en el mes de agosto la situación es bastante menos grave (no así en el mes de julio).

En el cuadro 1 pueden verse las intensidades en algunas

Situación de la sección	Intensidad diaria	Intensidad hora punta mañana	Intensidad hora punta tarde
Salida hacia N-II desde calzada decreciente	57 300	3 650	3 150
Entrada a calzada decreciente desde N-IV	42 000	2 500	2 500
Calzada creciente entre enlaces N-II y Avda. Arcentales/Coslada	102 500	6 000	6 700
Calzada creciente entre enlaces Avda. Andalucía y C. Rafaela Ybarra/Villaverde	88 500	5 900	5 800
Calzada creciente entre enlaces N-VI y Avda. Ilustración/M-30	58 000	7 300	3 450
Calzada creciente entre enlaces Recintos FERIALES y Avda. de Logroño	88 500	5 800	6 300
Calzada decreciente entre enlaces N-IV y Mercamadrid	109 000	7 200	5 800

Cuadro 1.



La situación de la circulación en el este, sur y noroeste en el tronco de la M-40 es bastante crítica en la actualidad

secciones significativas de la M-40 y en algunos de los accesos más importantes. Son intensidades diarias en un día laborable e intensidades horarias máximas en el año 2001. Puede verse que se superan valores diarios de 100 000 vehículos (solamente en uno de los sentidos de circulación), y que hay accesos que introducen más de 50 000 vehículos diarios en la M-40. Las intensidades horarias máximas alcanzan los 8 000 vehículos por hora.

Una vez conocidas estas intensidades en horas punta, se ha realizado una extrapolación a un cierto año horizonte (se adoptó el año 2015) considerando un crecimiento vegetativo del tráfico y también la influencia que inevitablemente tendrán las actuaciones urbanísticas planificadas (e incluso ya en desarrollo) en el entorno inmediato de la M-40.

Lo que se desea resaltar aquí es que no se ha acudido a la elaboración de un modelo de tráfico global, sino que ha primado el conocimiento de las intensidades reales de circulación para desde ellas hacer una prognosis hacia el futuro.

Complementariamente al

estudio de tráfico, se ha realizado un análisis de las congestiones que se observan en la actualidad. Lo primero es identificar los tramos de M-40 y los accesos en los que se presentan congestiones en la M-40. Para ello, se ha partido de tres fuentes:

- Observación directa sobre el terreno en las horas punta.
- Filmaciones de vídeo desde helicóptero.
- Estudios de circulación realizados por la Dirección General de Tráfico, donde se estudian las velocidades medias de recorrido en la M-40.

En general, cabe decir que la situación de la circulación en el este, sur y noroeste en el tronco de la M-40 es bastante crítica en la actualidad, con congestiones sistemáticas, en unos casos en las horas punta de la mañana y en otros en las de la tarde. Por la mañana, se congestionan tramos de las calzadas que canalizan los movimientos desde el sur hacia el norte y por la tarde es al contrario: las retenciones se producen principalmente en tramos que canalizan movimientos desde el norte hacia el sur.

Después se ha tratado de de-

terminar las causas de esas congestiones. Las altas intensidades horarias registradas en esos tramos del tronco de la M-40 son la primera correlación que cabe establecer con la producción de congestiones. Se han aforado intensidades superiores a los 7 500 veh./h, en calzadas de tres carriles, que además se han corroborado en recuentos manuales de 15 minutos de duración. Esto supone intensidades horarias por carril de 2 500 veh./h, lo que da una idea de que un flujo formado por conductores habituales supera los valores teóricos de capacidad de una vía que estamos acostumbrados a manejar.

También cabe destacar, como observación general, la enorme influencia que tienen sobre la fluidez de la circulación en el tronco, cuando las condiciones de ésta se encuentran en valores de intensidad altos (pero no necesariamente próximos a la capacidad), las entradas y salidas de los ramales de los enlaces. Dado que el número de accesos en la M-40 es bastante elevado y que, en bastantes casos, el propio trazado del acceso no permite la salida o la incorporación a la corriente de paso con la suficiente fluidez, la presencia de entradas o salidas que canalizan intensidades medias o altas se manifiesta como una causa generadora de las congestiones en el tronco.

Un tercer aspecto que conviene destacar, con carácter general, es la rápida evolución a mayores congestiones en el tronco. Esto puede observarse si se examinan los tramos que expresamente se citan como congestionados en los estudios realizados por la Dirección General de Tráfico en 1999, cuyos datos se refieren todos al año 1998. En la actualidad se producen congestiones sistemáticas en tramos que en dichos estudios no se citan o que

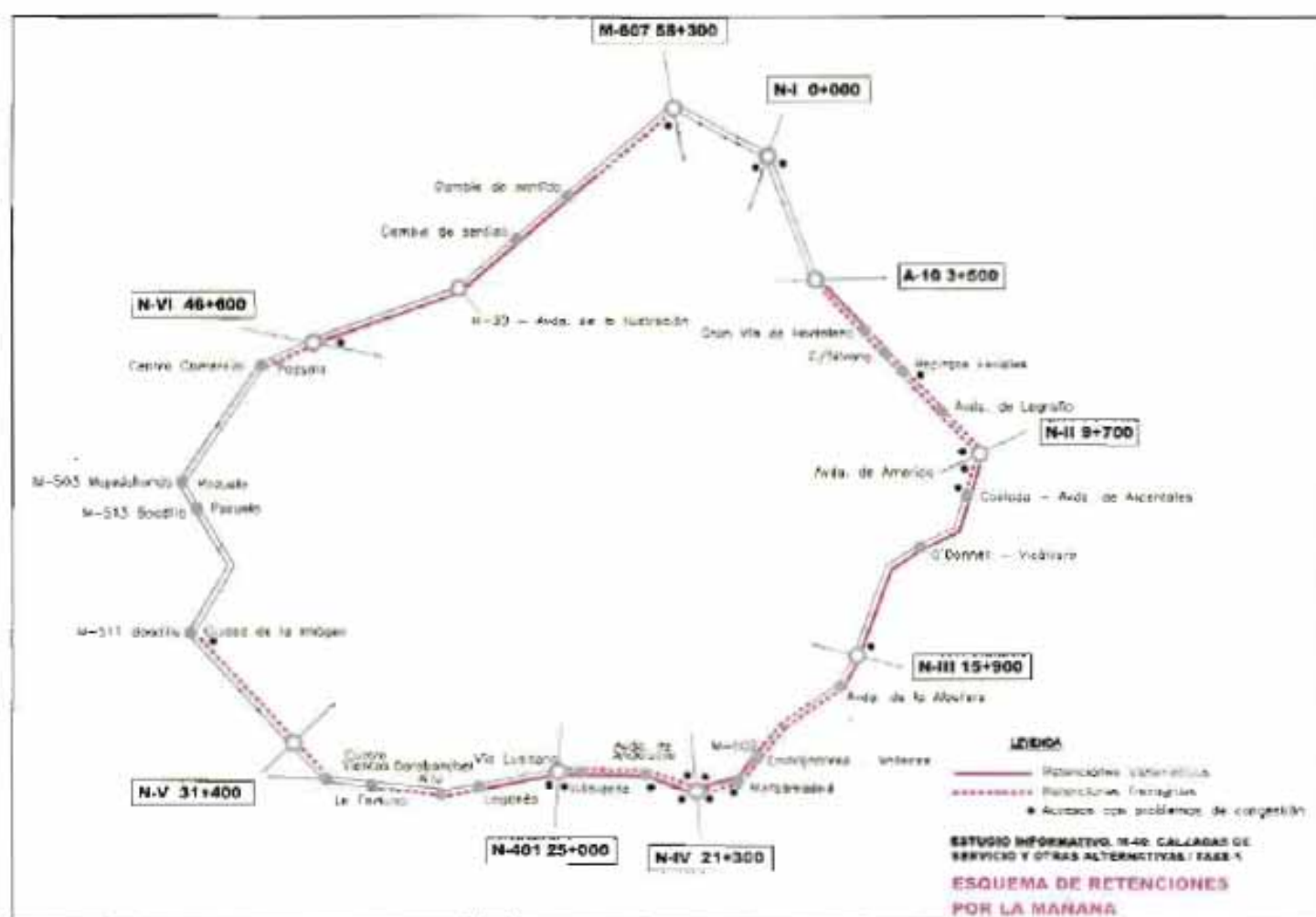


Figure 1.

se citan como ocasionales o como una disminución de la velocidad media de recorrido. Así, en el tiempo transcurrido, la longitud de los tramos congestionados ha aumentado, así como la duración y ocupación de las congestiones.

No vamos a detallar aquí todos los tramos de congestión que se producen diariamente en la M-40, pero sí se puede hacer un esbozo de algunos de ellos y de las causas que las producen. En la *figura 1* se pueden ver las zonas de congestión, en las horas punta de la mañana, donde se han reflejado las congestiones sistemáticas y las congestiones frecuentes.

Algunos ejemplos

Por ejemplo, el tramo de la calzada de sentido horario entre la entrada desde el enlace

con la A-10 (autopista desde el nudo de Manoteras al aeropuerto) hasta el enlace con la N-II. Se trata de un tramo con una intensidad horaria de circulación bastante alta, tanto en las horas punta de la mañana como en las de la tarde. En este tramo, además, las entradas y salidas de los enlaces del tramo se encuentran muy próximas entre sí (enlaces con la Gran Vía de Hortaleza, con la calle Silvano, con los Recintos FERIALES y con la Avda. de Logroño). Pero en el extremo del tramo se presenta una causa adicional, que es la que provoca el origen de la congestión que se extiende rápidamente en sentido contrario al de la circulación. Se trata de la salida hacia el enlace con la N-II. El problema de esta salida es que sus características geométricas son notablemente insufi-

cientes para la intensidad que soporta, superior a los 2 000 veh./h. Se trata de una salida con un solo carril y sin apenas carril adicional de cambio de velocidad en el tronco. Esto hace que la sección de salida sea la sección crítica (posteriormente, en el ramal, no se observan retenciones), y que el carril derecho del tronco de la M-40 quede ocupado por los vehículos que desean salir. Esta retención en el carril derecho llega a alcanzar hasta más allá de la entrada desde el enlace con los Recintos FERIALES, situada a algo más de 1,5 km. En cuanto la intensidad es relativamente alta en el tronco o en los ramales de los enlaces, la congestión se generaliza hasta el enlace con la A-10. Lo que hay que destacar es que, aunque se actúe sobre la capacidad del tramo (bien sea

incrementando el número de carriles en el tronco, bien sea construyendo unas calzadas laterales) y se actúe también sobre las salidas y entradas de los enlaces al tronco (canalizándolas a través de esas vías de servicio), no se va a resolver de forma satisfactoria el problema de la congestión si no se actúa sobre la salida que es su origen.

Otro tramo especialmente conflictivo en la calzada de sentido antihorario se extiende desde bastante antes del enlace con la N-IV (nudo Supersur) hasta el enlace con la N-II. Son más de 10 km de retenciones en las horas punta de la mañana, aunque con zonas intermedias en las que se debe hablar más bien de circulación lenta que de retenciones, como por ejemplo los 2 km entre el enlace con la carretera M-602 y el enlace con la Avda. de la Albufera. Aquí se superponen dos congestiones que hasta hace poco tiempo se podían diferenciar claramente.

La primera se crea en la zona del enlace con la N-IV, debido fundamentalmente a dos motivos. Por un lado, la entrada conjunta desde ambos sentidos de la N-IV. Esta entrada, con una intensidad muy elevada y unas puntas muy acusadas entre las 6 h y las 7 h, se produce mediante un solo carril, que entra en un tramo de trenzado de muy escasa longitud con la salida hacia el siguiente enlace (Mercamadrid). Por otro lado, las propias características del trazado del tronco en toda la zona que atraviesa el enlace, sin continuidad de los tres carriles de paso, con salidas por la izquierda y sin apenas arceras, hace que la retención se extienda en sentido contrario a la circulación. Pero esta entrada no solamente influye en este sentido en el tronco, sino que también en el mismo sentido de la circulación, la entra-

da deja sentir su presencia, como todas las entradas. En este caso, la situación se agrava por los accesos de los enlaces de Mercamadrid y con la carretera M-602, situados a muy escasa distancia. De nuevo nos encontramos con una situación en la que actuar sobre la entrada del enlace con la N-IV y sobre el tronco no bastaría para resolver la situación, sino que es necesario actuar sobre el sistema de los dos enlaces citados, reordenando la circulación en ellos.

La segunda retención tiene su origen y causa principal en el tramo de trenzado de muy escasa longitud entre la entrada desde el enlace con la carretera M-201 y con la Avda. de Arcentales y la salida en el enlace con la N-II (zona del p.k. 10,5). La intensidad de la salida es muy elevada. Pero existen otras situaciones a lo largo del tramo, hasta el enlace con la Avda. de la Albufera, que contribuyen a que se mantenga la congestión en el tronco y en los ramales de entrada de los enlaces: la alta intensidad de circulación, la escasa longitud de los carriles de cambio de velocidad en los enlaces entre la N-II y la N-III, la propia entrada de la N-III con una intensidad muy elevada y demasiado próxima a la siguiente entrada; y el trenzado entre los enlaces con la Avda. de la Albufera y con la N-III.

Todas estas situaciones son las que hacen que ambas retenciones se unifiquen en una sola. Las actuaciones que se propongan para mejorar la circulación deben tener en cuenta todas estas situaciones para lograr sus objetivos. En los últimos meses, la congestión se está extendiendo en el mismo sentido de la circulación hasta el enlace con la A-10.

Otra zona de congestión sistemática es la que se presenta en las horas punta de la mañana desde el enlace con la N-VI

hasta rebasados los túneles de El Pardo, en la calzada de sentido horario de circulación. La longitud de la retención es de unos 7 km todas las mañanas. Sin duda, es el tramo con las retenciones de mayor magnitud en estas horas y en el que las velocidades de recorrido son más bajas: del orden de los 10 - 12 km/h en el último estudio realizado (año 2001). Su comienzo es más tardío que las retenciones en las zonas sur y este.

La principal causa de la retención hay que buscarla en la elevada intensidad que se acumula en el tronco a partir de las dos entradas consecutivas desde la N-VI, cuya incorporación al tronco es en un solo carril y con carriles de cambio de velocidad muy cortos. La retención se extiende en el sentido contrario de la circulación hasta la entrada del enlace de Pozuelo. Adicionalmente, hay que destacar que la dificultad de la incorporación a la M-40 en la entrada desde la N-VI (oeste) hace que todo este ramal se encuentre a su vez congestionado. Llegando al tronco de la N-VI, donde la situación se complica más por el trenzado con la entrada anterior a la N-VI desde Majadahonda y El Plantío. El resultado es una larga retención en la N-VI antes del enlace con la M-40.

Más adelante, en el enlace con la M-30 (enlace de la Zarzuela) se produce otra situación que contribuye a que la retención se prolongue circulación abajo. La entrada desde la M-30, con un carril de aceleración prácticamente nulo e intensidad apreciable, que está situada inmediatamente antes de la boca del túnel de El Pardo. La ubicación de la entrada al tronco no es la más adecuada, por su influencia negativa en la circulación por el tronco.

La situación en este tramo se va a agravar con los nuevos

barrios en construcción en el entorno inmediato del arco norte de la M-40, que van a suponer un incremento notable de la demanda en la M-40 en este tramo.

Con estos ejemplos, lo que se quiere significar es que algunas de las causas de las retenciones pueden estar enmascaradas por otras causas o factores; y que ha sido necesario un estudio pormenorizado de toda la M-40 desde todos los puntos de vista para identificar los problemas.

Nuevas actuaciones viarias y urbanísticas con influencia en la M-40

Pero con ser ya la situación actual suficientemente conflictiva, hay que tener en cuenta las actuaciones previstas de infraestructuras viarias y grandes urbanizaciones en un entorno inmediato de la M-40. Así, por ejemplo:

- Las cuatro nuevas carreteras radiales de penetración a Madrid, con su origen en la M-40. Actualmente se encuentran en construcción.

- Los barrios de la corona norte de Madrid, también en construcción. Su situación es adyacente a todo el arco de la M-40 desde los túneles de El Pardo hasta el enlace con la A-10. Van a generar un importante volumen de tráfico sobre la M-40, dado que no tienen otras alternativas de circunvalación como ocurre en la zona sur.

- Las nuevas circunvalaciones, M-45 en servicio y M-50 en construcción. La primera cubre el arco entre la N-II y la N-V; y la segunda abarca un arco mayor, pero deja sin cerrar el tramo entre la N-VI y la N-I. Esto puede suponer una mejora de las condiciones de circulación en la zona sur de la M-40, todavía pendiente de comprobarse; pero no mejorarán la situación del arco norte.



Ha sido necesario un estudio pormenorizado de toda la M-40 desde todos los puntos de vista para identificar los problemas.

Siniestralidad

Se ha realizado un estudio de los accidentes en la M-40 en el que la conclusión más importante que se puede extraer es que la zona con mayor concentración de víctimas mortales se encuentra en el entorno del nudo Supersur, con un elevado porcentaje de peatones entre las víctimas. Se trata de una zona en la que las características del trazado son especialmente adversas: no existen apenas arcenes y la visibilidad es muy reducida.

Otra consecuencia que puede establecerse es una cierta

correlación entre la concentración de los accidentes y la proximidad entre accesos consecutivos. Por tanto, parece que suprimir estas situaciones o trasladarlas a una vía de servicio, donde los usuarios sean conscientes de que no están en la vía principal, debe reducir la siniestralidad.

Actuaciones que se han propuesto

Las actuaciones que se han propuesto en el Estudio Informativo se pueden agrupar en tres clases:



La longitud de los tramos congestionados ha aumentado, así como la duración y ocupación de las congestiones.

- Construcción de calzadas laterales al tronco de la M-40. Estas calzadas laterales tienen como misión principal recoger gran parte de los accesos actuales en los enlaces, liberando al tronco de las perturbaciones que supone su presencia. Se han mantenido con acceso directo al tronco la mayor parte de los accesos actuales en las principales carreteras radiales, y también los de las nuevas autopistas radiales.

- Incremento de la capacidad del tronco mediante la construcción de un carril adicional. Esto se lleva a cabo principalmente entre entradas y salidas consecutivas de las que se han mantenido en el tronco. Donde es posible, el carril adicional se gana a costa de la mediana; y, donde no es posible por falta de espacio, se hace por el exterior. En los pocos lugares en los que en la actualidad existe un estrangulamiento de la sección del tronco, pasando de tener tres a dos carriles, se ha asegurado la continuidad de tres carriles como mínimo en el tronco.

- Remodelación de los enlaces. En todos los enlaces se ha contemplado la adecuación de sus accesos, tanto a la norma-

tiva vigente (longitud de los carriles de cambio de velocidad) como a las intensidades que circulan por ellos (incremento de la anchura en la sección característica). Pero además, en algunos casos se ha propuesto la remodelación parcial o completa del enlace para adecuarlo al servicio que debe prestar. Ejemplos de ello serían el enlace con la N-IV (nudo Supersur), el enlace con la carretera de Boadilla (M-511) o el conjunto de los enlaces con la M-602 y Mercamadrid.

Con estas tres clases de actuaciones, especialmente con la primera, la M-40 se convierte en un sistema de calzadas centrales y calzadas laterales, en el que el tronco central queda reservado a los viajes de largo recorrido (al menos, entre dos enlaces consecutivos con las grandes carreteras radiales, aunque incluso en la mayor parte de estos casos, el movimiento puede y debe realizarse a través de las calzadas laterales). Las calzadas laterales son las que recogen los accesos del resto de enlaces y las que deben soportar el tráfico de agitación o de corto recorrido. Esta jerarquización viaria puede ser fácilmente en-

tendida por el usuario y permitir que el objetivo del sistema planteado, que no es otro que mejorar la seguridad y acortar los tiempos de viaje por la M-40, pueda ser satisfecho.

Las actuaciones que se han mencionado se han aplicado en cada uno de los ocho tramos en que se ha dividido la M-40 a efectos de la realización del Estudio. En relación con las calzadas laterales, los dos aspectos a los que más dedicación ha habido que prestar han sido:

- La continuidad de las calzadas laterales. No se trata de una disposición sistemática de calzadas laterales. Por ejemplo, asegurar su continuidad a través de algunos enlaces es realmente caro, y tiene que existir una justificación para ello. Más bien, el trabajo ha consistido en identificar las zonas en las que son necesarias las calzadas, y compaginarlo con las posibilidades de inserción.

- El sistema de conexiones entre tronco central y calzadas laterales. Este es el aspecto que más veces ha dado lugar a una comparación entre diferentes alternativas. Lo que se ha tratado de asegurar es que todas las conexiones, especialmente las que van desde el tronco a la calzada lateral, tienen la capacidad suficiente para alojar la intensidad correspondiente a los enlaces a los que tiene que servir.

No vamos a entrar en este espacio a describir detalladamente las soluciones propuestas para todo el anillo de la M-40. Pero sí vamos a comentar algunos puntos singulares en los que, aunque las soluciones son funcionalmente de la misma índole que en el resto (incremento de carriles en el tronco, calzadas laterales o auxiliares para recoger accesos), las características de la zona requieren unas solucio-

nes, especiales, o bien la envergadura de las actuaciones propuestas es digna de llamar la atención sobre ellas. Se van a comentar las soluciones en:

- La zona del barrio de San Lorenzo, entre los enlaces con la A-10 y con la Gran Vía de Hortaleza.

- La zona comprendida entre el enlace con la N-VI y el enlace con la M-30 (enlace de la Zarzuela) junto al río Manzanares.

- La zona del enlace con la N-IV (Nudo Supersur).

Zona del barrio de San Lorenzo

Esta zona se encuentra entre el enlace con la autopista A-10 al aeropuerto y los enlaces situados inmediatamente en el sentido horario (con la Gran Vía de Hortaleza, con la calle Silvano, con los Recintos FERIALES y con la Avda. de Logroño).

Se trata de una zona de unos 900 m de longitud. La M-40 dispone aquí de tres carriles por calzada con una mediana de 4 m de anchura. En una de las márgenes se encuentra la estructura de apantallamiento acústico del barrio de San Lorenzo. Esta estructura consiste en un muro vertical de hormigón, inmediatamente adyacente a la plataforma de la M-40, que sustenta una ménsula, también de hormigón, que cubre parcialmente la calzada, con un gálibo de 6 m. Sobre la ménsula se encuentra una pantalla vertical de 3 m de altura que refuerza la protección acústica. En el margen contrario se encuentra la Vía de los Poblados, sensiblemente paralela a la M-40, separada de ella por un muro que recoge el desnivel entre ambas. Este muro se encuentra también inmediato al margen de la plataforma de la M-40. Así pues, las restricciones de espacio son tales que es imposi-



Figura 2.

ble pensar en la disposición de calzadas laterales.

Por otra parte, una de las causas de las retenciones que comienzan a formarse diariamente en este tramo y en el contiguo hasta el enlace con la N-II, es la proximidad entre los accesos a los enlaces existentes. Parece claro que una de las actuaciones de mayor eficacia en este tramo sería la construcción de unas calzadas laterales para canalizar el tráfico de los enlaces y dejar libre

de perturbaciones al tronco. Estas calzadas laterales tendrían sus conexiones al tronco fuera del tramo del que estamos tratando, debiendo mantener en él su continuidad. En este supuesto, si no se mantuviera dicha continuidad, quedaría un "cuello de botella" con solamente tres carriles por sentido, que desvirtuaría la inversión que se realizara en el resto de los tramos cercanos de la M-40. Téngase en cuenta, además, que se espera una aportación notable de tráfico como consecuencia de los nuevos barrios del norte de Madrid que se encuentran próximos al tramo en cuestión.

Por consiguiente, es necesario construir sendas calzadas laterales, cuyos orígenes y finales se encuentran fuera del tramo objeto de este Estudio, que recogen los accesos de los enlaces y que deben tener continuidad a lo largo de tramo.

Tras considerar diversas

Por razones de seguridad, se ha considerado conveniente evitar la circulación de vehículos pesados por el túnel

metropolitana de Madrid.

Ante la dificultad de actuar sobre la M-40, se ha estudiado la posibilidad de utilizar los corredores de otras infraestructuras viarias existentes, que no presenten la problemática del de la M-40 en este tramo. Estas infraestructuras serían la M-30 (desde su enlace con la M-40 hasta el enlace de Puerta de Hierro, con la N-VI) y esta autovía N-VI (desde dicho enlace hasta el enlace con la M-40). El planteamiento consiste en adosar a dichas infraestructuras unas vías laterales, separadas de ellas, con la exclusiva función de dar continuidad a los desplazamientos por las calzadas laterales de la M-40 en los tramos anterior y posterior. Un esquema de este planteamiento puede verse en la figura 3.

En el caso del paralelismo a la M-30, no existiría contacto entre dicha vía y las nuevas vías laterales; mientras que, en el caso de la N-VI, es necesario aprovechar los tramos existentes de vías de servicio como parte de las nuevas vías laterales; y además trasladar a ellas los accesos de los tres enlaces actuales, para que el sistema sea funcionalmente viable y para que las ocupaciones de las parcelas limítrofes no se disparen.

Esta obra es cara, tanto por la construcción (hay tramos subterráneos en los dos enlaces extremos y en el de Puerta de Hierro) como por las expropiaciones necesarias (a pesar de que no son tan graves como en un primer momento pueda parecer); pero las relaciones entre los sectores norte y oeste de la corona metropolitana requieren una solución, y ésta es la que parece más factible.

Zona del enlace con la N-IV (nudo Supersur)

Las posibles soluciones a este enlace, una de las zonas más conflictivas de la M-40, están



Figura 4.

condicionadas por el escaso espacio disponible en torno al enlace actual, por los pasos del ferrocarril imbricados, por el río Manzanares y por los enlaces contiguos: M-602 y MercaMadrid por un lado, y el enlace con Villaverde y la barriada de San Fermín por el otro.

Para mejorar su funcionamiento se ha partido de tres premisas: sustituir todas las salidas y entradas que se producen por la izquierda por otras por la derecha; mantener la continuidad de los tres carriles de paso en toda sección del tronco, circunstancia que ahora no se da; y dar continuidad a sendas calzadas laterales que se extienden a ambos lados del enlace. Se ha optado por mantener dos de los accesos actuales al tronco, ambos de entrada, porque su intensidad es alta y porque su problemática actual viene dada en buena

parte por el trenzado con una salida inmediatamente posterior. El resto de accesos del enlace y los de los enlaces contiguos se han llevado a la calzada lateral. Si los dos accesos que se han conservado en el tronco se hubiesen trasladado a la calzada lateral se habría reproducido el problema de los trenzados.

La solución propuesta utiliza las calzadas actuales, que se encuentran separadas en la zona del enlace, en parte para las calzadas laterales y en parte como calzadas del tronco (figura 4). La solución supone la construcción de una nueva calzada para el sentido Andalucía de la N-IV, aprovechándose la actual para los ramales del enlace. No tiene ninguna interferencia con las líneas del ferrocarril de alta velocidad AVE; y en las del ferrocarril de cercanías sola-

mente hay que construir dos pasos inferiores. Se han descartado otras soluciones, por su alección a estas líneas de ferrocarril. La solución representa un coste de inversión cercano a los 47 millones de euros, construyéndose 33 estructuras nuevas, siendo necesario demoler solamente cuatro de las actuales.

Medio ambiente

El Estudio Informativo ha sido complementado con su preceptivo Estudio del Impacto Ambiental. Dada la particularidad del estudio, se ha hecho hincapié en tres factores: el ruido generado por el tráfico, la contaminación y la ocupación de terrenos.

De todos los aspectos estudiados, el más preocupante es el binomio ruido del tráfico-presencia humana, que se acrecienta constantemente con la progresiva urbanización de la zona, que cada día oprime más a la M-40. La mayor parte de las medidas correctoras adoptadas se refieren a la reducción del ruido que provocarán las actuaciones. Se han diseñado medidas correctoras allí donde las nuevas obras produzcan un aumento significativo del ruido o donde, sin existir prácticamente incremento, el ruido actual sobrepasaba los límites legales, siempre que las edificaciones afectadas fueran anteriores a la implantación de la M-40 (esta excepción no ha sido aplicada en el caso de áreas de uso escolar o público).

Así, pues, de la misma forma que el estudio asume la construcción de un buen número de pantallas, muchas de ellas claramente no responsabilidad del Ministerio de Fomento (pero asumidas para proteger áreas de uso escolar o público) los responsables de



Problemas generados en el entronque de la N-VI con uno de los accesos desde la M-40.

la urbanización del entorno de la M-40 deberían asumir su parte de responsabilidad protegiendo los nuevos barrios.

A título informativo se puede decir que la inversión prevista en medidas medioambientales alcanza la cifra de 20 millones de euros, que representa algo más del 4% del presupuesto de las obras. Las medidas contra el ruido llegan a superar los 10 millones de euros, que representan un 50% sobre las medidas ambientales; lo que confirma que el ruido es, en esta obra, el mayor problema medioambiental.

La contaminación atmosférica disminuirá al incrementarse la velocidad en las horas punta, por lo que el efecto de las obras debe considerarse positivo en este aspecto. Con respecto a la ocupación de terrenos, las afecciones más importantes son la ocupación de zonas verdes actualmente anexas a la M-40.

Inversión necesaria

Una idea de la magnitud de las obras la da el presupuesto que se ha estimado en el Estu-

dio Informativo para la construcción de las actuaciones propuestas. Se trata de 480 millones de euros, además del coste de las expropiaciones. En ese presupuesto están incluidas las vías laterales a la M-30 y N-VI, que se han propuesto para dar continuidad a las calzadas laterales de la M-40 en ese tramo.

Hay que preguntarse si este volumen de inversión es una actuación rentable. Se han calculado los ahorros de tiempo que se producirán solamente, a fin de simplificar y quedarse del lado de la seguridad, en los tramos en que se han detectado congestiones en este estudio. Se ha obtenido que pueden ahorrarse más de ocho millones y medio de horas anuales. Para la valoración se han tomado los valores recomendados por la Dirección General de Carreteras: así se han valorado a 13,16 €/h y 22,72 €/h para vehículos ligeros y pesados, respectivamente; habiendo aplicado un precio medio de 14,12 €/vehículo, considerando un 10% de vehículos pesados. Con estos datos la amortización se produciría en cuatro años. ■