

ANEJO Nº 17. ESTUDIO DE RENTABILIDAD

ÍNDICE

1.-	Introducción y objeto	2
2.-	Estudio de tráfico	4
2.1	Información empleada.....	4
2.2	Caracterización de los tráficos en la situación actual sin proyecto	4
2.3	Hipótesis adoptadas	4
2.4	Caracterización de los tráficos en la situación futura con proyecto.....	6
2.5	Efecto sobre la A-2	6
2.6	Actuaciones de Mejora en la infraestructura contempladas en los escenarios de futuro y efecto en el tráfico.....	7
3.-	Microsimulación	9
3.1	Software de microsimulación empleado.....	9
3.2	Construcción de escenarios en el modelo.....	9
3.3	División del proyecto en fases.....	9
3.4	Escenarios modelizados	10
3.5	Resumen de resultados	10
4.-	Previsión de Costes para los Productores.....	13
4.1	Gastos de Primera Inversión.....	13
4.2	Gastos de Rehabilitación y Conservación	13
4.3	Resumen de resultados obtenidos.....	14
5.-	Beneficios de la actuación.....	15
6.-	Análisis Coste – Beneficio	19
6.1	Tasa de actualización	19
6.2	Resumen de resultados obtenidos	19
7.-	Conclusiones.....	20

1.- Introducción y objeto

En el presente anejo se realiza el estudio de rentabilidad económica de la implantación del proyecto de “Proyecto de Construcción: Mejora de la accesibilidad del transporte público de viajeros a Madrid. Adaptación del carril izquierdo de la carretera A-2 como carril Bus-VAO. Fase I. Clave 49-M-14700-1”.

Dicho estudio de rentabilidad se ha elaborado de acuerdo con las pautas de la Nota de Servicio 3/2014 “Prescripciones y recomendaciones técnicas relativas a los contenidos mínimos a incluir en los Estudios de Rentabilidad de los Estudios Informativos de la Subdirección General de Estudios y Proyectos”, de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (abril 2014).

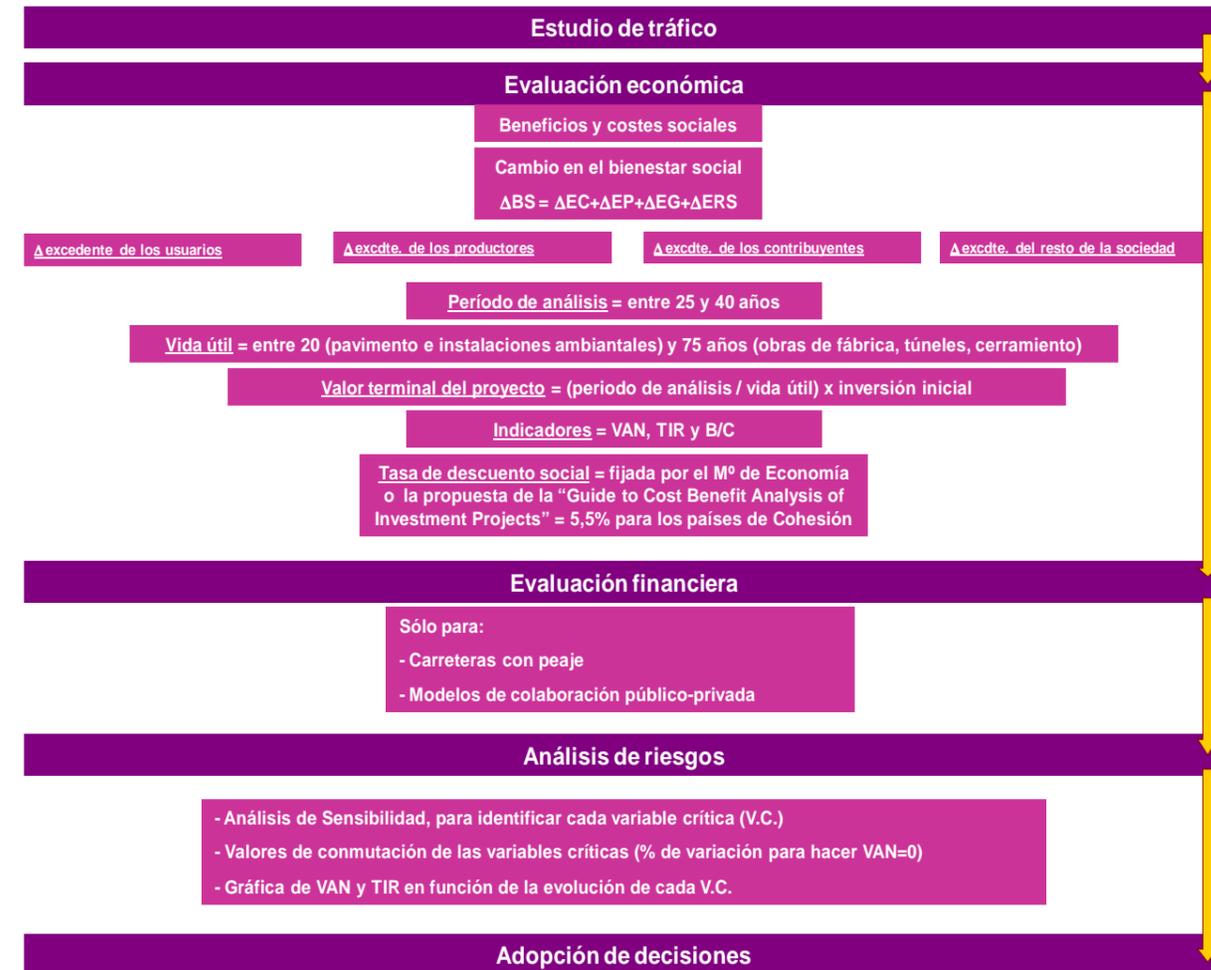
Esta metodología se basa en la comparación de los costes de la actuación con los beneficios que la misma proporciona a la colectividad durante cada uno de los años de vida útil del proyecto. De la serie de flujos monetarios resultantes de esta comparación, actualizados según la tasa recomendada por la publicación anterior, se extraen en cada caso los indicadores de rentabilidad económica correspondientes (Valor Actual Neto, Relación Beneficio-Coste, Periodo de recuperación de la Inversión y Tasa Interna de Retorno).

Para obtener los resultados mencionados, se seguiría un proceso que consta de cinco fases:

En primer lugar, se realiza la identificación y definición del proyecto, en la que se describe la tramificación empleada y las características de los tramos estudiados con trascendencia en el estudio.

A continuación, se realiza la demanda de tráfico que tendrán las nuevas infraestructuras, a partir de los resultados del estudio de tráfico que se presenta en el *Anejo nº 6* Con esta demanda, se realiza la asignación de tráficos en los diferentes tramos estudiados durante la vida útil del proyecto.

A partir de esta asignación de tráficos, se realiza la evaluación económica del proyecto a partir de la previsión de costes y beneficios a lo largo de los años que abarca el estudio:



- Dentro de los costes de la actuación (costes de los productores), se incluyen los **gastos de primera inversión** (que corresponden a los gastos de redacción de proyecto, expropiaciones y ejecución, control y vigilancia de las obras), y los **gastos de operación y mantenimiento** (rehabilitación y conservación).
- Los beneficios originados por la actuación son los derivados de la reducción de los **costes de los usuarios** (percibidos y no percibidos) y los **costes sociales**:
 - La disminución de los **costes directos** (beneficios percibidos por el usuario), como los peajes, combustible y tiempo.
 - La disminución de los **costes indirectos** (beneficios no percibidos por el usuario), como los de mantenimiento y amortización de los vehículos, y en lubricantes y neumáticos.

- La disminución de los **costes sociales**
 - La evaluación de los **impactos no comerciales** y su corrección por externalidades (emisiones de ruido, integración paisajística, etc)
 - La disminución de los **costes por emisiones de GEI** (gases de efecto invernadero)
 - La disminución de los **costes derivados de la seguridad vial** (accidentes, víctimas, etc)
- A los costes considerados se les aplica una **corrección descontando la parte correspondiente a impuestos (IVA)**.

Con los resultados obtenidos se calculan los indicadores económicos que servirán evaluar la actuación desde el punto de vista de la rentabilidad económica:

- **VAN (Valor Actual Neto)**: diferencia entre el beneficio actualizado neto y el coste actualizado neto durante los años de análisis.
- **B/C (Relación Beneficio-Coste)**: relación por cociente entre el beneficio actualizado neto y el coste actualizado neto durante los años de análisis.
- **PRI (Periodo de Recuperación de la Inversión)**: número de años necesarios para que el conjunto de los beneficios actualizados hasta la fecha iguale y supere al total de costes actualizados.
- **TIR (Tasa Interna de Retorno)**: valor de la tasa de actualización o descuento que hace que el valor actual neto de la inversión sea cero.

Para el cálculo de los indicadores, se considera la tasa de descuento social propuesta en la *"Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects"*, de la Comisión Europea, igual al 5,5% para los estudios económicos.

Finalmente, la metodología incluye un análisis de sensibilidad que estudia cómo varían los índices económicos estudiados en el caso de que varíen los parámetros a los que son más sensibles (costes de inversión, la tasa de descuento, el valor de tiempo y el volumen de tráfico).

Dada la particularidad del proyecto, se ha simplificado la metodología de la siguiente manera:

- No se considera la disminución de costes indirectos, estándose del lado de la seguridad, ya que la disminución en el uso del vehículo privado y la potenciación del transporte colectivo hace que este valor sea mayor o igual que cero en cualquier supuesto.
- No se considera la disminución de los costes sociales, por los mismos motivos.
- No se considera la disminución de los costes derivados de la seguridad vial, ya que la actuación no influirá, en principio, en este aspecto.

2.- Estudio de tráfico

Para la elaboración del estudio de rentabilidad, es necesario caracterizar el comportamiento del tráfico tanto en la situación actual como en la situación futura para obtener los parámetros de funcionamiento de ambos escenarios.

El esquema metodológico seguido para el desarrollo del estudio de tráfico y modelización ha sido el siguiente:

- Tramificación del corredor de estudio en tramos homogéneos desde el punto de vista del tráfico.
- Determinación de la hora crítica - hora más desfavorable desde el punto de vista del tráfico- a partir de los datos de las estaciones de aforo existentes.
- Para esta hora crítica, cuantificación y caracterización del tráfico en cada uno de los tramos definidos, diferenciando entre calzada central y ramales de enlace.
- También para esta hora crítica, cuantificación y caracterización del transporte público en el corredor.
- Estimación de la demanda del carril reservado en la situación actual:
 - Vehículos de alta ocupación (dos o más ocupantes) para los que este carril, por la localización de embarques establecida, representa una opción.
 - Rutas de transporte público exprés (sin paradas intermedias) con destino el intercambiador de transporte de la Av. de América.
- Determinación de las nuevas pautas de movilidad futura tras la implantación del carril reservado.
- Caracterización de los escenarios a evaluar.
- Modelación del tráfico.
- Obtención de indicadores y comparación de escenarios.

En el anejo nº 6 se desarrolla y detalla esta metodología, cuyos resultados se resumen en los siguientes apartados.

2.1 Información empleada

Los datos existentes empleados para esta caracterización, han sido los siguientes:

- Cartografía digital existente.
- Datos de estudios previos.
- Información detallada de la Concesión Autovía de Aragón Tramo 1 (A-2). PK 5+900-62+000.
- Datos de las estaciones de aforo de la DGC y del Ayuntamiento de Madrid.
- Aforos de vehículos VAO realizados por la DGT.
- Datos de los operadores de transporte público en el corredor proporcionados por el CRTM.

Los datos existentes han sido posteriormente completados con una serie de trabajos de campo puntuales realizados específicamente para este estudio.

2.2 Caracterización de los tráfico en la situación actual sin proyecto

A partir de todos los datos de tráfico existentes en el corredor - DGC, DGT, CRTM, Ayto. de Madrid y trabajos de campo- se ha procedido a estimar los tráfico actuales en el ámbito de estudio.

De esta forma, se ha construido una matriz de entradas/salidas en el tramo de la A-2 analizado para la hora punta de la mañana, de 07:00 a 08:00, de vehículos de transporte público como privados (ligeros y pesados).

2.3 Hipótesis adoptadas

Para la elaboración del estudio de tráfico, y partiendo de la experiencia del carril Bus VAO de la A-6 ya en funcionamiento, de los resultados del estudio "Análisis de viabilidad de una

reserva dinámica para transporte público colectivo en la A-2”, y de las previsiones del Consorcio de Transporte para la reestructuración de rutas de transporte público en el corredor de la A-2, se adoptaron las siguientes hipótesis consensuadas con el Grupo de Trabajo “Carriles Bus Exprés en los Accesos a Madrid” (DGC-M^oFomento, DGT, CRTM y Ayuntamiento de Madrid):

- En cada embarque, y teniendo en cuenta que la única salida prevista del carril Bus-VAO está situada en Av. de América, se estimó que accederán al carril reservado el 50% de las motocicletas y de los vehículos con 2 ó más ocupantes que en la actualidad circulan por el subtramo en que se localiza cada uno de ellos. Por otra parte, se consideró también que el 100% de las rutas de transporte público existentes en la actualidad en el corredor y de los autobuses discrecionales con destino Av. de América, accederán al carril reservado por el primer embarque existente desde el punto en el que se incorporen a la A-2 en su itinerario correspondiente.

Por tanto, en el futuro será necesario establecer nuevos servicios adicionales que realicen parada en los puntos habilitados al efecto a lo largo del corredor, rutas éstas que no circularán por el carril Bus-VAO. No obstante, su definición y detalle no han sido todavía establecidos, por lo que estas futuras rutas adicionales no se consideraron en el estudio.

- El establecimiento del carril Bus-VAO representará, tal y como acredita la experiencia del carril Bus-VAO de la A-6, un cambio en las pautas actuales de movilidad en el corredor, que se estimó de la forma siguiente (en valores promedio de hora punta):
 - Los vehículos con 2 ó más ocupantes se incrementan un 7,5%.
 - Los viajeros actuales en autobús se incrementan un 12%, como consecuencia de un trasvase modal desde el vehículo privado al transporte público, lo que representa una disminución del número de vehículos en la carretera.
- Al analizar la posible apertura del peaje de la R-2 en hora punta para los usuarios con orígenes entre Meco y Guadalajara y, al no existir un modelo macroscópico que haya permitido cuantificar los tráficos desviados en el caso de que se

implantara esta medida complementaria, se estimó que tendría el siguiente efecto sobre los tráficos del corredor:

- En el caso de que el primer embarque se establezca a la altura de la M-300, 410 vehículos optarían por el itinerario alternativo.
- En el caso de que el primer embarque se establezca a la altura de Torrejón/Parque Corredor, 630 vehículos optarían por el itinerario alternativo.
- Con respecto a la proyección del tráfico actual en la Autovía, si bien, tal y como se ha indicado anteriormente, sí se ha considerado el incremento de los tráficos que está previsto circularán en el futuro por el carril reservado como consecuencia del trasvase modal desde el vehículo privado al transporte público y del incremento del número de vehículos de alta ocupación, se decidió no aplicar a los vehículos que circularían por el resto de carriles de la A-2 las tasas de crecimiento anual recogidas en el Anexo II (Parámetros de eficiencia para los estudios y proyectos de carreteras) de la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento, al considerar que ello supondría que los ahorros de tiempo de los usuarios del carril Bus-VAO serían todavía superiores a los obtenidos sin considerar incremento alguno para dichos tráficos, quedando de esta forma los cálculos efectuados en el presente estudio del lado de la seguridad.
- En relación con el efecto en el tráfico de las actuaciones de mejora en la infraestructura contempladas en los escenarios de futuro, y puesto que como ya se ha indicado no existe un modelo macro que permita realizar su análisis en detalle, se consideró que el cierre del acceso al Centro de Carga de Barajas en la zona del Nudo Eisenhower representará que el 70% de dichos vehículos accederán por el nudo de Rejas a la vía de servicio de la A-2, mientras que el 30% restante continua utilizando el acceso 12 junto con el nuevo ramal de transferencia.
- A partir de los aforos de ocupación vehicular en la A-2 realizados por la DGT, los valores de ocupación de los autobuses de las líneas interurbanas de la A-2

facilitadas por el CRTM, y los valores observados en el corredor de la A-6, que cuenta ya con un Bus-VAO en operación, se consideraron las siguientes ocupaciones vehiculares en hora punta:

- Autobuses que circulan por el Bus-VAO: 75 viajeros/vehículo
- Automóviles que circulan por el Bus-VAO: 2,5 viajeros/vehículo
- Resto de vehículos: 1,15 viajeros/vehículo
- Finalmente, la limitación de velocidad en el carril reservado se estableció en 90 km/h.

2.4 Caracterización de los tráficos en la situación futura con proyecto

Partiendo de las hipótesis consensuadas con el Grupo de Trabajo “Carriles Bus Exprés en los Accesos a Madrid” previamente indicadas, se indican a continuación los vehículos totales contenidos en la matriz de viajes de la hora crítica correspondientes a cada uno de los escenarios analizados.

Tabla nº 1. Total vehículos en la matriz de viajes (07:00-08:00)

Escenario	Ligeros	Motos	Pesados	Total
Situación actual sin proyecto	12.418	447	1.164	14.029
Escenarios futuros sin R2 gratuita	11.396	447	1.176	13.019
Escenario futuro con R2 gratuita y embarque en M-300	11.029	441	1.139	12.609
Escenario futuro con R2 gratuita y embarque en Torrejón	10.834	438	1.117	12.389

Por su parte, los vehículos que accederían al carril reservado durante la hora punta en cada uno de los embarques previstos, serían los siguientes:

Tabla nº 2. Estimación de vehículos que accederían al carril Bus-VAO en cada embarque durante la hora punta

Embarque de entrada	VAO	Motos	Buses	Total
Alcalá/M-300	232	67	47	346
Torrejón/Parque Corredor	140	9	47	196
Coslada/San Fernando	106	6	28	140
Canillejas	114	8	0	122
Total	592	90	122	804

De esta forma, los vehículos usuarios del carril Bus-VAO resultantes para cada uno de los subtramos definidos entre embarques serían los siguientes:

Tabla nº 3. Intensidad horaria por tramos en el carril Bus-VAO (07:00-08:00)

Subramo	Ligeros	Motos	Buses	Total
M-300 - Torrejón	232	67	47	346
Torrejón - Coslada/S. Fernando	372	76	94	542
Coslada/S. Fernando - Canillejas	478	82	122	682
Canillejas - Av. América	592	90	122	804

2.5 Efecto sobre la A-2

Por otra parte, tal y como se ha indicado previamente, la implementación del carril reservado y el cambio en las pautas de movilidad que éste representará, lleva aparejada una disminución de los tráficos que circulan por el tramo de la A-2 objeto de estudio.

La tabla siguiente recoge la estimación de dicho efecto para cada uno los subtramos comprendidos entre los embarques proyectados:

Tabla nº 4. Disminución de la intensidad horaria por subtramos (07:00-08:00)

Escenarios futuros sin R2 gratuita				
Subramo	Ligeros	Motos	Pesados	Total
M-300 - Torrejón	391	0	0	391
Torrejón - Coslada/S. Fernando	777	0	0	777
Coslada/S. Fernando - Canillejas	1.007	0	0	1.007
Canillejas - Av. América	1.022	0	0	1.022
Escenario futuro con R2 gratuita y embarque en M-300				
Subramo	Ligeros	Motos	Pesados	Total
M-300 - Torrejón	758	6	37	801
Torrejón - Coslada/S. Fernando	1.144	6	37	1.187
Coslada/S. Fernando - Canillejas	1.374	6	37	1.417
Canillejas - Av. América	1.389	6	37	1.432
Escenario futuro con R2 gratuita y embarque en Torrejón				
Subramo	Ligeros	Motos	Pesados	Total
M-300 - Torrejón	953	9	59	1.021
Torrejón - Coslada/S. Fernando	1.339	9	59	1.407
Coslada/S. Fernando - Canillejas	1.569	9	59	1.637
Canillejas - Av. América	1.584	9	59	1.652

2.6 Actuaciones de Mejora en la infraestructura contempladas en los escenarios de futuro y efecto en el tráfico

En la situación actual existen problemas de funcionamiento del tráfico en el tramo comprendido entre M-40 y M-50, donde se localiza el embarque de Coslada-San Fernando, influenciado por las perturbaciones que generan las divergencias en el entorno del nudo Eisenhower y que afectan al tronco.

La existencia de estos problemas de congestión se constató en las mediciones de tiempos de recorrido realizadas en el marco de este estudio, comprobándose que la simulación de la situación actual los reproducía de forma adecuada.

En la simulación del escenario ya con el carril Bus-VAO en funcionamiento, la restricción de capacidad en el tronco de la A-2 que representa la implantación de este carril reservado, originaba que estos problemas de funcionamiento empeoraran drásticamente.

En este sentido, existe ya un Proyecto de remodelación del Nudo Eisenhower, del que se deriva una actuación segregada compuesta por medidas de bajo coste y que podrían ser implementadas de forma rápida -sin necesidad de expropiaciones ni grandes obras-, que permitiría una reordenación de accesos en este tramo encaminada a solventar estos problemas de congestión detectados.

En el marco de este proyecto de carril reservado, el Grupo de Trabajo consideró especialmente importante poder incluir en él el cierre de una de las divergencias que produce retenciones en el tronco, al considerar que mejoraría el funcionamiento global del tramo.

Por tanto, se procedió a plantear y modelizar en un proceso iterativo estas posibles medidas, comprobándose que a medida que éstas se iban implementando, los problemas detectados se iban mitigando.

No obstante, y de acuerdo con los técnicos del Grupo de Trabajo, se decidió incluir en este documento únicamente los resultados de las actuaciones finalmente adoptadas, para así facilitar la comprensión de los resultados en relación con el tráfico, entendiéndose que incorporar los resultados correspondientes a los tanteos previos realizados no aporta ninguna información relevante para el proyecto.

De esta forma, las actuaciones puntuales de mejora en la infraestructura que definitivamente se han contemplado se centran en el entorno nudo Eisenhower (p.k. 10+800 de la A-2), aunque también se prevé actuar en el enlace de Rejas (Coslada/San Fernando), y en la salida 5 de la A-2. Dichas actuaciones son las siguientes:

- Supresión del acceso a la zona de carga aérea y terminal ejecutiva desde el final de carril de deceleración de la salida de la A-2 por el nudo Eisenhower (salida 12).
- Construcción de un ramal de transferencia entre la vía colectora de la M-14 en sentido aeropuerto para permitir el acceso a la zona de carga aeroportuaria y terminal ejecutiva, y complementariamente a los barrios de la Alameda de Osuna y Aeropuerto, como alternativa a la supresión del movimiento anterior.

- Reforzamiento de la señalización de la salida 15 (enlace de Rejas) para potenciar y facilitar su utilización por los usuarios con destino a la zona de carga aeroportuaria y barrio de la Alameda de Osuna, por medio de la vía de servicio existente.
- Modificación de la sección tipo del ramal de conexión de la vía de servicio San Fernando – enlace de Rejas con la glorieta de dicho enlace, dotándole de dos carriles.
- Implantación de una barrera rígida de separación de carriles en el ramal de salida hacia Arturo Soria desde la A-2 (salida 5), que disuadan a los conductores de parar frente a la entrada del Colegio Montessori, y evitar que las colas lleguen a alcanzar al tronco de la A-2.

Los efectos en el tráfico de estas actuaciones acordados con el Grupo de Trabajo, fueron convenientemente reproducidos en la matriz de entradas/salidas.

3.- Microsimulación

Los datos de tráfico previamente obtenidos han sido el principal insumo para la elaboración del estudio detallado mediante microsimulación del funcionamiento de los diferentes elementos críticos del proyecto desde el punto de vista del tráfico.

A continuación se recoge la descripción del trabajo desarrollado y los principales resultados obtenidos.

3.1 Software de microsimulación empleado

El software empleado para la microsimulación de estos tramos críticos ha sido Transmodeller, potente y versátil paquete de simulación, aplicable a una amplia gama de tareas de planeamiento y modelación de tráfico.

En relación con el estudio concreto desarrollado, este software permite modelizar autovías con modelos de comportamiento del conductor que son sensibles a las interacciones complejas entre vehículos en áreas de convergencia/divergencia de tráfico y en intersecciones, así como carriles para automóviles de alta ocupación y carriles bus para un mejor entendimiento de sus efectos en la dinámica del sistema de tráfico.

3.2 Construcción de escenarios en el modelo

La construcción de cada uno de los diferentes escenarios analizados ha requerido de una serie de procesos realizados de acuerdo el siguiente esquema:

- Construcción del grafo de la red viaria sobre la base de la cartografía digital existente.
- Asignación de características al viario (tipología, carriles, anchos de carril, velocidades, funciones de demora, etc.).
- Emplazamiento de los correspondientes tramos de embarque y pautas de funcionamiento, obtenidas a partir de la definición del proyecto de ingeniería.
- Establecimiento de un centroide para cada punto de entrada o salida a la red.

- Definición de los tráfico en el tramo de estudio para la hora crítica previamente obtenidos (matrices de entrada/salida del tramo de estudio), en base a los centroides definidos:
 - Tráfico del carril Bus-VAO
 - Restantes tráfico de la Autovía
- Simulación de flujos en el modelo.
- Revisión y ajuste de parámetros operacionales.
- Obtención de resultados.

Cabe indicar que se ha construido la red viaria y se ha realizado la correspondiente microsimulación de todo el tramo de estudio, no solo las zonas de embarque, debido a que aunque las distancias entre ellas son lo suficientemente grandes como para realizar el análisis de cada una de manera aislada, hay mucha influencia de los numerosos accesos intermedios que existen entre embarques.

Igualmente, tras cada simulación se produjo un proceso de retroalimentación (feed-back) entre el proyecto de ingeniería y el modelo micro. De esta forma, los problemas detectados con la simulación microscópica del funcionamiento del tráfico que eran consecuencia directa del diseño establecido, originaron las correspondientes modificaciones en dicho proyecto orientadas a su solución. La nueva solución así definida era posteriormente testada de nuevo para verificar su idoneidad.

3.3 División del proyecto en fases

En las primeras simulaciones realizadas para la elaboración del estudio de tráfico se observó que, si se realizaba el primer embarque a la altura del enlace con la M-300 manteniéndose los patrones de movilidad actuales (es decir, sin que se produzca un trasvase modal al transporte público ni un incremento del número de vehículos VAO, ni se deriven tráfico a otros itinerarios alternativos), se producían retenciones muy importantes en el inicio del carril Bus-VAO, cuyo efecto se propagaba rápidamente aguas arriba hacia Alcalá de Henares, provocando la interrupción de la circulación e importantes retenciones desde el p.k. 23+500 hacia el tramo de A-

2 de la variante de Alcalá, no existiendo además itinerarios alternativos para los vehículos que han de acceder a la autovía en esta zona de conflicto.

Sin embargo, al adelantar el inicio del carril reservado a la zona en la que se sitúa el enlace de Torrejón, zona que en la actualidad cuenta con 5 carriles en el tronco en el sentido de entrada a Madrid, se constató que no se producían estos problemas en el inicio del embarque.

Por tanto, los resultados obtenidos de estos análisis micro previos llevaron a establecer la conveniencia de dos fases para la puesta en servicio del carril reservado. Así, en una primera fase, se establece el inicio del carril reservado en la zona del enlace de Torrejón, que cuenta con una capacidad sensiblemente mayor para, posteriormente, cuando ya se hayan producido los cambios previsibles en los patrones de movilidad como consecuencia de la propia implantación del carril Bus-VAO, adelantar su comienzo a la zona inicialmente prevista (enlace con la M-300).

No obstante, de acuerdo con el Grupo de Trabajo “Carriles Bus Exprés en los Accesos a Madrid” (DGC-MºFomento, DGT, CRTM y Ayuntamiento de Madrid), para facilitar la comprensión del proyecto y de los resultados del estudio de tráfico, entendiéndose además que incorporar los resultados obtenidos en los tanteos previos realizados no aportan ninguna información relevante, se decidió incluir en el documento únicamente los resultados de las configuraciones finales adoptadas, las denominadas Fase I y II. Estas fases son las siguientes:

- Fase I: carril reservado desde el p.k. 18+600 al 4+500 (enlace de Torrejón – Avda. de América), con tres embarques y un desembarque.
- Fase II: se amplía el carril reservado desde el p.k. 18+600 hasta el p.k. 23+500 (enlace con la M-300), pasando el Bus-VAO a contar con cuatro embarques y un desembarque.

Además, en ambas fases se analizó el posible efecto de considerar la R-2 libre de peaje durante el periodo de funcionamiento del carril Bus-VAO.

3.4 Escenarios modelizados

De esta forma, los escenarios finalmente modelizados fueron los cinco siguientes:

- Situación actual sin proyecto.
- Fase I:

- Situación con proyecto Bus-VAO con el primer embarque situado a la altura del enlace de Torrejón/Parque Corredor, cambios en los patrones actuales de movilidad como consecuencia de la implantación del carril reservado y actuaciones puntuales de mejora en el nudo Eisenhower.
- Situación con proyecto Bus-VAO con el primer embarque situado a la altura del enlace de Torrejón/Parque Corredor, cambios en los patrones actuales de movilidad como consecuencia de la implantación del carril reservado, actuaciones puntuales de mejora en el nudo Eisenhower y R-2 gratuita.

- Fase II:

- Situación con proyecto Bus-VAO con el primer embarque situado a la altura del enlace con la M-300, cambios en los patrones actuales de movilidad como consecuencia de la implantación del carril reservado y actuaciones puntuales de mejora en el nudo Eisenhower.
- Situación con proyecto Bus-VAO con el primer embarque situado a la altura del enlace con la M-300, cambios en los patrones actuales de movilidad como consecuencia de la implantación del carril reservado, actuaciones puntuales de mejora en el nudo Eisenhower y R-2 gratuita.

3.5 Resumen de resultados

Finalmente, las tablas siguientes recogen los principales resultados globales de la modelación.

Tabla nº 5. Vehículos y personas en el corredor objeto de estudio (07:00-08:00). Escenarios futuros sin R-2 gratuita

	Escenario Actual, de 07:00 a 08:00 h		Escenario Futuro, de 07:00 a 08:00 h					
	Vehículos/hora	Total personas/hora	Vehículos Bus y VAO/hora	Personas Bus y VAO/hora	Resto Vehículos/hora	Resto personas/hora	TOTAL Vehículos/hora	TOTAL Personas/hora
Principales relaciones con Av. América	1.899	11.052	804	10.733	733	843	1.537	11.576
Resto corredor	12.130	13.952	0	0	11.482	13.205	11.482	13.205
TOTAL	14.029	25.004	804	10.733	12.215	14.048	13.019	24.781

Tabla nº 6. Vehículos y personas en el corredor objeto de estudio (07:00-08:00). Escenario futuro con R-2 gratuita y embarque en M-300

	Escenario Actual, de 07:00 a 08:00 h		Escenario Futuro, de 07:00 a 08:00 h					
	Vehículos/hora	Total personas/hora	Vehículos Bus y VAO/hora	Personas Bus y VAO/hora	Resto Vehículos/hora	Resto personas/hora	TOTAL Vehículos/hora	TOTAL Personas/hora
Principales relaciones con Av. América	1.899	11.052	804	10.733	720	828	1.524	11.561
Resto corredor	12.130	13.952	0	0	11.085	12.748	11.085	12.748
TOTAL	14.029	25.004	804	10.733	11.805	13.576	12.609	24.309

Tabla nº 7. Vehículos y personas en el corredor objeto de estudio (07:00-08:00). Escenario futuro con R-2 gratuita y embarque en Torrejón

	Escenario Actual, de 07:00 a 08:00 h		Escenario Futuro, de 07:00 a 08:00 h					
	Vehículos/hora	Total personas/hora	Vehículos Bus y VAO/hora	Personas Bus y VAO/hora	Resto Vehículos/hora	Resto personas/hora	TOTAL Vehículos/hora	TOTAL Personas/hora
Principales relaciones con Av. América	1.899	11.052	804	10.733	713	820	1.517	11.553
Resto corredor	12.130	13.952	0	0	10.872	12.503	10.872	12.503
TOTAL	14.029	25.004	804	10.733	11.585	13.323	12.389	24.056

Tabla nº 8. Ahorros de tiempo totales (horas) para las personas usuarias del corredor (07:00-08:00)

	Escenario con carril Bus VAO. Fase I (sin R-2 gratuita)	Escenario con carril Bus VAO. Fase II (sin R-2 gratuita)	Escenario con carril Bus VAO. Fase II con R-2 gratuita
Usuarios BUS VAO	2.993 h (ahorro)	3.305 h (ahorro)	3.305 h (ahorro)
BUS	2.668 h	2.923 h	2.923 h
Motos	24 h	31 h	31 h
VAO	318 h	350 h	350 h
Resto de usuarios	-318 h (demora)	-505 h (demora)	-345 h (demora)
Ligeros	-284 h	-449 h	-307 h
Motos	-8 h	-10 h	-8 h
Pesados	-26 h	-46 h	-30 h
Resultado global	2.675 h (ahorro)	2.800 h (ahorro)	2.959 h (ahorro)

Para la estimación del valor económico anual que representarían los ahorros de tiempo anteriores, se han adoptado las siguientes hipótesis de cálculo, acordadas con el Grupo de Trabajo "Carriles Bus Exprés en los Accesos a Madrid" (DGC-MºFomento, DGT, CRTM y Ayuntamiento de Madrid):

- Los ahorros de tiempo para el periodo de funcionamiento del carril reservado (de 07:00 a 09:00) son inferiores al doble de los obtenidos para el periodo (de 07:00 a 08:00). Se considera un factor de $1,50 < 2,00$
- Coeficiente de paso de día a año (nº de días laborables = 365 – 104 días de fin de semana – 14 días festivos): 247

Tabla nº 9. Ahorros de tiempo totales (horas/año) para las personas usuarias del corredor (07:00-09:00)

	Escenario con carril Bus VAO. Fase I (sin R-2 gratuita)	Escenario con carril Bus VAO. Fase II (sin R-2 gratuita)	Escenario con carril Bus VAO. Fase II con R-2 gratuita
Usuarios BUS VAO	1.108.961 h	1.224.375 h	1.224.375 h
BUS	988.565 h	1.083.120 h	1.083.120 h
Motos	8.904	11.402 h	11.402 h
VAO	111.492 h	129.852 h	129.852 h
Resto de usuarios	-117.847 h	-187.094 h	-127.919 h
Ligeros	-105.056 h	-166.413 h	-113.729 h
Motos	-3.016 h	-3.629 h	-2.906 h
Pesados	-9.755 h	-17.051 h	-11.283 h
Resultado global	991.114 h	1.037.281 h	1.096.456 h

4.- Previsión de Costes para los Productores

Los costes de los productores son los recursos del inversor de la infraestructura consumidos a lo largo de la vida útil del mismo. Entre los mismos, cabe distinguir entre los gastos de primera inversión, y los gastos de rehabilitación y conservación.

Entre los primeros, se encuentran los gastos de proyecto, compra de terrenos y expropiaciones (si los hubiere), ejecución y dirección de las obras, y control y vigilancia de las mismas, etc.

Los gastos de rehabilitación y conservación presentan un carácter cíclico de diferente periodo. Así, mientras que la conservación ocasiona un gasto anual, se ha considerado que, dada la particularidad de la infraestructura, los gastos de rehabilitación se producen cada cuatro años.

En los siguientes apartados se presentan los costes de los productores para la actuación.

4.1 Gastos de Primera Inversión

Los gastos de primera inversión de la Fase I, que comprenden los gastos de proyecto, compra de terrenos y expropiaciones, ejecución y dirección de las obras, y control y vigilancia de las mismas, se extraen del *Presupuesto del Proyecto*.

Para la inclusión del valor de ejecución de las obras, se utiliza el Presupuesto Base de Licitación excluyendo el IVA.

Los gastos de primera inversión se producen durante el primer año del análisis. En este caso, se ha optado por incluir los costes de redacción de proyecto (2% del PEM).

4.2 Gastos de Rehabilitación y Conservación

CAPÍTULO		IMPORTE
CAPÍTULO 1	EXPLANACIONES	272.944,40 €
CAPÍTULO 2	DRENAJE	37.915,28 €
CAPÍTULO 3	FIRMES Y PAVIMENTOS	325.235,79 €
CAPÍTULO 4	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	516.072,79 €
CAPÍTULO 5	ITS Y SEÑALIZACIÓN VARIABLE	2.516.126,12 €

CAPÍTULO		IMPORTE
CAPÍTULO 6	SITUACIONES PROVISIONALES	366.392,64 €
CAPÍTULO 7	INTEGRACIÓN AMBIENTAL	73.729,16 €
CAPÍTULO 8	OBRAS COMPLEMENTARIAS	171.724,45 €
CAPÍTULO 9	REPOSICIÓN DE SERVIDUMBRES Y SERVICIOS	69.666,14 €
CAPÍTULO 10	SEGURIDAD Y SALUD	37.076,88 €
CAPÍTULO 11	GESTIÓN DE RESIDUOS	96.391,63 €
TOTAL PEM		4.483.275,28 €

El manual recomienda tratar independientemente los gastos de rehabilitación de los de conservación. En el caso de la actuación que nos ocupa, los valores propuestos son los siguientes:

- Rehabilitación: 40% de la inversión, cada cuatro años.
- Conservación: 2% en el primer año, creciendo linealmente hasta duplicarse el cuarto año de explotación.

Aunando todos los conceptos anteriores, se obtienen los siguientes costes:

COSTES REHABILITACIÓN	
	Coste/KM (€)
Coste rehabilitación (años 4, 8, 12, 16 y 20)	122.829,46 €

COSTES CONSERVACIÓN			
AÑO			Coste/KM (€)
EX1			7.676,84 €
EX2	EX 10	EX 18	9.212,21 €
EX 3	EX 11	EX 19	10.747,58 €
EX 4	EX 12	EX 20	135.112,41 €
EX 5	EX 13		7.676,84 €
EX 6	EX 14		9.212,21 €
EX 7	EX 15		10.747,58 €
EX 8	EX 16		12.282,95 €
EX 9	EX 17		7.676,84 €

En el análisis coste-beneficio no se han tenido en cuenta los costes de rehabilitación y conservación de la infraestructura existente, ya que tanto en el escenario “cero” como en el escenario futuro, será un gasto fijo que habrá que acometer.

4.3 Resumen de resultados obtenidos

En las tablas siguientes se presentan las tablas de costes totales asociados a cada alternativa. Como se ha comentado en los apartados anteriores, se desglosa para cada año los costes de proyecto, obra, rehabilitación y conservación.

Los costes de proyecto se aplican en el primer año del análisis de rentabilidad. Del mismo modo, el coste de obra se aplica el año siguiente. Los costes de rehabilitación aparecen cada cuatro años, Los costes de conservación se producen todos los años de explotación, presentando un valor mínimo el primer año de explotación y los años de cada rehabilitación, mientras que va aumentando linealmente hasta duplicar el valor mínimo los años previos a las rehabilitaciones.

Previsión de Costes							
Año			Proyecto	Obra	Rehabilitación	Conservación	Costes Actuación
Año	Nº	Def					
2017	-1	P	106.701,95 €	- €	- €	- €	106.701,95 €
2018	0	C	- €	4.576.639,49 €	- €	- €	4.576.639,49 €
2019	1	EX1	- €	- €	- €	112.081,88 €	112.081,88 €
2020	2	EX2	- €	- €	- €	134.498,26 €	134.498,26 €
2021	3	EX3	- €	- €	- €	156.914,63 €	156.914,63 €
2022	4	EX4	- €	- €	1.793.310,11 €	179.331,01 €	1.972.641,12 €
2023	5	EX5	- €	- €	- €	112.081,88 €	112.081,88 €
2024	6	EX6	- €	- €	- €	134.498,26 €	134.498,26 €
2025	7	EX7	- €	- €	- €	156.914,63 €	156.914,63 €
2026	8	EX8	- €	- €	1.793.310,11 €	179.331,01 €	1.972.641,12 €
2027	9	EX9	- €	- €	- €	112.081,88 €	112.081,88 €
2028	10	EX10	- €	- €	- €	134.498,26 €	134.498,26 €
2029	11	EX11	- €	- €	- €	156.914,63 €	156.914,63 €
2030	12	EX12	- €	- €	1.793.310,11 €	179.331,01 €	1.972.641,12 €
2031	13	EX13	- €	- €	- €	112.081,88 €	112.081,88 €
2032	14	EX14	- €	- €	- €	134.498,26 €	134.498,26 €
2033	15	EX15	- €	- €	- €	156.914,63 €	156.914,63 €
2034	16	EX16	- €	- €	1.793.310,11 €	179.331,01 €	1.972.641,12 €
2035	17	EX17	- €	- €	- €	112.081,88 €	112.081,88 €
2036	18	EX18	- €	- €	- €	134.498,26 €	134.498,26 €
2037	19	EX19	- €	- €	- €	156.914,63 €	156.914,63 €
2038	20	EX20	- €	- €	1.793.310,11 €	179.331,01 €	1.972.641,12 €

5.- Beneficios de la actuación

Los beneficios de la actuación son los que se derivan de la disminución de los costes del usuario (percibidos y no percibidos), así como ambiental y sociales, al ejecutar la actuación correspondiente.

En el apartado de introducción del presente estudio se indicaba que se considera que se está del lado de la seguridad si se toman como nulos o irrelevantes los beneficios debido a la disminución de los costes del usuario no percibidos, así como los costes sociales y ambientales. Así, por tanto, la única componente asociada al beneficio es la debida a la disminución de los costes del tiempo de recorrido.

Para la estimación del valor del tiempo, se han utilizado los criterios de la Nota de Servicio 3/2014 de la Dirección General de Carreteras (Ministerio de Fomento).

El valor del tiempo varía claramente según el motivo de viaje. Es habitual considerar dos motivos: trabajo y ocio. Para el primero, un valor que se puede aproximar bastante a la percepción del usuario podría ser el precio de salario bruto por hora. Éste puede extraerse de las publicaciones anuales y trimestrales del Instituto Nacional de Estadística. (Índice de Coste Laboral Armonizado (ICLA), Encuesta Trimestral de Coste Laboral (ETCL), salario mínimo interprofesional (SMI)) o puede extraerse del proyecto europeo Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment (HEATCO) en el que asocia el coste del ahorro del tiempo en función del modo de transporte y motivo del viaje.

Para estimar el valor del tiempo por motivos de ocio, existen multitud de Estudios que establecen metodologías para la obtención del mismo en base a encuestas de usuarios (Transfer Price y Stated Preference). Todas ellas analizan la elasticidad de la demanda, relacionando coste y tiempo y maximizando la función de utilidad establecida. En líneas generales, el valor del tiempo de viaje por ocio resulta inferior al coste asociado al trabajo, situándose entre un 43%-75% del coste salarial, según algunos trabajos empíricos (Dogson y González, 1.996 y Dawson y Everall, 1972). Particularizando para el caso de España, habitualmente se utiliza el valor del tiempo de ocio estimado por Matas (1990), el cual efectuó una encuesta en Barcelona y diez municipios de su área metropolitana. En dicho Estudio, el valor del tiempo de ocio se situaba en torno al 45% del que correspondía al salario. Estos porcentajes se corresponden con la propuesta establecida en el

proyecto europeo Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment (HEATCO), como se indicará a continuación.

Se considera que los viajeros que se desplazan por motivos de trabajo y ocio lo hacen en vehículos ligeros y en transporte colectivo, en este caso, autobús.

El coste horario de los vehículos pesados se obtiene en función del valor de la carga transportada.

Así, se distingue entre:

- Coste horario para vehículos ligeros

$$V_t (\text{€/hora ligeros}) = \%_{\text{Trabajo}} \times V_{\text{Trabajo}} + \%_{\text{Ocio}} \times V_{\text{Ocio}}$$

Para estimar la proporción de viajes por trabajo y viajes por ocio se ha considerado la de la última encuesta MOVILIA (2006, Ministerio de Fomento) para la franja horaria del proyecto, y distinguiendo también entre viajes por ocio de *commuters* (50%) y de otro tipo (50%), y a su vez, entre viajes de corta (60%) y larga distancia (40%). Las proporciones, a falta de datos, como es el caso, son las que propone la Nota de Servicio 3/2014.

Motivo del desplazamiento	Número de viajes según franja horaria			Proporción (%) en la franja de 7:01 a 9:00 n		
	(*) De 7:01 a 8:00	(*) De 8:01 a 9:00	De 7:01 a 9:00			
Total	7.973,7	10.757,8	18.731,5	100,00%	100,00%	100,00%
Trabajo	5.231,2	3.266,4	8.497,6	45,37%	49,92%	83,48%
Estudios	1.739,0	3.973,9	5.713,0	30,50%	33,56%	
Compras	41,5	464,1	505,6	2,70%	2,97%	16,52%
Acompañar niños u otras personas	241,9	1.159,7	1.401,6	7,48%	8,23%	
Actividades de ocio	65,9	202,1	268,0	1,43%	1,57%	
Paseos	131,6	236,1	367,7	1,96%	2,16%	
Visitar familiares o amigos	98,8	169,6	268,5	1,43%	1,58%	
Volver a vivienda	162,0	711,1	873,2	4,66%	-	
Otros motivos	261,6	574,8	836,5	4,47%	-	-

(*) Fuente: Encuesta MOVILIA 2006. Capítulo 5. Características temporales de los desplazamientos. Tabla 76, comienzo de los desplazamientos según franja horaria por motivo, en día medio laborable. Valores absolutos en miles.

Los valores adoptados para los costes unitarios $V_{TRABAJO}$ y V_{OCIO} (€/h/persona) proceden del proyecto HEATCO, para el año 2002:

Valor del ahorro de tiempo de trabajo en España para pasajeros*

	Avión		Autobús		Automóvil/Tren	
	España	UE 25	España	UE 25	España	UE 25
€ ₂₀₀₂ por hora	30,77	32,80	17,93	19,11	22,34	23,82
€ ₂₀₀₂ por hora ajustado por PPA	35,74	32,80	20,83	19,11	25,95	23,82

*A coste de factores.

Valor del ahorro de tiempo de ocio en España para pasajeros*

	Commuter corta distancia						Commuter larga distancia					
	Avión		Autobús		Autom./Tren		Avión		Autobús		Autom./Tren	
	España	UE 25	España	UE 25	España	UE 25	España	UE 25	España	UE 25	España	UE 25
€ ₂₀₀₂ por hora	12,72	12,65	6,12	6,10	8,52	8,48	16,33	16,25	7,87	7,83	10,94	10,89
€ ₂₀₀₂ por hora ajustado por PPA	14,77	12,65	7,11	6,10	9,90	8,48	18,96	16,25	9,14	7,83	12,71	10,89
	Otro corta distancia						Otro larga distancia					
	Avión		Autobús		Autom./Tren		Avión		Autobús		Autom./Tren	
	España	UE 25	España	UE 25	España	UE 25	España	UE 25	España	UE 25	España	UE 25
€ ₂₀₀₂ por hora	10,66	10,61	5,13	5,11	7,15	7,11	13,69	13,62	6,59	6,56	9,18	9,13
€ ₂₀₀₂ por hora ajustado por PPA	12,38	10,61	5,96	5,11	8,30	7,11	15,90	13,62	7,66	6,56	10,66	9,13

* A coste de los factores.

Así, se obtiene, para el año 2002:

Modo de transporte	Tipo de viaje	Reparto por tipo de viaje (%)	Valor ahorro €/h/pers
Autobús	Por trabajo	83,48%	20,83
	Por ocio	16,52%	
	Commuters, corta distancia	30%	7,11
	Commuters, larga distancia	20%	9,14
	Otros viajes, corta distancia	30%	5,96
	Otros viajes, larga distancia	20%	7,66
	Promedio por ocio	100%	7,28

Modo de transporte	Tipo de viaje	Reparto por tipo de viaje (%)	Valor ahorro €/h/pers
Automóvil	Por trabajo	83,48%	25,95
	Por ocio		
	Commuters, corta distancia	50x60 = 30%	9,90
	Commuters, larga distancia	50x40 = 20%	12,71
	Otros viajes, corta distancia	50x60 = 30%	8,30
	Otros viajes, larga distancia	50x40 = 20%	10,66
	Promedio por ocio	100%	10,13

Por tanto, el valor del ahorro de tiempo por viajero, en 2002, es de:

- En autobús $20,83$ (€/h/persona) x $83,48\%$ + $7,28$ (€/h/persona) x $16,52\%$ = $18,59$ €/hora
- En automóvil $25,95$ (€/h/persona) x $83,48\%$ + $10,13$ (€/h/persona) x $16,52\%$ = $23,34$ €/hora
- Coste horario para vehículos pesados

El coste horario para los pesados, se obtiene basándose en la metodología de la N de Servicio 3/2014: coste por tonelada transportada, y distribución de cargas según la Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera (M.Fomento).

$$V_t \text{ (€/hora pesados)} = \text{Carga}_{\text{media}}(\text{Ton}) \times V_{\text{Tonelada}}$$

Donde,

$$V_{\text{Tonelada}} = 3,3 \text{ €/hota/t (HEATCO, 2002).}$$

$$\text{Carga}_{\text{media}} = [\text{Ton tptadas.} \times \text{dist.}_{\text{media}}(\text{km})]^{\text{España}} / [\text{distancia en carga}(\text{km/veh}) \times \text{N}^{\circ} \text{ veh.}]^{\text{España}}$$

Tipo de vehículo y tipo de servicio	Nº vehículos (2) y (3)	Toneladas x km/año (mill) (1)	km/veh/año (4)	% km en carga (6)	km/veh/año en carga	Carga media (t) / veh
Serv. Público - camiones	76.074,00	8.599,00	86.256,00	85,09%	73.395,23	1,54
Serv. Privado - camiones	84.479,00	4.250,00	65.640,00	73,94%	48.534,22	1,04
Serv. Público - tractor y remolques	149.548,00	192.000,00	122.870,22	85,09%	104.550,27	12,28
Serv. Privado - tractor y remolques	14.638,00	4.537,00	65.640,00	73,94%	48.534,22	6,39
TOTAL	324.739,00	Media ponderada	96.825,06	Media ponderada	80.154,58	6,57

Por tanto, el valor del ahorro de tiempo para vehículos pesados, en 2002, es de:

$$3,3 \text{ (€/h/t)} \times 6,57 \text{ (t/veh)} = 21,7 \text{ €/h}$$

Para obtener el valor actualizado a 2018, se ha aplicado el incremento de IPC entre febrero de 2002 y febrero de 2018:

	<u>Año 2018</u>
• Valor del ahorro para viajeros por autobús	25,43 €/hora
• Valor del ahorro para viajeros en automóvil	31,92 €/hora
• Valor del ahorro para vehículos pesados	29,67 €/hora

Con respecto a los viajeros en moto, la Nota de Servicio 3/2014 no indica un valor de tiempo diferenciado para este grupo de usuarios, por lo que para la elaboración de este estudio, se ha adoptado el mismo valor del tiempo que para los usuarios del automóvil.

Del estudio de tráfico se obtiene el número de vehículos que utilizarán el carril Bus – VAO por tramos, en la hora punta (de 7 a 8), es:

Tabla nº 10. Intensidad horaria por tramos en el carril Bus-VAO (07:00-08:00)

Subramo	Ligeros	Motos	Buses	Total
Torrejón - Coslada/S. Fernando	372	76	94	542
Coslada/S. Fernando - Canillejas	478	82	122	682
Canillejas - Av. América	592	90	122	804

Y el total de vehículos en el corredor en la hora punta, por tipo, es:

Tabla nº 11. Total vehículos en la matriz de viajes (07:00-08:00)

Escenario	Ligeros	Motos	Pesados	Total
Situación actual sin proyecto	12.418	447	1.164	14.029
	88,52%	3,19%	8,30%	100,00%

Escenario	Ligeros	Motos	Pesados	Total
Escenarios futuros sin R2 gratuita	11.396	447	1.176	13.019
	87,53%	3,43%	9,03%	100,00%

Así, en el escenario con la Fase I del carril Bus VAO (proyecto de clave 49-M-14700-1), sin R-2 gratuita, los ahorros en tiempo, tanto en la hora punta como anuales, y su valoración monetaria, son:

Tabla nº 12. Ahorros de tiempo por puesta en servicio de la Fase I

	En la hora punta (7:00 a 8:00)	h / año	€ / año
Usuarios BUS VAO	2.993 h (ahorro)	1.108.961 h (ahorro)	28.984.147 € (ahorro)
BUS	2.668 h (ahorro)	988.565 h (ahorro)	25.140.760 € (ahorro)
Motos	24 h (ahorro)	8.904 (ahorro)	284.256 € (ahorro)
VAO	318 h (ahorro)	111.492 h (ahorro)	3.559.131 € (ahorro)
Resto de usuarios	-318 h (demora)	-117.847 h	-3.740.023 € (demora)
Ligeros	-284 h (demora)	-105.056 h (demora)	-3.353.689 € (demora)
Motos	-8 h (demora)	-3.016 h (demora)	-96.282 € (demora)
Pesados	-26 h (demora)	-9.755 h (demora)	-290.053 € (demora)
Resultado global	2.675 h (ahorro)	991.114 h (ahorro)	25.244.123 € (ahorro)

Por tanto, el valor económico de los ahorros de tiempo que representa la puesta en servicio del proyecto de carril Bus-VAO en la A-2 resulta superior a los 25 millones de euros anuales, en el primer año de puesta en servicio.

Tal y como se ha indicado previamente, de acuerdo con el el Grupo de Trabajo “Carriles Bus Expres en los Accesos a Madrid” (DGC-MºFomento, DGT, CRTM y Ayuntamiento de Madrid), no se ha considerado crecimiento anual del tráfico. De esta forma, tal y como muestra la tabla siguiente, para la serie completa de 20 años el valor del ahorro anual se mantendría constante:

Beneficios			
Año	Nº	Situación	Escenario con carril Bus VAO. Fase I
2017	-1	Proyecto	-
2018	0	Construcción	-
2019	1	Explotación 1	25.244.123 €
2020	2	Explotación 2	25.244.123 €
2021	3	Explotación 3	25.244.123 €
2022	4	Explotación 4	25.244.123 €
2023	5	Explotación 5	25.244.123 €
2024	6	Explotación 6	25.244.123 €
2025	7	Explotación 7	25.244.123 €
2026	8	Explotación 8	25.244.123 €
2027	9	Explotación 9	25.244.123 €
2028	10	Explotación 10	25.244.123 €
2029	11	Explotación 11	25.244.123 €
2030	12	Explotación 12	25.244.123 €
2031	13	Explotación 13	25.244.123 €
2032	14	Explotación 14	25.244.123 €
2033	15	Explotación 15	25.244.123 €
2034	16	Explotación 16	25.244.123 €
2035	17	Explotación 17	25.244.123 €
2036	18	Explotación 18	25.244.123 €
2037	19	Explotación 19	25.244.123 €
2038	20	Explotación 20	25.244.123 €

6.- Análisis Coste – Beneficio

En los apartados anteriores, se han determinado para cada uno de los años de la vida útil del proyecto los costes y beneficios de la actuación.

El coste anual C_i es la diferencia entre la sumatoria de todos los costes calculados de la actuación y del escenario o situación “cero”, situación actual.

El beneficio actual o del año base B_i de la actuación es la diferencia entre los costes generalizados del transporte del escenario cero o situación actual y de la actuación.

Hasta este momento, la serie de costes y beneficios se ha estudiado en euros constantes del año en que se realiza o calcula el proyecto. Pero para el análisis económico hay que proceder a situar estas cantidades en su auténtico valor referencial en el tiempo. Esto quiere decir que preferible una liquidez en el momento presente con una cantidad menor, que disponer de la cantidad completa al cabo de un tiempo. Por ello se procede a utilizar o descontar al año actual del proyecto todas las cantidades que constituyen la serie temporal. Para ello se utiliza la tasa de actualización.

6.1 Tasa de actualización

La tasa de actualización utilizada para el análisis coste-beneficio es la que proponen las recomendaciones del Ministerio para la evaluación económica de proyectos de carreteras:

$$\text{Tasa de actualización} = 0,055 \text{ (5,5\%)}$$

Este valor es el adoptado por el resto de manuales del sector transportes en España (puertos, aviones, ferrocarril).

6.2 Resumen de resultados obtenidos

En la tabla que se presenta a continuación se adjuntan los resultados obtenidos en el análisis coste-beneficio realizado para el escenario de Fase I.

En esta tabla se incluyen los valores siguientes:

- Año: año en curso, número de orden y fase a la que pertenece dicho año (Proyecto, Construcción o Explotación).
- Costes totales de la actuación sin actualizar.
- Beneficios totales de la actuación sin actualizar, obtenidos como diferencia entre los costes generalizados del transporte en la situación inicial y los correspondientes a la alternativa estudiada.
- Beneficios menos costes (sin actualizar).
- Tasa de actualización de cada año al año de estudio.
- Valores actualizados de costes, beneficios, y beneficios menos coste

Análisis Coste-Beneficio										
Año		Def	Costes	Beneficios CGT _o -CGT _i	B-C (sin actualizar)	Tasa anual de actualización 5,5%	Costes Actualizados	Beneficios Actualizados	B-C (actualizado)	
Año	Nº								Parcial	Acumulado
2017	-1	P	106.701,95 €	- €	- 106.701,95 €	1,00	106.701,95 €	- €	- 106.701,95 €	- 106.701,95 €
2018	0	C	4.576.639,49 €	- €	- 4.576.639,49 €	1,06	4.338.046,91 €	- €	- 4.338.046,91 €	- 4.444.748,86 €
2019	1	EX1	112.081,88 €	25.244.123,21 €	25.132.041,32 €	1,11	100.700,24 €	22.680.643,48 €	22.579.943,24 €	18.135.194,38 €
2020	2	EX2	134.498,26 €	25.244.123,21 €	25.109.624,95 €	1,17	114.540,55 €	21.498.240,26 €	21.383.699,71 €	39.518.894,09 €
2021	3	EX3	156.914,63 €	25.244.123,21 €	25.087.208,57 €	1,24	126.664,12 €	20.377.478,92 €	20.250.814,80 €	59.769.708,89 €
2022	4	EX4	1.972.641,12 €	25.244.123,21 €	23.271.482,08 €	1,31	1.509.335,49 €	19.315.145,90 €	17.805.810,41 €	77.575.519,30 €
2023	5	EX5	112.081,88 €	25.244.123,21 €	25.132.041,32 €	1,38	81.286,92 €	18.308.195,16 €	18.226.908,25 €	95.802.427,55 €
2024	6	EX6	134.498,26 €	25.244.123,21 €	25.109.624,95 €	1,45	92.459,05 €	17.353.739,49 €	17.261.280,44 €	113.063.707,98 €
2025	7	EX7	156.914,63 €	25.244.123,21 €	25.087.208,57 €	1,53	102.245,40 €	16.449.042,17 €	16.346.796,77 €	129.410.504,76 €
2026	8	EX8	1.972.641,12 €	25.244.123,21 €	23.271.482,08 €	1,62	1.218.360,88 €	15.591.509,17 €	14.373.148,29 €	143.783.653,05 €
2027	9	EX9	112.081,88 €	25.244.123,21 €	25.132.041,32 €	1,71	65.616,16 €	14.778.681,68 €	14.713.065,52 €	158.496.718,56 €
2028	10	EX10	134.498,26 €	25.244.123,21 €	25.109.624,95 €	1,80	74.634,50 €	14.008.229,08 €	13.933.594,58 €	172.430.313,14 €
2029	11	EX11	156.914,63 €	25.244.123,21 €	25.087.208,57 €	1,90	82.534,20 €	13.277.942,25 €	13.195.408,06 €	185.625.721,20 €
2030	12	EX12	1.972.641,12 €	25.244.123,21 €	23.271.482,08 €	2,01	983.481,30 €	12.585.727,25 €	11.602.245,95 €	197.227.967,15 €
2031	13	EX13	112.081,88 €	25.244.123,21 €	25.132.041,32 €	2,12	52.966,46 €	11.929.599,29 €	11.876.632,83 €	209.104.599,98 €
2032	14	EX14	134.498,26 €	25.244.123,21 €	25.109.624,95 €	2,23	60.246,21 €	11.307.677,05 €	11.247.430,84 €	220.352.030,82 €
2033	15	EX15	156.914,63 €	25.244.123,21 €	25.087.208,57 €	2,36	66.622,99 €	10.718.177,30 €	10.651.554,32 €	231.003.585,14 €
2034	16	EX16	1.972.641,12 €	25.244.123,21 €	23.271.482,08 €	2,48	793.882,57 €	10.159.409,77 €	9.365.527,19 €	240.369.112,33 €
2035	17	EX17	112.081,88 €	25.244.123,21 €	25.132.041,32 €	2,62	42.755,42 €	9.629.772,29 €	9.587.016,87 €	249.956.129,20 €
2036	18	EX18	134.498,26 €	25.244.123,21 €	25.109.624,95 €	2,77	48.631,75 €	9.127.746,25 €	9.079.114,49 €	259.035.243,70 €
2037	19	EX19	156.914,63 €	25.244.123,21 €	25.087.208,57 €	2,92	53.779,19 €	8.651.892,18 €	8.598.112,99 €	267.633.356,68 €
2038	20	EX20	1.972.641,12 €	25.244.123,21 €	23.271.482,08 €	3,08	640.835,31 €	8.200.845,67 €	7.560.010,36 €	275.193.367,04 €

7.- Conclusiones

A continuación, se indican las principales conclusiones obtenidas del estudio de tráfico y de rentabilidad realizado:

- El Bus-VAO (Fase I), produce ahorros importantes de tiempo, para sus usuarios, pero sobre todo, les proporciona escenarios con más estabilidad: escenarios con más fiabilidad.
- La medida es un incentivo para generar un cambio en los patrones actuales de movilidad: reducir el número de vehículos privados y trasvasar personas al transporte público.
- Con el cambio en los patrones actuales de movilidad y algunas actuaciones puntuales se consigue mejorar los tiempos de viaje de los usuarios del carril Bus-VAO, sin perjudicar de forma global a los usuarios del corredor.
- Sólo con los ahorros en tiempo de recorrido, la inversión inicial se recupera el primer año de funcionamiento del carril Bus VAO.
- El V.A.N. de la actuación a 20 años es superior a 275 millones de euros.
- La relación B/C es superior a 26 y la T.I.R. a 20 años sería del 483%.