

## **ANEJO Nº 17. ESTUDIO DE RENTABILIDAD**



## **ÍNDICE**

1.-	Introducción y objeto .....	1	7.-	Análisis de sensibilidad .....	15
2.-	Estudio de tráfico.....	3	8.-	Conclusiones.....	16
2.1	Información empleada .....	3			
2.2	Caracterización de los tráficos en la situación actual sin proyecto .....	3			
2.3	Hipótesis adoptadas .....	3			
2.4	Resultados .....	5			
2.5	Efecto sobre la A-2 .....	5			
3.-	Microsimulación.....	6			
3.1	Software de microsimulación empleado .....	6			
3.2	Construcción de escenarios en el modelo .....	6			
3.3	Escenarios modelizados .....	6			
3.4	Resumen de resultados .....	7			
4.-	Previsión de Costes para los Productores .....	9			
4.1	Gastos de Primera Inversión .....	9			
4.2	Gastos de Rehabilitación y Conservación .....	9			
4.3	Gastos de explotación de las nuevas expediciones de autobuses.....	10			
4.4	Resumen de resultados obtenidos .....	10			
5.-	Beneficios de la actuación.....	11			
6.-	Análisis Coste – Beneficio.....	14			
6.1	Tasa de actualización .....	14			
6.2	Resumen de resultados obtenidos .....	14			



## 1.- Introducción y objeto

En el presente anejo se realiza el estudio de rentabilidad económica de la implantación del proyecto de “Mejora de accesibilidad del transporte público de viajeros a Madrid. Adaptación del carril izquierdo de la carretera A-2 como carril BUS-VAO. FASE III-Clave: 49-M-14700-3.”.

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).

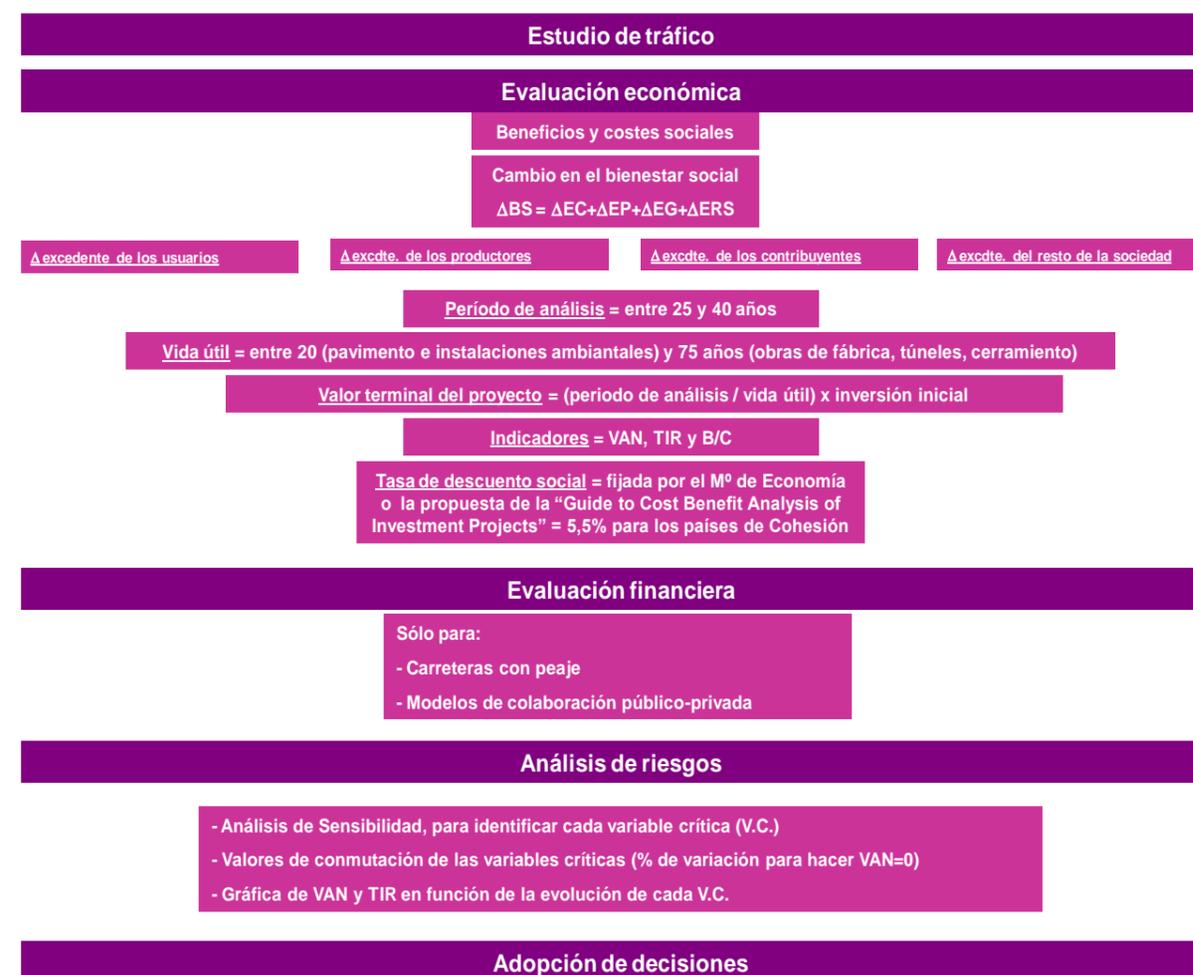
Esta metodología se basa en la comparación de los costes de la actuación con los beneficios que la misma proporciona a la colectividad durante cada uno de los años de vida útil del proyecto. De la serie de flujos monetarios resultantes de esta comparación, actualizados según la tasa recomendada por la 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 tráfico en los diferentes tramos estudiados durante la vida útil del proyecto.

A partir de esta asignación de tráfico, 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, con el consenso del Grupo de Trabajo “Carriles Bus Exprés en los Accesos a Madrid” (DGC-MºFomento, DGT, CRTM y Ayuntamiento de Madrid), 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 y desembarques establecida, representa una opción.
  - Rutas de transporte público exprés (sin paradas intermedias) con origen en 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 tráficoes en la situación actual sin proyecto

A partir del análisis de todos los datos de tráfico existentes en el corredor - DGC, DGT, CRTM, Ayto. de Madrid y trabajos de campo – se ha podido determinar que la hora crítica desde el punto de vista del tráfico, y por tanto la seleccionada para la elaboración del estudio de tráfico y microsimulación, es la comprendida entre las 08:00 y las 09:00 h.

### 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-MºFomento, DGT, CRTM y Ayuntamiento de Madrid):

- En el embarque de Av. de América, se ha estimado que accederán al carril reservado el 50% de las motocicletas y el 71%de los vehículos con 2 ó más ocupantes que en la actualidad circulan por el subtramo en que se localiza este embarque.
- En el embarque de la M-40 (pasado el nudo Eisenhower) se ha estimado que accederán al carril reservado el 50% de las motocicletas y el 84%de los vehículos con 2 ó más ocupantes que en la actualidad circulan por el subtramo en que se localiza este embarque.
- 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, aumento de los usuarios de transporte público (trasvase modal del vehículo privado al transporte colectivo) y un incremento de los VAO:
  - Para el sentido de salida el incremento de los vehículos con 2 ó más ocupantes (en valores promedio de hora punta) se ha estimado en un 4%.
  - El trasvase modal se ha estimado en un 3%.
  - Para absorber el incremento de la demanda de transporte público se aumentará el número de expediciones de buses interurbanos, estableciéndose nuevos servicios exprés que circularían por el carril reservado. El trasvase de viajeros del vehículo privado al transporte público se produce a las expediciones exprés, manteniéndose fija la ocupación de las expediciones no exprés con paradas intermedias.
- Para establecer la ocupación de los autobuses interurbanos, y por tanto, el número de usuarios que viajarán en este de modo de transporte en cada escenario, se han realizado las siguientes hipótesis:
  - En el escenario intermedio con expediciones exprés no se produce trasvase modal del vehículo privado al colectivo, es decir no se produce incremento en el número total de viajeros que utilizan el autobús.

El reparto de viajeros entre los buses exprés y los buses con paradas será tal que la ocupación de cada expedición (tanto exprés como no-exprés) sea uniforme.

- En el escenario futuro con Bus VAO, el trasvase de viajeros del vehículo privado al colectivo se produce a las expediciones exprés, manteniéndose fija la ocupación de las expediciones con paradas.

La tabla siguiente recoge la descripción de los diferentes tipos de rutas de autobuses interurbanos consideradas:

**Tabla nº 1. Descripción de los diferentes tipos de rutas de autobuses interurbanos consideradas**

		<b>Escenario Actual Sin Bus-VAO ni buses exprés</b>	<b>Escenario Intermedio Sin Bus-VAO con buses exprés</b>	<b>Escenario Futuro Con Bus-VAO y con buses exprés</b>
Rutas con parada	Nº de expediciones	63	20	20
	Ocupación de los buses	75	53	53
	Viajeros	4.725	1.060	1.060
Rutas exprés	Nº de expediciones	0	70	70
	Ocupación de los buses	0	52	54
	Viajeros	0	3.665	3.807
<b>Viajeros totales</b>		<b>4.725</b>	<b>4.725</b>	<b>4.867</b>

- A partir de los aforos de ocupación vehicular en la A-2 realizados por la DGT y los valores observados en el corredor de la A-6, que cuenta ya con un Bus-VAO en operación, se han considerado las siguientes ocupaciones vehiculares en hora punta:
  - Automóviles que circulan por el Bus-VAO: 2,5 viajeros/vehículo
  - Resto de vehículos: 1,15 viajeros/vehículo

- 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 ha decidido 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.
- Finalmente, la limitación de velocidad en el carril reservado se ha establecido en 90 km/h.

## 2.4 Resultados

Las tablas siguientes recogen los vehículos totales contenidos en la matriz de viajes y obtenidos para cada uno de los escenarios analizados.

**Tabla nº 2. Total vehículos en la matriz de viajes (08:00-09:00)**

Escenario	Ligeros	Motos	Pesados	Total
Situación actual sin proyecto	15.172	685	975	16.832
Situación intermedia sin proyecto y buses exprés	15.172	685	1.002	16.859
Situación futura con proyecto y buses exprés	15.009	685	1.002	16.696

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 3. Estimación de vehículos que accederían al carril Bus-VAO en cada embarque durante la hora punta**

Embarque de entrada	VAO	Motos	Buses	Total
Avda. América	857	149	94	1.100
M-40	297	46	11	354
Total	1.154	195	105	1.454

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 4. Intensidades horaria por tramos en el carril Bus-VAO (08:00-09:00)**

Subramo	Ligeros	Motos	Buses	Total
Avda. América - M-40	857	149	94	1.100
M-40 - Final	810	132	75	1.017

Por su parte, en el apéndice II del anejo nº 6 se recogen las intensidades en la hora crítica para cada uno de los subtramos del tramo de la autovía A-2 objeto de estudio.

## 2.5 Efecto sobre la A-2

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 vehículos ligeros que circulan por el tramo de la A-2 objeto de estudio.

Sin embargo, la reestructuración prevista de los servicios de autobuses interurbanos con la puesta en funcionamiento del carril Bus-VAO, representa un incremento de 27 buses en la hora punta con respecto a los de la situación actual.

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

**Tabla nº 5. Disminución de la intensidad horaria por subtramos (08:00-09:00)**

Subramo	Ligeros	Motos	Buses	Total
Avda. América - M-40	143	0	-27	116
M-40 - Final	147	0	-19	128

### 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 Transmodeler, 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.

A continuación se muestran las imágenes del conjunto del tramo de estudio y de cada una de las zonas de embarque/desembarque modelizadas:

#### 3.3 Escenarios modelizados

Los escenarios finalmente modelizados han sido los siguientes:

- Escenario actual: escenario sin proyecto.
- Escenario intermedio: escenario sin proyecto y con autobuses exprés.

- Escenario futuro: escenario con proyecto y considerando los dos embarques y dos desembarques siguientes:
  - **Embarque 1:** entre los PP.KK. 5+870 y 6+270, pasada la salida hacia Josefa Valcárcel
  - **Embarque 2:** entre los PP.KK. 11+700 y 12+100, pasada la incorporación de la Av. Hispanidad – sur
  - **Desembarque 1:** entre los PP.KK. 9+100 y 9+800, para los BUS/VAO que abandonarán la A-2 hacia el enlace de Eisenhower (M-40, M-14 y vía de servicio a Coslada-San Fernando de Henares), y zona comercial y parque de ocio de San Fernando.
  - **Desembarque 2:** a partir del PP.KK. 14+900, supone la finalización del carril reservado.

A continuación se muestran los valores globales promedio obtenidos en cada escenario.

**Tabla nº 6. Valores globales resultantes de la simulación de cada escenario**

<b>Tabla nº 7.</b>	Escenario actual	Escenario intermedio	Escenario futuro
Demora total (h)	322,9	319,3	289,8
Demora por vehículo (min/veh)	1,15	1,14	1,04
Velocidad promedio (km/h)	59,6	59,8	61,8

Los resultados anteriores ponen de manifiesto que la implementación del carril reservado representaría de forma global una ligera mejora con respecto a las condiciones actuales.

En las tablas se muestran los tiempos de recorrido entre centroides del modelo (puntos de origen y destino), no entre puntos de embarque y desembarque.

Por tanto, y puesto que la A-2 se ha modelizado desde antes del inicio del carril reservado (desde aproximadamente la intersección de Av. de América con la C/Cartagena), los resultados de tiempos obtenidos tienen en cuenta tanto las demoras experimentadas en cada escenario por los vehículos que no pueden hacer uso del carril reservado, como las demoras que experimentan antes de poder embarcar los vehículos que sí acceden al Bus-VAO.

Dichos tiempos son además valores globales agregados, es decir, se corresponden con los de todos los vehículos incluidos en la categoría correspondiente –vehículos con posible embarque y desembarque en los mismos puntos-, pero que tienen orígenes y destinos muy diferentes.

Además cabe indicar que, en todos los casos, los valores de las simulaciones obtenidos se corresponden con los de una situación en la que no se producen incidentes en la circulación, si bien hay que tener en cuenta que, con los elevados tráficos de la hora crítica, la probabilidad de que éstos se produzcan es muy alta.

En el apartado siguiente se recoge un resumen de los principales resultados obtenidos.

### 3.4 Resumen de resultados

A continuación se recoge el balance de personas y vehículos resultantes en el corredor tras la implantación del carril reservado:

**Tabla nº 8. Balance de usuarios del corredor**

	Vehículos			Personas		
	Bus-VAO	Resto no VAO	Total	Bus-VAO	Resto no VAO	Total
Embarque Av. América	1.100	2.444	3.544	7.294	2.811	10.104
Embarque M-40	354	1.391	1.745	1.345	2.814	4.159
	<b>1.457</b>	<b>3.835</b>	<b>5.289</b>	<b>8.639</b>	<b>5.625</b>	<b>14.264</b>
Desembarque Coslada-S. Fernando	437	1.671	2.108	2.516	1.922	4.438
Desembarque Torrejón	1.017	2.164	3.181	6.123	3.703	9.826
	<b>1.457</b>	<b>3.835</b>	<b>5.289</b>	<b>8.639</b>	<b>5.625</b>	<b>14.264</b>
No susceptibles de usar el carril Bus-VAO			<b>11.422</b>			<b>17.754</b>

Finalmente, las tablas siguientes recogen los resultados de comparar los tiempos de viaje obtenidos para cada relación en el escenario con proyecto con respecto a los tiempos de viaje de la situación actual.

**Tabla nº 9. Ahorros de tiempo en el escenario con Bus-VAO**

Embarque	Desembarque	Recorrido promedio (km)	Ahorros/persona (min)			Balance (h)
			Bus	VAO	Resto	Total
Av. América	Coslada-S.Fernando	7,4	7,31	4,59	-2,00	200
Av. América	Torrejón	16,7	10,18	3,89	-3,54	619
M-40	Torrejón	11,9	1,27	1,08	-2,41	-122
No susceptibles de usar el carril Bus-VAO		3,0			-0,8	-256
						<b>441</b>

La columna "Bus" incluye las expediciones de buses interurbanos exprés junto con los buses discrecionales susceptibles de usar el carril bus-VAO.

La columna "Resto" incluye las expediciones de buses interurbanos no exprés y el resto de discrecionales (los que de acuerdo a su itinerario no pueden usar el bus-VAO por la disposición de sus puntos de embarque y desembarque) así como el resto de vehículos que no pueden usar el carril reservado.

**Tabla nº 10. Balance de tiempos de viaje del escenario con Bus-VAO frente a la situación actual**

	Todas las relaciones (h)	Potenciales usuarios (h)
Ahorros	819	819
Pérdidas	-378	-122
<b>Balance</b>	<b>441</b>	<b>698</b>

Se observa que el proyecto representa para los potenciales usuarios del Bus VAO un ahorro de 698 horas en la hora punta modelizada.

Para la estimación del valor económico anual que representarían los ahorros de tiempo anteriores, se han adoptado las siguientes hipótesis de cálculo:

- 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 08:00 a 09:00). 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 11. Ahorros de tiempo totales (horas/año) para las personas usuarias del corredor (07:00-09:00)**

Tipo de usuario	Ahorro (h/año) Escenario futuro
Usuarios BUS	289.291 h
Usuarios VAO	64.890 h
Resto de usuarios	-190.791 h
Resultado global	163.391 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.

Además, hay que considerar los costes de explotación de las veintisiete expediciones adicionales de buses que, de acuerdo con las hipótesis consensuadas con el Grupo de Trabajo "Carriles Bus Exprés en los Accesos a Madrid", se ha considerado implantar. Según dichas hipótesis, estas nuevas expediciones serán exprés.

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).

CAPÍTULO	IMPORTE
EXPLANACIONES	11.455,88 €
SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	261.182,49 €
ITS Y SEÑALIZACIÓN VARIABLE	1.923.310,74 €
SITUACIONES PROVISIONALES	203.409,67 €
INTEGRACIÓN AMBIENTAL	25.141,35 €
OBRAS COMPLEMENTARIAS	52.470,08 €
SEGURIDAD Y SALUD	23.274,77 €
GESTIÓN DE RESIDUOS	15.574,18 €
<b>TOTAL PEM</b>	<b>2.515.819,16 €</b>

##### 4.2 Gastos de Rehabilitación y Conservación

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+CONSERVACIÓN			
AÑO			Coste/km (€)
EX1			4.307,91 €
EX2	EX 10	EX 18	5.169,49 €
EX 3	EX 11	EX 19	6.031,07 €
EX 4	EX 12	EX 20	75.819,21 €
EX 5	EX 13		4.307,91 €
EX 6	EX 14		5.169,49 €
EX 7	EX 15		6.031,07 €
EX 8	EX 16		75.819,21 €
EX 9	EX 17		4.307,91 €

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 Gastos de explotación de las nuevas expediciones de autobuses

Las veintisiete expediciones de buses exprés adicionales supondrán un gasto de explotación que, de acuerdo con la experiencia en estudios realizados con el Consorcio Regional de Transportes de Madrid, se estima en el orden de 2,8 €/km para líneas interurbanas.

El número de km que recorren los buses exprés en el período diario de funcionamiento del carril Bus VAO, en sentido salida y según se desprende del estudio de tráfico (Anejo nº6), es de 1.421,7 veh x km. Dado que hay que considerar que:

- Los buses hacen el mismo recorrido de vuelta
- Las veintisiete expediciones representan un promedio del 38,57 % del total de las setenta expediciones exprés que utilizarán el carril Bus VAO
- Los coeficientes de paso de valores horarios a valores diarios, y de éstos a anuales, son respectivamente 1,5 y 247

El sobrecoste de explotación de las líneas es, por tanto, es

$$(2,8 \text{ €/veh x km}) \times (1.421,7 \text{ veh x km}) \times 0,3857 \times 1,5 \times 247 = 568.879,04 \text{ €/año}$$

#### 4.4 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	Año		Proyecto	Obra	Rehabilitación	Conservación	Buses adicionales	Costes Actuación
	Nº	Def						
2017	-1	P	59.876,50 €	- €	- €	- €	- €	59.876,50 €
2018	0	C	- €	2.568.211,09 €	- €	- €	- €	2.568.211,09 €
2019	1	EX1	- €	- €	- €	62.895,48 €	568.879,04 €	631.774,52 €
2020	2	EX2	- €	- €	- €	75.474,57 €	568.879,04 €	644.353,61 €
2021	3	EX3	- €	- €	- €	88.053,67 €	568.879,04 €	656.932,71 €
2022	4	EX4	- €	- €	1.006.327,66 €	100.632,77 €	568.879,04 €	1.675.839,47 €
2023	5	EX5	- €	- €	- €	62.895,48 €	568.879,04 €	631.774,52 €
2024	6	EX6	- €	- €	- €	75.474,57 €	568.879,04 €	644.353,61 €
2025	7	EX7	- €	- €	- €	88.053,67 €	568.879,04 €	656.932,71 €
2026	8	EX8	- €	- €	1.006.327,66 €	100.632,77 €	568.879,04 €	1.675.839,47 €
2027	9	EX9	- €	- €	- €	62.895,48 €	568.879,04 €	631.774,52 €
2028	10	EX10	- €	- €	- €	75.474,57 €	568.879,04 €	644.353,61 €
2029	11	EX11	- €	- €	- €	88.053,67 €	568.879,04 €	656.932,71 €
2030	12	EX12	- €	- €	1.006.327,66 €	100.632,77 €	568.879,04 €	1.675.839,47 €
2031	13	EX13	- €	- €	- €	62.895,48 €	568.879,04 €	631.774,52 €
2032	14	EX14	- €	- €	- €	75.474,57 €	568.879,04 €	644.353,61 €
2033	15	EX15	- €	- €	- €	88.053,67 €	568.879,04 €	656.932,71 €
2034	16	EX16	- €	- €	1.006.327,66 €	100.632,77 €	568.879,04 €	1.675.839,47 €
2035	17	EX17	- €	- €	- €	62.895,48 €	568.879,04 €	631.774,52 €
2036	18	EX18	- €	- €	- €	75.474,57 €	568.879,04 €	644.353,61 €
2037	19	EX19	- €	- €	- €	88.053,67 €	568.879,04 €	656.932,71 €
2038	20	EX20	- €	- €	1.006.327,66 €	100.632,77 €	568.879,04 €	1.675.839,47 €

## 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			
<b>Total</b>	7.973,7	10.757,8	<b>18.731,5</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>
Trabajo	5.231,2	3.266,4	<b>8.497,6</b>	<b>45,37%</b>	<b>49,92%</b>	<b>83,48%</b>
Estudios	1.739,0	3.973,9	<b>5.713,0</b>	<b>30,50%</b>	<b>33,56%</b>	
Compras	41,5	464,1	<b>505,6</b>	<b>2,70%</b>	<b>2,97%</b>	<b>16,52%</b>
Acompañar niños u otras personas	241,9	1.159,7	<b>1.401,6</b>	<b>7,48%</b>	<b>8,23%</b>	
Actividades de ocio	65,9	202,1	<b>268,0</b>	<b>1,43%</b>	<b>1,57%</b>	
Paseos	131,6	236,1	<b>367,7</b>	<b>1,96%</b>	<b>2,16%</b>	
Visitar familiares o amigos	98,8	169,6	<b>268,5</b>	<b>1,43%</b>	<b>1,58%</b>	
Volver a vivienda	162,0	711,1	<b>873,2</b>	<b>4,66%</b>	-	-
Otros motivos	261,6	574,8	<b>836,5</b>	<b>4,47%</b>	-	-

(\*) 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
€ <sub>2002</sub> por hora	30,77	32,80	17,93	19,11	22,34	23,82
€ <sub>2002</sub> 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
€ <sub>2002</sub> 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
€ <sub>2002</sub> 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
€ <sub>2002</sub> 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
€ <sub>2002</sub> 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
<b>TOTAL</b>	<b>324.739,00</b>	<b>Media ponderada</b>	<b>96.825,06</b>	<b>Media ponderada</b>	<b>80.154,58</b>	<b>6,57</b>

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:

Año 2018

- 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 usuarios (viajeros) que utilizarán el carril Bus – VAO por tramos, en la hora punta (de 8 a 9), es:

Embarque	Desembarque	Usuarios		
		Bus	VAO	Resto
Av. América	Coslada-S.Fernando	1.584	932	1.928
Av. América	Torrejón	3.396	1.381	792
M-40	Torrejón	550	795	3.683
No susceptibles de usar el carril Bus-VAO		-	-	17.754

Así, en el escenario futuro, los ahorros en tiempo tanto en la hora punta como anuales, y su valoración monetaria, son:

	En la hora punta (8:00 a 9:00)	Al año	€ / año
<b>Usuarios BUS</b>	<b>781 h (ahorro)</b>	<b>289.291 h (ahorro)</b>	<b>7.100.997 €</b>
<b>Usuarios VAO</b>	<b>175 h (ahorro)</b>	<b>64.890 h (ahorro)</b>	<b>1.984.574 €</b>
<b>Resto de usuarios</b>	<b>-515 h (demora)</b>	<b>-190.791 h (demora)</b>	<b>-5.835.061 €</b>
<b>Resultado global</b>	<b>441 h (ahorro)</b>	<b>163.391 h (ahorro)</b>	<b>3.250.510 €</b>

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, en sentido salida, resulta superior a los 3 millones de euros anuales, en el primer año de puesta en servicio. Para la serie completa de 20 años, el valor del ahorro anual se mantendría:

Beneficios			
Año	Nº	Situación	Escenario con carril Bus VAO. Fase I
2017	-1	Proyecto	-
2018	0	Construcción	-
2019	1	Explotación 1	3.376.810,26 €
2020	2	Explotación 2	3.376.810,26 €
2021	3	Explotación 3	3.376.810,26 €
2022	4	Explotación 4	3.376.810,26 €
2023	5	Explotación 5	3.376.810,26 €
2024	6	Explotación 6	3.376.810,26 €
2025	7	Explotación 7	3.376.810,26 €
2026	8	Explotación 8	3.376.810,26 €
2027	9	Explotación 9	3.376.810,26 €
2028	10	Explotación 10	3.376.810,26 €
2029	11	Explotación 11	3.376.810,26 €
2030	12	Explotación 12	3.376.810,26 €
2031	13	Explotación 13	3.376.810,26 €
2032	14	Explotación 14	3.376.810,26 €
2033	15	Explotación 15	3.376.810,26 €
2034	16	Explotación 16	3.376.810,26 €
2035	17	Explotación 17	3.376.810,26 €
2036	18	Explotación 18	3.376.810,26 €
2037	19	Explotación 19	3.376.810,26 €
2038	20	Explotación 20	3.376.810,26 €

No se ha considerado el crecimiento anual del tráfico ya que ello supondría que los ahorros de tiempo de los usuarios del carril Bus-VAO serían todavía superiores a los obtenidos en el análisis realizado, quedando de esta forma los cálculos efectuados **del lado de la seguridad**.

## 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:

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

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 III.

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	Nº	Def	Costes	Beneficios	B-C	Tasa anual de	Costes	Beneficios	B-C (actualizado)	
Año	Nº	Def		CGT <sub>0</sub> -CGT <sub>i</sub>	(sin actualizar)	actualización 5,5%	Actualizados	Actualizados	Parcial	Acumulado
2017	-1	P	59.876,50 €	- €	- 59.876,50 €	1,00	59.876,50 €	- €	59.876,50 €	- 59.876,50 €
2018	0	C	2.568.211,09 €	- €	- 2.568.211,09 €	1,06	2.434.323,31 €	- €	2.434.323,31 €	- 2.494.199,81 €
2019	1	EX1	631.774,52 €	3.376.810,26 €	2.745.035,75 €	1,11	567.619,34 €	3.033.903,34 €	2.466.284,00 €	- 27.915,81 €
2020	2	EX2	644.353,61 €	3.376.810,26 €	2.732.456,65 €	1,17	548.740,34 €	2.875.737,76 €	2.326.997,42 €	2.299.081,61 €
2021	3	EX3	656.932,71 €	3.376.810,26 €	2.719.877,56 €	1,24	530.287,08 €	2.725.817,78 €	2.195.530,70 €	4.494.612,31 €
2022	4	EX4	1.675.839,47 €	3.376.810,26 €	1.700.970,80 €	1,31	1.282.242,35 €	2.583.713,54 €	1.301.471,19 €	5.796.083,50 €
2023	5	EX5	631.774,52 €	3.376.810,26 €	2.745.035,75 €	1,38	458.191,84 €	2.449.017,57 €	1.990.825,74 €	7.786.909,24 €
2024	6	EX6	644.353,61 €	3.376.810,26 €	2.732.456,65 €	1,45	442.952,39 €	2.321.343,67 €	1.878.391,28 €	9.665.300,52 €
2025	7	EX7	656.932,71 €	3.376.810,26 €	2.719.877,56 €	1,53	428.056,61 €	2.200.325,75 €	1.772.269,14 €	11.437.569,66 €
2026	8	EX8	1.675.839,47 €	3.376.810,26 €	1.700.970,80 €	1,62	1.035.047,49 €	2.085.616,83 €	1.050.569,34 €	12.488.139,00 €
2027	9	EX9	631.774,52 €	3.376.810,26 €	2.745.035,75 €	1,71	369.860,12 €	1.976.887,99 €	1.607.027,87 €	14.095.166,87 €
2028	10	EX10	644.353,61 €	3.376.810,26 €	2.732.456,65 €	1,80	357.558,59 €	1.873.827,48 €	1.516.268,89 €	15.611.435,76 €
2029	11	EX11	656.932,71 €	3.376.810,26 €	2.719.877,56 €	1,90	345.534,46 €	1.776.139,79 €	1.430.605,33 €	17.042.041,08 €
2030	12	EX12	1.675.839,47 €	3.376.810,26 €	1.700.970,80 €	2,01	835.507,67 €	1.683.544,82 €	848.037,16 €	17.890.078,24 €
2031	13	EX13	631.774,52 €	3.376.810,26 €	2.745.035,75 €	2,12	298.557,28 €	1.595.777,08 €	1.297.219,80 €	19.187.298,04 €
2032	14	EX14	644.353,61 €	3.376.810,26 €	2.732.456,65 €	2,23	288.627,28 €	1.512.584,91 €	1.223.957,64 €	20.411.255,68 €
2033	15	EX15	656.932,71 €	3.376.810,26 €	2.719.877,56 €	2,36	278.921,20 €	1.433.729,78 €	1.154.808,57 €	21.566.064,25 €
2034	16	EX16	1.675.839,47 €	3.376.810,26 €	1.700.970,80 €	2,48	674.435,78 €	1.358.985,57 €	684.549,79 €	22.250.614,05 €
2035	17	EX17	631.774,52 €	3.376.810,26 €	2.745.035,75 €	2,62	241.000,44 €	1.288.137,98 €	1.047.137,54 €	23.297.751,59 €
2036	18	EX18	644.353,61 €	3.376.810,26 €	2.732.456,65 €	2,77	232.984,77 €	1.220.983,87 €	987.999,10 €	24.285.750,69 €
2037	19	EX19	656.932,71 €	3.376.810,26 €	2.719.877,56 €	2,92	225.149,87 €	1.157.330,68 €	932.180,81 €	25.217.931,50 €
2038	20	EX20	1.675.839,47 €	3.376.810,26 €	1.700.970,80 €	3,08	544.415,85 €	1.096.995,91 €	552.580,05 €	25.770.511,56 €

## 7.- Análisis de sensibilidad

	Tasa actualización 4,95%		Tasa actualización 5,50%		Tasa actualización 6,05%	
<b>90% costes</b>	VAN	19.759.072,75 €	VAN	27.018.500,61 €	VAN	17.110.223,62 €
	B/C	2,73091	B/C	3,40551	B/C	2,59007
	PRI*	3	PRI*	1	PRI*	2
	TIR	31,47%	TIR	113,27%	TIR	31,47%
<b>90% tráfico</b>	VAN	15.304.980,26 €	VAN	14.173.558,35 €	VAN	13.127.498,30 €
	B/C	2,17342	B/C	2,13571	B/C	2,09795
	PRI*	2	PRI*	2	PRI*	2
	TIR	25,84%	TIR	25,84%	TIR	25,84%
<b>90% valor tiempo</b>	VAN	15.304.980,26 €	VAN	14.173.558,35 €	VAN	13.127.498,30 €
	B/C	2,17342	B/C	2,13571	B/C	2,09795
	PRI*	2	PRI*	2	PRI*	2
	TIR	25,84%	TIR	25,84%	TIR	25,84%
<b>100% costes y tráfico</b>	VAN	18.454.764,75 €	VAN	25.770.511,56 €	VAN	15.914.590,48 €
	B/C	2,41491	B/C	3,06496	B/C	2,33106
	PRI*	2	PRI*	3	PRI*	2
	TIR	28,63%	TIR	99,28%	TIR	28,63%
<b>110% valor tiempo</b>	VAN	21.604.549,23 €	VAN	20.096.546,99 €	VAN	18.701.682,66 €
	B/C	1,65640	B/C	1,61031	B/C	1,56417
	PRI*	2	PRI*	2	PRI*	2
	TIR	31,20%	TIR	31,20%	TIR	31,20%
<b>110% tráfico</b>	VAN	21.604.549,23 €	VAN	20.096.546,99 €	VAN	18.701.682,66 €
	B/C	2,65640	B/C	2,61031	B/C	2,56417
	PRI*	2	PRI*	2	PRI*	2
	TIR	31,20%	TIR	31,20%	TIR	31,20%
<b>110% costes</b>	VAN	17.150.456,74 €	VAN	15.887.063,61 €	VAN	19.960.101,90 €
	B/C	2,19537	B/C	2,15728	B/C	2,11915
	PRI*	2	PRI*	2	PRI*	2
	TIR	26,11%	TIR	26,11%	TIR	26,11%

## 8.- Conclusiones

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

- El Bus-VAO (Fase III), 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 en los tres primeros años de funcionamiento del carril Bus VAO.
- El V.A.N. de la actuación a 20 años es superior a 25 millones de euros.
- La relación B/C es superior a 3 y la T.I.R. a 20 años sería del 100%.