

Plan de Transporte Metropolitano del Área de Huelva

Plan de Movilidad Sostenible



Anexo 9: Análisis Coste-Beneficio y
Multicriterio

(VCG)



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Junta de Andalucía

Consejería de Fomento,
Articulación del Territorio y Vivienda

CONSORCIO DE TRANSPORTE METROPOLITANO
DE LA COSTA DE HUELVA

Contenido

1	EL ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO	4
1.1	Conceptos teóricos previos	4
1.2	Tipos de Análisis Coste-Beneficio.....	4
1.3	Metodología del Análisis Coste-Beneficio	5
1.3.1	Identificación de los escenarios y actuaciones del PTMHU	5
1.3.2	Definición de los parámetros básicos.....	5
1.3.3	Definición y estudio de los impactos	6
1.3.4	Valoración monetaria.....	6
1.3.5	Cálculo del indicador de rentabilidad	7
2	VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS IMPACTOS DE UN PLAN DE TRANSPORTE. ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	8
2.1	Aspectos económicos.....	9
2.1.1	Costes de inversión	9
2.1.2	Costes de conservación y mantenimiento	9
2.1.3	Ingresos	9
2.2	Aspectos funcionales.....	10
2.2.1	Valor del ahorro de tiempo de desplazamiento/Coste de congestión	10
2.2.2	Variación en los costes de explotación del autobús urbano e interurbano	12
2.2.3	Costes de operación de los vehículos privados.....	12
2.3	Aspectos relacionados con la salud pública.....	14
2.3.1	Afección a la siniestralidad.....	14
2.4	Aspectos medioambientales	16
2.4.1	Afección por ruido.....	16
2.4.2	Afección por contaminación atmosférica	18
2.4.3	Costes externos por cambio climático	22
2.4.4	Costes externos por afección a la naturaleza y el paisaje.....	23
2.4.5	Contaminación de agua y suelo	23
2.5	Otros aspectos.....	24
2.5.1	Costes de separación en áreas urbanas	24
2.5.2	Costes indirectos	24
2.6	Actualización de los valores monetarios publicados al año base	24
3	ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO DEL PTMHU	26
3.1	Descripción de escenarios del PTMHU	26
3.2	Inversión por escenarios incluidos en el ACB	32
3.3	Definición de los parámetros básicos.....	33
3.4	Valoración económica de los impactos del PTMHU	33
3.4.1	Aspectos económicos	33
3.4.2	Aspectos Funcionales.....	33
3.4.3	Aspectos relacionados con la salud pública	33
3.4.4	Aspectos medioambientales	33
3.5	Resultados del ACB	34
4	ANÁLISIS MULTICRITERIO	35
4.1	Selección de factores y variables considerados para el PTMHU.....	35
4.2	Indicadores para la evaluación cuantitativa.....	35
4.3	Definición del método de decisión a utilizar	35
4.4	Desarrollo análisis multicriterio (método de agregación total PATTERN).....	37
5	ESCENARIO FINAL DEL PTMHU	39
6	ANEXOS	41
6.1	Variables Inputs para el modelo económico	41
6.1.1	Resultados Situación Actual 2021	41
6.1.2	Resultados Proyección Horizonte 2026.....	42
6.2	Resultados por escenario del modelo económico	44
6.2.1	Resultados Escenario 1. Fomento de la movilidad activa y del transporte público	44
6.2.2	Resultados Escenario 2. Fomento de la movilidad activa, del transporte público y gestión del tráfico.....	45

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Variación anual del PIB per cápita en España 25

Ilustración 2: Evolución del IPC en España 25

Índice de tablas

Tabla 1: Coste de ejecución material de autovías de nueva construcción (M€/km) 9

Tabla 2: Costes laborales en Andalucía año 2019 10

Tabla 3: Valor del tiempo de viaje 10

Tabla 4: Costes marginales de congestión en España 11

Tabla 5: Costes marginales de congestión en España 11

Tabla 6: Costes de mantenimiento y reparaciones de vehículos pesados 13

Tabla 7: Costes de mantenimiento y reparaciones de vehículos ligeros 13

Tabla 8: Otros costes de explotación 14

Tabla 9: Costes de explotación de vehículos pesados 14

Tabla 10: Costes medios del transporte terrestre de pasajeros en España debidos a accidentes 15

Tabla 11: Costes marginales de accidentes en España 16

Tabla 12: Costes marginales de accidentes en España 16

Tabla 13: Costes medios del transporte en España debidos al ruido 17

Tabla 14: Valor marginal del ruido de carreteras. UK. 2014 17

Tabla 15: Costes de ruido según nivel de molestia. 2005 18

Tabla 16: Costes marginales por ruido en España 18

Tabla 17: Costes medios del transporte terrestre de pasajeros debidos a la contaminación atmosférica en España (excluyendo congestión) 18

Tabla 18: Factores de emisión de los principales contaminantes atmosféricos (Método Nivel 1) 19

Tabla 19: Contenido en azufre en el carburante (año 2009 y posteriores) 19

Tabla 20: Consumo por carburante y categoría de vehículo 19

Tabla 21: Costes marginales por tonelada de emisión (€₂₀₁₀/t). España 20

Tabla 22: Costes marginales por tonelada de emisión (€₂₀₀₀/t). España 20

Tabla 23: Factores de conversión para SO₂ y PM_{2,5} en áreas urbanas 20

Tabla 24: Coste producido por los principales contaminantes del sector transporte en España 20

Tabla 25: Costes por contaminación en €/t (2008) para España 21

Tabla 26: Costes marginales de la contaminación atmosférica en España 21

Tabla 27: Costes marginales de la contaminación atmosférica en España 21

Tabla 28: Valoración económica de externalidades asociadas la contaminación atmosférica por proyectos de transporte (€₂₀₀₀/t). España 22

Tabla 29: Costes medios del transporte terrestre de pasajeros debidos al cambio climático en España (excluyendo congestión) 22

Tabla 30: Costes marginales por cambio climático en España 23

Tabla 31: Costes medios del transporte terrestre por afección a la naturaleza y el paisaje en España 23

Tabla 32: Costes medios indirectos del transporte en España 24

Tabla 33: Costes marginales por efectos indirectos del transporte en España 24

Tabla 34: Identificación de escenarios y actuaciones principales 26

Tabla 35: Inversión por escenario 32

Tabla 36: Resumen de los principales resultados del ACB 34

Tabla 37: Pesos asignados por variable 36

Tabla 38: Resumen resultados análisis multicriterio 38

Tabla 39: % de variación del reparto modal entre escenarios 39

1 EL ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO

Para evaluar la eficiencia de un plan o proyecto, el método estándar es el **Análisis Coste-Beneficio (ACB)**.

Según la “Guía de los análisis costes-beneficios de los proyectos de inversión” de la Unión Europea, el ACB es:

“El planteamiento teórico aplicado a toda evaluación sistemática cuantitativa de un proyecto público o privado, para determinar si éste es oportuno desde una perspectiva pública o social y en qué medida.

El análisis coste/beneficio se diferencia de un mero análisis financiero por el hecho de que tiene en cuenta todas las ganancias y pérdidas con independencia del sujeto al que corresponden. El ACB supone, en general, la utilización de precios sombra. Los resultados pueden expresarse de diversas formas, entre las que destacan la tasa interna de rendimiento, el valor actual neto y la relación beneficio/coste.”

El Análisis Coste-Beneficio es una herramienta analítica para evaluar las ventajas o desventajas económicas de una decisión de inversión mediante la evaluación de sus costes y beneficios con el fin de estimar el cambio que su aplicación provoca en el bienestar de los ciudadanos. Por lo tanto, es un procedimiento de evaluación del valor social de programas, políticas y proyectos de inversión (Pearce, 1998). La metodología del ACB proporciona apoyo en la valoración y toma de decisiones (EC, 2002).

Básicamente, el ACB consiste en la comparación actualizada de todos los costes y beneficios asociados a un plan o proyecto que sea posible durante la vida útil del plan o proyecto, independientemente de a quienes se imputan e incluyendo términos para los cuales el mercado no proporciona una medida satisfactoria de su valor económico, mediante el empleo de una única medida en valor monetario y empleando alguna regla de decisión para determinar su viabilidad en términos económicos.

Desde el punto de vista económico, la pertinencia del ACB viene dada por la necesidad de asignar recursos humanos y/o materiales, siempre escasos, a actividades que demuestren su utilidad y eficiencia.

El ACB se usa principalmente como herramienta para:

- elegir entre diferentes alternativas de proyecto (pudiéndose incluso encontrarse entre estas la alternativa cero o “no hacer nada”
- comprobar la necesidad o no de llevar a cabo una determinada medida.

- establecer prioridades entre diferentes opciones disponibles.

1.1 Conceptos teóricos previos

El marco analítico de la ACB se refiere a una lista de conceptos subyacentes que tienen su base en la Teoría del Bienestar, rama de las ciencias económicas y políticas que se preocupa de cuestiones relativas a la eficiencia económica y al bienestar social. Según esta teoría, los costes de un proyecto serían la cantidad máxima que estaríamos dispuestos a pagar por la utilidad que deja de obtenerse por no utilizar los recursos de nuestro proyecto en el mejor uso alternativo y el valor monetario de los beneficios sería la cantidad máxima que estaríamos dispuestos a pagar por disponer de lo que nos ofrece el proyecto.

Para determinar la eficiencia y equidad de un plan o proyecto es preciso contar con un criterio que defina su aceptabilidad. Según la teoría del Bienestar, se pueden seguir dos criterios de aceptación: según el primero, denominado criterio de Pareto, es aceptable un plan o proyecto cuando todos los interesados ganan, o al menos uno gana y el resto no pierde; el segundo, criterio de Kaldor-Hicks, resulta menos estricto y dominante dentro del ACB, establece que un plan o proyecto es aceptable cuando los beneficios superan los costes, independientemente de quién soporta unos y otros, es decir, pueden intervenir grupos interesados que soporten los costes derivados a costa de los beneficios que obtienen otros, siempre que estos últimos sean mayores.

1.2 Tipos de Análisis Coste-Beneficio

En función de su enfoque, pueden distinguirse dos tipos de Análisis Coste-Beneficio:

- El Análisis Coste-Beneficio económico, en el que se contemplan todos los costes y beneficios de la intervención con independencia del sujeto al que se imputan. Se realiza desde la óptica del inversor público que persigue la maximización del bienestar social.
- El Análisis Coste-Beneficio financiero, en el que, desde la óptica del inversor privado, se limita a determinar la rentabilidad financiera del proyecto para una empresa.

Además, según el momento en que se realiza el análisis, este puede ser ex-ante, previo a la ejecución del plan o proyecto, o ex-post, posterior a ella.

1.3 Metodología del Análisis Coste-Beneficio

El ACB es un procedimiento formal que incluye una serie de etapas. Los pasos fundamentales en un ACB desde la perspectiva pública son los siguientes:

- Diseño y desarrollo de medidas o programas destinados a contribuir a la reducción de un problema social concreto (por ejemplo, los accidentes de tráfico o la contaminación).
- Desarrollo de opciones políticas alternativas para la implementación de cada medida o programa.
- Descripción de un escenario de referencia (muchas veces puede ser el escenario de “seguir como de costumbre” “no hacer nada”: alternativa cero).
- Identificar los impactos relevantes de cada medida o programa sobre la situación de referencia. Normalmente habrá varios impactos relevantes.
- Estimar los impactos de cada medida o programa en unidades “naturales” (en términos físicos) para cada opción política alternativa propuesta.
- Convertir impactos estimados a términos monetarios, mediante valoración adecuada de cada uno de estos impactos.
- Obtener estimaciones del coste de cada medida o programa para cada una de las opciones políticas propuestas.
- Comparar los beneficios y costes de cada opción política para cada una de las medidas o programas.
- Identificar las opciones que proporcionan beneficios mayores que los costes, mediante los criterios de valoración adecuados (VAN, Ratio de Beneficios y Costes, Primer periodo de retorno de la inversión...).
- Efectuar un análisis de sensibilidad o cualquier otra valoración formal de la incertidumbre de los beneficios y costes estimados.
- Recomendar las mejores opciones para su posible implementación.

El marco conceptual del análisis coste-beneficio del PTMHU supone abordar las siguientes etapas:

1. Identificación de los escenarios y actuaciones previstas
2. Definición de los parámetros básicos
3. Definición y estudio de los impactos
4. Valoración monetaria
5. Cálculo del indicador de rentabilidad
6. Análisis de sensibilidad
7. Análisis de riesgo

1.3.1 Identificación de los escenarios y actuaciones del PTMHU

Para efectuar un ACB es preciso comparar los posibles escenarios/alternativas considerados, incluyendo la situación que se produciría si no se hiciese nada, es decir, si se siguiese con la política actual (alternativa cero). La comparación se realiza a lo largo de un periodo de tiempo dilatado, que depende de la duración de la efectividad de las medidas previstas.

Las corrientes de costes y beneficios son descontadas al primer año de la inversión o implantación de la medida, a través de un tipo o tasa de descuento. Esto significa que los efectos son ponderados sobre un número de años, y aquellos efectos que suceden más tarde tienen menos peso que aquellos que ocurren antes. Esta manera de proceder se denomina “valor actual de costes y beneficios” y permite calcular y comparar efectos que tienen diferentes horizontes temporales.

El ACB emplea diferentes escenarios alternativos para ser capaz de estimar la envergadura de los efectos en el curso del tiempo; estos escenarios describen posibles evoluciones futuras de ciertas variables para las que no existe un conocimiento cierto del modo en el que se van a desarrollar a lo largo del horizonte temporal (por ejemplo, variables macroeconómicas y demográficas).

1.3.2 Definición de los parámetros básicos

Para la realización del ACB es preciso adoptar una serie de parámetros que afectan al resultado final. Los más importantes son:

- El horizonte temporal del análisis, relacionado con el periodo de vida del proyecto.
- La tasa de descuento, medida financiera que se aplica para determinar el valor actual de un pago futuro y sirve para trasladar a un año de referencia establecido los valores monetarios que suceden en momentos temporales distintos para poder compararlos.

Otros parámetros son:

- La tipología de descuento.
- El año de referencia
- Los parámetros intrínsecos al proyecto.
- Los parámetros intrínsecos a los impactos

1.3.3 Definición y estudio de los impactos

Para poder realizar el ACB es preciso identificar los impactos que se derivan de la realización del proyecto. El procedimiento consiste en realizar un inventario de los recursos sacrificados o consumidos y de sus consecuencias: aspectos positivos (beneficios) y negativos (costes). Su identificación presenta dos pasos:

- Identificación de todos los impactos que se pueden producir.
- Selección de los impactos relevantes para, posteriormente, cuantificarlos monetariamente.

La clasificación de costes y beneficios se puede realizar en tres etapas:

- Distribución de costes y beneficios entre los distintos grupos interesados (empresas, usuarios, instituciones públicas o sociales).
- Clasificación de costes (costes de inversión y operativos – de explotación o gestión-) y beneficios (incrementos en ingresos o rendimiento y costes evitados).
- Clasificación de partidas en cuantificables (monetizadas o no) e intangibles.

En el análisis de planes o proyectos de inversión pública deben tener en cuenta no solo los ingresos y gastos contabilizados sino otros costes y beneficios sociales

directos e indirectos. Para ello, se pueden contabilizar monetariamente todos los costes y beneficios que la intervención genera interna o externamente para la administración, incluyendo los costes que no se pagan y los beneficios que aporta, pero por lo que no recibe compensación (externalidades). Otra manera es contabilizar los sacrificios y utilidades que el proyecto supone para la sociedad, según los precios correspondientes al equilibrio en una situación de bienestar óptimo.

Una vez definidos los impactos, se deben escoger aquellos que resultan relevantes en el análisis, lo que en la práctica supone la limitación del número de impactos considerados, bien porque no aportan un elemento diferenciador a la toma de decisiones o por la dificultad de su monetización.

1.3.4 Valoración monetaria

El valor de los impactos debe medirse en unidades monetarias constantes y homogéneas, de modo que se puedan comparar sus efectos. Esto supone que debe predecirse el valor de los bienes en el futuro, lo que introduce una cierta incertidumbre en el análisis.

El mayor problema de asignar un valor monetario a los impactos provocados por un plan o proyecto es la valoración de los costes y beneficios intangibles que no tienen una valoración en el mercado, aunque tengan un valor económico (por ejemplo, los efectos sobre la naturaleza, el bienestar de los ciudadanos y su salud). La valoración de intangibles, impactos no internalizados por el mercado, es un elemento clave del enfoque del ACB, por lo que el análisis ha desarrollado un conjunto de procedimientos para evaluar estas externalidades. Los principales son:

Métodos de valoración de activos (teoría del capital humano): se basa en que el valor monetario de una vida humana se estima como diferencia entre el valor actual de la corriente de rentas o salarios que iba a percibir dicha persona en su ciclo de vida activa menos el valor actual de la corriente de consumos que iba a realizar (supone que la remuneración es indicativa de su aportación productiva a la sociedad).

Métodos de valoración directa, basados en preferencias declaradas. La asignación de un valor a un intangible se realiza conociendo la disponibilidad a pagar por él mediante la valoración contingente. Se utilizan técnicas de encuesta para estimar una curva de demanda potencial.

Métodos de valoración indirecta

- ✓ Método del coste de viaje: estima el valor de un activo mediante la valoración de los costes de acceso a él.
- ✓ Método de los costes hedónicos: estima el valor de un activo por comparación con el valor que el mercado asigna a otro bien que esté implícitamente relacionado con él,
- ✓ Preferencias individuales-intangible: basadas en la teoría de las diferencias salariales compensatorias.

1.3.5 Cálculo del indicador de rentabilidad

La rentabilidad del plan o proyecto bajo análisis se realiza mediante el cálculo de un indicador.

El más común es el **Valor Actualizado Neto (VAN)**. Permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros. La metodología consiste en descontar al momento actual, actualizando mediante la tasa de descuento, los flujos de caja futuro y compara esta equivalencia con la inversión inicial.

$$VAN = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+r)^i}$$

siendo:

- I_0 : el desembolso inicial
- F_i : los flujos de caja en el periodo i calculados como diferencia entre ingresos b_i menos costes c_i
- r : tasa de interés

El valor obtenido se interpreta en función de la creación o no de valor:

- $VAN > 0$: la inversión produciría beneficios por encima de la rentabilidad exigida r . El proyecto es aceptable.
- $VAN < 0$: la inversión genera pérdidas o beneficios por debajo de la rentabilidad exigida. El proyecto debe rechazarse.

- $VAN = 0$: el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida. La decisión debe basarse en otros criterios.

Las ventajas que presenta el empleo del VAN para analizar la rentabilidad de planes y proyectos son:

- Proporciona una medida de la rentabilidad del plan o proyecto.
- Sirve como criterio de ordenación de alternativas.
- Puede ser empleado como criterio de selección, estableciendo un nivel de rentabilidad mínimo.
- Su cálculo resulta sencillo.
- Contabiliza la variación del valor del dinero en el tiempo.
- Su uso y comprensión es extendido.

El Valor Actualizado Neto es un indicador dimensional (está expresado en unidades monetarias). A menudo, su cálculo se acompaña de otros indicadores adimensionales, como la Tasa Interna de Rendimiento y la Ratio Coste/Beneficio.

La **Tasa Interna de Rendimiento (TIR)** es la tasa de descuento con la que el Valor Actualizado Neto es igual a cero. A mayor TIR, mayor rentabilidad por lo que se emplea como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto: si la TIR supera la tasa de interés mínima requerida, se acepta la inversión y, en caso contrario, se rechaza.

La **Relación Coste/Beneficio** es el cociente de dividir el valor actualizado de los costes entre el valor actualizado de los beneficios del plan o proyecto. Un plan o proyecto es aceptable si el valor de la relación coste/beneficio es menor que 1; si dicho valor es igual a 1 significa que la inversión inicial se recuperó después de haber sido evaluada a una tasa de descuento determinada y el proyecto es viable. Si el resultado es mayor que 1, el proyecto no es rentable y la inversión no podrá recuperarse en el periodo de tiempo evaluado.

2 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS IMPACTOS DE UN PLAN DE TRANSPORTE. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Para poder comparar las actuaciones previstas en los distintos escenarios y clasificar aquellas en función de su rentabilidad es preciso identificar los impactos derivados de su ejecución.

Teniendo en cuenta que la mayor parte de las acciones son comunes a los tres escenarios, se presta especial atención a las que suponen diferencias entre ellos, concretamente a las relacionadas con ejecución, mejora o adaptación de infraestructuras.

Para cada actuación considerada se estudian los siguientes impactos:

- Aspectos económicos
 - ✓ Costes de inversión
 - ✓ Costes de operación y mantenimiento
 - ✓ Ingresos, si procede.
- Aspectos funcionales
 - ✓ Tiempo de desplazamiento (valor del tiempo de viaje)
 - ✓ Costes de explotación de los autobuses urbanos e interurbanos
 - ✓ Costes de operación de los vehículos privados
- Aspectos relacionados con la salud pública
 - ✓ Afección a la siniestralidad
 - ✓ Beneficios del transporte activo sobre la salud
- Aspectos medioambientales
 - ✓ Afección por ruido
 - ✓ Afección sobre la contaminación atmosférica
 - ✓ Afección sobre el cambio climático (emisión de gases efecto invernadero)
 - ✓ Efectos sobre la naturaleza y el paisaje
 - ✓ Contaminación de agua y suelo

- Otros aspectos
 - ✓ Costes de separación en áreas urbanas
 - ✓ Costes por efectos indirectos

A continuación, se relacionan los aspectos considerados y su valoración. Los principales estudios de referencia a considerar son los informes realizados por "External cost of transport". INFRAS & IWW. 2004 y su actualización "External cost of transport in Europe". CE Delft, INFRAS & Fraunhofer ISI. 2011. Son los más completos respecto a los costes externos considerados y datos ofrecidos y están recogidos en el estudio "Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público". Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía. Consejería de Fomento y Vivienda. Junta de Andalucía. 2015. Complementariamente, se estudia también el informe "Update of the Handbook on External Costs of Transport". RICARDO-AEA. 2014, también recogido en el anterior estudio.

Otros estudios considerados han sido:

- 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 o anteproyectos de la Subdirección General de Estudios y Proyectos". Ministerio de Fomento. 2014.
- HEATCO, Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment. COWI A/S. 2005
- Damage per tonne emission of PM_{2.5}, NH₃, SO₂, NO_x and VOCs from each EU25 Member State (excluding Cyprus) and surrounding seas. Clean Air for Europe (CAFÉ) Programme. 2005.
- BeTa: Estimates of the marginal external costs of air pollution in Europe. Netcen (for European Commission DG Environment).
- Las principales cifras de la siniestralidad vial en España. DGT. 2018.

Los datos aportados por estos informes se presentan a continuación, eligiéndose para cada aspecto estudiado el más adecuado en función de los datos disponibles en el PTMHU para su aplicación.

2.1 Aspectos económicos

Los aspectos económicos engloban a todos aquellos que pueden ser valorados en términos monetarios de forma directa:

- Costes de inversión
- Costes de operación y mantenimiento
- Ingresos, si procede

2.1.1 Costes de inversión

Son los debidos a la puesta en marcha de las actuaciones, per ejemplo, la construcción de nuevas infraestructuras. Es este último caso, se subdividen a su vez en cuatro categorías (Nota de Servicio 3/2014. Ministerio de Fomento):

Coste de diseño y dirección: corresponden al coste de redacción los proyectos y asistencia técnica a la dirección de obra necesarios para la realización de nuevas infraestructuras.

A priori pueden estimarse en:

- ✓ Redacción del proyecto constructivo: 2% sobre el presupuesto de licitación estimado (sin IVA), a aplicar equitativamente en los dos años anteriores al inicio de la construcción.
- ✓ Asistencia Técnica a la Dirección de Obra: 1,75% sobre el presupuesto de licitación estimado (sin IVA), distribuido a lo largo del periodo de construcción.

Coste de expropiación: a aplicar el año del inicio de las obras en base a la superficie ocupada por la nueva infraestructura.

Coste de construcción: calculado sobre el presupuesto base de licitación (sin IVA) afectado por un factor de corrección que para Andalucía es igual a 0,836575. En caso de conocerse el presupuesto, este puede estimarse mediante ratios de uso común, como los que aparecen reflejados en la Orden FOM/3317/2010 para estimar el presupuesto de ejecución material de autovías de nueva construcción:

Tipo de terreno	Orografía llana		Orografía ondulada		Orografía (muy) accidentada	
Tipo 1 ⁽¹⁾	1,00	3,00	3,00	5,00	5,00	8,00
Tipo 2 ⁽²⁾	2,50	3,50	3,50	5,50	5,50	8,50

⁽¹⁾: Sin riesgos geológicos aparentes

⁽²⁾: con potenciales riesgos geológico-geotécnicos

Fuente: Orden FOM/3317/2010. Año 2010

Tabla 1: Coste de ejecución material de autovías de nueva construcción (M€/km)

Se distribuirá a lo largo del periodo de construcción estimado.

Coste de interrupción: asociado a las alteraciones que la construcción de nueva infraestructura puede generar en los usuarios del transporte (coste de la pérdida de tiempo generada por la obra) como al conjunto de la sociedad (ruido fundamentalmente).

2.1.2 Costes de conservación y mantenimiento

Pueden estimarse los costes de conservación y mantenimiento de una nueva infraestructura empleando las siguientes ratios (Recomendaciones para la evaluación económica, coste-beneficio, de estudios y proyectos de carreteras. MOPU.1990):

- 6 primeros años: 1% del coste de ejecución de la obra.
- Años restantes: 1,6% del coste de ejecución de la obra.

2.1.3 Ingresos

En este apartado deben considerarse los ingresos por tarifas del transporte público e ingresos por peajes si procede.

2.2 Aspectos funcionales

Comprenden todos aquellos aspectos relacionados con el funcionamiento de las actuaciones y con el servicio que aportan a la población.

- Ahorro de tiempo de desplazamiento/Coste de congestión
- Ahorro de costes de explotación del autobús urbano e interurbano
- Costes de operación de los vehículos privados

2.2.1 Valor del ahorro de tiempo de desplazamiento/Coste de congestión

La puesta en marcha de nuevas infraestructuras, la mejora de las existentes y el fomento del transporte público deben producir una mejora de la conectividad en el área metropolitana que se traduce en una reducción del tiempo de viaje, beneficio social que debe monetizarse. Por el contrario, la congestión de las infraestructuras de transporte tiene un coste debido a la pérdida de eficiencia que para la sociedad representa un uso no eficaz de la infraestructura existente.

La valoración del tiempo de viaje es un elemento clave de la evaluación de planes y proyectos de transporte ya que es uno de los principales beneficios que se pueden derivar de ellos y es determinante de su rentabilidad.

El valor del tiempo de viaje varía según el motivo por el que se ha realizado:

- Para los viajes por motivo trabajo, su valor puede determinarse mediante el precio del salario bruto por hora.
- Para viajes por motivo ocio, existen metodologías para estimar el valor del tiempo en base a encuestas a usuarios (transferencia de precios y preferencias declaradas). Su valor suele oscilar entre el 25 % y el 40 % del tiempo de trabajo (Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects. Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020. European Commission. 2015; pág. 90).

En las actuaciones en el que este aspecto sea importante, el ahorro de tiempo de viaje (en minutos ahorrados por usuario) se cuantifica con la ayuda del modelo de tráfico sobre la base del reparto modal, IMD, velocidades alcanzadas y longitud de los recorridos.

El valor real del tiempo de trabajo está directamente relacionado con la tasa salarial real. Por lo tanto, crecerá con la tasa salarial proyectada que, por lo general, se supone que equivale al crecimiento del PIB per cápita. La literatura económica sugiere aumentar el valor del tiempo para años futuros en el horizonte temporal sobre la base de una elasticidad intertemporal predeterminada al crecimiento per cápita del PIB de 0,7 a 1,0. Por prudencia, se recomienda utilizar los valores de elasticidad inferiores: 0,7 y 0,5 para el tiempo de trabajo y de ocio respectivamente (Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects. Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020. European Commission. 2015; pág. 93).

Para estimar el coste laboral por hora se ha consultado los datos del Instituto Nacional de Estadística (www.ine.es) referentes a los costes laborales por trabajador, comunidad autónoma y sectores de actividad. Los resultados relativos a Andalucía para 2019 obtenidos para el conjunto de sectores de actividad incluidos en la encuesta (industria, construcción y servicios) se presentan a continuación:

Costes laborales Andalucía. Año 2019 (€/mes)				
T1	T2	T3	T4	Media
2.212,11	2.355,94	2.276,05	2419,97	2.316,02

Fuente: INE

Tabla 2: Costes laborales en Andalucía año 2019

Tomando como valor medio un número de horas de trabajo al año igual a 1.750, el coste laboral por hora resulta ser igual a 15,88 €/h.

Según esto, el valor del tiempo en función del motivo de viaje se puede estimar según las siguientes ratios, tomando como valor del tiempo de ocio el 40% del correspondiente al de trabajo:

Motivo del viaje	Valor del tiempo de viaje (€/h)
Trabajo	15,88
Ocio	6,35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Valor del tiempo de viaje

Por otro lado, los costes marginales del tiempo de viaje debido a la congestión se pueden estimar a partir de la relación velocidad-flujo (tiempo de viaje), demanda de

capacidad (volumen de tráfico) y valor del tiempo y aumentan con el tamaño de la aglomeración urbana (CE Delft, 2011):

Costes marginales de congestión en España (€ ₂₀₀₄ /km)			
Tipo de carretera	Coches		
	Mínimo	Central	Máximo
	Grandes áreas urbanas (>2.000.000 hab.)		
Autovías urbanas	0,34	0,58	1,04
Circunvalación	0,23	0,58	1,39
Centro urbano	1,74	2,32	3,47
Cinturones urbanos	0,58	0,87	1,16
Pequeñas y medianas áreas urbanas (<2.000.000 hab.)			
Autovías urbanas	0,11	0,29	0,46
Circunvalación	0,06	0,34	0,58
Cinturones urbanos	0,11	0,34	0,58

Fuente: Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público".
Junta de Andalucía. 2015 a partir de CE Delft (2011)
Tabla 4: Costes marginales de congestión en España

Como complemento, se presenta la valoración de costes marginales por congestión según el Informe RICARDO-AEA/CAU/DIWecon, (2014), que complementan a los anteriores al tener un tratamiento diferente.

Costes marginales de congestión en España (€ ₂₀₀₄ /km)					
	Región	Tipo de carretera	Valores mín.	Valores medios (cerca cap. máx.)	Valores máximos (por encima cap. máx.)
			ct€/vkm	ct€/vkm	ct€/vkm
Coches	Metropolitana	Autovía	0,0	28,9	66,4
		Carretera ppal.	1,0	152,6	195,8
		Otras	2,7	172,3	262,0
	Urbanas	Carretera ppal.	0,6	52,6	81,9
		Otras	2,7	150,6	248,9
Autobús	Metropolitana	Autovía	0,0	72,3	166,1
		Carretera ppal.	2,5	381,6	489,3
		Otras	6,7	430,6	654,9
	Urbanas	Carretera ppal.	1,7	131,4	204,8
		Otras	6,7	376,5	622,4

Fuente: Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público".
Junta de Andalucía. 2015 a partir de RICARDO-AEA (2014)

Tabla 5: Costes marginales de congestión en España

De la tabla anterior se deduce que ante una situación en la que una infraestructura llega a su capacidad máxima, los costes marginales se disparan.

El valor más importante para el coste de usuario, es el valor del tiempo (VdT), ya que el coste de usuario es proporcional al tiempo que el usuario invierte en realizar el trayecto completo desde el origen al destino final.

Son muchos los autores que han intentado dar un valor concreto a este valor, ya que este depende del tipo de usuario, motivo del desplazamiento, costes marginales de congestión, etc...

El valor propuesto por Robusté (2000), de 6,7 €/h para 1998, y actualizado a 2021 según una inflación anual constante del 2,49 %. Esta inflación es la media de los 23 últimos años, según datos del INE.

Obtenemos el VdT actualizado como:

$$VdT_{2021} = VdT_{1998} \times 1,0249^{23} = 11,80 \text{ € / Hora (año 2021)}$$

La capitalización del VdT se hace sobre la base de las previsiones oficiales de crecimiento per cápita del PIB real de España.

2.2.2 Variación en los costes de explotación del autobús urbano e interurbano

La ejecución de nuevas infraestructuras de transporte o la remodelación del transporte público pueden suponer una modificación del reparto modal. Esto supone la modificación de los costes de explotación del servicio de transporte público que debe tenerse en cuenta en el análisis coste-beneficio.

A continuación, se muestra los costes de operación y mantenimiento del servicio de autobuses interurbano de Huelva correspondientes a 2019.

Concepto	Coste (€/Veh-km)
Personal de explotación	2,24
Personal de mantenimiento	0,37
Consumos (combustible, consumibles, neumáticos)	0,60
Conservación y seguros	0,39
Gastos generales	0,10
Total (€/Veh-km)	3,71

El valor de los costes de operación y mantenimiento según el Observatorio de Costes del Transporte de Viajeros en Autocar (MITMA) es de 1,398 €/Veh-Km para 2019, y actualizado a 2021 según una inflación anual constante del 0,53 %. Inflación media de los 3 últimos años, según datos del INE.

Obtenemos el coste de operación y mantenimiento del transporte público (COMTP) actualizado como:

$$\text{COMTP}_{2021} = \text{COMTP}_{2019} \times 1,0053^3 = 1,42 \text{ € / Veh-km (año 2021)}$$

2.2.3 Costes de operación de los vehículos privados

Los costes de operación de los vehículos se definen como los costes asumidos por los propietarios de vehículos de carretera para operarlos, consumo de combustible y de lubricantes, deterioro de neumáticos, costes de reparación y mantenimiento, seguros, gastos generales, administración, etc. Estos costes están correlacionados con el tipo de vehículo y la velocidad media de desplazamiento, pero también con características de las carreteras, como su diseño y condiciones de superficie.

Determinadas actuaciones traen consigo una reducción de estos costes, ya sea por la mejora de las infraestructuras que se traduce en una menor congestión, lo que, a su vez, significa una mayor velocidad media y menores costes de operación bajo un cierto rango de velocidad, o por provocar una modificación del reparto modal hacia la reducción del tráfico motorizado.

A continuación, se detallan los métodos de estimación de cada uno de ellos.

Combustible

Para estimar el consumo de combustible puede utilizarse alguno de los siguientes métodos:

OCDE (1990):

$$C_{\text{combustible}} = C_{60\text{km/h}} \cdot P_{\text{Neto}(\text{combustible})} \cdot \left(0,804 + \frac{12,66}{v} \right)$$

donde:

$C_{60\text{km/h}}$ es el consumo a 60 km/h. Se indica como valor de referencia 5,5 l/100 km para turismos de clase energética A o B (berlinas familiares medias) (IDEA). En vehículos pesados este consumo alcanza 30-35 l/100 km.

V: velocidad (km/h)

P_{neto} : precio del combustible sin impuestos, en €/l (Fuente: Precios de carburantes y combustibles publicados por el Ministerio de Industria)

CEDEX: "Herramienta CO2TA para la evaluación de emisiones de CO₂ del tráfico por carretera", a partir de los factores de consumo en el modelo COPERT IV.

En este caso, el consumo de combustible se calcula como:

$$C_i = \sum FC_i \cdot IMD_{ij} \cdot L_j \cdot 365$$

siendo:

C_i : consumo anual de combustible (t/año)

FC_i : factor de consumo (gramos de combustible/km)

IMD_{ij} : intensidad media diaria de la categoría de vehículo i en la alineación j

L_j : longitud recorrida en la alineación j (km)

También puede emplearse la formulación mostrada en “Recomendaciones para la evaluación económica, coste-beneficio, de estudios y proyectos de carreteras”. MOPU. 1990.

Coste de mantenimiento

Corresponde al coste de sustitución de piezas del vehículo, incluyendo tanto material como mano de obra, debido al desgaste generado por la distancia recorrida. Pueden emplearse como referencia las indicaciones que figuran en el Highway Design Model (HDMGlobal, 2005).

Los costes de mantenimiento y reparación para vehículos pesados pueden obtenerse de las siguientes aplicaciones informáticas del Ministerio de Fomento:

- ACOTRAM 3.1.0 “Asistente para el cálculo de costes del transporte de mercancías por carretera”.
- ACOTRAVI 1.2.1 “Asistente para el cálculo de costes del transporte de viajeros en autocar”.

Costes de mantenimiento y reparaciones de vehículos pesados		
Tipo vehículo	Fuente	€/km
Camión articulado	ACOTRAM	0,045883
Camión rígido 2 ejes	ACOTRAM	0,042598
Furgoneta	ACOTRAM	0,024342
Autocar	ACOTRAVI	0,1388

Fuente: ACOTRAM (2019); ACOTRAVI (2018)

Tabla 6: Costes de mantenimiento y reparaciones de vehículos pesados

Se ha realizado una operación similar para estimar los costes de mantenimiento de vehículos ligeros. El resultado figura a continuación:

Costes de mantenimiento y reparaciones de vehículos ligeros	
Tipo vehículo	€/km
Motocicletas	0,015
Automóviles	0,03701

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Costes de mantenimiento y reparaciones de vehículos ligeros

Coste de amortización del vehículo

La Nota de Servicio 3/2014 del Ministerio de Fomento propone como referencia para estimar la amortización por km de los distintos tipos de vehículos:

- ✓ Turismos: 0,05 €/km (€ de 2013)
- ✓ Pesados: 0,053 €/km (€ de 2013)

Lubricante

Se parte del supuesto de que el consumo de lubricante es directamente proporcional al de combustible, por lo que puede emplearse la formulación expuesta para este último afectada por un factor de consumo de combustible que toma el valor de 0,014 (OCDE) o 0,012 para vehículos ligeros y 0,008 para pesados (“Recomendaciones para la evaluación económica, coste-beneficio, de estudios y proyectos de carreteras”. MOPU. 1990).

Como referencia puede establecerse un coste de lubricante, sin incluir impuestos, de 5,27 €/l (año 2013).

Desgaste de neumáticos

Se establece un coste para la reposición de los neumáticos acorde al mercado, distinguiendo entre vehículos ligeros y pesados. La Nota de Servicio 3/2014 del Ministerio de Fomento propone el empleo de la formulación de las Recomendaciones para la evaluación económica, coste-beneficio, de estudios y proyectos de carreteras o la de la OCDE:

$$C_{\text{neumáticos}} = \frac{P_{\text{Neto(neumático)}}}{\text{vida útil}} \cdot \left(0,804 + \frac{12,66}{v} \right)$$

donde:

P_{neto} (neumático): precio del neumático sin impuestos /€/juego

V: velocidad

Como referencia, se proponen los siguientes valores (€ de 2013):

- Vehículo ligero: 231 €/juego de neumáticos, con una vida útil de 45.000 km.
- Vehículo pesado: 4.515 €/juego de neumáticos, con una vida útil de 150.000 km.

Otros costes

En este apartado se incluyen otros costes de explotación como seguros y costes fiscales (ITV, IAE, IVTM, etc.).

Los costes correspondientes a vehículos pesados se han obtenido de ACOTRAM y ACOTRAVI; para vehículos ligeros, se ha realizado una estimación por parte del equipo redactor:

Otros costes de explotación		
Tipo vehículo	Fuente	€/km
Motocicletas	Elaboración propia	0,01168267
Automóviles	Elaboración propia	0,06133333
Camión articulado	ACOTRAM	0,0836472
Camión rígido 2 ejes	ACOTRAM	0,05332222
Furgoneta	ACOTRAM	0,06016667
Autocar	ACOTRAVI	0,06733827

Fuente: Elaboración propia; ACOTRAM (2019); ACOTRAVI (2018)

Tabla 8: Otros costes de explotación

Costes totales de explotación de vehículos pesados

También puede utilizarse ACOTRAM y ACOTRAVI para estimar los costes totales de explotación de vehículos pesados (sin incluir costes de personal):

Costes de explotación		
Tipo vehículo	Fuente	€/km

Camión articulado	ACOTRAM	0,7049
Camión rígido 2 ejes	ACOTRAM	0,4955
Furgoneta	ACOTRAM	0,3442
Autocar	ACOTRAVI	0,457

Fuente: ACOTRAM (2019); ACOTRAVI (2018)

Tabla 9: Costes de explotación de vehículos pesados

Costes unitarios de operación y mantenimiento por modos de transporte involucrados Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA):

Coste total de operación y mantenimiento del vehículo privado (COMVP) para 2019: 30,85 €/Veh-Km y actualizado a 2021 según una inflación anual constante del 0,53 %. Inflación media de los 3 últimos años, según datos del INE.

Obtenemos el COMVP actualizado como:

$$\text{COMVP}_{2021} = \text{COMVP}_{2020} \times 1,0053^3 = 31,34 \text{ € / Veh-km (año 2021)}$$

Fuente: <https://apps.fomento.gob.es/BDOTLE/visorBDpop.aspx?i=492>

2.3 Aspectos relacionados con la salud pública

La puesta en marcha del PTMHU supondrá una modificación del peso de los modos de transporte activo en el reparto modal y, por tanto, de los beneficios que aporta a la salud pública, y de la accidentabilidad que presenta la red viaria.

A continuación, se muestra cómo monetizar esas variaciones atribuidas al Plan.

2.3.1 Afección a la siniestralidad

Todas las actividades de transporte implican un riesgo para los usuarios de sufrir un accidente. Los costes medios del transporte terrestre de pasajeros en España debidos a accidentes se muestran a continuación:

Costes medios del transporte en España debidos a accidentes
(€₂₀₁₄/1000 pkm)

Coche	Autobús	Motocicleta	Total carretera	Ferrocarril
29,2	2,5	295,0	30,9	0,3

Fuente: Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público".
Junta de Andalucía. 2015, a partir de INFRAS/IWW-Country results (2004). Datos actualizados a 2014

Tabla 10: Costes medios del transporte terrestre de pasajeros en España debidos a accidentes

Los accidentes que involucran vehículos son eventos que ocurren en todos los modos de transporte. Por ello, actuaciones asociadas al PTMHU como la mejora de las infraestructuras y de su señalización, la reducción de la IMD, la peatonalización y la consolidación de la red de carriles bici suponen una mejora de la seguridad vial que contribuye a reducir las tasas de accidentes respecto a la situación precedente y, por tanto, en los costes derivados de los accidentes producidos por lo que debe tenerse en cuenta en el análisis económico. Este beneficio debe computarse en forma de muertes, lesiones graves y lesiones leves evitadas.

Como formulación para el coste anual de la accidentalidad se aplica la expresión propuesta por el Ministerio de Fomento en la Nota de Servicio 3/2014:

$$C_{acc} = IP \cdot IMD \cdot 10^8 \cdot 365 \cdot C_{agr} \cdot L$$

donde:

C_{acc} : Coste anual de accidentalidad

IP: Índice de peligrosidad de la vía analizada

IMD: Intensidad Media Diaria

C_{agr} : Coste agregado de los accidentes

L: Longitud del tramo estudiado

Para filtrar los efectos aleatorios de la siniestralidad, se recomienda que el índice de peligrosidad de la situación actual considere los accidentes con víctimas y el tráfico acumulado de los últimos cinco años con datos, mientras que en la situación futura se realizará una estimación en base a los resultados esperados.

Según la literatura académica, el coste económico de los accidentes se determina principalmente por los dos componentes siguientes:

- **costes directos:** estos costes consisten en costes de rehabilitación médica, ambos incurridos en el año del accidente y el coste futuro durante la vida restante para algunos tipos de lesiones, más costes administrativos para la policía, el tribunal, investigaciones de accidentes privados, el servicio de emergencia, seguros, etc.
- **costes indirectos:** estos costes consisten en la pérdida neta de producción para la sociedad, es decir, el valor de los bienes y servicios que podrían haber sido producidos por la persona, si el accidente no se hubiese producido.

En caso de muertes, la evaluación de la «pérdida de producción» (es decir, el componente de costes indirectos) se asocia al valor de la vida estadística (VEV), definido como el valor que la sociedad considera económicamente eficiente para gastar en evitar la muerte de un individuo indefinido. Para estimar el valor económico se puede adoptar el enfoque del capital humano. La idea básica es que un individuo es 'valor' para la sociedad según lo que habría producido en el resto de su vida. El valor de una vida sería la suma de las futuras contribuciones (marginales) del individuo al producto social, suponiendo que la producción es igual al costo bruto de la mano de obra.

Para un cálculo correcto del costo económico de las muertes, se deben computar también los costos médicos y administrativos directos al VEV estimado. En ausencia de estadísticas nacionales, estos valores pueden deducirse como el 0,02 % del VEV (HEATCO).

En el caso de lesiones, la pérdida de producción depende de la gravedad de la lesión y la duración de la ausencia del trabajo. Se sugieren valores de la pérdida de producción por lesiones graves del 13% y de las lesiones leves el 1% del VEV. A su vez, los costes médicos y administrativos directos pueden estimarse, de media, en un 15% y un 18% de las pérdidas de producción por lesiones graves y leves, respectivamente.

En cuanto al crecimiento de estos precios a lo largo del periodo de evaluación, se puede aplicar el mismo enfoque sugerido para el valor tiempo de viaje.

En el año 2011 la Dirección General de Tráfico en colaboración con la Universidad de Murcia, estimó los costes asociados a los accidentes de tráfico con víctimas, utilizando el método de disposición al pago. Como resultado un fallecido supondría un coste de 1,4 millones de €, incluyéndose dentro de este coste los costes directos e indirectos (gastos médicos, administrativos,...) y el precio actuarialmente justo asociado a las primas que estaría dispuesta a pagar la sociedad por disminuir el riesgo de morir en un

accidente de tráfico, conocido como el valor de una vida estadística. De la misma forma se calcularon los costes asociados a un herido hospitalizado, 219.000 € y un herido no hospitalizado, 6,100 €.

Estas valoraciones se actualizaron a 1 de enero de 2018 tomando como referencia la variación nominal del Producto Interior Bruto (PIB) per cápita de forma que un fallecido supuso un coste de 1.580.318 €, un herido hospitalizado un coste de 247.207 € y un herido no hospitalizado 6.886 €. (Las principales cifras de la siniestralidad vial. Ed. ampliada. España 2018. Dirección General de Tráfico).

Los costes por fallecido o herido en accidente de tráfico quedan establecidos en los siguientes valores:

Fallecidos	Heridos graves	Heridos leves
1,58	0,25	0,07

Considerando que los costes humanos representan un porcentaje que oscila entre el 50% y el 90% del valor total (Hakkert, S., Wesemann, P. (eds.) (2005). The use of efficiency assessment tools: solutions to barriers. Leidschendam: SWOV Institute for Road Safety Research), se ha estimado el coste de accidentes sin heridos como el 50% del valor adjudicado a los heridos leves.

Otros estudios aportan datos sobre costes marginales de accidentes, expresándolos en función de vehículos y km recorridos (INFRAS, 2004):

Costes marginales de accidentes (€ ₂₀₁₄ , ct€/vkm)	
Área Urbana	
Coches	2,41
Motocicletas	5,17
Autobuses	2,7

Fuente: Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público".
Junta de Andalucía. 2015, a partir de INFRAS (2004)
Tabla 11: Costes marginales de accidentes en España

En cuanto al ferrocarril, los costes medios son aproximadamente igual a los marginales (CE Delft/INFRAS/Fraunhofer, 2011), unos 0,3 €/1000 pkm.

A continuación se presenta la valoración según datos extraídos de otro informe (RICARDO-AEA/CAU/DIWecon, 2014):

Costes marginales de accidentes (€ ₂₀₁₄ , ct€/vkm)					
Coche			Motocicleta		
Autovía	Otras no urbanas	Urbanas	Autovía	Otras no urbanas	Urbanas
0,2	0,1	0,1	1,1	0,9	1,7

Fuente: Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público".
Junta de Andalucía. 2015, a partir de RICARDO-AEA/CAU/DIWecon (2014)

Tabla 12: Costes marginales de accidentes en España

Según los valores medios obtenidos del "Manual de Costes Externos del Transporte" de la Unión Europea (2019) el coste por siniestralidad según modo, utilizando valores medios proporcionados por el manual (Ratios por Viaj-km (actualizados a 2021):

- Veh. Privado: **4,96 € / Viaj-km.**
- Transporte Público: **1,02 € / Viaj-km.**
- Tren: **0,51 € / Viaj-km.**

Fuente: https://ec.europa.eu/transport/themes/sustainable/studies/sustainable_es

2.4 Aspectos medioambientales

2.4.1 Afección por ruido

Los costes derivados del ruido son debidos a las molestias y daños que se ocasionan sobre la salud. La afección por ruido puede producirse en dos situaciones: durante la fase de construcción de nuevas infraestructuras o durante la explotación si se producen variaciones en la intensidad de tráfico que soportan las vías estudiadas.

Los costes medios del transporte terrestre de pasajeros en España debidos al ruido se muestran a continuación:

Costes medios del transporte en España debidos al ruido (€ ₂₀₁₄ /1000 pkm)				
Coche	Autobús	Motocicleta	Total carretera	Ferrocarril
3,9	0,7	10,7	3,8	3,5

Fuente: Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público".
Junta de Andalucía. 2015, a partir de INFRAS/IWW-Country results (2004). Datos actualizados a 2014

Tabla 13: Costes medios del transporte en España debidos al ruido

Esta afección, positiva o negativa, debe considerarse en el análisis económico monetizando el impacto producido. Para realizar su valoración se sigue la guía para el análisis económico de la contaminación acústica del gobierno británico en la que explica cómo incorporar los impactos por ruido en un análisis coste-beneficio mediante la aplicación de un coste en función de la variación causada en los niveles de ruido y del periodo del día en que se produce:

Variación ruido (dB(A))	Valor marginal total del ruido de carreteras (£ por hogar y dB); precios de 2014	
	Periodo día	Periodo noche
45-46	11,28	29,20
46-47	11,23	32,07
47-48	11,31	34,94
48-49	11,52	37,81
49-50	18,41	40,68
50-51	18,89	43,55
51-52	19,49	46,42
52-53	20,23	49,29
53-54	21,09	52,17
54-55	47,78	55,04
55-56	51,22	57,91
56-57	54,79	60,78
57-58	58,49	63,65
58-59	63,86	66,52
59-60	69,33	69,39
60-61	74,69	72,26
61-62	80,21	75,13
62-63	85,90	78,00
63-64	91,75	80,88
64-65	97,78	83,75
65-66	103,96	86,62
66-67	110,32	86,62

67-68	116,85	86,62
68-69	123,54	86,62
69-70	130,39	86,62
70-71	137,42	86,62
71-72	144,61	86,62
72-73	151,97	86,62
73-74	159,49	86,62
74-75	167,18	86,62
75-76	175,04	86,62
76-77	183,07	86,62
77-78	188,93	86,62
78-79	190,93	86,62
79-80	192,96	86,62
80-81	195,03	86,62

Fuente: Noise pollution: economic analysis. Department for Environment, Food & Rural Affairs. UK. 2015

Tabla 14: Valor marginal del ruido de carreteras. UK. 2014

El Ministerio de Fomento en 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 o anteproyectos de la Subdirección General de Estudios y Proyectos" propone la utilización de los costes recomendados por HEATCO (2006) donde se estima el valor en función del grado de molestia del mismo:

Valores recomendados por HEATCO (2006) para cada nivel de molestia causada por el ruido derivado del transporte por carretera y ferrocarril (Euros de 2005 por persona molestada y año)

Costes del ruido según nivel de molestia (€ ₂₀₀₅ /persona y año)		
Nivel de molestia	Carretera	Transporte ferroviario
Altamente molesto	85	59
Molesto	85	59
Poco molesto	37	38
Nada molesto	0	0

Fuente: Nota de Servicio 3/2014. Ministerio de Fomento, a partir de HEATCO (2006)

Tabla 15: Costes de ruido según nivel de molestia. 2005

Por otro lado, el informe “Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público” de la Junta de Andalucía (2015) aporta los siguientes datos:

Costes marginales por ruido en España (€ ₂₀₁₄ /1000 vkm)					
Modo de transporte	Hora del día	Tipo de tráfico	Urbana	Metropolitana	Rural
Coches	Día	Denso	9,4	0,5	0,2
		Fluido	22,8	1,5	0,1
	Noche	Denso	17,2	0,9	0,1
		Fluido	41,6	2,7	0,4
Motocicleta	Día	Denso	18,9	1,1	0,1
		Fluido	45,7	2,9	0,4
	Noche	Denso	34,3	2,0	0,2
		Fluido	83,3	5,4	0,6
Autobús	Día	Denso	47,1	2,6	0,4
		Fluido	114,3	7,3	0,8
	Noche	Denso	85,9	4,8	0,7
		Fluido	208,1	13,6	1,6
Ferrocarril	Día	Denso	292,2	12,9	16,1
		Fluido	577,5	25,5	31,7
	Noche		963,8	42,5	53,0

Fuente: Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público”.
Junta de Andalucía. 2015, a partir de CE Delft (2011)

Tabla 16: Costes marginales por ruido en España

Según los valores medios obtenidos del “Manual de Costes Externos del Transporte” de la Unión Europea (2019) el coste por ruido según modo, utilizando valores medios proporcionados por el manual (Ratios por Veh-km (actualizados a 2021):

- Veh. Privado: **0,91 € / Veh-km.**

- Transporte Público: **8,17 € / Veh-km.**
- Tren: **24,51 € / Veh-km.**

Fuente: https://ec.europa.eu/transport/themes/sustainable/studies/sustainable_es

2.4.2 AfECCIÓN POR CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Los costes por contaminación atmosférica se deben a las emisiones a la atmósfera de contaminantes como partículas en suspensión (PM), óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO₂) y compuestos orgánicos volátiles (COV). Estas emisiones implican costes sobre la salud, daños materiales en edificios, pérdidas de cultivos y daños en ecosistemas.

Los costes medios del transporte terrestre de pasajeros debidos a la contaminación atmosférica en España se muestran a continuación:

Costes medios de la contaminación atmosférica en España (€ ₂₀₁₄ /1000 pkm)				
Coche	Autobús	Motocicleta	Total carretera	Ferrocarril
10,5	10,4	3,0	10,4	6,2

Fuente: Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público”.
Junta de Andalucía. 2015, a partir de INFRAS/IWW-Country results (2004). Datos actualizados a 2014

Tabla 17: Costes medios del transporte terrestre de pasajeros debidos a la contaminación atmosférica en España (excluyendo congestión)

La implantación de planes de transporte afecta a la calidad del aire ya que, al introducir modificaciones en la intensidad de tráfico y el reparto modal, alteran las emisiones contaminantes a la atmósfera. Este efecto, con incidencia en la salud de la población, los ecosistemas, la producción agrícola, etc., que puede ser positivo o negativo, debe considerarse en el ACB.

Para establecer la afECCIÓN provocada por la implantación de las actuaciones previstas en el PTMHU se propone comparar las emisiones futuras respecto las del año base en función de las modificaciones esperadas en la IMD y el reparto modal para cada una de las actuaciones estudiadas, según los resultados de la modelización.

Con la obtención, por un lado, de las emisiones medias de contaminantes por km y, por otro, del coste de estas emisiones en el mercado, es posible monetizar el coste de emisión de contaminantes debida al parque de vehículos.

Las emisiones para los principales contaminantes y gases de efecto invernadero se pueden estimar usando el modelo COPERT, software para calcular las emisiones de transporte por carretera, cuya metodología forma parte de la Guía para el inventario de emisiones EMEP/CORINAIR, estandarizada en la UE. El programa calcula los niveles de emisión para distintos tipos de vehículos (automóviles, vehículos pesados, motos) de los principales contaminantes (CO, NO_x, COV, PM, NH₃, SO₂, metales pesados) y gases de efecto invernadero (CO₂, N₂O, CH₄). También empleando directamente los factores de emisión contenidos en EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook 2019, que permiten calcular las emisiones totales por km recorrido combinándolos con los factores de consumo medio en función del tipo de vehículo aplicando la ecuación:

$$E_i = \sum_j \left(\sum_m (FC_{j,m} \cdot EF_{i,j,m}) \right)$$

siendo:

E_i: emisión del contaminante i (g)

FC_{j,m}: consumo de carburante del vehículo de categoría j usando carburante m (kg)

EF_{i,j,m}: factor de emisión del contaminante i para un vehículo de categoría j usando carburante m (g/kg)

Los factores de emisión medios figuran a continuación:

Factores de emisión principales contaminantes atmosféricos. Método Nivel 1. (g/kg carburante)				
Tipo de vehículo	Carburante	NMVOG	NO _x	PM _{2,5}
Automóviles	Gasolina	10,05	8,73	0,03
	Gasóleo	0,70	12,96	1,10
Furgonetas	Gasolina	14,59	13,22	0,0
	Gasóleo	1,54	14,91	0,02
Vehículos pesados	Gasóleo	1,92	33,37	0,94
Motocicletas	Gasolina	131,4	6,64	2,20

Fuente: EMEP/EEA (2019)

Tabla 18: Factores de emisión de los principales contaminantes atmosféricos (Método Nivel 1)

En esta publicación se propone estimar las emisiones de SO₂ partir de la siguiente expresión:

$$E_{SO_2,m} = 2 \cdot k_{s,m} \cdot FC_m$$

donde:

E_{SO₂,m}: Emisión de SO₂ para un carburante m (g)

k_{s,m}: contenido en azufre en el carburante m (g/g carburante)

FC_m: consumo de carburante m (g)

Carburante	Contenido en azufre (ppm)
Gasolina	5
Gasóleo	3

Nota: 1 ppm = 10⁻⁶ g azufre/g carburante

Fuente: EMEP/EEA (2019)

Tabla 19: Contenido en azufre en el carburante (año 2009 y posteriores).

Por último, el consumo de carburante para cada categoría de vehículos es:

Consumo por carburante y categoría de vehículo		
Tipo de vehículo	Tipo de carburante	Consumo de carburante (g/km)
Automóviles	Gasolina	70
	Gasóleo	60
Furgonetas	Gasolina	100
	Gasóleo	80
Vehículos pesados	Gasóleo	240
Motocicletas	Gasolina	35

Fuente: EMEP/EEA (2019)

Tabla 20: Consumo por carburante y categoría de vehículo

Para la valoración monetaria de los impactos de estas emisiones se propone el empleo de los costes propuestos por diferentes autores:

Los valores para España correspondientes a 2010 según el informe “Damages per tonne emission of PM_{2.5}, NH₃, SO₂, NO_x and VOCs from each EU₂₅ Member State (excluding Cyprus) and surrounding seas”, for Service Contract for carrying out cost-benefit analysis of air quality related issues, in particular in the clean air for Europe (CAFE) programme. European Commission DG Environment. Marzo 2005. ENV.C.1/SER/2003/0027, se presentan a continuación (estos valores son la media de los que figuran en dicho estudio en función del método utilizado para valorar la mortalidad y la sensibilidad a la gama de efectos incluidos):

Costes marginales por tonelada de emisión. España. 2010	
Contaminante	Valor (€/t)
NH ₃	8.150
NO _x	4.700
PM _{2.5}	34.750
SO ₂	7.825
NMVOCS	727

Fuente: CAFE (2005)

Tabla 21: Costes marginales por tonelada de emisión (€/2010/t). España

En el informe BeTa Version E1.02a Benefits Table database: Estimates of the marginal external costs of air pollution in Europe. Created for European Commission DG Environment by netcen. <https://ec.europa.eu/environment/enveco/air/pdf/betaec02a.pdf> figuran los siguientes costes marginales por tonelada de emisión para España:

SO ₂		PM _{2.5}		NO _x	VOCs
Áreas rurales	Áreas urbanas (hasta 100.000 hab.)	Áreas rurales	Áreas urbanas (hasta 100.000 hab.)		
3.700	6.000	7.900	33.000	4.700	880

Fuente: BeTa (2000)

Tabla 22: Costes marginales por tonelada de emisión (€/2000/t). España

Según este método el coste de NO_x y VOCs no varía para áreas rurales o urbanas. En el caso de SO₂ y PM_{2.5}, a los valores obtenidos para las ciudades, deben añadirse las externalidades rurales para tener en cuenta los impactos del transporte de contaminantes a largo plazo.

En el caso de SO₂ y PM_{2.5}, la densidad de población tiene efecto sobre los resultados. Para poblaciones mayores a 100.000 habitantes es preciso multiplicar los valores anteriores por los siguientes factores.

Población	SO ₂	PM _{2.5}
Hasta 500.000 hab.	2,5	5
Hasta 1 millón de habitantes	7,5	7,5
Varios millones de habitantes	15	15

Fuente: BeTa (2000)

Tabla 23: Factores de conversión para SO₂ y PM_{2.5} en áreas urbanas

Según el informe “Update of the Handbook on External Costs of Transport”. RICARDO-AEA. European Commission, DG Mobility and Transport. 2014. https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/handbook_on_external_costs_of_transport_2014_0.pdf, el coste de los daños producidos por los principales contaminantes del sector transporte en España son:

Coste producido por los principales contaminantes del sector transporte en España, en €/t (2010).					
PM _{2.5}			NO _x	VOCs	SO ₂
Rural (<150 hab/km ²)	Suburbano (300 hab/km ²)	Urbano (1.500 hab/km ²)			
14.429	48.012	195.252	4.964	1.135	7.052

Fuente: Update of the Handbook on External Costs of Transport”. RICARDO-AEA. European Commission, DG Mobility and Transport (2014)

Tabla 24: Coste producido por los principales contaminantes del sector transporte en España

Por otro lado, el informe CE Delft/INFRAS/Fraunhofer ISI. “External Costs of Transport in Europe. Update Study for 2008”. CE Delft, 2011. http://ecocalc-test.ecotransit.org/CE_Delft_4215_External_Costs_of_Transport_in_Europe_def.pdf, recoge los siguientes valores para la contaminación atmosférica para España (valores de 2008), indicando la fuente de los datos:

Contaminante	Entorno	Fuente datos	Valor (€ ₂₀₀₈ /tonelada)
PM _{2.5}	Metropolitano	HEATCO	354.000

	Urbano	UBA/HEATCO	114.000
	Rural	HEATCO	48.700
PM ₁₀	Metropolitano	UBA/HEATCO	141.600
	Urbano	UBA/HEATCO	45.600
	Rural	UBA/HEATCO	19.500
NO _x	-	NEEDS	3.600
NM VOC	-	NEEDS	800
SO ₂	-	NEEDS	4.200

Fuente: External Costs of Transport in Europe. CE Delft (2011)

Tabla 25: Costes por contaminación en €/t (2008) para España

En el estudio “Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público”. Junta de Andalucía. 2015, se estiman los costes marginales asociados a la contaminación atmosférica, a partir de los datos de CE Delft (2011) y expresándolos por vehículo x km recorrido:

Costes marginales por contaminación atmosférica en España (€2014/1.000 vkm)					
Modo de transporte	Tipo de combustible	Metropolitana	Urbana	Interurbana	Todas
Coches	Gasolina	15,4	9,0	5,1	6,5
	Diésel	42,1	19,5	9,8	13,1
	Total	28,5	14,5	7,6	10,0
Motocicletas	Gasolina	36,5	17,4	10,1	13,5
Autobuses	Diésel	127,8	81,1	56,4	65,9
Ferrocarril	Eléctrico	711,2	286,6	196,7	265,3
	Diésel	1.373,6	573,9	446,0	603,6
	Total	915,5	370,6	249,1	347,1

Fuente: Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público”.

Junta de Andalucía. 2015, a partir de CE Delft (2011). Datos actualizados a 2014

Tabla 26: Costes marginales de la contaminación atmosférica en España

O bien, expresándolos en €/1.000 pkm:

Costes marginales por contaminación atmosférica en España

(€2014/1.000 pkm)					
Modo de transporte	Tipo de combustible	Metropolitana	Urbana	Interurbana	Todas
Coches	Gasolina	8,9	3,2	2,9	
	Diésel	24,1	2,9	5,6	
	Total	16,4	3,1	4,4	
Motocicletas	Gasolina	33,2	2,0	9,2	
Autobuses	Diésel	12,2	1,7	5,4	
Ferrocarril	Eléctrico	5,0	0,0	1,4	
	Diésel	18,0	1,9	5,8	
	Total	7,3	0,3	2,0	

Fuente: Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público”.
Junta de Andalucía. 2015, a partir de CE Delft (2011). Datos actualizados a 2014

Tabla 27: Costes marginales de la contaminación atmosférica en España

Por último, el Ministerio de Fomento en 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 o anteproyectos de la Subdirección General de Estudios y Proyectos” propone la utilización de los costes extraídos del estudio de Maibach et al (2008):

Contaminante	Entorno	Fuente datos	Valor (€ ₂₀₀₀ /tonelada)
PM _{2,5}	Metropolitano (>500.000 hab)	HEATCO	299.600
	Urbano (<500.000 hab)	UBA/HEATCO	96.400
	Rural	HEATCO/CAFE	41.200
PM ₁₀	Metropolitano (>500.000 hab)	HEATCO	119.900
	Urbano (<500.000 hab)	HEATCO	38.600
	Rural	HEATCO	16.500

NO _x	-	CAFE	3.600
NMVOOC	-	CAFE	800
SO ₂	-	CAFE	4.200

Fuente: Nota de Servicio 3/2014. Ministerio de Fomento, a partir de Maibach et al (2008)

Tabla 28: Valoración económica de externalidades asociadas la contaminación atmosférica por proyectos de transporte (€₂₀₀₀/t). España

Según los valores medios obtenidos del “Manual de Costes Externos del Transporte” de la Unión Europea (2019) el coste por contaminación atmosférica según modo, utilizando valores medios proporcionados por el manual (Ratios por Veh-km (actualizados a 2021):

- Veh. Privado: **1,16 € / Veh-km.**
- Transporte Público: **14,57 € / Veh-km.**
- Tren: **47,94 € / Veh-km.**

Fuente: https://ec.europa.eu/transport/themes/sustainable/studies/sustainable_es

2.4.3 Costes externos por cambio climático

El cambio climático, o los impactos sobre el calentamiento global del transporte, están causados principalmente por las emisiones de los gases de efecto invernadero dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (NO₂) y metano (CH₄). Los efectos del calentamiento global son el aumento del nivel de mar, impactos en la agricultura, daños en la salud, ecosistemas y biodiversidad, fenómenos meteorológicos extremos, etc.

Para cuantificar el coste del cambio climático se calcula el coste de la evitación o mitigación de las emisiones de CO₂.

Los costes medios del transporte terrestre de pasajeros debidos al cambio climático en España se muestran a continuación:

Costes medios del cambio climático en España (€ ₂₀₁₄ /1000 pkm)				
Coche	Autobús	Motocicleta	Total carretera	Ferrocarril
17,3	7,4	15,6	16,6	10,4

Fuente: Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público”. Junta de Andalucía. 2015, a partir de INFRAS/IWW-Country results (2004). Datos actualizados a 2014

Tabla 29: Costes medios del transporte terrestre de pasajeros debidos al cambio climático en España (excluyendo congestión)

Para estimar la emisión de CO₂ pueden emplearse la metodología COPERT IV o bien la implementada en la herramienta CO2TA para la evaluación de las emisiones de CO₂ del tráfico por carretera por el CEDEX. En esta última se establece una formulación para obtener las emisiones anuales en función del consumo de carburante:

$$E_{CO_2} = 44,011 \cdot \frac{Q}{12,011 + 1,008 \cdot r_{H/C}}$$

siendo:

E_{CO2}: emisiones anuales de CO₂ (t)

Q: Consumo de carburante anual (t)

r_{H/C}: relación entre el número de átomos de hidrógeno y carbono del carburante (1,8 para gasolina y 2,0 para gasóleo. Se considera 1,96).

Más directo, y con resultados similares, resulta emplear el factor de emisión incluido en EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook 2019, estimado en 3,169 kg CO₂/kg carburante, tanto gasolina como gasóleo, aplicando los consumos por km recorrido por categoría de vehículo expuestos anteriormente y despreciando la emisión por combustión de lubricante (de mucha menor entidad frente a la combustión de los carburantes).

Por otro lado, para valorar el coste de las emisiones de CO₂ se pueden consultar los mercados de negociación de derechos de emisión de dióxido de carbono (SENDECO2, Sistema Europeo de Negociación de CO₂, <https://www.sendeco2.com/es/precios-co2>) donde se establece el precio de los derechos de emisión de la tonelada de CO₂. **El valor medio anual en 2020 fue de 24,75 €/tonelada.**

Con la obtención, por un lado, de las emisiones medias por km y, por otro, del coste de estas emisiones en el mercado, es posible monetizar el coste de emisión de gases de efecto invernadero.

Por último, en el informe “Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público”. Junta de Andalucía. 2015, se presentan los costes marginales en euros por km recorrido (€/vkm o €/pkm) para dos escenarios: para el corto y medio plazo se considera el objetivo establecido en el protocolo de Kyoto (25 €/t CO₂) para 2020 y, para el largo plazo, la UE estableció un objetivo que limitaba el incremento de temperatura a 2°C para el 2050 (146 €/t CO₂)

Costes marginales por cambio climático (€ ₂₀₁₄)					
Modo de transporte	Combustible	Escenario bajo (25€/tCO ₂)		Escenario alto (146€/tCO ₂)	
		€/1000vkm	€/1000pkm	€/1000vkm	€/1000pkm
Coches	Gasolina	5,7	3,2	33,3	19,1
	Diésel	5,1	2,9	30,2	17,2
	Total	5,4	3,1	31,5	18,0
Motocicletas	Gasolina	2,2	2,0	12,7	11,6
Autobuses	Diésel	17,1	1,7	99,6	9,5
Ferrocarril	Eléctrico	0,0	0,0	0,0	0,0
	Diésel	363,1	1,9	827,2	10,9
	Total	84,8	0,3	200,1	1,6

Fuente: Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público”. Junta de Andalucía. 2015, a partir de CE Delft (2011). Datos actualizados a 2014

Tabla 30: Costes marginales por cambio climático en España

Según los valores medios obtenidos del “Manual de Costes Externos del Transporte” de la Unión Europea (2019) el coste por cambio climático según modo, utilizando valores medios proporcionados por el manual. Ratios por Veh-km (actualizados a 2021):

- Veh. Privado: **1,94 € / Veh-km.**
- Transporte Público: **10,35 € / Veh-km.**
- Tren: **2,10 € / Veh-km.**

Fuente: https://ec.europa.eu/transport/themes/sustainable/studies/sustainable_es

2.4.4 Costes externos por afección a la naturaleza y el paisaje

Los efectos negativos del transporte sobre la naturaleza y el paisaje consisten principalmente en la pérdida de ecosistemas debido a la pérdida de su hábitat natural y la fragmentación del mismo. Para el cálculo de estos efectos, el estudio de CE Delft (2011) considera el cálculo del coste de reparación y compensación para la mejora del paisaje y la naturaleza.

Los costes medios del transporte terrestre de pasajeros debidos a la afección sobre la naturaleza y el paisaje en España se muestran a continuación:

Costes medios por afección a la naturaleza y el paisaje en España (€ ₂₀₁₄ /1000 pkm)				
Coche	Autobús	Motocicleta	Total carretera	Ferrocarril
3,3	0,9	3,6	3,0	1,0

Fuente: Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público”. Junta de Andalucía. 2015, a partir de INFRAS/IWW-Country results (2004). Datos actualizados a 2014

Tabla 31: Costes medios del transporte terrestre por afección a la naturaleza y el paisaje en España

Estos tipos de costes no serán tenidos en cuenta en los cálculos debido a que el ámbito de estudio es urbano y metropolitano y, por tanto, apenas afecta a espacios naturales. Además, es de difícil estimación y representan un porcentaje muy pequeño respecto al total.

2.4.5 Contaminación de agua y suelo

Los efectos adversos sobre la calidad del agua y los suelos cercanos a las infraestructuras de transporte son los producidos por la emisión de metales pesados e hidrocarburos aromáticos policíclicos: producen daños en la vegetación, descenso de la fertilidad del suelo, contaminación del agua, daño a la fauna, etc. Debido a la dificultad del cálculo de dicho coste, para su estimación se calculan los costes aproximados de reparación.

Este coste de reparación se considera de 60 €/m³ (2008) para Suiza (RICARDO-AEA/CAU/DIWecon, 2014, citados en “Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público”. Junta de Andalucía. 2015.

Por los mismos motivos que los costes de afección a la naturaleza y el paisaje, estos costes no serán considerados en los cálculos del presente proyecto.

2.5 Otros aspectos

2.5.1 Costes de separación en áreas urbanas

En áreas urbanas, el tráfico motorizado tiene efectos sobre el no motorizado como, por ejemplo, la pérdida de tiempo de los peatones debido al efecto barrera que producen las infraestructuras.

El estudio de CE Delft (2011) considera el coste de la pérdida de tiempo en el caso de carreteras en 26,3 €₂₀₁₄/persona y año, y en ferrocarriles, 7 €₂₀₁₄/persona y año. Estos valores, originalmente en € de 2008 para Suiza fueron transferidos a España mediante una ponderación en función del PIB per cápita de ambos países y actualizados al año 2014 según la tasa de inflación dada por el Banco Mundial.

El estudio solo recomienda su uso en ciudades de más de 50.000 habitantes, no teniendo relevancia en ciudades más pequeñas. En el ámbito de estudio únicamente Huelva capital posee dichas características, por lo que dichos costes no serán considerados en los cálculos del presente proyecto.

2.5.2 Costes indirectos

El transporte genera efectos negativos también de forma indirecta. Se trata de las emisiones por la producción y distribución de combustibles, producción y mantenimiento de vehículos, producción y mantenimiento de la infraestructura, etc.

El cálculo de estos costes externos se realiza del mismo modo que en el caso de la contaminación atmosférica y el cambio climático, multiplicando las emisiones por el precio del contaminante (precio sombra)

Los costes medios indirectos del transporte terrestre de pasajeros en España se muestran a continuación:

Costes medios indirectos del transporte en España (€ ₂₀₁₄ /1000 pkm)				
Coche	Autobús	Motocicleta	Total carretera	Ferrocarril
5,1	2,6	3,8	4,9	5,1

Fuente: Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público”. Junta de Andalucía. 2015, a partir de INFRAS/IWW-Country results (2004). Actualizados a 2014

Tabla 32: Costes medios indirectos del transporte en España

Los costes marginales por efectos indirectos, expresados en euros/km (vkm o pkm), según el informe “Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público”. Junta de Andalucía. 2015, citando a DE Delft (2011) son:

Costes marginales por efectos indirectos (€ ₂₀₁₄)					
Modo de transporte	Combustible	Escenario bajo (25€/tCO ₂)		Escenario alto (146€/tCO ₂)	
		€/1000vkm	€/1000pkm	€/1000vkm	€/1000pkm
Coches		6,3	3,5	10,3	5,9
Motocicletas		2,6	2,4	4,2	3,8
Autobuses		16,8	1,6	30,9	2,9
Ferrocarril	Eléctrico	394,4	2,8	1.072,5	7,5
	Diésel	910,8	11,9	1.046,4	13,7
	Total	518,5	4,1	1.066,2	8,5

Fuente: Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público”. Junta de Andalucía. 2015, a partir de CE Delft (2011). Datos actualizados a 2014

Tabla 33: Costes marginales por efectos indirectos del transporte en España

Los costes indirectos no han sido considerados en los cálculos del presente proyecto dado que las externalidades consideradas tienen en cuenta, no solamente las emisiones para el cambio climático originadas, sino también las emisiones relacionadas con proporcionar la fuente de energía.

2.6 Actualización de los valores monetarios publicados al año base

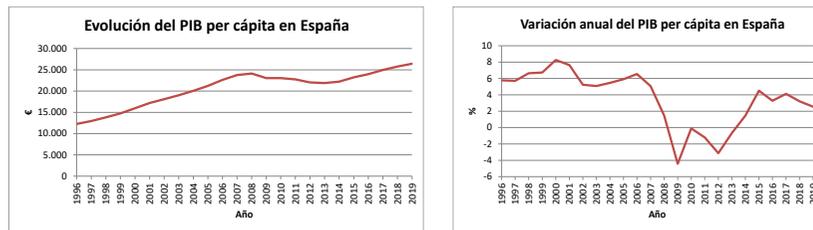
Los valores presentados en el apartado anterior están calculados para distintos años e, incluso, son relativos a países distintos a España, por lo que no son comparables directamente. Para poder aplicarlos en el ACB es preciso referirlos a España y al mismo año (año base)

En los casos en que no se conozca el valor de un determinado aspecto en España pero sí en algún otro país, se puede convertir ese valor a España mediante la paridad del poder adquisitivo (PPA), indicador económico que compara el nivel de vida entre distintos países mediante la relación de sus PIB per cápita en términos del coste de vida en cada país.

Por otro lado, cuando los datos publicados en los estudios de referencia están desactualizados pueden actualizarse empleando la variación del PIB per cápita entre el año de publicación del dato y el momento actual o bien empleando la evolución del IPC en ese mismo periodo.

A continuación, se muestra la evolución de estos índices a partir de datos obtenidos del Banco Mundial y del Instituto Nacional de Estadística.

A modo de ejemplo, según el INE, el PIB per cápita en España ha aumentado un 24,42% en el periodo 2005-2019, pasando de 21.239 a 26.426 €. Su evolución se presenta en los siguientes gráficos:

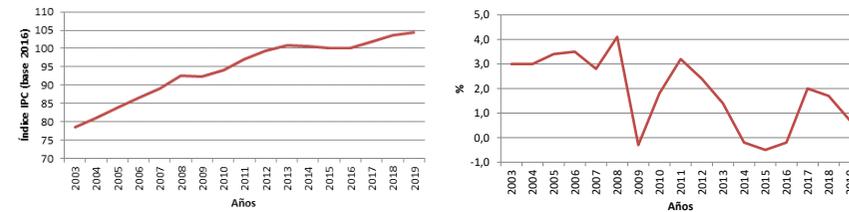


Fuente: INE

(https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736177057&menu=resultados&idp=1254735576581)

Ilustración 1: Variación anual del PIB per cápita en España

Empleando la evolución del IPC, en el mismo periodo este índice ha variado un 23,9%. Su evolución se presenta en los siguientes gráficos:



Fuente: INE (<https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=22553>)

Ilustración 2: Evolución del IPC en España

3 ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO DEL PTMHU

A continuación, se realiza el Análisis Coste-Beneficio del PTMHU. Para ello se sigue la metodología descrita en el apartado anterior.

3.1 Descripción de escenarios del PTMHU

El PTMHU contempla dos escenarios que constituyen las diferentes alternativas diseñadas para conseguir alcanzar los objetivos estratégicos del PTMHU.

El **Escenario 1. “Fomento de la movilidad activa y del transporte público”** agrupa las actuaciones relacionadas con la promoción del transporte público y de los modos no motorizados para modificar el reparto modal actual, muy desplazado hacia la utilización del vehículo privado, hacia modos más sostenibles.

El **Escenario 2. “Fomento de la movilidad activa y del transporte público y gestión del tráfico”** añade a las actuaciones contempladas en el escenario anterior aquellas destinadas a promover modos de transporte más limpios (incluidos vehículos eléctricos) mediante la restricción del uso de vehículos de combustión privados, definición de zonas de bajas emisiones y políticas de estacionamiento en los centros urbanos, entre otras.

Por último, se plantea un **Escenario (teórico) 3. “Fomento de la movilidad activa, del transporte público, gestión del tráfico y ordenación del territorio”** que, aunque **no se considera un escenario como tal más a analizar en el ACB**, en él, se incluyen indicaciones y medidas adicionales **no relacionadas con el sistema de transporte** sino con la **ordenación del territorio** que se consideran **imprescindibles y de gran importancia** para reducir el número/longitud de los viajes para alcanzar los objetivos a más largo plazo. En este caso, el PTMHU, al no poseer competencia sobre políticas de ordenación del territorio, sólo puede proponer este tipo medidas de coordinación. Su definición deberá hacerse bajo una planificación de nivel superior, con el desarrollo normativo que requiera.

La selección del Escenario Final del PTMHU (Escenario 1 ó escenario 2) se realizará a través de un Análisis Coste Beneficio y de un posterior Análisis Multicriterio complementario.

Cada uno de los dos escenarios queda definido por dos actuaciones principales y una serie de actuaciones complementarias que se proceden a modelizar. A continuación, se presentan cada uno de ellos:

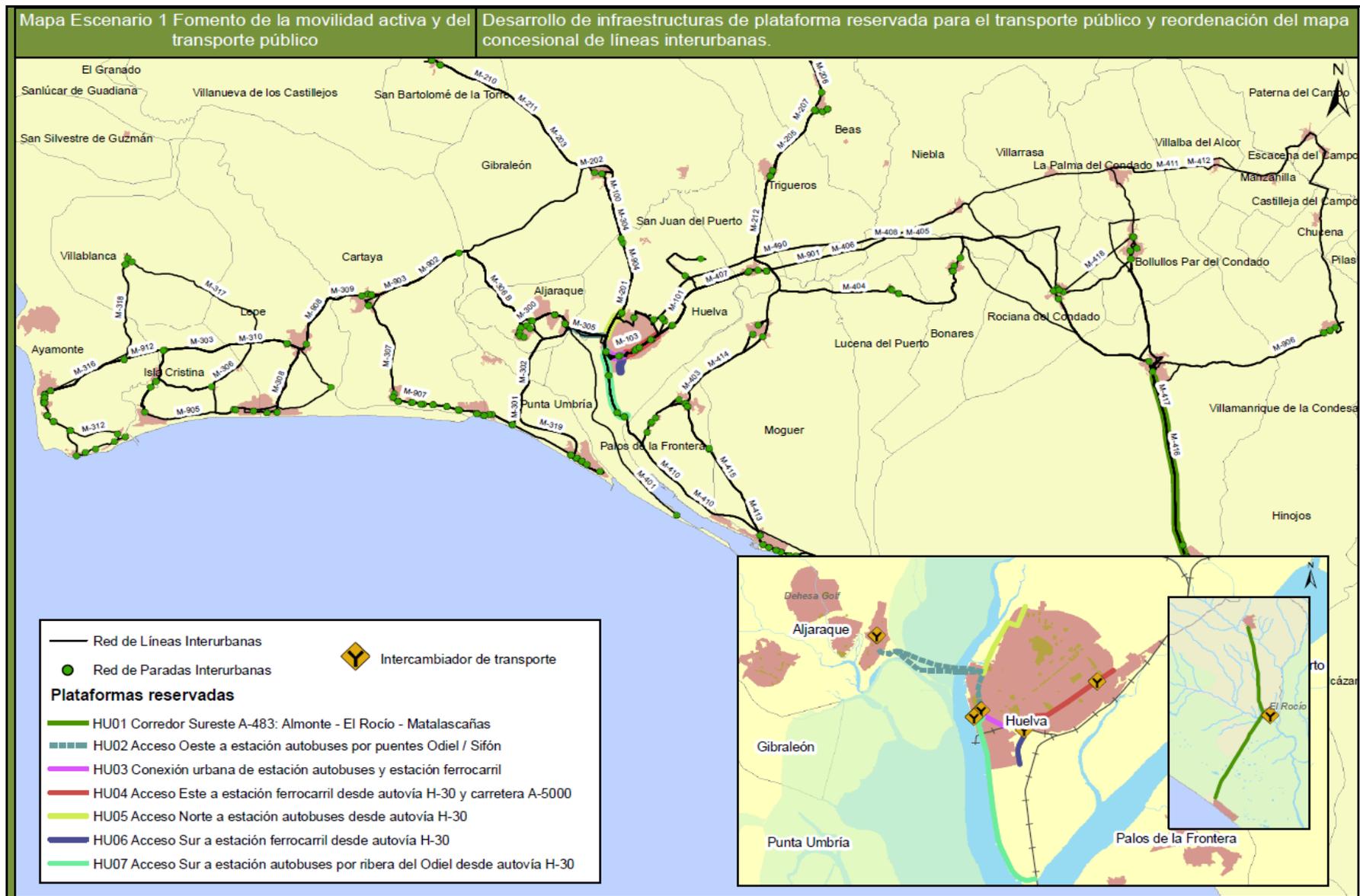
Escenario	Actuaciones principales (según línea estratégica)
1. Fomento de la movilidad activa y del transporte público.	LE4-01: Desarrollo de infraestructuras de plataforma reservada para el transporte público de autobús urbano y metropolitano: carriles bus y plataformas reservadas. LE5-01: Reordenación del mapa concesional de líneas interurbanas.
2. Fomento de la movilidad activa, del transporte público y gestión del tráfico.	LE4-12: Plan de aparcamientos disuasorios orientados al transporte público y a la descongestión de centros urbanos o puntos generadores/attractores de viajes. LE4-13: Mejora de la conexión oeste de Huelva y de su servicio de transporte público.

Tabla 34: Identificación de escenarios y actuaciones principales

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, se exponen los dos escenarios con su conjunto de actuaciones. Cabe destacar que existen actuaciones complementarias que deben ser contempladas por todos los escenarios y que, por tanto, son comunes en todos ellos. Por ello se presenta:

1. Mapa y ficha específica (por escenario) que contiene las actuaciones concretas a desarrollar (principales y otras actuaciones).
2. Ficha general que contiene las actuaciones comunes. Actuaciones complementarias que se deben llevar a cabo en todos los escenarios, aunque precisen de cierta adaptación, según el escenario de que se trate.



Ficha Escenario 1	Actuaciones principales	Otras actuaciones	Descripción
1. Fomento de la movilidad activa y del transporte público	Desarrollo de infraestructuras de plataforma reservada para el transporte público de autobús urbano y metropolitano: carriles bus y plataformas reservadas	LE2-02: Impulso al transporte de bicicletas y vehículos de movilidad personal en el transporte público.	El escenario 1 contempla como primera actuación principal el desarrollo plataformas reservadas para el transporte público, actuación que se retroalimenta de la necesaria coordinación de líneas (interurbanas y urbanas) que discurren por ellas, ajustando frecuencias, horarios, paradas etc...así como de la mejora de la accesibilidad y fomento del uso de modos no motorizados, a pie y bicicleta. La construcción de estas plataformas reservadas estará condicionada a la elaboración de estudios previos de viabilidad que justifiquen su viabilidad en relación a parámetros como la IMD y la demanda de transporte público. Adicionalmente en el escenario se lleva a cabo la reordenación del mapa concesional de líneas interurbanas. Reordenación de líneas que, además de tener en cuenta lo anterior, se desarrolla junto con otras actuaciones tales como como la implantación de sistemas de ayuda y gestión del transporte público, fomento de la accesibilidad universal al sistema de transporte público y la renovación de flotas de autobuses con vehículos que utilicen energías limpias.
		LE2-03: Puntos de préstamo y aparcamientos para bicicletas.	
		LE4-08: Consolidación de la red de itinerarios ciclistas y vías verdes ciclopeatonales de ámbito metropolitano y LE4-09: Fomento de la red de itinerarios ciclistas de carácter estructurante a nivel urbano.	
		LE4-02: Coordinación de todos los servicios de transporte urbano y metropolitano presentes en el ámbito. Creación de puntos de intermodalidad en el área metropolitana.	
	Reordenación del mapa concesional de líneas interurbanas.	LE3-02: Implantación de sistemas de ayuda a la explotación y de gestión integrada de incidencias en el transporte público.	
		LE3-05: Fomento de la renovación de flotas de vehículos de transporte público alimentados por energías alternativas.	
LE4-04, LE4-05 y LE4-06: Mejora de la accesibilidad universal al transporte público. Itinerarios, paradas, estaciones y flotas.			

Ficha Escenario 2	Actuaciones principales	Otras actuaciones	Descripción
2. Fomento de la movilidad activa, del transporte público y gestión del tráfico	LE4-12: Plan de aparcamientos disuasorios orientados al transporte público y a la descongestión de centros urbanos o puntos generadores/atractores de viajes.	LE2-01: Regulación de estacionamientos.	El escenario 2, además del desarrollo completo del escenario 1, añade como primera actuación principal la creación de aparcamientos disuasorios ligados al transporte público, junto a los que desarrollan actuaciones de fomento la movilidad eléctrica incrementando la red de puntos de recarga y se aplican actuaciones de gestión restrictivas para el vehículo privado como la regulación del estacionamiento existente, medidas de calmado de tráfico (zonas 30) e implantación de ZBE. La segunda actuación principal que completa el escenario 2 es la mejora de la conexión oeste de Huelva y de su servicio de transporte público. Mejora que se complementa con actuaciones de fomento de sistemas de transporte compartido y de las actuaciones íntimamente ligadas y desarrolladas con anterioridad, con su correspondiente reajuste y nueva adaptación. Plataformas reservadas HU-02, HU-06 y HU-07, aparcamientos disuasorios N° 2 y 15 así como la creación de servicios lanzaderas hacia Huelva.
		LE3-04: Fomento de la movilidad eléctrica. Aumento de puntos de recarga para vehículos eléctricos. Electrolinerías.	
		LE5-03: Medidas para el calmado de tráfico	
		LE5-04: Implantación de zonas de bajas emisiones en núcleos urbanos mayores de 50.000 habitantes	
		LE3-06: Fomento del uso de sistemas de transporte compartido en los desplazamientos diarios.	
		Reajuste de plataformas reservadas HU-02 Acceso Oeste a Estación Autobuses por Puente Sifón, HU-06 Acceso a Huelva desde Punta Umbría por carretera A-497 y HU-07 Acceso Aljaraque-Bellavista-Corrales (Intercambiadores Corrales y Estación Autobuses)	
		Coordinación de los servicios de transporte urbano y metropolitano (Líneas Interurbanas por carreteras A-492 y A-497. Creación de puntos de intermodalidad en el Área Metropolitana.	
		Adaptación de aparcamientos disuasorios (N° 2 Aljaraque y N° 15 Corrales)	
		Creación de servicios de transporte público lanzaderas desde aparcamientos disuasorios a Huelva.	
	LE4-13: Mejora de la conexión oeste de Huelva y de su servicio de transporte público.		

Ficha General	Línea Estratégica	Actuaciones complementarias
Todos los Escenarios	Línea Estratégica 2: Cambiar el reparto modal	LE2-04: Mejora de la regulación del uso e implantación de nuevos modos de movilidad. LE2-05: Fomento de la movilidad no motorizada en los desplazamientos a los colegios.
	Línea Estratégica 3: Mejorar el rendimiento y la sostenibilidad	LE3-01: Web única y App de información de movilidad. LE3-03: Mejora de la información al ciudadano de los modos de transporte sostenible en los principales municipios con equipamientos de carácter metropolitano. LE3-07: Desarrollo de una evaluación de la adaptación al cambio climático en el área metropolitana de Huelva.
	Línea Estratégica 4: Infraestructura y flota	LE4-03: Mejora de la accesibilidad universal al transporte público: estaciones ferroviarias. LE4-07: Mejora de puntos de acceso (paradas) en grandes centros atractores. LE4-10: Ampliación del número de estacionamientos de bicicletas seguros hasta alcanzar la dotación necesaria. LE4-11: Fomento de la movilidad no motorizada. LE4-14: Plan de transporte específico para la carretera A-483, tramo Almonte-El Rocío-Matalascañas.
	Línea Estratégica 5: Operación	LE5-02: Ampliación del ámbito de aplicación del Sistema Tarifario Metropolitano
	Línea Estratégica 6: Organización	LE6-01: Fortalecimiento del Consorcio de Transporte Metropolitano Costa de Huelva LE6-02: Impulsar la coordinación en materia de movilidad sostenible entre los municipios del Área Metropolitana LE6-03: Optimización de la Distribución Urbana de Mercancías: armonización de aspectos normativos de su gestión en el área metropolitana y elaboración de guía de buenas prácticas. LE6-04: Impulsar la realización y aplicación de planes de movilidad en centros generadores de viaje (grandes empresas, polígonos industriales, explotaciones agrarias). LE6-05: Campaña de información y concienciación hacia una movilidad sostenible LE6-06: Plan educativo y políticas de movilidad sostenible en escuelas LE6-07: Cursos de formación en movilidad sostenible a técnicos municipales LE6-08: Plan de comunicación del Consorcio de Transporte Metropolitano en situación de pandemia LE6-09: Medidas de fomento del transporte público en situación de pandemia

3.2 Inversión por escenarios incluidos en el ACB

En la siguiente tabla se muestran las inversiones necesarias (Mill €) por escenario consideradas en el modelo económico:

Escenario	Inversión Mill (€)
1. Fomento de la movilidad activa y del transporte público.	419,21
2. Fomento de la movilidad activa, del transporte público y gestión del tráfico.	528,92

Tabla 35: Inversión por escenario

Fuente: Elaboración propia

3.3 Definición de los parámetros básicos

Los parámetros básicos asignados a la ACB del PTMHU son:

- Año de referencia: **2021**
- Horizonte temporal del análisis:
Periodo de 2023 – 2026 (Inversiones)
Periodo de 2027 – 2050 (Operaciones)
- Tasa de descuento: **3%**
- Métrica de crecimiento: Crecimiento real PIB p/c España¹: **1,2%** (2019)
- Precios sombra²: **88%**

3.4 Valoración económica de los impactos del PTMHU

A continuación, a modo resumen, se detallan los valores medios utilizados para la estimación monetaria de los impactos del PTMHU, agrupados según cada uno de los aspectos considerados con anterioridad en el apartado 2.

3.4.1 Aspectos económicos

Costes de inversión

Ingresos del sistema: Se utilizan las tarifas medias por kilómetro recorrido para los diferentes modos de transporte.

¹ Fuente: Datos sobre las cuentas nacionales del Banco Mundial y archivos de datos sobre cuentas nacionales de la OCDE (último dato publicado).

² Fuente: Manual de evaluación de inversiones de ADIF.

3.4.2 Aspectos Funcionales

Valor del Tiempo: **11,8 € / Hora**

Coste operación y mantenimiento transporte público: **1,42 € / Veh-km.**

Coste operación y mantenimiento vehículo privado: **31,34 € / Veh-km.**

3.4.3 Aspectos relacionados con la salud pública

Siniestralidad:

- Vehículo privado: **4,96 € / Viaj-km.**
- Transporte público autobús: **1,02 € / Viaj-km.**
- Tren: **0,51 € / Viaj-km.**

3.4.4 Aspectos medioambientales

Ruido:

- Vehículo privado: **0,91 € / Veh-km.**
- Transporte público autobús: **8,17 € / Veh-km.**
- Tren: **24,51 € / Veh-km.**

Contaminación:

- Vehículo privado: **1,16 € / Veh-km.**
- Transporte público autobús: **14,57 € / Veh-km.**
- Tren: **47,94 € / Veh-km.**

Cambio climático:

- Vehículo privado: **1,94 € / Veh-km.**
- Transporte público autobús: **10,35 € / Veh-km.**

- Tren: 2,10 € / Veh-km.

3.5 Resultados del ACB

A continuación, se presenta resumen de los resultados fruto de las proyecciones realizadas en lo que se refiere a TIR, VAN de proyecto, relación coste/beneficio, ahorro de tiempo/beneficio y externalidades/beneficio. Véase ANEXO 5.2 "Resultados por escenario del modelo económico".

Escenario	TIR	VAN (Mill €)	C / B°	Tiempo / B°	Extern. / B°
ESCENARIO 1	5,27%	118,16 €	0,7	62,4%	15,3%
ESCENARIO 2	3,96%	61,40 €	0,9	58,2%	17,3%

Tabla 36: Resumen de los principales resultados del ACB

Fuente: Elaboración propia

Tal y como se puede apreciar, los dos escenarios analizados poseen:

- ✓ Una TIR > 3% (tasa de descuento utilizada)
- ✓ Un VAN > 0, lo que supone que las inversiones producirán beneficios por encima de la rentabilidad exigida.
- ✓ Una ratio Coste/Beneficio < 1, que implica que la inversión podrá recuperarse en el periodo de tiempo evaluado.

Se trata de dos escenarios factibles y realizables desde el punto de vista económico, aunque desde el punto de vista de la **rentabilidad económica**, el escenario 1 posee tanto mayor TIR como VAN y una menor ratio C/B, que el escenario 2, lo que hace que el escenario 1 sea más rentable que el escenario 2.

Desde el punto de vista del **beneficio social** (beneficio de los usuarios), la proyección de la demanda nos permite conocer las previsiones de volumen de tráfico según modo, dato fundamental para la estimación de los ahorros de tiempo de viaje producidos tras la puesta en marcha de las actuaciones (en términos de viajeros - hora).

El indicador tiempo/beneficio de cada una de las actuaciones nos indica el peso que posee en cada una de ellas el valor del ahorro de tiempo conseguido respecto al beneficio total.

Tanto el escenario 1 como el escenario 2, al tener una ratio tiempo/beneficio > 50%, quiere decir que generan más beneficios por ahorro de tiempo que por ahorro en reducción del uso del vehículo privado (costes operativos y de mantenimiento evitados). El escenario 1 consigue mayor ahorro de tiempo en comparación con el escenario 2.

Desde el punto de vista del **beneficio medioambiental** (beneficio de externalidades), la suma de los ahorros producidos por menor siniestralidad, ruido y emisiones sobre el beneficio total, indica que el escenario 2 reduce en mayor medida que el escenario 1 tanto la siniestralidad como el impacto ambiental.

4 ANÁLISIS MULTICRITERIO

El proceso del Análisis Coste-Beneficio está rodeado de cierta incertidumbre debido a que la valoración realizada de las variables que definen los impactos futuros puede no ajustarse al valor real que tendrán en el horizonte temporal manejado y no contemplar con la suficiente significación aspectos considerados prioritarios para la consecución de los objetivos estratégicos del PTMHU.

Para conseguir que en la elección del escenario final se tenga en cuenta factores y variables muy importantes e imprescindibles para alcanzar los objetivos del PTMHU, (ambientales, sociales, funcionales y territoriales), se considera necesario aplicar como herramienta complementaria al ACB, el desarrollo del análisis multicriterio.

El objetivo de este análisis multicriterio es, no sólo seleccionar el mejor de los escenarios posibles, sino también aportar los argumentos objetivos que fundamenten tal conclusión, resaltando la importancia relativa de cada uno de los aspectos adoptados para basar tal decisión mediante la generación de diferentes pesos.

4.1 Selección de factores y variables considerados para el PTMHU

Los factores y variables más adecuados para valorar el nivel de cumplimiento de los objetivos mediante la aplicación de las actuaciones contempladas en los escenarios son los siguientes:

- 1) **FACTOR ECONÓMICO:** Se desea obtener la alternativa que sea más rentable desde el punto de vista económico.
 - Inversión
 - TIR (obtenido en el ACB).
- 2) **FACTOR FUNCIONAL:** Se desea obtener la alternativa que sea más funcional de cara al usuario.
 - Ahorro de tiempo
 - Reducción uso vehículo privado
 - Demanda transporte público

- 3) **FACTOR SOCIAL / TERRITORIAL:** Se desea obtener la alternativa que sea más beneficiosa para la salud pública mediante la reducción de la accidentabilidad y para el desarrollo territorial del área implicada.
 - Siniestralidad
 - Municipios implicados
- 4) **FACTOR AMBIENTAL:** Se desea obtener la alternativa que menor impacto desfavorable tenga sobre el medio ambiente.
 - Ruido
 - Contaminación
 - Cambio climático

4.2 Indicadores para la evaluación cuantitativa

El valor de los indicadores que permiten la evaluación cuantitativa de los escenarios a través de los factores y variables detallados en el apartado anterior se extraerán del Análisis Coste Beneficio o del Modelo de Transporte, en función de cuál de ellos se trate.

4.3 Definición del método de decisión a utilizar

Una vez que se dispone de todos los valores de los indicadores necesarios para efectuar la toma de decisión, tan solo se necesita seleccionar el método de decisión a utilizar para obtener el escenario elegido a partir de la optimización de los factores y variables definidos.

Existen dos grandes grupos de métodos o reglas de decisión a tal efecto que son, de agregación total. (PATTERN) y el de agregación parcial. (ELECTRE I).

Debido a la importancia de la decisión a tomar se ha determinado la utilización del **método de agregación total PATTERN** como más representativo y de utilización más frecuente dentro de esta familia en razón de su fiabilidad y su claridad.

Al ser de agregación total tiene en cuenta tanto el peso o importancia que poseen los factores y variables dentro del PTMHU dependiendo de estándares o experiencias de otros estudios, como la valoración de los indicadores de cada escenario.

Los pesos distintos para cada una de las variables, oscilan entre 0 y 1 en función de la importancia dentro del PTMHU. La suma de las variables pertenecientes a un mismo factor debe ser 1.

A continuación, se presentan los valores otorgados para cada variable y factor:

FACTOR	PESO ASIG. FACTOR	VARIABLE	PESO ASIG. VARIABLE
1.- Económico	1,00	Inversión	0,50
		TIR	0,50
2.-Funcional	1,00	Ahorro de tiempo	0,33
		Reducción uso vehículo privado	0,33
		Demanda transporte público	0,33
3.- Social / Territorial	1,00	Siniestralidad	0,50
		Municipios implicados	0,50
4.- Ambiental	1,00	Ruido	0,33
		Contaminación	0,33
		Cambio climático	0,33

Tabla 37: Pesos asignados por variable

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detalla el proceso desarrollado para la selección de la mejor actuación en base al análisis multicriterio definido.

4.4 Desarrollo análisis multicriterio (método de agregación total PATTERN)

Tal y como se puede apreciar a continuación, los resultados indican que la mejor elección según el análisis multicriterio es el **Escenario 2. Fomento de la movilidad activa, del transporte público y gestión del tráfico.**

Aunque el escenario 2 obtiene peor resultado que el escenario 1 en lo que se refiere al factor económico, lo supera tanto en el factor funcional como ambiental.

Factor	Variable		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2
1.- Económico	Inversión		419,2	528,9
		Peso	0,5	0,5
	TIR		0,0527	0,0396
		Peso	0,5	0,5
2.- Funcional	Ahorro de tiempo		267,2	262,0
		Peso	0,33	0,33
	Reducción uso vehículo privado		88,3	101,9
		Peso	0,33	0,33
	Demanda transporte público		24.014	24.324
	Peso	0,33	0,33	
3.- Social / Territorial	Siniestralidad		45,4	55,7
		Peso	0,5	0,5
	Municipios implicados		24	5
		Peso	0,5	0,5
4.- Ambiental	Ruido		4,6	5,0
		Peso	0,33	0,33
	Contaminación		5,9	6,4
		Peso	0,33	0,33
	Cambio climático		9,6	10,6
		Peso	0,33	0,33
Factor	Variable		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2

1.- Económico	Inversión		-109,7	0,0
		Peso	1,0	0,0
	TIR		0,013	0,000
		Peso	1,0	0,0
2.- Funcional	Ahorro de tiempo		5,2	0,0
		Peso	1,0	0,0
	Reducción uso vehículo privado		0,0	13,6
		Peso	0,0	1,0
3.- Social / Territorial	Demanda transporte público		0,0	310,8
		Peso	0,0	1,0
	Siniestralidad		0,0	10,3
		Peso	0,0	1,0
4.- Ambiental	Municipios implicados		19,0	0,0
		Peso	1,0	0,0
	Ruido		0,0	0,5
		Peso	0,0	1,0
4.- Ambiental	Contaminación		0,0	0,6
		Peso	0,0	1,0
	Cambio climático		0,0	1,0
		Peso	0,0	1,0
	Variable		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2
Resultados	1.- Económico		2,0	0,0
	2.- Funcional		1,0	2,0
	3.- Social / Territorial		1,0	1,0
	4.- Ambiental		0,0	3,0
	TOTAL		4,0	6,0

Tabla 38: Resumen resultados análisis multicriterio

Fuente: Elaboración propia

5 ESCENARIO FINAL DEL PTMHU

Como resultado de los análisis (coste beneficio y multicriterio) anteriormente desarrollados, podemos señalar las principales características que sobresalen de los indicadores:

- Los dos escenarios son generadores de beneficios por ahorros de tiempo. Frente a la posibilidad de generar ahorros de costes de funcionamiento al sistema ambos escenarios consiguen mejorar la accesibilidad y movilidad en el ámbito de estudio, destacando el Escenario 1 sobre el Escenario 2.
- Las mayores rentabilidades absolutas (VAN) se dan en el Escenario 1.
- Según el criterio de mayor eficiencia sobre el coste empleado (ratio C/B) el Escenario 2 es más eficiente que el Escenario 1.
- La mayor generación relativa de externalidades (reducción de externalidades negativas) se da en el escenario 2, aunque seguido muy de cerca por el escenario 1.

Por todo lo anterior, del análisis coste beneficio y multicriterio no se puede seleccionar un escenario claramente ganador.

Si analizamos pormenorizadamente los porcentajes de variación en el reparto modal que se estima tras la puesta en marcha de cada uno de los dos escenarios, se constata que el trasvase de viajes que, de realizarse en vehículo privado pasan a producirse en transporte público o en modos no motorizados, no se considera significativo. (Véase a continuación la Variación % Esc2 - % Esc. 1)

Modo (Viajes/día)	BASE 2026	Esc. 1	% Esc. 1 / Base	Esc. 2	% Esc. 2 / Base	Variación % Esc.2 - % Esc. 1
Total No Motorizado	368.119	368.590	0,13%	368.646	0,14%	0,02%
Total Veh. Privado	552.289	548.880	-0,62%	548.512	-0,68%	-0,07%
Total Tte. Público	21.438	24.377	13,71%	24.688	15,16%	1,45%
Total	941.846	941.846		941.846		

Tabla 39: % de variación del reparto modal entre escenarios.

Fuente: Elaboración propia

La escasa variación se justifica, fundamentalmente, porque la inversión necesaria para desarrollar la actuación principal del escenario 2 (Ampliación del puente sobre el río Odiel), no genera gran repercusión sobre el reparto modal en el plazo analizado. De ahí que se concluye que el escenario final del PTMHU es el **Escenario 1. Fomento de la movilidad activa y del transporte público**, sin descartar la puesta en marcha de los estudios de viabilidad necesarios para el analizar con el rigor y detalle necesario la conveniencia de las actuaciones del Escenario 2.

Una vez definido el escenario final del PTMHU, la comparación entre la reducción de viajes en vehículo privado y el incremento del transporte público y modos no motorizados previsto tras la puesta en marcha del mismo posee un tope o límite. El modelo territorial existente no permite mejorar en mayor medida dicho trasvase modal de viajes hacia los modos más sostenibles.

Habría que recurrir a la **coordinación entre la ordenación del territorio y la planificación del transporte** para conseguir:

- reducir el número de viajes
- reducir la longitud de los mismos
- mejorar el reparto modal a favor de los modos más sostenibles.

Tal y como se ha comentado con anterioridad, el PTMHU, no posee competencia sobre políticas de ordenación del territorio. Sólo puede proponer medidas de coordinación para alcanzar los objetivos a más largo plazo.

A continuación, se presenta el **escenario teórico 3 Fomento de la movilidad activa, transporte público, gestión del tráfico y ordenación del territorio** con las medidas que el PTMHU considera necesarias poner en marcha.

Ficha Escenario Teórico 3	Actuación principal	Medidas propuestas
<p>3. Fomento de la movilidad activa, transporte público, gestión del tráfico y ordenación del territorio</p>	<p>LE1-01: Coordinación entre la planificación del transporte y el planeamiento urbanístico.</p>	<p>1) Incorporación de la movilidad sostenible en el planeamiento urbanístico como factor de definición del modelo territorial.</p>
		<p>2) Control del crecimiento mediante densificación, reforma interior de lo existente y reducción de distancias, especialmente en los desarrollos turísticos. Mezcla de usos y proximidad a elementos de centralidad.</p>
		<p>3) Modelo de movilidad propuesto: -Reconocimiento del PTMHU y PMUS como instrumentos de referencia. -Evaluación de la movilidad implícita al modelo de desarrollo urbano. -Objetivos específicos de movilidad, como la reducción de desplazamientos y distancias y fomento de la movilidad activa y en transporte público.</p>
		<p>4) Nuevos desarrollos como oportunidad para la movilidad sostenible. El modelo urbanístico de los nuevos desarrollos debe disuadir del uso indiscriminado del vehículo privado e incluir redes locales peatonales y ciclistas y corredores prioritarios para el transporte público.</p>
		<p>5) Incorporación de estudios de movilidad sostenible a los instrumentos de planeamiento urbano como parte de los contenidos exigibles para su tramitación.</p>

6 ANEXOS

6.1 Variables Inputs para el modelo económico

En primer lugar, se presenta la situación actual (Base 2021) y, en segundo lugar, la proyección para el año horizonte (Año 2026). En el periodo 2027-2030 se establecerá un seguimiento y evaluación con el objetivo de implementar la totalidad de medidas contempladas o en su caso reconsideradas.

6.1.1 Resultados Situación Actual 2021

VARIABLE	MODO	BASE	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2
DEMANDA	A pie	348.875	349.146	349.182
	Bicicleta	4.640	4.821	4.839
	Coche conductor	444.799	442.791	442.691
	Coche acompañante	85.580	84.313	84.060
	Tte. Pub. Interurbano	7.892	6.988	7.087
	Tte. Pub. Urbano	12.365	12.094	12.184
	Interurbano Nuevo	0	3.075	3.148
	Urbano Nuevo	0	904	941
	RENFE	331	349	349
	TOTAL		904.481	904.481
VIAJ-KM	Coche conductor	4.012.085	3.847.852	3.753.137
	Coche acompañante	1.345.740	1.024.408	1.008.259
	Tte. Pub. Interurbano	96.177	88.812	91.136
	Tte. Pub. Urbano	43.410	42.457	42.775
	Interurbano Nuevo	0	23.372	22.814
	Urbano Nuevo	0	1.547	1.439
	RENFE	15.221	16.054	16.054
	TOTAL		5.512.634	5.044.501
VEH-KM	Coche conductor	3.647.350	3.498.047	3.475.127
	Coche acompañante	791.612	682.939	676.684

VARIABLE	MODO	BASE	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2
	Tte. Pub. Interurbano	5.900	5.224	5.299
	Tte. Pub. Urbano	18.012	17.617	17.749
	Interurbano Nuevo	0	1.538	1.511
	Urbano Nuevo	0	814	800
	RENFE	129	136	136
	TOTAL		4.463.004	4.206.315
HORAS	Coche conductor	55.321	50.921	50.910
	Coche acompañante	13.345	12.366	12.189
	Tte. Pub. Interurbano	10.305	9.124	9.254
	Tte. Pub. Urbano	5.230	5.115	5.153
	Interurbano Nuevo	0	3.024	3.095
	Urbano Nuevo	0	332	345
	RENFE	564	595	595
	TOTAL		84.765	81.477

6.1.2 Resultados Proyección Horizonte 2026

VARIABLE	MODO	BASE 2026	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2
DEMANDA	A pie	363.287	363.570	363.608
	Bicicleta	4.832	5.020	5.039
	Coche conductor	463.174	461.083	460.980
	Coche acompañante	89.115	87.797	87.533
	Tte. Pub. Interurbano	8.218	7.276	7.380
	Tte. Pub. Urbano	12.876	12.593	12.687
	Interurbano Nuevo	0	3.202	3.278
	Urbano Nuevo	0	942	980
	RENFE	344	363	363
	TOTAL		941.846	941.846

VARIABLE	MODO	BASE 2026	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2
VIAJ-KM	Coche conductor	4.177.830	4.006.813	3.908.185
	Coche acompañante	1.401.335	1.066.728	1.049.912
	Tte. Pub. Interurbano	100.151	92.481	94.901
	Tte. Pub. Urbano	45.203	44.211	44.542
	Interurbano Nuevo	0	24.337	23.756
	Urbano Nuevo	0	1.611	1.499
	RENFE	15.850	16.717	16.717
	TOTAL		5.740.369	5.252.897
VEH-KM	Coche conductor	3.798.027	3.642.557	3.618.690
	Coche acompañante	824.315	711.152	704.639
	Tte. Pub. Interurbano	6.144	5.440	5.518
	Tte. Pub. Urbano	18.756	18.345	18.482
	Interurbano Nuevo	0	1.601	1.573
	Urbano Nuevo	0	848	833
	RENFE	134	142	142
	TOTAL		4.647.377	4.380.084
HORAS	Coche conductor	57.606	53.025	53.013
	Coche acompañante	13.896	12.877	12.692
	Tte. Pub. Interurbano	10.731	9.501	9.636
	Tte. Pub. Urbano	5.446	5.327	5.366
	Interurbano Nuevo	0	3.149	3.223
	Urbano Nuevo	0	345	359
	RENFE	587	619	619
	TOTAL		88.267	84.843

6.2 Resultados por escenario del modelo económico

6.2.1 Resultados Escenario 1. Fomento de la movilidad activa y del transporte público.

Escenario N°	1	Inversión																														
		419,2	Mill. (€)																													
% Precio Sombra	88%																															
Reinversión (20 años)	10%																															
% Valor Residual	40%																															
Métrica crecimiento	1,2%																															
Tasa de descuento	3,0%																															
AÑO																																
Inversión (Años)	1	2	3																													
Operación (Años)			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
COSTES		Mill. (€)																														
Coste de Inversión	-342,8 €	0,0	0,0	-92,2	-92,2	-92,2	-92,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reinversión	-20,6 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Valor residual	73,3 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	167,7
Costes e ingresos Operativos del Sistema	-20,2 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,1	-1,1	-1,1	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,3	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,5	-1,5								
1.- Costes Op. y Mant. Transporte Público	-12,6 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	
2.- Costes modo creado	0,0 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
3.- Ingresos T. Público (Cobra tarifas a usuarios)	-7,6 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,6	-0,6	
TOTAL COSTES	-310,3 €	0,0	0,0	-92,2	-92,2	-92,2	-93,3	-1,1	-1,1	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,3	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,5	166,2								
BENEFICIOS		Mill. (€)																														
A) Beneficio de usuarios	363,1 €	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	20,3	20,5	20,8	21,0	21,3	21,5	21,8	22,0	22,3	22,6	22,8	23,1	23,4	23,7	24,0	24,2	24,5	24,8	25,1	25,4	25,7	26,0	26,4	26,7		
1.- Tiempo	267,2 €	0,0	0,0	0,0	0,0	14,7	14,9	15,1	15,3	15,5	15,6	15,8	16,0	16,2	16,4	16,6	16,8	17,0	17,2	17,4	17,6	17,8	18,1	18,3	18,5	18,7	18,9	19,2	19,4	19,6		
2.- Reducción del Veh. Privado	88,3 €	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	4,9	5,0	5,1	5,1	5,2	5,2	5,3	5,4	5,4	5,5	5,6	5,6	5,7	5,8	5,8	5,9	6,0	6,0	6,1	6,2	6,3	6,3	6,4	6,5		
2.1.- Reducción Costes Op. y Mant. (Captados)	88,3 €	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	4,9	5,0	5,1	5,1	5,2	5,2	5,3	5,4	5,4	5,5	5,6	5,6	5,7	5,8	5,8	5,9	6,0	6,0	6,1	6,2	6,3	6,3	6,4	6,5		
2.2.- Incremento Costes Op. y Mant. (Generados)	0,0 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
3.- Gastos T. Público (Pago tarifas de usuarios)	7,6 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6		
B) Beneficio de externalidades	65,4 €	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	3,7	3,7	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9	4,0	4,0	4,1	4,1	4,2	4,2	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,5	4,6	4,6	4,7	4,7	4,8		
1.- Accidentes	45,4 €	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3		
2.- Ruido	4,6 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3		
3.- Emisiones	15,4 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1		
2.1.- Contaminación	5,9 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4		
2.2.- Cambio Climático	9,6 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7		
TOTAL BENEFICIOS	428,5 €	0,0 €	0,0 €	0,0 €	0,0 €	23,6 €	23,6 €	24,2 €	24,5 €	24,8 €	25,1 €	25,4 €	25,7 €	26,0 €	26,3 €	26,6 €	27,0 €	27,3 €	27,6 €	27,9 €	28,3 €	28,6 €	29,0 €	29,3 €	29,7 €	30,0 €	30,4 €	30,7 €	31,1 €	31,5 €		
RESULTADO VALOR ACTUAL NETO (VAN)	118,2 €	0,0 €	0,0 €	-92,2 €	-92,2 €	-92,2 €	-69,7 €	22,5 €	23,1 €	23,4 €	23,6 €	23,9 €	24,2 €	24,5 €	24,8 €	25,1 €	25,4 €	25,7 €	26,0 €	26,3 €	26,6 €	26,9 €	27,3 €	27,6 €	27,9 €	28,3 €	-13,3 €	28,9 €	29,3 €	29,6 €	197,7 €	
RESULTADO TASA INTERNA RENTABILIDAD (TIR)	5,3%																															

Escenario	TIR	VAN	C / B*	tiempo / B	Ext. / B*
1	5,27%	118,2 €	0,7	62,4%	15,3%

% Distribución de Beneficios	
A) B* Usuarios	84,7%
B) B* Externalidades	15,3%

6.2.2 Resultados Escenario 2. Fomento de la movilidad activa, del transporte público y gestión del tráfico.

Escenario N°	2		Inversión																												
			528,9 Mill. (€)																												
% Precio Sombra	88%																														
Reinversión (20 años)	10%																														
% Valor Residual	40%																														
Métrica crecimiento	1,2%																														
Tasa de descuento	3,0%																														
Inversión (Años)	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	
Operación (Años)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
COSTES			Mill. (€)																												
Coste de Inversión	-432,5 €	0,0	0,0	-116,4	-116,4	-116,4	-116,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reinversión	-26,0 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Valor residual	92,5 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Costes e ingresos Operativos del Sistema	-22,7 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	
1.- Costes Op. y Mant. Transporte Público	-14,2 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	
2.- Costes modo creado	0,0 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
3.- Ingresos T. Público (Cobra tarifas a usuarios)	-8,5 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6		
TOTAL COSTES	-388,8 €	0,0	0,0	-116,4	-116,4	-116,4	-117,6	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	209,9	
BENEFICIOS			Mill. (€)																												
A) Beneficio de usuarios	372,4 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,5	20,8	21,0	21,3	21,6	21,8	22,1	22,3	22,6	22,9	23,1	23,4	23,7	24,0	24,3	24,6	24,9	25,2	25,5	25,8	26,1	26,4	26,7	27,0	
1.- Tiempo	262,0 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,5	14,6	14,8	15,0	15,2	15,3	15,5	15,7	15,9	16,1	16,3	16,5	16,7	16,9	17,1	17,3	17,5	17,7	17,9	18,1	18,4	18,6	18,8	19,0	
2.- Reducción del Veh. Privado	101,9 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	5,7	5,8	5,8	5,9	6,0	6,0	6,1	6,2	6,3	6,3	6,4	6,5	6,6	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1	7,1	7,2	7,3	7,4	
2.1.- Reducción Costes Op. y Mant. (Captados)	101,9 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	5,7	5,8	5,8	5,9	6,0	6,0	6,1	6,2	6,3	6,3	6,4	6,5	6,6	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1	7,1	7,2	7,3	7,4	
2.2.- Incremento Costes Op. y Mant. (Generados)	0,0 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
3.- Gastos T. Público (Pago tarifas de usuarios)	8,5 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6		
B) Beneficio de externalidades	77,8 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	4,3	4,4	4,5	4,5	4,6	4,7	4,7	4,8	4,8	4,9	5,0	5,0	5,1	5,1	5,2	5,3	5,3	5,4	5,5	5,5	5,6	5,7		
1.- Accidentes	55,7 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5	3,6	3,6	3,7	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9	4,0	4,0	4,0		
2.- Ruido	5,0 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4		
3.- Emisiones	17,0 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2		
2.1.- Contaminación	6,4 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5			
2.2.- Cambio Climático	10,6 €	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8			
TOTAL BENEFICIOS	450,2 €	0,0 €	0,0 €	0,0 €	0,0 €	0,0 €	24,8 €	24,8 €	25,4 €	25,7 €	26,1 €	26,4 €	26,7 €	27,0 €	27,3 €	27,7 €	28,0 €	28,3 €	28,7 €	29,0 €	29,4 €	29,7 €	30,1 €	30,4 €	30,8 €	31,2 €	31,5 €	31,9 €	32,3 €		
RESULTADO VALOR ACTUAL NETO (VAN)	61,4 €	0,0 €	0,0 €	-116,4 €	-116,4 €	-116,4 €	-92,8 €	23,6 €	24,2 €	24,4 €	24,7 €	25,0 €	25,3 €	25,6 €	26,0 €	26,3 €	26,6 €	26,9 €	27,2 €	27,5 €	27,9 €	28,2 €	28,5 €	28,9 €	29,2 €	29,6 €	-22,9 €	30,3 €	30,7 €		
RESULTADO TASA INTERNA RENTABILIDAD (TIR)	4,0%																														

Escenario	TIR	VAN	C / B*	tiempo / B	Ext. / B*
2	3,96%	61,4 €	0,9	58,2%	17,3%

% Distribución de Beneficios	
A) B* Usuario	82,7%
B) B* Externalidades	17,3%



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Junta de Andalucía

Consejería de Fomento,
Articulación del Territorio y Vivienda

CONSORCIO DE TRANSPORTE METROPOLITANO
DE LA COSTA DE HUELVA