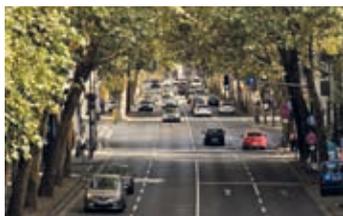


# Análisis económico de alternativas y proyectos de construcción: Criterios generales



## Economic analysis on construction alternatives and projects: General criteria

**Justo Borrajo Sebastián**

*Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos*

**Jesús María Leal Bermejo**

*Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos*

*CEDEX - Centro de Estudios del Transporte*

**Comité Técnico de Planificación, Diseño y Tráfico  
Asociación Técnica de Carreteras**

**E**l artículo pasa revista a las diferentes metodologías para tener en cuenta los criterios económicos en la selección de alternativas de actuación en estudios y proyectos de carreteras.

En los estudios informativos, a escala 1:5000, los estudios realizados en la D. G. de Carreteras han sido de tipo multicriterio, considerando aspectos económicos, funcionales, territoriales y socioeconómicos, además de los ambientales que sirven de base a la preceptiva Declaración de Impacto Ambiental; mientras en proyectos de construcción solo se han realizado de rentabilidad económico-financiera cuando se pretendían construir mediante concesión.

Se hace hincapié en la necesidad de profundizar en los estudios de tráfico y de accidentalidad para obtener valores económicos representativos de la rentabilidad y se exponen diferentes métodos para la valoración monetaria de las víctimas de los accidentes.

Finalmente, se comentan las dificultades técnicas y administrativas para la implantación de las evaluaciones económicas de proyectos de carreteras y se hacen unas recomendaciones generales para la mejora de este tipo de estudios.

**T**his article reviews the different methodologies to take account of the economic criteria in the selection of alternatives actions related to road studies and projects.

In the informative studies, at a scale of 1:5000, the studies carried out by the General Directorate of Roads are based on a multiple criteria analysis, considering economic, functional, territorial and socio-economic aspects, as well as the environmental aspects which establish a basis for the mandatory Environmental Impact Statement; while in construction projects, studies on economic-financial profitability have only been carried out when the intention has been to build by means of a concession.

Emphasis is placed on the need to go deeper into studies about traffic and accident rate in order to obtain representative economic values of profitability and diverse methods are presented for the monetary valuation of accident victims.

Finally, the technical and administrative difficulties for the implementation of economic evaluations on road projects are discussed and general recommendations are made for improving this type of studies.

## 1. Introducción

En las diferentes escalas para llegar a definir la mejor solución para resolver un problema viario se han realizado, en nuestro país, estudios económicos junto con otros de seguridad, ambientales, funcionales y territoriales. Así, para estudios de corredor se cuantifican a escalas menores variables económicas como la población en la franja, potencial turístico, renta sobre la media nacional, etc.

La evaluación económica de alternativas de trazado a escala 1:5.000 para solucionar un problema y determinar la más recomendable desde ese punto de vista, consiste en un estudio previo de rentabilidad coste-beneficio (TIR, B/C y VAN) con los valores de inversión y los beneficios aproximados que permiten esas escalas. El criterio económico se ha utilizado como uno más dentro de un multicriterio, que incluía también criterios territoriales, ambientales y socioeconómicos. Las alternativas se incluían en un estudio informativo a escala 1:5.000, que se sometía a información pública antes de su aprobación definitiva, con la previa Declaración de Impacto Ambiental positiva, emitiéndose a continuación la correspondiente orden de estudio del proyecto de construcción de la alternativa seleccionada finalmente.

El análisis coste-beneficio realizado en esta fase es válido para comparar las alternativas desde un punto de vista económico al adoptarse las mismas variables y valores para todas ellas, pero es una aproximación al que debería realizarse con el proyecto de construcción para determinar la rentabilidad de la actuación, pues los costes y beneficios del análisis solo pueden ser aproximados debidos a la escala y la poca precisión de los costes de inversión, los accidentes ahorrados, etc. En España, los análisis coste-beneficio

sobre proyectos solo se han realizado cuando se pretendía financiarlos mediante peaje para ver su viabilidad financiera: estudios económico-financieros, donde a los costes de inversión y mantenimiento se añadían los financieros y a los beneficios los peajes.

## 2. Metodología multicriterio

Las variables económicas en la fase de estudio informativo pueden reducirse a la estimación de los costes de inversión, mantenimiento y conservación, durante un periodo de 30 años al menos para que el valor residual de la infraestructura sea cero, y a los tráficos captados por cada alternativa; aunque lo más corriente ha sido realizar un análisis coste-beneficio, incluyendo los ahorros de tiempo, de accidentes y los costes de operación de los vehículos, obteniendo la tasa interna de retorno (TIR) y el coste/beneficio (B/C), no siendo recomendables actuaciones con B/C menor de 1, o, TIR menor que la tasa de descuento utilizada.

Dentro de los criterios territoriales se tienen en cuenta las diferentes dotaciones de infraestructuras de cada territorio, su accesibilidad, su relación con otros modos (ferrocarril, aeropuertos y puertos) y las conexiones fronterizas. Valorando cada uno de estos indicadores e integrándolos en un único valor se obtiene un valor que resume todos los aspectos territoriales.

Los criterios funcionales permiten analizar cada alternativa desde un punto de vista puramente técnico, valorando la calidad de su trazado, su seguridad, los riesgos constructivos y geotécnicos, etc.

Los criterios socioeconómicos tratan de tener en cuenta la población servida en una franja de anchura dada del entorno de cada alternativa, el potencial turístico, etc., con

independencia de la rentabilidad de la actuación, pues puede darse el caso de actuaciones poco rentables por su elevado coste pero que sirvan a muchos ciudadanos y permitan la puesta en valor de recursos culturales, naturales o paisajísticos.

Por último, los criterios ambientales permiten valorar la incidencia sobre el medio de las alternativas y compararlas con la opción de no actuar. La evaluación se incluye en un Estudio de Impacto Ambiental que se somete a información pública conjuntamente con el estudio de alternativas y sirve de base para la preceptiva Declaración de Impacto Ambiental, en los casos que sea necesaria.

Una vez cuantificados los cuatro grupos de criterios se ponderan para obtener la alternativa o alternativas más recomendables. Este proceso debe incluir un análisis de sensibilidad al cambio de los pesos que oscilarán inicialmente alrededor de 0,25 para cada uno de ellos, pero en todo caso permite ser transparentes con los valores que se han considerado más importantes a la hora de tomar la decisión de recomendar una alternativa.

La alternativa recomendada para la información pública debe asegurar su viabilidad ambiental, pero no tiene por qué ser la mejor desde el punto de vista ambiental. La Declaración de Impacto puede poner de manifiesto cual es la óptima desde ese punto de vista pero a la vez debe pronunciarse sobre la viabilidad de la propuesta por el órgano sustantivo, que tiene en cuenta otros criterios.

Ha sido corriente realizar un análisis de sensibilidad al cambio de peso de cada grupo de criterios representando el volumen de cada alternativa en el interior de un tetraedro, donde cada vértice representa el 100 por 100 de un criterio y el punto central el 25 por 100 de los cuatro utilizados,

de forma que dicho volumen representa la robustez de cada alternativa al cambio de peso de los criterios (sensibilidad).

### 3. Análisis económicos y de rentabilidad coste-beneficio

El análisis económico busca evaluar la contribución de la actuación al bienestar general de la sociedad, por lo que la aproximación debería ser macroeconómica. Sin embargo, el limitado ámbito del estudio obliga a centrar el análisis en el tratamiento de variables básicamente microeconómicas.

Para un buen análisis económico de rentabilidad coste-beneficio es fundamental disponer de unos datos suficientemente precisos de todas las variables a considerar en él: costes de primera inversión (construcción y expropiaciones) y los de mantenimiento y conservación con un horizonte de al menos 30 años; así como los tráficos captados, generados e inducidos a partir de un buen estudio de tráfico, y finalmente los ahorros de accidentes en función de las características geométricas, funcionales y territoriales de la alternativa propuesta. Una estimación optimista de los costes de primera inversión para obtener una rentabilidad que justifique la actuación puede llevar a que la misma sea rentable para el contratista de la obra pero no socioeconómicamente y mucho menos para una concesionaria, al tener que considerar también los costes de financiación.

Los beneficios más importantes suelen ser los ahorros de tiempo y de accidentes, pero su correcta valoración es fundamental por su influencia en los valores finales de rentabilidad (TIR y B/C). El valor del tiempo es diferente para cada tipo de viaje y usuario por lo que

deben realizarse estudios específicos, sobre todo en el caso de que se pretenda la financiación mediante peaje. También deben realizarse estudios sobre los accidentes previstos en la nueva infraestructura, no siendo suficiente con la accidentalidad derivada de su velocidad de proyecto, pues influyen los tipos de usuarios, la climatología de la zona, el número de enlaces, etc.

Los mayores errores en los estudios de rentabilidad son los derivados de la previsión de tráfico, por lo que deben realizarse buenos estudios basados en hipótesis razonables y, en todo caso, con estudios de sensibilidad para captaciones de tráfico menores de las previstas y un análisis de riesgos.

Los costes de operación de los vehículos, en los que se incluyen el consumo de carburante, seguros y mantenimiento, no suelen ser determinantes en los valores de la rentabilidad.

En la Guía para el análisis coste-beneficio de la UE, de diciembre de 2014, se mantienen las variables expuestas anteriormente y como novedad se incluyen unos costes ambientales por las emisiones de CO<sub>2</sub> (31 euros/2013/t.) y por emisiones de contaminantes atmosféricos o ruido, sobre todo en medios urbanos, con valores establecidos por las autoridades regionales o nacionales. Estos costes, aunque pueden ser conceptualmente importantes, tampoco tienen importancia en los valores de rentabilidad obtenidos.

En el caso de que pretenda estudiarse la posible financiación privada del proyecto, en todo o en parte, se hace necesario realizar un estudio económico-financiero en el que se tengan en cuenta, además, la influencia del peaje en la captación de tráfico y la dificultad de su pronóstico sobre todo en entornos urbanos, y los intereses de los capitales

prestados, con los flujos de ingresos y gastos correspondientes. Los costes de las expropiaciones en estos casos suelen ser más elevados, poniendo en riesgo la viabilidad de la concesión como ha ocurrido en los recientes casos de las autopistas radiales de Madrid.

### 4. Necesidad de profundizar en los estudios de tráfico y de accidentalidad actual y futura en los proyectos de construcción

No debe perderse de vista que en los estudios de rentabilidad coste-beneficio realizados en los estudios informativos el coste de la inversión es aproximado, como corresponde a una escala de 1:5.000 y, la mayoría de las veces, bastante inferior al del proyecto posterior. Además, lo más frecuente ha sido caracterizar el tráfico por la IMD inicial obtenida de los mapas de tráfico y realizar pronósticos optimistas basados en los crecimientos históricos o en correlaciones con las previsiones de crecimiento del PIB del Ministerio de Economía. Los accidentes en la infraestructura existente se referían a un único índice para todo el tramo, obtenido como media de los que se habían producido en los últimos cinco años, sin tener en cuenta posibles mejoras de seguridad vial en el tramo durante ese tiempo ni subtraficar el mismo según sus diferentes características geométricas y de uso. En cuanto a la accidentalidad prevista se estimaba en un valor medio nacional en función del tipo de actuación propuesta. Así, por ejemplo, el valor para una autovía A-80 era la media de todas las existentes en España con esa tipología, sin distinguir si eran urbanas, interurbanas o periurbanas o en qué zona del país estaban ubicadas.

Por todo lo expuesto, los valores de rentabilidad obtenidos no podían



considerarse válidos en valores absolutos, aunque sí eran válidos para comparar económicamente unas alternativas respecto a otras, que era el objetivo en la fase de estudio informativo, y recomendar la más conveniente para ser desarrollada en la fase de proyecto, teniendo en cuenta ese punto de vista junto con el resto de criterios territoriales, económicos y funcionales en un análisis multicriterio. Al no estar justificada la rentabilidad de la actuación seleccionada se hacía necesaria una nueva evaluación coste-beneficio en la fase de proyecto, con los costes más aproximados derivados de la escala 1:1.000 y la valoración de las medidas preventivas y correctoras impuestas en la Declaración de Impacto Ambiental, y unos estudios de tráfico y accidentalidad más profundos, que solamente se realizaron cuando se proponía una actuación financiada mediante peaje, introduciendo los costes financieros, pues en el resto de actuaciones se consideraba que la decisión de ejecutar la actuación era política, al estar incluida en los presupuestos del Estado o, eventualmente, en un Plan de Carreteras.

## 5. Valores esperados de los índices de accidentalidad

En general, no existen bases de datos o estudios con los índices de accidentalidad muy particularizados según el tipo de tramo (urbano, periurbano, interurbano), su tipología (relativa a la velocidad específica), el nivel de tráfico (IMD, intensidades horarias) y la composición del tráfico, pero sí que se proporcionan los datos subdivididos entre autopistas y autovías y carreteras bidireccionales de 2 carriles, y, además, particularizados para emplazamientos urbanos y vías interurbanas (rurales).

En la literatura técnica internacional se han publicado numerosos libros, informes oficiales y páginas web que proporcionan datos sobre las reducciones de accidentalidad que son esperables de:

- Ciertos proyectos de infraestructura (construcción de autopistas u otras vías de calzadas separadas, construcción de glorietas, cruces a distinto nivel, etc.).
- Provisión de equipamientos viales (barreras de seguridad, iluminación, control semafórico, etc.).

- Medidas de conservación viaria (refuerzos de firmes, mejora de sus características superficiales).
- Medidas coercitivas (instalación de radares, controles de alcohol y drogas, carné por puntos).
- Medidas de política general de seguridad vial (planificación de los usos del suelo, auditorías e inspecciones de seguridad vial, tarificación viaria).

Estas publicaciones no solo proporcionan información de las mejoras de seguridad vial esperadas, sino que suelen dar también datos de otros indicadores de rentabilidad, normalmente de la relación beneficio/coste (B/C) que se ha obtenido tras la implantación de esos Proyectos.

Sin tratar de ser exhaustivo a este respecto, algunas de las publicaciones más destacadas al respecto son:

1. El libro titulado "The handbook of road safety measures", escrito por los noruegos R. Elvik y T. Vaa, publicado por la editorial Bingley-Emerald en 2009. Este libro es la principal publicación de referencia en cuanto a los resultados obtenidos en distintos países del mundo por distintos proyectos y medidas viarias. Está traducido al español (título "El manual de medidas de seguridad vial") en una versión más reciente (2014), editado por MAPFRE.
2. El Centro de Información de Factores de Modificación de Accidentes (Crash Modification Factors –CMFs-) debidos a diferentes medidas y proyectos viarios (<http://www.cmfclearinghouse.org/>), financiado por la Administración de las Carreteras Federales (FHWA) de Estados Unidos.
3. La Red Temática ROSEBUD (Road Safety and Environmental Benefit-Cost and Cost Effective-

ness Analysis for Use in Decision Making) financiada por la Comisión Europea, dentro de la cual puede descargarse de internet el informe titulado "Examples of assessed road safety measures-A short handbook" (2006).

4. El informe publicado por el CEDR (Conferencia de Directores de Carreteras Europeos) de título "Best practice for Cost-Effective Road safety Infrastructure Investments. Summary Report" (abril de 2008).

Por tanto, a la hora de programar la realización de un proyecto o determinar la alternativa seleccionada en la fase de los estudios informativos, puede acudir a las anteriores fuentes para obtener unas estimaciones aproximadas de las reducciones de víctimas y de la rentabilidad que puede conseguirse con la realización de un cierto tipo de proyecto o actuación o de cualquiera de sus alternativas.

## 6. Valoración monetaria de las víctimas de los accidentes

En cuanto a la valoración monetaria de las víctimas de los accidentes de tráfico, hay que señalar que esta valoración comenzó en la década de los 60 del siglo pasado cuando se empezaron a acometer análisis coste-beneficio de los proyectos de transporte, de la mano de distintos organismos internacionales (Banco Mundial, Comisión Europea, ONU, etc.).

En los distintos estudios llevados a cabo para la valoración monetaria de las víctimas de los accidentes, se han identificado tres categorías de costes:

- a) Costes económicos directos (costes médicos, de reparación de los vehículos dañados, costes administrativos).

- b) Costes económicos indirectos (el valor de la pérdida productiva a consecuencia de la muerte prematura o de la incapacidad temporal o permanente causada por el accidente).

- c) Los costes humanos (o de la seguridad per se), que tratan de representar el valor de la pérdida de disfrute de la vida de la víctima, así como el dolor, la aflicción y el sufrimiento de la víctima y sus familiares.

Por otro lado, como no es inmediato cuantificar estos costes, se han empleado diferentes enfoques para estimarlos y así determinar los beneficios de prevenir un accidente, que pueden resumirse en los seis que se citan a continuación:

- 1) Las indemnizaciones concedidas por los tribunales.
- 2) Las indemnizaciones pagadas por los seguros.
- 3) La pérdida de producción bruta de un individuo fallecido en un accidente (método del "capital humano"), calculada como las ganancias perdidas por éste o por su familia.
- 4) La pérdida neta sufrida por la víctima, que equivale a la "pérdida bruta" menos el valor descontado de los consumos de la víctima.
- 5) La valoración implícita del sector público. Se trata de los valores que el sector público asigna implícitamente a la prevención de los accidentes, ya sea en la legislación de seguridad vial o en las decisiones de inversión tomadas por este sector en programas que afectan a la seguridad.
- 6) La disposición al pago, que consiste en la suma de las cantidades que el público en general está dispuesto a pagar para obtener reducciones en el riesgo

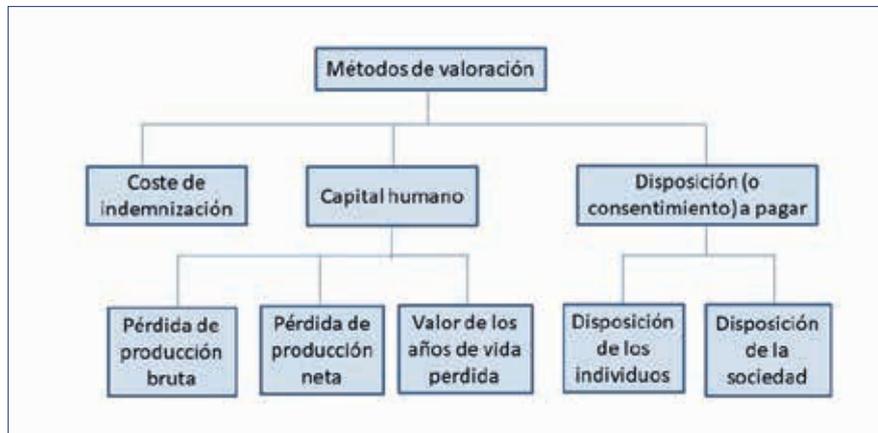
proporcionadas por medidas de mejora de la seguridad.

De acuerdo con el Banco Mundial, para saber qué método es el apropiado, la cuestión a la que habría que responder desde un punto de vista político sería: ¿Cuánto debería pagar la sociedad por una medida (proyecto) que pudiera impedir la pérdida de una vida?

De los anteriores métodos, se considera que el primero y el segundo no son apropiados para responder esta pregunta. El método 4) proporciona una respuesta a una cuestión ligeramente diferente, que es la siguiente: "¿Cuánto perdería el resto de la sociedad como resultado de la pérdida de una vida?". Por su lado, el método 5) parece apropiado, pero es poco probable que proporcione una respuesta clara y coherente. Al final, como conclusión se infiere que los dos métodos que pueden considerarse más útiles son el de la "pérdida bruta de la producción" de un individuo y el de "disposición al pago".

Ambos métodos son complementarios, pues el método de "disposición al pago" valora las pérdidas humanas y las pérdidas de consumo, mientras que el método del "Capital humano" valora las pérdidas de producción brutas, que no incluyen las pérdidas de consumo. No obstante, como las encuestas para obtener las estimaciones siguiendo el método de disposición al pago son muy complejas, puede ser necesario utilizar el método de la pérdida bruta de producción (o del capital humano), que es mucho más simple y que, además es más apropiado como indicador para el objetivo de maximizar la riqueza de un país.

En España se venía utilizando como valor de la víctima mortal el proporcionado por las Recomendaciones para la Evaluación económica



Figuras 1. Métodos de valoración de los costes de los accidentes. Fuente: COST 313 "Coste socio-económico de los accidentes de carretera"

ca, Coste-beneficio, de Estudios y Proyectos de Carreteras, publicado por el MOPU en 1990 y actualizado en el año 2010, que ascendía a algo más de 200.000 € y estaba calculado por el método de las indemnizaciones pagadas por los seguros.

La realización de proyectos europeos como el HEATCO (Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment), en los que se trataba de desarrollar unos valores normalizados de la vida humana en el ámbito europeo, puso de manifiesto lo inapropiado del valor de la víctima mortal dado por las Recomendaciones de la Dirección General de Carreteras de 1990 (aun con sus valores actualizados a 2010), pues en la mayor parte de los países europeos de nuestro entorno estaba entre 1 y 1,5 millones de euros. Por ello, se han llevado a cabo en los últimos años en España estudios dirigidos a determinar el valor estadístico de la vida humana utilizando el método de disposición al pago, como el elaborado en 2011 por la Universidad de Murcia para la Dirección General de Tráfico.

Consecuentemente, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento cambió en 2014 la normativa sobre los valores de los costes a utilizar en proyectos y estudios de carreteras, y el documento ac-

tualmente vigente para la realización de los estudios de rentabilidad de proyectos de carreteras es la Nota de Servicio 3/2014 sobre "Prescripciones y recomendaciones técnicas relativas a los contenidos mínimos a incluir en estudios de rentabilidad de los estudios informativos o anteproyectos de la Subdirección General de Estudios y Proyectos".

En la Nota de Servicio 3/2014 se dice que para la estimación del coste agregado de los accidentes deben contemplarse los últimos valores oficiales que publique la Dirección General de Tráfico de acuerdo con el artículo 22 del Real Decreto 345/2011, de 11 de marzo, sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viaria en la Red de Carreteras del Estado. En 2011, los valores oficiales eran 1.400.000 € al hecho de evitar una víctima mortal, 219.000 € a prevenir un herido grave y 6.100 € un herido leve. A partir del valor de prevenir un fallecido, un herido grave y un herido leve se puede calcular el coste agregado de los accidentes con el número de víctimas de cada tipo habido en la categoría de la vía en cuestión.

Se comenta asimismo en la Nota de Servicio 3/2014 que, mientras no se dispongan de nuevos datos oficiales, se recomienda actualizar estas cifras en función de la evolución del

PIB per cápita, aunque luego dice que "deberán utilizarse siempre los últimos datos oficiales publicados al respecto". En este sentido, en publicaciones de la misma Dirección General de Tráfico se proporciona un valor de los accidentes actualizado a 2016 de 1.445.962 € por víctima mortal, 226.190 € por herido hospitalizado (que se correspondería con el "herido grave", aunque en el futuro esta distinción deberá ajustarse a un nivel igual o superior a 3 de la escala MAIS -Maximum Abbreviated Injury Scale-) y 6.300 € por herido leve.

## 7. Barreras para la implantación de la metodología

En la práctica y debido a diversas razones, muchas veces no se utilizan los instrumentos de evaluación de la eficiencia económica para respaldar la toma de decisiones sobre la implantación de ciertas medidas y proyectos de carreteras, y tanto los profesionales como los políticos suelen ser reacios a usar estas herramientas.

Con objeto de recoger información sobre el amplio espectro de posibles barreras para el empleo de estas herramientas de evaluación, en el paquete de trabajo nº 2 del proyecto ROSEBUD se elaboró un cuestionario al efecto que fue distribuido entre los decisores y expertos de los diferentes niveles políticos (regionales, nacionales, europeos) dentro los países participantes en el proyecto europeo ROSEBUD, en el que se les preguntaba sobre:

- El empleo de los instrumentos formales de evaluación de la eficacia para establecer las prioridades de las medidas y proyectos.
- Las principales razones por las que no se utilizan los instrumentos de evaluación formal de la eficiencia como un elemento estable de la política de seguridad viaria.

Tabla 1. Grupos de barreras para el uso de los instrumentos de evaluación de la eficacia en la política de seguridad vial (Fuente: Rosebud, WP 2 Report, Oslo, 2003).

Grupo de barreras		Ejemplos de barreras en el empleo de instrumentos de evaluación
A	Barreras fundamentales (resultantes de las bases teóricas de los instrumentos de evaluación).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechazo de los principios de la economía de la riqueza.</li> <li>- Rechazar que la eficiencia sea un criterio adecuado de deseabilidad.</li> <li>- Rechazar la valoración monetaria de las reducciones de riesgo.</li> </ul>
B	Barreras institucionales (resultantes de los marcos institucionales).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de consenso en los objetivos políticos importantes.</li> <li>- Mandatos no financiados y excesiva delegación de autoridad.</li> <li>- Calendario equivocado de la evaluación de rentabilidad en el proceso de toma de decisiones.</li> </ul>
C	Barreras técnicas (resultantes de los instrumentos de evaluación de la eficacia en sí mismos (requisitos técnicos, necesidades de datos))	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de conocimiento de los impactos relacionados.</li> <li>- Valoración monetaria inadecuada de los impactos.</li> <li>- Tratamiento inadecuado de la incertidumbre.</li> </ul>
D	Barreras de implantación (resultantes del proceso de implantación de las medidas rentables).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de poder (relacionado con mandatos sin financiación, etc.).</li> <li>- Ausencia de incentivos para implantar las soluciones rentables.</li> <li>- Carencia de políticas eficientes de difusión (presentación).</li> </ul>

El resultado de esta encuesta y del análisis complementario de las respuestas condujo a la elaboración de un amplio catálogo de barreras que siguen limitando la aplicabilidad de los métodos de evaluación económica para la implantación de las medidas de seguridad viaria. De acuerdo con su naturaleza u origen, se establecieron cuatro grupos diferentes de barreras en el empleo de los instrumentos de evaluación de la eficacia, que son los que se muestran en la Tabla 1.

En primer lugar, están las denominadas “barreras fundamentales”, que tienen su causa en que hay personas que pueden rechazar las bases teóricas de los métodos de evaluación económica, por ejemplo con respecto a la valoración económica de las víctimas. También puede haber barreras relacionadas con la organización o la formulación de políticas (“barreras institucionales”), como son, por ejemplo, el hecho de que la asignación de recursos a varios sectores o planes puede haber sido más o menos fijada en el proceso político, lo que significa que en este proceso no hay ningún papel para la evaluación económica.

Una tercera barrera concierne a los aspectos técnicos, entre las cuales se pueden citar la falta de la experiencia necesaria para aplicar herramientas económicas y la carencia de datos adecuados. Finalmente, las barreras pueden estar relacionadas con el proceso de implantación de las medidas o proyectos. Esto puede suceder, por ejemplo, cuando a un país no se le permite implementar medidas rentables debido a las regulaciones internacionales (por ejemplo, las regulaciones de vehículos).

Un cuestionario realizado dentro de un grupo de trabajo del Comité Técnico de “Explotación vial más segura” de la AIPCR mostró que los aspectos técnicos y, en particular, las necesidades de datos, se consideraban la barrera crítica. Asimismo, en el cuestionario anteriormente mencionado para identificar la importancia de las barreras en varios países europeos realizado en el proyecto ROSEBUD se obtuvo que los aspectos técnicos e institucionales estaban por encima de los otros dos tipos. Dentro de las barreras técnicas, particularmente la falta de conocimiento y de datos pueden ser especialmente relevantes.

Esto se debe a que los instrumentos de evaluación económica son procedimientos complejos que requieren muchos datos de entrada, tanto desde el lado de los costes como del de los beneficios que se obtendrían con la implantación de las medidas o proyectos.

¿Cómo se pueden superar estas barreras? Superar estas barreras puede ser un proceso a largo plazo en el cual debe pasarse por varias fases de distinto tipo, que ayudan a crear un ambiente favorable para introducir y fomentar el empleo las herramientas de evaluación económica.

Un primer paso para superar las barreras técnicas es intercambiar información sobre estas aplicaciones y sus aspectos técnicos, por ejemplo, en seminarios (nacionales e internacionales) donde los responsables de las políticas, con y sin experiencia en evaluación económica, y los profesionales intercambien sus experiencias, prácticas y conocimientos. La existencia de una metodología internacional y unos mejores datos sobre los impactos probables debidos a la implantación de los proyectos debería servir de base para implantar las

herramientas de evaluación económica, especialmente a nivel nacional.

Como siguiente paso, el desarrollo de una metodología normalizada para llevar a cabo las evaluaciones económicas puede ser muy útil para superar el problema de la transferencia insuficiente de conocimientos y la experiencia técnica. Esto mejorará la calidad de las evaluaciones económicas, así como la comparabilidad de los resultados de las diferentes evaluaciones.

El conjunto del sistema de superación de las barreras y obstáculos debería estar respaldado por los fondos necesarios, pues de otro modo la eficacia y el ámbito del proceso podría ser muy limitado.

A la hora de intentar superar estos obstáculos, se deberían tener en cuenta ciertas condiciones nacionales, como son las estructuras administrativas, los diferentes organismos implicados, el sistema de financiación, etc.

Por último, debería presentarse la información de las evaluaciones económicas con habilidad, utilizando argumentos muy claros y comprensibles, sin utilizar un lenguaje muy técnico, lo que ayudaría a una mayor comprensión del problema entre los políticos.

## 8. Algunas recomendaciones generales

Resultaría de gran interés realizar un análisis económico a nivel del corredor, lo que le proporcionaría un mayor carácter macroeconómico, permitiendo estimar de una forma más precisa efectos regionales o incluso nacionales.

Los recursos desarrollados en los estudios informativos y proyectos deberían aprovecharse para la realización de análisis ex post que

permitirán obtener nuevos datos que realimenten el proceso.

La mayor amenaza sobre este proceso de evaluación económica viene dada por la constitución del criterio ambiental como único elemento de juicio. Resulta pues necesario recuperar la coordinación de los dos procedimientos de evaluación de las actuaciones, recogidos por las vigentes leyes de Carreteras e Impacto Ambiental.

Hay que señalar que la valoración monetaria de las víctimas de los accidentes es un tema muy controvertido no sólo en España, sino en el ámbito internacional, y que no puede considerarse resuelto. Por ello, un tipo de análisis de rentabilidad que trata de soslayar este problema es el análisis coste-eficacia.

El análisis coste-eficacia es una técnica de evaluación de proyectos en la que se trata de determinar la cantidad de inversión que sería necesaria para obtener una unidad de producto. Esto aplicado al caso de los accidentes de tráfico, se traduciría en determinar el coste de inversión que se precisa para lograr salvar una vida (es decir, para que hubiera una víctima mortal menos). La ventaja de esta técnica radica precisamente en que para obtener el indicador de rentabilidad no se requiere valorar monetariamente el coste de una víctima mortal o un herido, sino que se trata solamente de estimar el nivel de inversión necesario (aspecto sobre el que es más fácil tener al menos una información aproximada según el tipo de proyecto elegido) para reducir una víctima (mortal, herido grave, leve).

Las limitaciones de esta técnica son que sólo permite comparar alternativas cuyo principal objetivo final es el mismo (en este caso, reducir el número de accidentes o víctimas), pero no permite establecer

comparaciones entre proyectos que tengan varios objetivos importantes de distinta naturaleza (disminución de los tiempos de recorrido, mejora de las condiciones ambientales, disminución de la accidentalidad) como suele ocurrir con los proyectos de infraestructura de carreteras. Incluso entre proyectos que estén destinados a la mejora de la seguridad vial, es problemática la comparación entre las alternativas que den como resultado distintas proporciones en las disminuciones de muertos y de heridos (en este caso, habría que expresar a cuántos heridos equivale una víctima mortal).

Por otro lado, el análisis coste-eficacia tampoco permite decidir si un proyecto debe acometerse o no, al contrario de lo que ocurre con el análisis coste-beneficio, que permite calcular unos indicadores (el VAN y la TIR) que sirven para decidir si un proyecto debe acometerse, lo que ocurre cuando su valor actual neto (VAN) es mayor que 0, o cuando su tasa interna de retorno (TIR) es mayor de la oficialmente establecida.

En la fase de proyecto de construcción el coste de la actuación debe incluir, además de la inversión inicial, las expropiaciones y los costes de conservación y mantenimiento durante toda la vida útil de la infraestructura, que puede estimarse en 30 años para no tener que considerar valores residuales de la misma. Es decir, el análisis debe extenderse al ciclo de vida de la infraestructura, basado en la definición de su vida útil.

La caracterización de las características geométricas y de uso del tramo objeto de actuación debe realizarse por subtramos suficientemente homogéneos, en los que poder obtener valores de tráfico y accidentalidad representativos.

## RUTAS TÉCNICA

En el estudio de tráfico no basta con determinar la IMD de cada subtramo homogéneo establecido, pues dicha variable no es suficiente para caracterizar las posibles ganancias de tiempo que se producirían con la actuación propuesta. Es necesario conocer la composición de dicho tráfico y los valores de las horas 30 y 100, para calcular con mayor precisión las demoras que se producen en él a lo largo de los años. Existen datos de las estaciones de tráfico suficientes para determinar dichos valores.

Las previsiones de los tráficos futuros deben tener en cuenta los crecimientos en el itinerario concreto en el que se inserte la actuación, las posibles captaciones de itinerarios alternativos al mejorar el que es objeto de actuación y, lo que es mucho más difícil, las inducciones de nuevos tráficos. Tanto las captaciones como las inducciones de tráfico son muy difíciles de cuantificar, sobre todo en actuaciones urbanas y periurbanas, donde las mismas dependen en gran medida de nuevas actuaciones urbanísticas y también es difícil de conocer los itinerarios iniciales de los tráficos captados y, por tanto, los ahorros de tiempo producidos.

Respecto a la accidentalidad es necesario conocer los índices de accidentalidad y mortalidad de cada subtramo homogéneo establecido y su tipología, durante un tiempo suficientemente prolongado para su representatividad estadística. Además, es necesario establecer los valores esperados de los mismos con el tipo de actuación propuesta, no siendo suficiente un valor medio nacional para una misma tipología (A-80, por ejemplo), que engloba tanto actuaciones urbanas como interurbanas, en diferentes zonas del país y con valores y composiciones del tráfico muy distintas.

Actualmente, no existe una base de datos única con la suficiente pre-



cisión para cada una de las tipologías existentes de carreteras en servicio, por lo que es difícil conocer los ahorros por mejora de la accidentalidad y, por tanto, la rentabilidad de las actuaciones propuestas. No obstante, de las auditorías de seguridad vial en curso y de las evaluaciones de las actuaciones de seguridad vial que aportan datos sobre valores esperados y medidos después de su puesta en servicio, pueden extraerse datos muy interesantes para posteriores estudios, siempre que los mismos se difundan y traten de manera conjunta y sistemática.

Los ahorros por los muertos y heridos evitados dependen mucho de la valoración que se haga de los mismos. En España no existe un análisis de costes de víctimas de accidentes viarios en función de la edad, estudios, hospitalización, etc., de los afectados, como en otros países como el Reino Unido, lo que dificulta el establecimiento de valores únicos para toda la Unión Europea, que permitan comparar las rentabilidades de todas las actuaciones a nivel europeo. Independientemente de esto, parece conveniente avanzar en estudios de este tipo en nuestro país.

Por último, los costes de funcionamiento y ambientales, aunque son importantes a nivel conceptual, no son significativos en lo que respecta a los valores absolutos de rentabilidad, donde los ahorros de tiempo y accidentes son los determinantes. No obstante, una mejor subtramificación homogénea de la carretera objeto de la actuación en estudio también redundará en una mejora de los valores a considerar por estos dos conceptos.

Finalmente, conviene destacar que la alternativa propuesta en la aprobación definitiva de un estudio informativo lo es desde un punto de vista general (multicriterio) por lo que no tiene que ser la mejor ambientalmente, como a veces puede verse tentado de imponer el Órgano Ambiental en la Declaración de Impacto previa a la aprobación definitiva, limitándose a establecer la viabilidad ambiental de la alternativa propuesta por el Ministerio de Fomento con la condiciones que considere oportunas; ya que en caso de declarar solo viable la mejor ambientalmente podría darse el caso que sus mayores costes la hicieran no rentable económicamente.

## 8. Bibliografía

- [1] Dirección General de Carreteras, Nota de Servicio 3/2014 sobre "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", 2014. ([https://www.fomento.gob.es/recursos\\_mfom/ns\\_32014.pdf](https://www.fomento.gob.es/recursos_mfom/ns_32014.pdf))
- [2] Dirección General de Carreteras, "Metodología para la evaluación de proyectos de inversión en carreteras", MOPU, 1980. ([https://www.fomento.gob.es/recursos\\_mfom/0410951.pdf](https://www.fomento.gob.es/recursos_mfom/0410951.pdf))
- [3] Dirección General de Carreteras, "Recomendaciones para la evaluación económica, coste-beneficio, de estudios y proyectos de carreteras. Actualización del valor del tiempo y costes de accidentes y combustibles", MOPU, octubre de 1990. ([https://www.fomento.gob.es/recursos\\_mfom/0410901.pdf](https://www.fomento.gob.es/recursos_mfom/0410901.pdf))
- [4] Dirección General de Carreteras, "Actualización de algunos parámetros del Manual de evaluación de proyectos de carreteras", 2010
- [5] Dirección General de Carreteras, Nota de Servicio 5/2014 sobre "Prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudios de tráfico de los Estudios informativos, Anteproyectos y Proyectos de carreteras", 2014. ([https://www.fomento.gob.es/recursos\\_mfom/ns52014.pdf](https://www.fomento.gob.es/recursos_mfom/ns52014.pdf))
- [6] Elvik, R. y Vaa, T. , "The Handbook of Road Safety Measures", Editorial Elsevier, 2004.
- [7] ROSEBUD (Road Safety and Environmental Benefit-Cost and Cost-Effectiveness Analysis for Use in Decision-Making) Thematic Network, "Framework for the assessment of road safety measures", <http://partnet.vtt.fi/rosebud/>, May 2006.
- [8] "State of the Practice for Cost-Effectiveness Analysis (CEA), Coste-Benefit Analysis (CBA) and Resource Allocation", Technical Committee C2: Safer Road Operations, AIPCR, [www.piarc.org](http://www.piarc.org), 2012
- [9] ROSEBUD Thematic Network, "Examples of assessed road safety measures – a short handbook", <http://partnet.vtt.fi/rosebud/>, July 2006.
- [10] CEDR (Conferencia de Directores Europeos de Carreteras), "Best Practice for Cost-Effective Road Safety Infrastructure Investments. Summary Report", April 2008 ([www.cedr.eu](http://www.cedr.eu) Publications 2008)
- [11] "A Framework for the Economic Evaluation of Transport Projects", Transport Note No. TRN-5, The World Bank, Washington D.C., 2005.
- [12] "Valuation of accident reduction", Transport Note No. TRN-16, The World Bank, Washington D.C., 2005.
- [13] "Cost-benefit analyses of road safety measures", SWOV Fact Sheet, SWOV (institute for Road Safety Research), June 2008. Leidschendam, the Netherlands.
- [14] McMahon, K. and Dahdah, S., "The true cost of road crashes", iRAP (International Road Assessment Programme) of the World Bank Global Road Safety Facility, 2008.
- [15] Alfaro, J.L., Chapuis, F. y Fabre, F. "COST 313: Socio-economic costs of road accidents", Report EUR 15464 EN, Commission of the European Community, Brussels.
- [16] Wijnen, W., Leal, J., Griffith, M., "Assessment of Road Safety: Usefulness and Challenges", Routes-Roads, nº 360, 2013.
- [17] Bickel et al., "Proposal for Harmonised Guidelines", Deliverable 5, HEATCO "Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment", December 2005.
- [18] Dirección General de Tráfico. Anuario Estadístico de Accidentes 2016, Observatorio de Seguridad Vial, Ministerio del Interior, 2017 (<http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/publicaciones/anuario-estadistico-de-accidentes/Anuario-estadistico-de-accidentes-2017.pdf>)
- [19] Crash Modification Factors Clearinghouse ([http://www.cmfclearinghouse.org/about\\_cmf.cfm](http://www.cmfclearinghouse.org/about_cmf.cfm)), 2019. ❖