

CONSIDERACIONES SOBRE EL ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO EN LAS INVERSIONES DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE APLICACIÓN A DOS CASOS ESPAÑOLES

Matías J. Esteras González*
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

En este artículo se comentan algunos aspectos de interés de la planificación de los transportes terrestres (relación con otras políticas sectoriales, tarificación de infraestructuras, efectos sobre el desarrollo regional, etc.), enfatizando en las principales diferencias existentes entre el transporte metropolitano e interregional.

Asimismo, se desarrollan los principales conceptos y elementos del clásico análisis coste-beneficio en los transportes y se aplican a dos casos de interés: autopistas de peaje versus autovías libres y transporte por carretera versus ferroviario en corredores de débil tráfico.

Comment on some interesting aspects of the land transportation planning (connection with other sectorial policies, tariffs of sub-structures, effects on the regional development, etc), emphasizing the main existing differences between both metropolitan and inter-regional transportation.

The basic concepts and elements of a typical analysis cost-profit in transportation, are also developed and applied to two interesting cases: toll highways versus free roads, and road versus railway transportation in low traffic corridors.

1. Marco del análisis coste-beneficio en los transportes

La intervención (inversiones, tarificación, reglamentación, contingentación, etc) de los Poderes Públicos en el sector transportes (infraestructuras y servicios) está claramente enmarcada en la política económica general. En este sentido, las actuaciones públicas en infraestructuras o servicios de transportes están influidas considerablemente por objetivos ajenos al mismo: generación de empleo, impulso de la inversión, desarrollo de regiones enclavadas, racionalización del consumo energético, medio ambiente, reconocimiento de servicios públicos, contenciones de los déficit público y de los imputables a las empresas públicas, así como de los desequilibrios en el sector exterior e IPC, etc.

*Coordinador de Programas de la D.G de Actuaciones Concertadas en las Ciudades (MOPTMA)
Recibido en ROP: abril 1994

Así, el vigente programa de renovación y rehabilitación de vías férreas, aunque justificado desde el punto de vista de la calidad de la vía, tiene como último objetivo la generación de empleo en un sector intensivo en mano de obra.

Desde el punto de vista exclusivo de los transportes, el principal objetivo económico sería el armonizar las condiciones de competencia, evitando las distorsiones del mercado de transporte, que debido a su carácter de imperfección podría conducir a una asignación no óptima de los recursos, así como el evitar los déficit encubiertos por infraestructuras y tecnologías obsoletas de ciertos modos de transporte.

Se observa que todos los objetivos anteriores, tanto los que podríamos denominar de economía interna, como los externos al sector transporte pueden ser incompatibles entre ellos. Por consiguiente, se necesitaría un análisis especial con el objeto de establecer que la no consecución de



*Tranvía de Valencia
en Pont de Fusta.*

objetivos de economía interna es compensada por otras ventajas. Este tipo de estudios superan lo que se suele entender por análisis coste-beneficio en los transportes, que esta más bien dirigido hacia la valoración económica de distintas alternativas de inversión o de explotación de redes de infraestructura, evaluando exclusivamente los efectos sobre los usuarios y explotadores de servicios de transporte, al objeto de seleccionar la alternativa óptima.

Sin embargo, como corolario del análisis coste-beneficio, es posible obtener otros indicadores que valoran el impacto en otros agentes económicos: generación de empleo durante la construcción de la infraestructura, balance de consumos energéticos, efectos externos sobre el medio ambiente, etc.

En definitiva, no existe una frontera precisa que delimite la idoneidad del análisis coste-beneficio en la evaluación de inversiones de transporte, si bien puede decirse, con carácter general, que cuantos más efectos externos tengan la actuación o inversión a analizar, y más difícil sea la monetarización de los costes y/o beneficios más inadecuada será esta herramienta de análisis. Sin embargo, se observa una tendencia en todos los países a monetarizar, y, por tanto, a incluir en el análisis coste-beneficio algunos costes externos (ruido y polución), que carecen de una adecuada valoración de mercado.

Por ejemplo, en la elaboración de un Plan General de Ordenación Urbana priman los objetivos de estrategia territorial y medioambientales sobre los intrínsecos al transporte. La planificación territorial y urbanística, por su finalidad de instrumento coordinador y regulador de proyectos, requiere un amplio conocimiento de la distribución espa-

cial actual y prevista de todos los factores que condicionan la evolución del territorio: realidad física y medio natural, planeamiento urbanístico pretérito, servicios urbanos, población, actividad económica y empleo, equipamientos, infraestructuras de transporte, hidráulicas, energéticas, etc, así como aspectos hacendísticos. En consecuencia, se comprende que la fase de planeamiento urbanístico sea previa a la sectorial de transporte. Desde este punto de vista, las infraestructuras de transporte se tratarán como un factor de impulsión o condición necesaria para el éxito de los nuevos desarrollos urbanos. En estas condiciones, el análisis coste-beneficio debería hacerse extensivo a todas las infraestructuras anteriores, lo que trasciende, ampliamente, al aspecto sectorial de los transportes. Por consiguiente, no sería posible cotejar económicamente este tipo de infraestructuras de impulsión con otras, cuyo objetivo sería exclusivamente de mejora del transporte urbano, sin objetivos urbanísticos.

Aunque la consideración anterior parece obvia, la historia indica que la planificación de las infraestructuras de transportes, especialmente de carreteras y ferrocarriles urbanos, se desarrollaba al margen de la planificación global, centrándose en la evaluación de la funcionalidad de la infraestructura y los costes y beneficios para los usuarios y explotadores.

Análogamente, los beneficios asociados a operaciones de remodelación urbana de zonas degradadas, aunque ligadas a nuevas inversiones en infraestructuras de transporte, que están conociendo un fuerte impulso en los últimos años (Paseo Verde Ferroviario, Cinturón de Oviedo, Tranvía de Valencia, etc) afectan en gran medida a toda la población residente, superando los efectos sobre los propios usuarios y explotadores de los servicios de transporte: vertebración de la ciudad, espacios libres, recuperación de zonas obsoletas, etc.

1.1. Infraestructuras y Desarrollo Regional

El desarrollo del potencial económico regional requiere de servicios de transporte adecuados que atraiga la inversión privada nacional o extranjera, si bien esta última es una condición necesaria pero no suficiente: la mano de obra especializada, la situación geoestratégica, etc parecen tener una influencia mayor que los efectos genera-

dos por los transportes u otras infraestructuras públicas.

Los más importantes factores de desarrollo regional son la dotación de infraestructuras, la situación geográfica en relación con los principales centros de actividad, la aglomeración espacial de la población y la estructura sectorial de la producción, que incide en el nivel de renta por habitante, así como la disponibilidad de capital y mano de obra. Se observa que las infraestructuras son el factor que permiten una mayor intervención pública en orden al desarrollo regional, pero los otros factores pueden ser más decisivos.

Podría darse el caso de que zonas enclavadas continuasen deprimidas después de haberlas dotado con importantes infraestructuras de transporte, si no se sigue una política de incentivos y apoyos a la inversión productiva.

Los principales efectos de la puesta en servicio de las infraestructuras interurbanas de transporte se comentan a continuación:

■ Cambios en la movilidad de las personas (tráfico inducido), especialmente cuando es posible el viaje de ida y vuelta en la misma jornada. Esta posibilidad afecta a los profesionales y usuarios de rentas elevadas. Los viajes turísticos y en familia son menos sensibles a este respecto, sobre todo cuando las ganancias de velocidad conlleva un incremento importante de las tarifas de transporte.

■ Cambios en la localización de las empresas, que aunque importantes, se consideran, actualmente, de menor entidad de lo que, tradicionalmente, se había pensado.

En efecto, en la actividad empresarial, la participación de los costes de transporte respecto al conjunto de los costes de producción representa sólo una media del 2% al 3%. En consecuencia, la minimización de los costes de transporte no es la causa fundamental de la localización, sino que prevalecen razones ligadas a la especialización de la mano de obra, el clima social y el nivel de los salarios -especialmente en las localizaciones internacionales-, así como los incentivos regionales a la inversión privada. Esta ha sido la tendencia general de los últimos años, y que encuentra su justificación, precisamente, en el incremento de la productividad de los modos de transporte y en la

superación de ciertos umbrales de dotación de infraestructura de transporte interregional en gran parte del territorio. En sentido contrario, la carencia casi absoluta de infraestructuras de transporte en nuevas áreas de desarrollo urbano implica que el éxito de estas últimas este asociado con las primeras.

Se deduce que una inadecuada accesibilidad de una zona implica la penalización del desarrollo de asentamientos de actividades productivas en su territorio, pero unas buenas condiciones de infraestructura de transporte no garantizan la atracción empresarial. Además, el desplazamiento empresarial de un lugar a otro del territorio es caro y presenta riesgos, por lo que las mejoras de accesibilidad, por importantes que sean, suelen ser insuficientes para provocar los desplazamientos de referencia.

Por consiguiente, la política de desarrollo regional debería implicar que la puesta en servicio de infraestructuras de transporte debería acompañarse de otras actuaciones territoriales: creación de zonas de actividad, ayudas financieras y fiscales, promoción del turismo, operaciones de ordenación urbana y operaciones inmobiliarias, promoción de las ciudades afectadas, modificación de los servicios de viajeros urbanos, centros de carga y zonas de actividades logísticas, etc, si se quiere conseguir toda la potencialidad de desarrollo regional. En consecuencia, algunos autores sugieren que la política de transporte interregional no debería guiarse, en absoluto, por consideraciones de desarrollo regional, si bien cabe atribuir a las infraestructuras importantes efectos de ordenación de las actividades dentro de un área determinada.

Interesa comentar qué modos distintos de transporte coadyuvan a diferentes modelos de desarrollo regional: la red de alta velocidad y los enlaces aéreos concentran el desarrollo en un número reducido de polos, mientras que la red de carreteras difumina más ampliamente por el territorio el crecimiento económico inducido.

El campo clásico del análisis coste-beneficio parte de la hipótesis de la necesidad de servir una demanda de transporte, pero extendiéndose en la evaluación y valoración de las distintas alternativas, es decir, reconocida la obligación de desarrollar una estrategia territorial determinada, el análisis coste-beneficio debe permitir seleccionar

la óptima alternativa desde el punto de vista de la asignación de recursos, determinando el modo de transporte, la tecnología adecuada, las tarifas a aplicar e incluso el trazado más idóneo, lo que evidencia un amplio campo de aplicación, que abarca desde los Planes Generales de Transporte y los Planes Generales de Ordenación Urbana hasta la comparación de pequeños trazados alternativos, pasando por las opciones y prioridades de inversiones a medio plazo.

La persecución de la alternativa u óptimo económico puede entrar en contradicción con los criterios de equidad, lo que incide directamente en otro ámbito clásico de la economía de transportes sobre si estos deben ser un instrumento sectorial de redistribución de rentas, o, por el contrario, las políticas fiscales y de gasto público puro son más eficientes a este respecto. Esta consideración, aparentemente superada en otros sectores económicos presenta toda su actualidad en el campo del transporte.

1.2. Tarificación de Infraestructuras

En el ámbito interurbano se tiende hacia la consecución del óptimo económico, mediante una política tarifaria que, siguiendo los costes totales de explotación y de infraestructura, produzca la óptima distribución modal. Interesa comentar que el óptimo económico, desde el punto de vista de la eficiencia (consecución del máximo beneficio social neto) se conseguiría con una tarificación por el uso de las infraestructuras igual al coste marginal social. Como los costes variables de explotación representan una pequeña proporción respecto a la inversión (especialmente en las infraestructuras de carreteras de gran capacidad) se deduce que, en ausencia de congestión (es decir con exceso de capacidad), el coste marginal sería inferior al coste medio, tanto a corto como a largo plazo.

Un aspecto bastante conocido y estudiado durante las últimas décadas es que el exceso de recaudación fiscal en el sector del automóvil sobre lo que puede estimarse como una recaudación media en otros sectores económicos, especialmente a través del impuesto especial de hidrocarburos, supera a los costes totales en carreteras interurbanas, admitiéndose tácitamente que el pago por el uso de las carreteras procede de esta imposición especial. Por otra parte, la

conclusión del I Plan General de Carreteras ha dotado a España de un exceso de capacidad en los principales corredores, por lo que la aplicación de la teoría anterior conduciría a una disminución del citado impuesto.

De seguir el principio de equidad económica (la totalidad de los costes debe ser distribuida entre el conjunto de usuarios), se deduce que, en líneas generales, la fiscalidad actual sobre los carburantes sería suficiente, en el supuesto de que la inversión en carreteras se mantenga constante.

Podría argüirse que no sigue ninguna pauta económica que el conjunto de los usuarios paguen la totalidad de los gastos conjuntos, por lo que debería discriminarse en función del uso de la carretera, de los costes imputables a los distintos tipos de vehículos, así como de los distintos tipos de carretera y período de uso.

Estas consideraciones posiblemente conducirían a los siguientes resultados:

- La utilización de vías de gran capacidad (autovías), tanto desde el punto de vista de la eficiencia como de la equidad económica, deberían estar gravada con un coste superior a las carreteras convencionales, pero, siguiendo los mismos razonamientos, se infiere que habría que disminuir los impuestos sobre los vehículos o sobre la gasolina de los vehículos usuarios de estas últimas.
- Las tasas sobre los vehículos o sobre los derivados petrolíferos deberían estar relacionados con los costes de conservación de la carretera imputables a los mismos, que como se sabe depende del peso total en carga y del número de ejes. Esta diferenciación conduciría, sin duda, hacia el uso de siluetas de vehículos, especialmente camiones, menos agresivos con el firme, lo que representaría una importante ventaja económica.
- La discriminación por el uso de la carretera en función del período de uso, valle o punta, parece, teóricamente razonable y se comenta con más profusión a continuación al referirnos al ámbito urbano.
- La aprobación de la directiva comunitaria 93/89, de 25 de octubre de 1993, relativa a los impuestos sobre determinados tipos de camiones tiene por objetivo la armonización fiscal y la imputación de costes de infraestructura, lo que permitirá el acercamiento de las ta-

sas sobre los camiones en los distintos países -que es una condición necesaria de competencia en un mercado liberalizado-, al tiempo que discrimina las imposiciones en función de los tipos de vehículos y del uso de las carreteras de acuerdo con las consideraciones anteriores.

Interesa comentar que la directiva anterior no tiene un objetivo de financiación de infraestructuras, sino de armonización fiscal, debido a las distintas tasas impositivas sobre los vehículos existentes con anterioridad en los países comunitarios: especialmente elevada en Reino Unido y Alemania respecto a los países mediterráneos.

Estas diferencias se explican en las distintas concienciaciones medioambientales, que en Suiza conlleva restricciones de uso de las carreteras, recogidas en la reglamentación vigente y a la decisión reciente de prohibición absoluta del tránsito de camiones por los Alpes. En sentido contrario, destaca el caso holandés, donde los intereses comerciales y el desarrollo de su competitivo transporte por carretera ha primado, tradicionalmente, sobre su conocida sensibilidad ambiental. En definitiva, las consideraciones y presiones medioambientales podrían invertir el balance, hasta el punto de invalidar la hipótesis tácita fundamental de que la sobreimposición fiscal en los transportes supera al conjunto de los costes, si en estos últimos incluimos los externos: efecto invernadero y disminución de la capa de ozono. La valoración de estos efectos a largo plazo es una decisión política, que supera cualquier análisis económico a medio y largo plazo.

Asimismo otros motivos distintos a los medioambientales pueden modificar los resultados anteriores. Sería el caso en que un déficit público elevado deriva los recursos fiscales hacia otros gastos públicos considerados más prioritarios. En estas condiciones estaría justificada la imposición de un peaje por el uso de carreteras de gran capacidad, adicionales a los impuestos existentes. La debilidad de los tráficos españoles respecto a los europeos y la red de carreteras existente actualmente limitan importantemente esta posibilidad, si lo que persigue es la autofinanciación completa de la nueva infraestructura: solamente en actuaciones singulares localizadas en las grandes áreas metropolitanas españolas con graves problemas de congestión parece posible la autofinanciación.

En el ámbito urbano predominan los aspectos sociales sobre los estrictamente económicos, admitiendo un cierto grado de subvención que asegure la movilidad en transporte público y el acceso al trabajo y a los servicios públicos de colectivos de rentas bajas y cautivos de este modo de transporte, al tiempo que se garantiza que el coste de viaje no supera un porcentaje del salario.

Por otra parte, es en las áreas metropolitanas donde se localiza preferentemente la congestión viaria, y que, económicamente, tiene su origen en que el incremento marginal de nuevos vehículos provoca una reducción sustancial de la velocidad media en la corriente de tráfico, cuando se supera un cierto umbral de intensidad de tráfico, lo que conlleva que el coste marginal total supere al coste medio privado percibido por el usuario individual. La diferencia entre el coste marginal total y el coste medio privado es la tasa que debería incidir como coste adicional variable del vehículo para que se produzca el óptimo económico con criterios de eficiencia, y lo que, de alguna forma, avala las subvenciones al transporte público. Esta idea es la que ha llevado a algunas Ciudades-Estado asiáticas y otras del norte de Europa a la implantación de peajes electrónicos en los accesos a los centros urbanos, pero que, paradójicamente, no parece ser la tendencia en el ámbito interurbano, debido a sus negativos efectos sobre la recaudación fiscal, como se ha comentado anteriormente.

Asimismo, en el ámbito urbano es donde se producen las externalidades más importantes: contaminación, ruido, intrusión visual, etc, que por su consideración de intangibles carecen de una adecuada valoración monetaria.

Las consideraciones anteriores respecto a la tarificación de las carreteras pueden y deberían extenderse a los otros modos de transporte: la imputación de costes de infraestructura de los aeropuertos debería estar estrechamente relacionada, en su caso, con los costes de congestión aéreos. Respecto a los ferrocarriles, esta cuestión adquiere especial actualidad, si se tiene en cuenta la posibilidad de la explotación comercial de servicios por operadores privados, así como la importante diferencia de los costes de mantenimiento entre las redes básicas preferente, complementaria y resto red (denominadas actualmente A1, A2, B y C) y el diferente grado de congestión entre tramos de una misma subred. Aunque este es

un campo apenas explorado, existen ya precedentes en algunos países europeos, entre los que destaca Suecia. En cualquier caso, deberán aplicarse los mismos principios económicos de imputación de costes de infraestructura a todos los modos de transporte.

Aparte de las consideraciones sociales (tarifas políticas frente a tarifas de mercado), de la diferente incidencia de la congestión y de los efectos externos existen otros aspectos que muestran la diferencia de aplicación práctica del análisis coste-beneficio en las áreas urbanas respecto a las interurbanas:

- Los valores del tiempo (viajes recurrentes versus viajes de negocios u ocio).
- El efecto red más acentuado en el transporte urbano: complementariedad de las actuaciones.
- La incertidumbre de las inversiones y expropiaciones.

En el supuesto de que los intangibles sean relativamente importantes respecto a los costes y beneficios monetarios sería preferible recurrir directamente al análisis multicriterio, soslayando el coste-beneficio.

2. Conceptos del Análisis coste-beneficio en los transportes

El impacto de las infraestructuras de transporte produce importantes beneficios, que se distribuyen heterogéneamente en el territorio y en la sociedad. Una primera clasificación de los efectos socioeconómicos de las infraestructuras sería:

- Efectos directos, que afectan a los usuarios y productores del servicio, así como a los propietarios de inmuebles y residentes (costes externos).
- Efectos transmitidos, que son traspasados por los usuarios o receptores de los beneficios o de los costes a otros agentes económicos. Sería el caso en el que los ahorros de coste en el transporte de mercancías inducidos por una nueva autovía son repercutidos, parcialmente, en forma de precios más bajos a los clientes del transportista.
- Efectos transferidos, es decir, los cambios de localización de actividades resultantes de la mejora del transporte.

El análisis coste-beneficio intenta obtener una evaluación del beneficio neto, por lo que se pueden ignorar los efectos transmitidos y transferidos, que son en todos los casos autocancelados, en la medida en que el beneficio de una persona o empresa se obtiene a cambio de un gasto igual por parte de otra. Incluir beneficios transmitidos y transferidos, junto con los beneficios directos, sería doble contabilidad. Respecto a los transferidos interesa comentar que la aparición de actividades económicas o residenciales en los bordes de una carretera no debe contabilizarse como un beneficio neto, puesto que no cabe duda de que esas mismas actividades habrían aparecido en otros lugares.

Sin embargo, el impacto de todas las clases de costes y beneficios sobre el bienestar de los diferentes sectores de la población (clases sociales, regiones, ocupaciones, edades, etc) pueden ser muy diferentes y a menudo se ignoran.

La evaluación social del análisis coste-beneficio de las infraestructuras de transporte permite ponderar con pesos diferentes los beneficios obtenidos por las distintas capas sociales (clasificadas en función de los estratos de renta). Sin embargo, esta posibilidad conlleva dificultades operativas importantes, por lo que raramente se justifica su empleo. Una metodología similar podría seguirse para tener en cuenta la distinta distribución espacial de los beneficios regionales, pero las dificultades de su aplicación son todavía más importantes.

La evaluación financiera cuantifica la rentabilidad de la inversión desde el punto de vista empresarial del explotador de los servicios, incluyendo en todo caso la inversión en infraestructura, o, en su caso, la tarifa por el uso de la misma, mientras que la evaluación económica estima la rentabilidad de la inversión teniendo en cuenta todos los agentes implicados (Sociedad).

No es objeto de este artículo el describir los conceptos que integran la rentabilidad financiera, ni los conceptos elementales de la actualización a un origen de distintas cantidades monetarias en el tiempo, así como los indicadores usualmente utilizados en este tipo de análisis: tasa interna de retorno, valor actual neto, ingresos actualizados/gastos actualizados, etc. De más interés parece centrarse en las hipótesis y resultados de las evaluaciones económica y social.

El objetivo de la rentabilidad económica es el maximizar el beneficio social neto de toda la Sociedad, mediante la selección de la alternativa óptima.

Como paso previo los planificadores de transporte deben determinar la tecnología y la forma de explotación de los servicios (tipo de vehículos, grados de ocupación probables, etc.), así como la capacidad de los sistemas propuestos (número de vehículos máximos en hora punta, etc). Interesa resaltar que el área de la planificación y planeamiento ha conocido un impulso extraordinario en los últimos años, acorde al desarrollo de importantes Planes de Transporte de la Administración Central y Autonómica.

Normalmente las posibles alternativas elaboradas se comparan con la situación actual. Como la comparación de todos los ingresos y gastos, monetarios y no monetarios, incluida las inversiones en infraestructura, deben abarcar un período de tiempo de unos 20 años, es necesario hacer hipótesis de evolución de todos los conceptos anteriores, que a su vez dependen directamente de los tráfico, en todas las alternativas, si bien es obvio que la probable evolución de la situación actual puede determinarse con más fiabilidad que el resto de las alternativas.

Interesa comentar que de todas las posibles opciones de futuro de la llamada situación actual habrá que seleccionar aquella (s) que, previsiblemente, sean las más idóneas desde el punto de vista financiero (o económico o social), dependiendo del enfoque del análisis, puesto que en caso contrario la alternativa seleccionada únicamente indicaría que es preferible que respecto a una mala. Siguiendo esta argumentación, se podría adoptar como mejor opción de la situación actual la supresión de los servicios y el abandono de la infraestructura en el plazo de unos pocos años; sería el caso de líneas ferroviarias de débil tráfico de viajeros y/o mercancías. El resto de las alternativas se compararían con respecto a esta situación actual.

Obsérvese que, en general, sólo tiene sentido la comparación relativa entre distintas alternativas, puesto que, en cualquier caso, continuaría la explotación de los servicios y el uso de la infraestructura durante, al menos, algunos años. En consecuencia, los indicadores de rentabilidad obtenidos deben entenderse en este mismo sentido re-

lativo: una tasa interna de retorno de $a\%$ indicaría que por cada 100 pesetas adicionales invertidas (o gastadas) con respecto a la situación actual producirían una rentabilidad de a pta.

Otro aspecto interesante que se debe resaltar es que la inversión infraestructural en un tramo de la red de transportes produce ingresos y costes monetarios y ventajas e inconvenientes económicos en el resto de la red, por lo que estos se deberían imputar al tramo analizado. En el caso de una nueva línea de alta velocidad ferroviaria Madrid-Barcelona, se explotarían trenes AVE Madrid-Sevilla, lo que implicaría que los ingresos (y costes) de esta última relación exceden a los del tramo Madrid-Barcelona. Esta idea conduciría a que el análisis de la rentabilidad de un tramo aislado depende de las inversiones en otros tramos de la red, especialmente en redes conexas, con posibilidad de aportación de tráfico adicionales, como sería el caso de las grandes áreas metropolitanas.

En estas condiciones, el análisis se debe extender al conjunto de todas las actuaciones posibles, para posteriormente, analizar redes más pequeñas, en las que se han suprimido ciertos tramos.

En sentido contrario, podrían justificarse ciertas prolongaciones de una red de transporte, y sin embargo no estar justificada el conjunto de la red, cuando las inversiones troncales, inicialmente ejecutadas presentan una rentabilidad muy negativa.

El proceso anteriormente descrito permite una programación de las inversiones más adecuada, puesto que se obtiene una visión de la rentabilidad conforme se va conformando la red.

3. Elementos de los análisis de rentabilidad

La demanda de viajes en una relación dada depende del precio de viaje (o coste monetario percibido en el transporte privado), el tiempo de viaje, la comodidad, la seguridad, etc. En general, se admite que el precio y el tiempo de viaje son predominantes, por lo que, sin pérdida de generalidad, podemos decir que la demanda de transporte depende del coste generalizado (precio + valor del tiempo de viaje x duración del trayecto).

El valor del tiempo de viaje es diferente para cada usuario y esta íntimamente relacionado con la renta personal y familiar, por lo que el coste ge-

neralizado -a diferencia de las tarifas- es distinto para cada usuario, por lo que no es fácil la representación gráfica de la clásica curva de demanda, puesto que el coste generalizado, al no ser constante, no coincidiría con una línea paralela al eje de abscisas. Únicamente es posible esta representación cuando se refiere a valores del usuario medio. La disminución del coste generalizado, puede ser congruente con el incremento de las tarifas, si el tiempo de viaje disminuye.

En el análisis se consideran tres tipos de tráfico:

- Tráfico común, que tiene el mismo origen y destino y que no cambia de modo de transporte.
- Tráfico desviado o trasvasado, que tiene el mismo origen y destino, pero que cambia al modo de transporte que disminuye su coste generalizado, procedente de los otros modos.
- Tráfico inducido, que incluye los viajes nuevos que anteriormente no se realizan en ningún modo de transporte, incluyendo las mayores tasas de viajes del tráfico común.

3.1. Beneficio de los usuarios normales y trasvasados

El beneficio de los consumidores o usuarios será la suma de los beneficios de estos tres tipos de tráfico. Si llamamos C_1 , P_1 , T_1 , M_1 y S_1 al coste generalizado, precio del viaje, tiempo, comodidad y seguridad percibido por el usuario antes de la entrada en servicio de la nueva inversión y denominamos con el subíndice 2 a estos mismos conceptos después de la entrada en servicio de la nueva infraestructura, y, asimismo, consideramos, sin pérdida de generalidad, que $C_1 > C_2$ y $P_1 < P_2$. Por otra parte denominamos con a , b y c a los volúmenes de tráfico normal, trasvasado e inducido, respectivamente. En estas condiciones el beneficio de los usuarios para los tráfico normal y desviado serían respectivamente:

$$\Sigma[(P_1 + T_1 + M_1 + S_1) - (P_2 + T_2 + M_2 + S_2)] = (C_1 - C_2)_{medio} \cdot a$$

y para el desviado sería:

$$\Sigma[(P'_1 + T'_1 + M'_1 + S'_1) - (P'_2 + T'_2 + M'_2 + S'_2)] = (C'_1 - C'_2)_{medio} \cdot b$$

donde los términos T , M y S son variables que dependen de la percepción del usuario normal y T' , M' y S' del usuario trasvasado, mientras que P_1 , P_2 , P'_1 y P'_2 son constantes, que en el supuesto de que la disminución del coste generalizado fuera en el transporte colectivo, coincidiría con los siguientes conceptos:

$P_2 = P'_2$ = nuevas tarifas en el transporte colectivo.

P_1 = tarifas anteriores en el transporte colectivo que ha disminuido su coste generalizado.

P'_1 = tarifas en el transporte colectivo (o privado) de donde proviene el tráfico desviado.

Observese que los costes generalizados medios del tráfico transvasado (C'_1 y C'_2) no se pueden estimar a partir del usuario medio del transporte de procedencia, puesto que, evidentemente, se trata de colectivos distintos, aunque estos últimos sean un subconjunto de los primeros.

Las expresiones anteriores evidencian que el beneficio para los usuarios, consecuencia de una disminución del coste generalizado se compone de los siguientes términos.

- Ahorros de tiempos y variación de la comodidad y seguridad para los tráfico normales y trasvasados.
- Pérdida del beneficio del consumidor de ($P_2 - P_1$) medio x a para el tráfico normal y de ($P_2 - P'_1$) medio x b para el tráfico desviado.

La hipótesis esencial en la que se apoya el análisis coste-beneficio es que el gasto del consumidor permanece constante, como se comentará posteriormente con más énfasis. Pero siguiendo con esta argumentación, se observa que la disminución del beneficio de los usuarios, debida al incremento de tarifas o costes monetarios, procede del menor consumo de otros bienes y servicios distintos del transporte, y que se debe llevar cuidado de no contabilizar dos veces, como es frecuente observar en los estudios al respecto.

Otra consideración importante es que el beneficio de los tráfico trasvasados, en el supuesto de que se calcule con valores medios de ahorro de tiempo, comodidad y seguridad, se obtiene sin mas que multiplicar las diferencias de estos conceptos por el volumen de tráfico transvasado (b), aunque en el supuesto de haber deducido esa expresión gráficamente se habría llegado a $1/2$ (be-

neficio máximo del usuario trasvasado x b), que coincide con la anterior en el supuesto de una variación lineal del excedente del usuario. Lo que en cualquier caso sería incorrecto es estimar valores medios y luego aplicar el valor 1/2. Piénsese que esta eventualidad conduciría a dividir por dos los beneficios totales de los usuarios en las inversiones que solo tienen tráfico desviado, como sería el caso de las nuevas líneas de alta velocidad.

Por otra parte, la situación más usual es que $P_2 = P_1$, puesto que una mejora en una línea convencional ferroviaria no implica la subida de las tarifas.

3.2. Beneficio Económico

A continuación nos centraremos en el cálculo del incremento del beneficio para la sociedad en su conjunto, es decir, en la rentabilidad económica. Admitiendo que el gasto de los consumidores permanece constante antes y después de la puesta en servicio de la alternativa, se deduce que:

$$G_1 = G_2 \Rightarrow \Sigma B_1 + \Sigma CR_1 = \Sigma B_2 + \Sigma CR_2 \Rightarrow \Sigma CR_1 - \Sigma CR_2 = \Sigma B_2 - \Sigma B_1$$

donde: G_1 y G_2 son el gasto de los consumidores.

B_1 y B_2 es el beneficio de los productores del transporte y de los productores de otros bienes y servicios distintos de transporte.

CR_1 y CR_2 es el consumo de recursos en las operaciones de transporte y en otros bienes y servicios distintos del transporte.

Entonces se obtiene que la disminución o incremento del consumo de recursos en la prestación de servicios de transporte y en otros bienes y servicios distintos de transporte coincide con el incremento o disminución del beneficio de los productores de transporte y de otros bienes y servicios.

La expresión anterior se debe entender neta de impuestos, puesto que desde el punto de vista económico estos no representan consumo de recursos reales.

En definitiva, se deduce que el incremento de beneficios para la Sociedad, consecuencia de una inversión en transporte que disminuya el coste generalizado de los usuarios se puede calcular de dos formas diferentes:

- Incremento del beneficio de los consumidores y disminución del consumo de recursos.
- Incremento del beneficio de los consumidores e incremento del beneficio de los productores.

El cálculo de la primera forma anterior se compondría de los siguientes términos.

Beneficio usuarios

- Ahorro de tiempo, comodidad y seguridad (1).
- Disminución del consumo de otros bienes y servicios distintos de transporte (2).

Variación consumo de recursos

- Inversión (3).
- Gastos de explotación del nuevo servicio (4).
- Gastos evitables de otros modos de transporte (5).
- Disminución del consumo de recursos en otros bienes y servicios distintos de transporte (6).

Se puede observar que los conceptos 2 y 6 se autocancelan por lo que en la evaluación económica sólo es necesario calcular todos los demás términos, si bien, es obvio que en el supuesto de que se quieran desagregar los efectos económicos sobre los usuarios se debería tener en cuenta este término.

Estimando los beneficios para la sociedad, mediante la variación del beneficio de los productores, en lugar de la variación del consumo de recursos, llegaríamos a la misma conclusión, sin mas que considerar la hipótesis de que la pérdida de ingresos por los productores de otros bienes y servicios distintos del transporte coincide con la disminución de gastos evitables para estos mismos productores.

Asímismo, mediante esta técnica de cálculo, se llegaría a la conclusión de que los mayores gastos de los usuarios del nuevo modo de trans-

porte, debido al incremento tarifario proceden de los menores gastos en otros modos de transporte y de los menores gastos en otros bienes y servicios distintos del transporte, poniendo de manifiesto que se trata de transferencias monetarias entre productores, pero sin consumo real de recursos.

Para identificar transferencias monetarias por oposición a verdaderos costes y beneficios, hay que considerar que estos, por definición, han de suponer siempre la pérdida o ganancia de recursos de algún tipo, es decir, el empobrecimiento o enriquecimiento de la colectividad a que se refiere el análisis, normalmente la nacional. Cuando los recursos solamente se transmiten de unos sujetos o colectivos a otros aparece una simple transferencia. Así, son transferencias los ingresos al cobrarse el uso de una infraestructura, los subsidios recibidos de una autoridad, los impuestos de todo tipo, el pago de intereses por un crédito, los seguros si se considera la accidentalidad en la evaluación, etc.

Todavía quedaría por resolver los efectos que una nueva infraestructura puede tener en la localización de nuevas actividades o en la relocalización de las existentes. En el supuesto de que una infraestructura induzca la ubicación de nuevas actividades como sería el caso de nuevas residencias en Ciudad Real, imputables al AVE, el análisis coste-beneficios no debe considerar como beneficios la plusvalía de los suelos de esta zona, puesto que no suponen un ahorro de recursos y los ahorros de tiempo de viaje de estos nuevos usuarios se suponen contabilizados, pero, en cambio, sí deberían estimarse los menores costes, debido a las deseconomías a que hubiera dado lugar la construcción de los edificios en una gran área metropolitana, como podría ser Madrid, aunque, en parte, esto supera el estricto campo del transporte, y normalmente, no se consideran en los estudios.

3.3. Beneficio tráfico inducido

Respecto a la estimación de los beneficios del nuevo tráfico inducido (o generado) se deben formular hipótesis adicionales, puesto que, en puridad, al no realizarse con anterioridad no se les puede asignar ningún coste generalizado, y, por diferencia, beneficios a estos nuevos usuarios. La

hipótesis correspondiente es que el beneficio para estos usuarios es igual a la diferencia de tiempo, comodidad y seguridad entre el viaje con la nueva infraestructura y un viaje más largo e incómodo, pero que hubiera superado el umbral de generación del mismo. Es difícil definir ese umbral, pero no cabe duda de que está acotado por el coste generalizado correspondiente a la oferta de los distintos modos de transporte actuales y el correspondiente a la oferta de la nueva infraestructura. Dada la dificultad de estimar este valor con precisión, se opta por elegir como beneficio la semidiferencia entre el coste generalizado con la nueva infraestructura y la media ponderada de los costes generalizados actuales. Como el cálculo del coste generalizado exige conocer el valor del tiempo de los usuarios, se debe, además, realizar la hipótesis de que las características socioeconómicas de los tráficos inducidos coinciden con una distribución similar (ponderada) a la del conjunto de los modos de transporte actuales.

En el supuesto de que en una relación dada, un modo de transporte actual sea el predominante, y los otros marginales, los cálculos anteriores pueden referirse, exclusivamente, al modo predominante y al calculado con la puesta en servicio de la nueva infraestructura, obteniéndose como beneficio imputable la mitad de la diferencia de los costes generalizados, y estimando el valor del tiempo unitario de viaje en función de las características socioeconómicas de los usuarios del modo predominante.

A esta semidiferencia de costes generalizados, habría que añadir -como se ha demostrado anteriormente- la disminución del consumo de recursos en otros bienes y servicios distintos del transporte, es decir, $P'_2 \cdot c$, por lo que el resultado final sería:

$$\left[\frac{1}{2}(P'_1 + T'_1) - \frac{1}{2}(P'_2 + T'_2) \right]_{medio xc} + P'_2 \cdot c =$$

$$\left[\frac{1}{2}(T'_1 - T'_2) + \frac{1}{2}(P'_1 + P'_2) \right]_{medio xc}$$

es decir, en este caso, aparece un término residual que es igual a la semisuma de las tarifas, que no se cancela. En la expresión anterior está implícito que el beneficio de los productores de otros bienes y servicios distintos del transporte se man-

tiene constante, o si se quiere, que la disminución de los ingresos coincide con la disminución de los gastos evitables, por lo que los mayores ingresos del explotador de la nueva infraestructura proceden de los menores ingresos de los explotadores ajenos al transporte.

En la mayoría de las inversiones los tráficos inducidos suelen ser marginales con respecto a los normales y trasvasados. Sin embargo, cuando los nuevos servicios arrojan importantes ahorros de tiempos de viajes y frecuencias elevadas, como sería los trenes de alta velocidad, los tráficos inducidos son elevados, hasta el 25% del total, y sería conveniente estimar la desviación de la pérdida de ingresos con respecto a los gastos evitables en otros sectores distintos del transporte.

Es obvio que el análisis económico permite diferenciar los efectos sobre las distintas empresas involucradas: autobuses, transporte aéreo, etc y sobre la congestión en las distintas infraestructuras existentes y competitivas con la infraestructura analizada: carreteras, puertos, aeropuertos, y en el supuesto de que en estas se obtengan mejoras importantes: congestión, accidentalidad, etc., se deben incluir estos efectos en los beneficios comentados anteriormente.

Por otra parte, la distinción de los efectos entre distintos tipos de usuarios-normalmente en función de la renta- e incluso entre distintas empresas, y la distinta ponderación de los beneficios para cada uno de ellos, permite un análisis de rentabilidad social, que escapa a los postulados económicos, entrando en la esfera política.

El valor del tiempo unitario que se debe aplicar a los ahorros de tiempo, se debe calcular desde el punto de vista económico, que no tienen porqué coincidir con la estimación del propio usuario, pero que obviamente parece lógico deducirlo a partir de esta última, mediante los conocidos modelos de reparto modal.

4. Algunos comentarios sobre los modelos de demanda en el transporte

El conocimiento de los tráficos trasvasados e inducidos requiere de técnicas de reparto modal y de pronóstico de la demanda a largo plazo.

Para las primeras está bastante extendido el uso de modelos agregados de reparto total, que



N 340. Travesía de Alquerías del Niño Perdido

estiman la participación de los viajes trasvasados en función de las tarifas (o costes monetarios) y del tiempo de viaje pero que presentan la importante carencia de no considerar la comodidad, ni las funciones de densidad ni de distribución de valor del tiempo de los usuarios, es decir, se basan, exclusivamente, en las características de un usuario "medio", lo que puede implicar importantes errores en el análisis coste-beneficio, puesto que los tráficos trasvasados, por su misma definición, se corresponden con una categoría de usuarios distinta a los viajeros normales. Los modelos desagregados parten de un conocimiento más detallado de las características de los usuarios (funciones de densidad de valor del tiempo), pero exigen encuestas más exhaustivas y fiables.

En el transporte urbano es necesario considerar la frecuencia en la formulación de estos modelos, puesto que puede llegar a ser más importante que la tarifa. Esta afirmación avala el hecho repetidamente comprobado de que la elasticidad de la demanda respecto a la tarifa sea bastante pequeña, mientras que sucede lo contrario respecto a la frecuencia.

En el transporte interurbano (motivo trabajo) la frecuencia es menos decisiva, preponderando el ajuste de la oferta de los servicios matinales y nocturnos. Solamente en los viajes por motivo de ocio y turismo prima el precio sobre los otros aspectos.

Respecto a la modificación de la estructura espacial de la demanda a largo plazo (modelos de

reparto zonal) inducida por los nuevos desarrollos urbanos (Planes Parciales, PAUS, etc), especialmente importante en los estudios de transporte urbano en las grandes áreas metropolitanas, se presentan interrogantes respecto a la procedencia geográfica de estos residentes, si bien en el caso de que no haya políticas activas de fomento de la actividad en los centros urbanos, parece lógico pensar que buena parte de la misma procederá de estas áreas: en los últimos padrones municipales se manifiesta un fuerte proceso de suburbanización, acompañado del declive de los centros históricos.

Otra diferencia importante entre el transporte metropolitano y el interurbano se refiere a que en este último la estimación de los tiempos de recorrido en una relación dada, en un período determinado (hora punta o valle) pueden calcularse con cierta facilidad, mientras que en el transporte urbano se necesita la asignación, previa de los tráfico a la red.

Como estos tiempos de recorrido influyen en la elección modal, es necesario volver a estimar nuevos repartos modales, que a su vez influyen en los tiempos de recorrido (asignación). Se produce, pues, un proceso de feed-back, que lleva a algunos autores a indicar la conveniencia de asignar los tráficos metropolitanos a la red, antes que

proceder al reparto modal, lo que no parece lógico en los transportes interurbanos.

Por último, es necesario estimar la evolución de la demanda a largo plazo en los distintos modos de transporte, incluidos los nuevos servicios. Normalmente, este aspecto está fuertemente condicionado por la coyuntura expansiva o recesiva en el que se formulan las prognosis. Así, los Planes de Autopistas de Peaje y el Plan Nacional de Instalaciones Aeronáuticas de finales de la década de 1960 eran claramente optimistas respecto a la evolución de la demanda, mientras que en el I Plan General de Carreteras ocurrió lo contrario. En virtud de esta experiencia, puede concluirse que la evolución de la demanda a largo plazo (25 años) se verá influenciada por períodos de coyuntura expansivos y recesivos, cuyo ámbito temporal es difícil prever, siendo únicamente posible una estimación media a largo plazo de la tasa anual acumulativa, que parece lógico esté comprendida en el intervalo $3 \pm 0,5$.

A este respecto, interesa comentar que es un hecho comprobado que la elasticidad del transporte de viajeros respecto al PIB depende fuertemente de la coyuntura económica: es muy alta (superior a la unidad) en períodos expansivos, mientras que en períodos de recesión económica, la elasticidad es incluso negativa.

Línea de débil tráfico.
Tramo Salamanca-Zamora.



5. Aplicación a dos casos españoles

5.1. Autovías de peaje versus autovías libres

La congestión que presentan las principales carreteras radiales en los accesos a las ciudades y algunos corredores interurbanos podrían paliarse con autovías de peaje o, alternativamente, autovías libres.

Las nuevas autovías libres reducirían los tiempos de viaje, tanto del tráfico trasvasado a la nueva vía como en la antigua, hasta conseguir niveles de servicio similares en ambas vías. En el supuesto de peaje, la vía antigua estaría más congestionada que la nueva, puesto que sólo se trasvasarían los usuarios cuyo ahorro de tiempo de viaje y costes de explotación supera al coste del peaje.

Se observa que, desde el punto de vista estrictamente económico, el balance queda reducido -suponiendo, obviamente, que los costes de



Autopista de peaje A-7.

inversión sean idénticos- a comparar los ahorros de tiempo y los gastos de explotación del tráfico entre ambas alternativas, puesto que el cobro de peaje sería una transferencia monetaria de los usuarios de mayor renta a los concesionarios de la autovía o autopista, pero que desde el punto de vista económico no supondría consumo de recursos.

Se deduce que el óptimo se conseguiría con una tarifa disuasoria, que posiblemente sería bastante inferior a la de equilibrio financiero. En la hipótesis de que la Colectividad, por motivos sociales, estime que el valor del tiempo de todos los usuarios es el mismo, se concluye que el peaje no debería existir, puesto que en estas condiciones la redistribución del tráfico entre las dos vías sería la que produciría menores gastos de explotación y ahorros de tiempo, simultáneamente.

En las vías metropolitanas predominan los viajes recurrentes por motivo de trabajo. Está comprobado experimentalmente que los usuarios valoran el tiempo de viaje menos que en los viajes interurbanos por motivo de negocios, trabajo, o incluso ocio, precisamente por que al ser recu-

rrentes pueden llegar a alcanzar un porcentaje significativo de su renta familiar disponible. Además, en los viajes motivados por el trabajo diario, las consideraciones sociales deberían predominar sobre las estrictamente económicas. En consecuencia, el óptimo social se conseguiría con un peaje más pequeño que en el interurbano, lo que, en el límite, conduciría a pensar en autovías libres.

En el supuesto de concurrencia entre una vía de gran capacidad interurbana con peaje y con exceso de capacidad (como podría ser la autopista A-7 del Mediterráneo) y una vía convencional congestionada (N-340), el peaje podría ser más elevado que en las mismas condiciones de tráfico para un corredor metropolitano, pero en cualquier caso inferior al de equilibrio financiero actual. En estas condiciones, el óptimo económico, manteniendo los derechos de la concesionaria, implica una transferencia del Estado hacia la concesionaria, de tal manera que, manteniendo el equilibrio financiero de esta última, el descenso del nivel de peaje conllevaría a que la importancia del ahorro de los tiempos de viajes y de los costes operativos de los usuarios trasvasados superaría al incremento marginal -puesto que existe exceso de

capacidad y la curva volumen-tiempo en estas condiciones lo demuestra- de los usuarios actuales de la autopista.

Esta teoría la ha practicado el Ayuntamiento de Castellón de la Plana en los últimos veranos, en lo que respecta al tráfico de camiones, evitando, así, la congestión de su Municipio. Sin embargo, este óptimo económico presenta el importante inconveniente de que la redistribución regresiva de rentas desde el conjunto de la sociedad a usuarios de renta alta puede impedir otras políticas sociales más perentorias.

Estos mismos objetivos de redistribución de tráfico y mantenimiento de los derechos de la concesionaria podrían conseguirse prorrogando el plazo de terminación de la concesión, sin necesidad de transferencias monetarias estatales.

En cualquier caso el desdoblamiento de la carretera congestionada, paralela a la autovía, solo estaría justificada a partir del momento en que la demanda supere a la capacidad conjunta de ambas vías, siendo preferible recurrir, previamente, a las transferencias indicadas.

5.2. Transporte por carretera versus ferroviario en corredores de débil tráfico.

Precisamente la debilidad del tráfico en gran parte de la geografía española cuestiona la viabilidad financiera y económica de algunos tramos regionales de la red ferroviaria de Renfe y Feve.

En general, puede decirse que, en el supuesto de que haya una carretera alternativa válida, los costes de mantenimiento de esta última son inferiores respecto a la infraestructura ferroviaria, así como los tiempos de viaje en autobús y los de inversión en material móvil a largo plazo.

Sin embargo, cuando la línea ferroviaria sirve a tráfico masivos de mercancías -como sería el conocido caso de las centrales termoeléctricas de carbón, con dispositivos de carga y descarga especialmente diseñados para el transporte ferroviario, el balance resulta más equilibrado, llegando a ser favorable a este último cuando son necesarias importantes inversiones en la carretera alternativa,

bien porque no exista o bien porque sean necesarios importantes refuerzos del firme y variantes de trazado, que, en su caso, serían imputables exclusivamente a los tráfico masivos de referencia.

El consumo de carbón de una central termoeléctrica puede elevarse a un millón y medio de toneladas anuales, lo que equivale a una intensidad media diaria de 200 camiones de veinte toneladas en cada sentido, aproximadamente una circulación por sentido cada tres minutos. Por consiguiente, se deduce la necesidad de que estos tráfico dispongan de carreteras exclusivas, lo que unido a consideraciones de tipo medioambiental arrojan un balance favorable al ferrocarril existente, aunque sean necesarios importantes inversiones en rehabilitación y renovación de vías y modernización de las instalaciones de electrificación, así como enclavamientos y bloqueo.

Cuando no se dan las circunstancias anteriores, tanto el balance financiero como económico arrojan la conveniencia de cerrar la línea. Sin embargo, se pueden argumentar otro tipo de razones, que avalan la tesis contraria:

- El mantenimiento de la infraestructura y superestructura de este tipo de vías, así como la explotación de servicios requieren escasos recursos económicos y humanos, por lo que la incidencia del cierre de estas líneas es pequeño sobre los déficit totales, si bien el déficit por unidad de tráfico transportada (viajero más mercancías) es bastante más elevado que en las redes básicas.

- Los efectos redistributivos regionales no serían deseables puesto que, de alguna forma, tienden a concentrar el desarrollo en las zonas más pobladas y congestionadas, lo que equivale a afirmar que en estos supuestos no se justifica la imputación total de los costes de infraestructura.

Por otra parte, en este tipo de líneas de débil tráfico, el análisis de cierre debe considerar los efectos económicos sobre el resto de la red, que, en general, conduce a una pérdida de ingresos en el exterior del tramo estudiado, mientras que el ahorro de costes evitables suele ser marginal, al preponderar los gastos fijos infraestructurales. ■