

SOBRE LA EVALUACION ECONOMICA DE LOS PROYECTOS DE TRANSPORTE(*)

Por OLEGARIO LLAMAZARES GOMEZ

Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos

Los sistemas de transportes requieren fuertes inversiones y, en consecuencia, es precisa una evaluación de los correspondientes proyectos que nos aproximen a la optimización. El autor se refiere a los procesos de análisis de soluciones, considerando las investigaciones sectoriales previas y las específicas del transporte: pronosis de tráfico, distribución modal, etc., exponiendo con mayor extensión, como ejemplo típico actual, el caso de las autopistas con las previsiones que corresponden a los factores técnicos, económicos y funcionales. En la evaluación de sus proyectos, como en los de otros sistemas de transporte, la metodología estadística y los programas de ordenador han hecho posible unos estudios más completos para la maximización de los beneficios y la minimización de los costes sociales.

1. Nota preliminar.

La ordenación racional de las inversiones exige la evaluación económica de los posibles programas alternativos para llegar a una rentabilidad óptima en el amplio y complejo sentido con que ahora es preciso entender este término. Existen múltiples atenciones prioritarias, todas de destacado interés para la colectividad, pero para su orden de realización es preciso elegir aquellas que tengan un mayor efecto impulsor del desarrollo, que generalmente serán las más rentables en el aspecto socioeconómico.

Una muestra de esta preocupación por el análisis de programas y determinación de criterios de prioridad son los estudios de factibilidad y rentabilidad llevados a cabo por los grupos de expertos del Banco Mundial, para definir la preferencia de las obras que han financiado en diversos países para ayuda de su desarrollo.

Estos estudios de evaluación y selección están en la línea clásica de las actuaciones americanas, y basta para ello recordar las técnicas de programación que presidieron las grandes inversiones económicas del *New Deal*, ese entonces nuevo tratamiento de los problemas económicos, a base de un ambicioso programa de obras públicas seleccionadas, que

constituyó la respuesta de emergencia del Gobierno Roosevelt a la peor crisis de la historia de los Estados Unidos, iniciada con la gran depresión de 1929.

No faltan críticas a este sistema, o sea, a los criterios evaluatorios que en él se aplican con tendencia a polarizarse en el aspecto económico de la planificación selectiva. Con frecuencia se ha acusado a las administraciones de haber orientado su decisión según criterios capitalistas, con escasa sensibilidad para las aspiraciones sociales.

Pero, como también se ha observado, hay en estas críticas una exageración de matiz político, con afanes de desprestigio, que se esfuerzan en poner de manifiesto la presuntividad de los planes, aludiendo al contexto político en que deben desarrollarse. Pero en todo caso, los planes son necesarios, y citaremos en este punto la afirmación de Pierre Massé, adelantado del desarrollismo francés: "La planificación es un seguro contra la aventura sin límites, es el antiazar".

Desde luego, es verdad que hay que evitar tanto la polarización en el aspecto económico, a que antes nos referíamos, como la planificación a corto o medio plazo. Un criterio basado en ambos supuestos es, en el mejor de los casos, sólo válido para obras de reducida cuantía y con pocas implicaciones o interdependencias. Pero en planes ambiciosos, con los que se busca una clara incidencia en el des-

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que pueden remitirse a la Redacción de esta revista hasta el 31 de enero de 1978.

arrollo por efectos socioeconómicos, no bastan los análisis costes-beneficios para definir la optimización del gasto.

2. El caso de los proyectos de transporte.

Las técnicas de evaluación económica de proyectos de transporte se han desarrollado considerablemente en las dos últimas décadas. Tal circunstancia ha sido consecuencia lógica de la influencia del transporte en el desarrollo, de las grandes inversiones que exige su infraestructura y de la ayuda técnica y económica que los países más adelantados prestan a los subdesarrollados. Por ello, han ido surgiendo multitud de organismos oficiales y oficinas consultoras dedicados al tema y los departamentos de carreteras y ferrocarriles, autoridades portuarias y secretarías de planificación disponen de *staffs* cada vez más amplios y cualificados.

Asimismo, el planeamiento y la coordinación de la distribución intermodal del transporte posula una identidad de criterios de evaluación de inversiones que sean válidas para un análisis de soluciones alternativas.

Los ingenieros y economistas disponen hoy de una amplia información sobre la metodología de evaluación de proyectos, definiendo el proyecto como "la mínima inversión que es factible económica y técnicamente", con las salvedades que a esto puedan hacerse, derivadas en parte de que un proyecto no puede aislarse de un contexto de actuaciones y que, en general, a efectos de desarrollo, se acometerá una serie de obras, algunas de las cuales incidirán en los beneficios de las otras.

En esta metodología se contemplan los diferentes aspectos implicados de ingeniería, economía, financiación y organización, o sea, las soluciones técnicas y funcionales; las evaluaciones económicas a base de determinación de costes y beneficios en la región a que se destina la obra o mejora, considerada de un modo global; la organización de la construcción y explotación, teniendo en cuenta las necesarias acciones correctoras para reducir los gastos y aumentar los beneficios. El objetivo del análisis financiero es determinar la viabilidad de la financiación a través de un estudio de gastos y rentas de la empresa responsable, sea pública, privada o mixta.

A los efectos de reducir en lo posible las alternativas que se sometan al análisis de selectividad se recomiendan dos fases previas de trabajo. Una corresponde a estudios de carácter general del país o región, tanto en la demanda de transporte derivada del crecimiento demográfico y de todo tipo de actividad cuyo incremento se refleja en el tráfico como en lo que se refiere a exigencias en otros sectores: vivienda, sanidad, educación, etc., que pueden ser preferentes a inversiones marginales en transporte al considerar todas las atenciones dentro del mismo marco de disponibilidad de créditos. Hay además unos efectos complementarios, pues si bien los sistemas de transporte son un catalizador del desarrollo, para mayor eficacia deben compartir su función con otras atenciones: expansión agrícola e industrial, servicios, etc., inscribiéndose en un marco amplio de actuaciones coordinadas.

La segunda fase comprenderá una investigación detallada sobre el transporte, en su situación actual y demanda futura, para definir prioridades dentro del sector, contemplando la posibilidad y las prioridades de cada medio.

Si esta doble investigación previa —la general del país o región y la específica del transporte— no se lleva a cabo se corre el riesgo de que, por partir de una incompleta información de base, las decisiones que se tomen conduzcan a un empleo indebido de los créditos presupuestarios.

Para valorar los beneficios de un proyecto de transporte es preciso tratar de conocer, con la aproximación posible, la utilización de las obras o instalaciones proyectadas durante el período de servicio que se las asigne. En este tipo de proyectos es básica una prognosis de tráfico a largo plazo, de veinte años o más. La decisión de la inversión debe ser una consecuencia de predicciones de amplio horizonte y es preferible profundizar en los condicionantes del futuro que reducirse a un estudio general y de poca concreción.

Un análisis profundo debe hacerse en tres fases:

1. Estimación y localización de la producción y consumo del sector agrícola, industrial y minero, así como de los núcleos de población.

2. Traducción de los datos de producción, consumo y demografía a flujos de tráfico con sus intensidades, origen y destino.

3. Consideración de la distribución intermodal óptima del tráfico potencial.

Como es sabido, son tres los tipos de tráfico que integran las intensidades que deben canalizar las vías que se acondicionen o se construyan *ex novo*: el tráfico *normal*, o sea, el vegetativo, que seguirá creciendo aunque no se hiciera ninguna inversión; el *inducido*, que es el que atraería la vía en cuestión por razones de seguridad, comodidad y, en general, mejor nivel de servicio de otros itinerarios o modos de transporte alternativos, y el tráfico *generado*, que procederá de nuevas localizaciones industriales y residenciales o expansiones agrícolas y el subsiguiente aumento de población, producción y consumo en la zona de influencia del itinerario.

La estimación de los beneficios económicos derivados de un proyecto de transporte es mucho más difícil que la de su coste, fundamentalmente porque muchos de estos beneficios, aunque sean directos, no pueden expresarse en términos monetarios, ya que no existen precios de mercado para ellos; de muchos, como, por ejemplo, la reducción de los gastos de funcionamiento de los vehículos o cualquier disminución de los costes de transporte, disfrutará una gran masa de personas durante un largo período de tiempo. En consecuencia, para una aproximación cuantitativa se necesitaría una prognosis de tráfico referido a años de horizonte alejado, la cual es difícil de llevar a cabo.

Aparte de esto hay que tener en cuenta los beneficios indirectos como mejoras generales de la economía en el doble aspecto parcial y sectorial, que se producen al mejorar las condiciones del transporte que sirve a la zona en cuestión.

Los tipos de beneficios que es preciso considerar en un proyecto de transporte son los que reseñamos a continuación:

1. Reducción de los costes de funcionamiento de los diferentes tipos de vehículos.

2. Estímulo para el desarrollo socioeconómico *lato sensu*.

3. Ahorro de tiempo en el recorrido para viajeros y mercancías.

4. Reducción de daños por evitación de accidentes al mejorar las condiciones de seguridad de vías y servicios.

Los beneficios de más fácil estimación en términos monetarios son los señalados en primer lugar. Los manuales de evaluación suministran datos de costes elementales que por integración dan el coste global de funcionamiento de los vehículos. Se presentan estos datos tabulados y corresponden a los consumos de carburante y lubricante, amortización del material, conservación, reparaciones y repuestos, etcétera.

Hay, además, unos beneficios secundarios relativos a la integración geoeconómica del país, a su autarquía y a su prestigio, a su incidencia para mejorar el equilibrio regional y a múltiples atenciones sociales y culturales. De estos beneficios puede prescindirse —en todo caso irían en favor de la solución estudiada— si los beneficios directos se estimaron correctamente.

Una vez determinados los costes y beneficios de un proyecto en términos monetarios, referidos a los distintos años de su período de explotación, la comparación de un juego de alternativas justificará la solución que se proponga. La mayor dificultad es la consideración del tiempo en el proceso de construcción y explotación, ya que el valor económico de los gastos y beneficios depende de los años en que se realizan o perciben. En esta época de inestabilidad económica inciden de manera importante las tasas de actualización del dinero.

Para terminar esta exposición previa sobre los estudios de evaluación de transportes añadiremos que un proyecto, en general, sólo debe aceptarse si está justificado en los dos aspectos: el económico y el financiero. Si existen discrepancias entre ambos pueden tratar de paliarse jugando con tasas de interés, tarifas, subvenciones y exenciones. Las exigencias de divisas para el primer establecimiento y la explotación también deben considerarse, así como los balances energético y ecológico, temas estos últimos muy importantes dadas las circunstancias que en ambos aspectos afectan a la sociedad actual.

3. Demanda de transporte y alternativas modales.

El mercado del transporte nace de una multiplicidad de necesidades y de las soluciones posibles para atenderlas, y su correcta estructuración postula una compatibilidad y una coherencia mínimas entre el sector privado y la Administración pública. Pueden competir a ambos, según la organización de la sociedad occidental, la construcción de la infraestructura y la explotación de los medios de transporte, si bien la Administración se reserva un papel ordenador y fiscalizante en cuanto a la calidad, seguridad y coste de las obras y servicios y a la justa aplicación de inversiones dentro de unas prioridades de demanda, rentabilidad y política social.

Ha existido un desfase entre el aspecto tecnológico de las infraestructuras y medios que por ellas circulan y la necesaria contrapartida de la economía del sector, o sea, los estudios cuantitativos del mercado del transporte hacia un equilibrio de oferta y demanda, al que, en general, también impiden llegar las limitaciones presupuestarias.

El problema ha tratado de dominarse, y en las últimas décadas se ha avanzado mucho en la prognosis de demanda en volumen y tendencias, precios del transporte y sus elasticidades, competencias previsibles y sensibilidad para la opción en la oferta multimodal.

El volumen de demanda de transporte depende en primer término de la ubicación de los centros geoeconómicos del país y de la demografía y volumen de producción de éstos, lo que define un modelo gravitatorio de su distribución, modificado a su vez por condicionantes optativos derivados de la conducta del usuario. Tal circunstancia modificante ha dado lugar a la formulación de los llamados modelos de oportunidad, en los que se introduce una función probabilística. Pero en todo caso, el crecimiento del P.N.B. es un correlato del crecimiento del volumen de transporte en todos los sistemas, si bien con diversas proporciones por razones de índole funcional, económica o coyuntural.

Una preocupación de gran actualidad es la determinación econométrica en los distintos medios de transporte —competitivos y complementarios—

como base de los análisis de la distribución intermodal hacia una explotación conjunta óptima con las menores cargas para el Estado y el mayor beneficio para la colectividad.

Las planificaciones del sector de transportes se inscriben con carácter preferente en las tareas de Gobierno a los efectos de llegar a la máxima rentabilidad, en el sentido más amplio del término, de las inversiones públicas y privadas y en consecuencia a costes sociales mínimos, con niveles de servicio aceptables. Son determinantes en esto los ensayos de evaluación que contemplan los diferentes costes: construcción, acondicionamiento, conservación y explotación, amortización y gastos generales, dentro de unos plazos de amortización diferentes, según los tipos de infraestructuras y servicios.

4. Los proyectos de autopistas.

Entre los distintos tipos de estudios de evaluación económicos de proyectos de transportes, uno de los que puede considerarse como más completo es el de las autopistas, obras totalmente nuevas que sirven a una amplia área de prestación de desarrollo múltiple y generadora de creciente demanda de tráfico.

De las autopistas se derivan diversos beneficios directos e indirectos —algunos de éstos de difícil estimación—, y en consecuencia, en su planeamiento se impone una correcta concepción que permita aproximarse a la optimización de soluciones en el aspecto económico-funcional.

El análisis económico de una autopista, como el de cualquier obra de ingeniería, se basa en un complejo proceso comparativo para llegar a una evaluación de beneficios que es preciso relacionar con los costes de primer establecimiento y explotación. Pero no es este análisis el único, considerando que define la adopción de la alternativa a realizar, sino sólo un instrumento de carácter técnico-económico, resultado de un estudio lo más elaborado posible, que se somete a la decisión de la autoridad política.

Los cada vez mayores flujos de tráfico que es preciso canalizar exigen, dentro de una vi-

sión económica general, que al mismo tiempo que se consideren y valoren los costes de primer establecimiento de la vía (estudio de factibilidad, proyectos, construcción, expropiaciones, indemnizaciones, restablecimiento de servicios y servidumbres afectados, etc.), se contemple el coste de funcionamiento de los vehículos que por ella van a circular y la reducción al mínimo de la probabilidad en la producción de accidentes, si bien esto ya debe tenerse en cuenta por razones de seguridad vial, absolutamente extraeconómicas, en las características geométricas del trazado, condiciones del pavimento, señalización, dispositivos protectores, etcétera. El tiempo de recorrido es también un factor que trata de cuantificarse económicamente. El tema es objeto de múltiples estudios que relacionan, a efectos valorativos, las horas de viaje con las de trabajo y ocio.

La recogida, tratamiento e interpretación de datos es cada vez más amplia en los estudios de autopistas, y de ellos es una muestra la gran evolución en este aspecto en España en los últimos quince años, que es el período en que llevan proyectándose este tipo de vías. Tal evolución es lógica y necesaria, ya que uno de los principios básicos de la economía de la obra pública es la consideración del máximo número de factores —que inciden en diversos campos— y de los resultados que de ellos se derivan por la función de la obra.

Cuando esta consideración cubre un amplio espectro, cada vez de mayor complejidad en nuestra era de interdependencias espaciales y sectoriales, y el enfoque corresponde, con carácter prioritario, al beneficio de la colectividad, no es probable que siguiendo las leyes de la economía se llegue a soluciones incorrectas que den lugar a un indebido empleo de los caudales del Tesoro Público, en su aplicación directa o como respaldo y aval de las inversiones de las compañías concesionarias, en el caso de vías de peaje.

En el análisis económico de una autopista deben considerarse dos fases: la *evaluación* y la *formación*. La evaluación se refiere a la factibilidad del proyecto y a su interés prioritario en competencia con otras alternativas. Esta primera fase necesita sólo un determinado grado de aproximación que permita conocer las funciones de la vía en cuestión y un orden de

magnitud de su coste a efectos comparativos con otros proyectos valorados con criterios análogos.

Es preciso poner énfasis en que los estudios de las alternativas contempladas y valoradas deben ser comparables en todos sus aspectos, o sea, que tiene que existir una uniformidad en el grado de precisión de los supuestos de partida, condiciones de factibilidad, bases para los costes de valoración y estimación de beneficios.

No se oculta que para ello se tropezará con múltiples dificultades en cuanto a previsiones y forzosa falta de profundidad de un estudio previo, así como las que puedan derivarse de la evolución tecnológica —fácilmente posible en nuestra época de aceleraciones y mutaciones— y que considerando los largos plazos para los que se proyectan las obras pueden invalidar los supuestos en que se basan los índices de rentabilidad. Asimismo, la identificación de costes y la objetivación de valores para las soluciones comparadas no serán, en general, fáciles.

En la formulación se concretan las características técnicas, funcionales y económicas de la obra que deben definirse con todo detalle en los planos, prescripciones o especificaciones, mediciones, valoraciones y demás documentos del proyecto. En la concepción del anteproyecto —que, en general, se respetará en gran medida en el proyecto definitivo de construcción— se contemplan suboptimaciones derivadas de condiciones específicas que no se tuvieron en cuenta en la fase de evaluación, por la propia condición más somera de esta fase.

En todo caso, en la fase de evaluación deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones: 1, justificación de la necesidad de la vía que se estudia; 2, elección entre las diversas alternativas contempladas; 3, criterios para fijar el año óptimo de puesta en servicio del tramo en cuestión o subtramos con funcionalidad propia en que pueda dividirse, y 4, cálculo de la relación costes-beneficios (*).

(*) Con el empleo de modelos de potencial se llega a evaluaciones de tipo integrado de los efectos de la vía en su zona de influencia que, al parecer, son más amplias y concretas que los índices derivados del clásico análisis de costes-beneficios. Sobre este tema puede verse el trabajo de F. Aragón y M. A. López Toledano: *Los modelos de potencial y la selección de inversiones*, Servicio de Estudios de la Dirección General de Carreteras. Madrid, 1975.

Comporta el estudio de evaluación una amplia serie de conceptos que corresponden a diversas condiciones funcionales o técnicas que pueden clasificarse en los siguientes grupos, dentro de los que a título de ejemplo detallamos las distintas operaciones o elementos a considerar sin ánimo de exhaustividad:

Localización. — Topografía y geotecnia, favorables en lo posible, de la franja por la que se propone desarrollar el trazado, funcionalidad con el resto de la red y enlaces con los centros generadores y receptores de tráfico de la zona de influencia.

Geometría y capacidad. — Radios, pendientes, distancias de visibilidad, anchos de plataforma y de calzadas, posibilidad de ampliación de la capacidad de la vía al crecimiento del tráfico, reserva de terreno para nuevos carriles, construcción de una sola calzada en primera fase.

Materiales y tipos estructurales. — Prospección de yacimientos de materiales adecuados a distancia económica, espesor y composición de las secciones resistentes del firme, modelos de estructuras para puentes y viaductos, normalización de obras menores.

Elementos complementarios. — Señalización vertical y horizontal para la ordenación y seguridad del tráfico, obras de protección, iluminación en puntos singulares o en tramos donde la intensidad nocturna lo aconseje, sistema de ventilación en los túneles, plantaciones para ornamentación y defensa del paisaje.

Instalaciones anejas. — Areas de mantenimiento y de servicio, estaciones de peaje en las autopistas explotadas en régimen de concesión, hostelería y restauración.

Los estudios de evaluación deben hacerse para plazos de explotación largos, y es muy interesante conocer la evolución del tráfico durante estos períodos, ya que su intensidad media diaria (I.M.D.) es el índice más revelador de los beneficios directos, que son los que inciden de manera concreta y segura en la rentabilidad socioeconómica de la autopista que se proyecta.

En los estudios de tráfico que constituyen la fase preliminar y aportan datos fundamenta-

les para decidir la necesidad de la nueva vía y llevar a cabo, en caso afirmativo, el correspondiente análisis de evaluación, es preciso considerar la diagnosis y la prognosis. La primera es un conocimiento actualizado derivado de un trabajo sistemático y uniforme que en España se inició con el Plan Nacional de Aforos de 1959. Este trabajo se realiza a través de más de 10.000 estaciones estratégicamente distribuidas en la red en las que se cuentan y clasifican los vehículos, y permite conocer el crecimiento y la composición de tráfico.

De estos datos actualizados mediante correlaciones y extrapolaciones en las que se utilizan parámetros o *ratios* indicativos del crecimiento del tráfico (renta per cápita, índices de motorización, uso del suelo, analogías de desarrollo con otros países de mayor desarrollo industrial, etc.), se deduce cada vez con mayores garantías la prognosis de tráfico, que para el corredor que va a servir la autopista en cuestión se complementará con encuestas y estudios especiales (*); las prognosis se estudian, generalmente, para períodos de veinte años, o incluso treinta, y en ellas, además del crecimiento vegetativo o normal, hay que considerar el tráfico generado por la localización industrial, residencial o turística del entorno, debida en gran medida a la autopista, y el tráfico inducido que se deriva del nivel funcional de la propia obra frente a las dificultades del viaje por los itinerarios antes disponibles. En el túnel de Guadarrama el tráfico inducido supuso un 15 por 100 del total; mayor fue aún la proporción en la autopista Mongat-Mataró —25 por 100 en el primer año de su puesta en servicio—, debido principalmente al tráfico coartado por el estado de congestión anterior en la carretera convencional.

En todo caso, el nivel funcional o de servicio, medida cualitativa del efecto conjunto de una serie de factores: velocidad, seguridad, comodidad, tiempo de recorrido, etc., se acusa cada vez más como condicionante del crecimiento del tráfico en las autopistas de peaje; en ellas, este crecimiento es mucho mayor que

(*) Las técnicas de prognosis se han perfeccionado notablemente en los últimos años merced a un examen más sistemático de los factores que la condicionan y la disponibilidad de datos estadísticos más completos; por otra parte, con los nuevos programas de ordenador se puede tratar un gran volumen de datos correspondientes a una gama de variables muy amplia.

en las carreteras convencionales —el usuario se mentaliza cada vez más para el pago de un buen servicio que por múltiples razones merece la pena utilizar—, ventaja para la rentabilidad de los tramos de concesión, que a su vez crece con la longitud de los itinerarios continuos que se van poniendo en servicio, como se ha podido apreciar en lo que ya está construido de las autopistas del Mediterráneo y del Cantábrico.

5. Consideración final.

Al igual que para las autopistas existe una metodología variable en las características, pero con bastante analogía en los supuestos y pronóstico de demanda para la evaluación económica de otros proyectos de transporte, que en todo caso no podrá reducirse a un proceso mecánico, sino que requieren amplia visión y gran esfuerzo analítico.

Las incidencias en todos los aspectos del proyecto que se estudia deben ser planteadas con claridad en cada una de las posibles alternativas que se lleven al análisis comparativo, considerando los gastos y beneficios que constituyen la ecuación decisoria del estudio. La metodología estadística y el ordenador han hecho posible la ampliación y detalle del abanico de soluciones; con ello, se va adquiriendo

además una experiencia que permitirá abandonar, en gran medida, las especulaciones teóricas.

En todo caso quede bien patente el interés que deben mostrar técnicos y políticos por la evaluación de los proyectos de transporte, consideración decisiva en la planificación de este sector que representa una quinta parte de la actividad económica en los países industrializados.

Las obras de autopistas, líneas ferroviarias, oleoductos, puertos y aeropuertos requieren muy fuertes inversiones y es preciso un riguroso análisis selectivo que nos aproxime a la optimización.

La infraestructura y servicios de transporte orientan y estimulan el desarrollo, y éste a su vez genera un gran incremento en la demanda de aquel que debe servirse con todos los medios que brinda la nueva tecnología del sector, siempre dentro de una bien estudiada distribución modal.

Sin perjuicio de una final decisión política que matice las conclusiones del análisis de evaluación con condicionantes extraeconómicos, con ésta tratará de conseguirse que con los proyectos en cuestión se llegue a la maximización de los beneficios de los usuarios y a la minimización de los costes sociales.