

ESTUDIOS DE RENTABILIDAD EN LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS

Por JAIME LLEO DE LA VIÑA

(Continuación)

3.3. Coste de los accidentes.

Es innecesario encarecer la importancia que tiene, bajo todos los aspectos, la reducción del número de accidentes. Aparte del sufrimiento que los accidentes mortales o graves traen consigo, es muy importante las pérdidas económicas que estos representan. Por ello, los trabajos que aumentan la seguridad en carretera (pintado de bandas, supresión de cruces a nivel, reducción de la longitud de los tramos sin visibilidad) suelen ser de una gran rentabilidad, pues normalmente el coste de la mejora es muy bajo comparado con las ventajas que reporta. Resulta obvio, por consiguiente, señalar que la reducción del número de accidentes es un elemento importante de rentabilidad. En 1956 valoró el Dr. Glanville, director del Road Research Laboratory, el total de accidentes de Inglaterra en 110 millones de libras, o sea, unos 15000 millones de pesetas. En España, para ese mismo año, admitiendo la proporcionalidad entre el número de accidentes de nuestro país con Inglaterra, se podrían cifrar en 1500 millones de pesetas las pérdidas por accidente (1).

Los métodos de calcular el coste de un accidente se basan en las estadísticas facilitadas por las Compañías de Seguros. Sin embargo, las indemnizaciones pagadas por estas no tienen en cuenta la pérdida económica real que sufre la nación a causa de las pérdidas de vidas humanas y de incapacitación temporal.

De lo anterior se deduce que este método no es totalmente válido por no considerar este importantísimo factor de reducción de la producción por los accidentes mortales o por los que dan como resultado una incapacidad temporal. Por ello, consideramos preferible el método que se expone seguidamente y que, en esencia, consiste en separar los daños materiales al vehículo y a terceros de los daños causados a las personas.

3.3.1. Importe de las pérdidas de bienes.

En este importe consideramos comprendidos los daños materiales causados a los vehículos, a las propiedades colindantes y a las mercancías transportadas. El importe total para un año determinado puede calcularse por la siguiente expresión:

$$I_B = C_A \cdot V_a$$

(1) Publicación núm. 7 del Laboratorio del Transporte: "El problema económico de la modernización de las carreteras", por D. José Luis Escario.

en la que:

I_B = importe total anual de los daños materiales.

C_A = cantidad desembolsada por las compañías de seguros exclusivamente por este concepto.

V_a = la relación entre el número de vehículos del Parque Nacional y el de los asegurados.

Es evidente que todas estas cifras han de referirse a un mismo año, y precisamente a aquél para el que se estudie la rentabilidad de la mejora introducida en la carretera.

Finalmente, si el número de accidentes ocurridos o previsibles en el año es A , resulta que:

$$I_{B.A} = \frac{C_A \cdot V_A}{A}$$

en la que C_A , V_A y A tienen los significados antes expuestos:

$I_{B.A}$ = coste medio de las pérdidas materiales por cada accidente.

3.3.2. *Importe de las pérdidas humanas:*

En primer lugar, nos referimos al caso de muertes. La expresión del importe total de estas es:

I_V = (Producción durante la vida productiva perdida de las personas muertas. Consumo durante el resto de la vida probable.) actualizadas al período en que se estudie la rentabilidad.

Para calcular las expresiones anteriores se procede así:

1.º Se obtiene la vida productiva perdida de las personas muertas a partir del producto del número de ellas agrupadas según edades por el número de años de vida productiva durante los que dichas personas hubieran podido contribuir a la producción nacional. Para calcular la edad límite productiva se puede suponer que es igual a la esperanza de vida media de la población.

2.º La producción perdida se estima a partir de las estadísticas de la renta nacional.

3.º El consumo ha de referirse a lo que quedase a dichas personas de vida probable, o sea, a su esperanza de vida.

4.º Al referirse la producción y el consumo a años posteriores al que se considere, es necesario hallar los valores actuales de ambos.

Para hallar el coste producido por cada muerte tenemos, si M es el número de muertes producidas en el período cuya rentabilidad se estudie:

$$I_{V.m} = \frac{I_V}{M}$$

En el caso en que los accidentes no sean mortales, el procedimiento es el mismo: hallar el tiempo de inactividad y evaluarlo con arreglo a los salarios normales. Hay que añadir, en este caso, los gastos que representa el tratamiento médico.

Lo expuesto constituye un método simplificado, ya que no todos los accidentes tendrán la misma importancia. Para soslayar este error, en la República Federal Alemana (1) utilizan diversos índices de gravedad, con el objeto de hacer influir la importancia del accidente. Sin embargo, nosotros creemos preferible —al menos, en períodos cortos— proceder hallando la media por accidente, ya que el empleo de un índice u otro es puramente subjetivo y, a veces, obra del azar, como ocurre en el caso concreto de muerte o heridas graves.

Finalmente, es interesante observar que la mejora general de una carretera para conseguir una velocidad más elevada puede no reducir el número de accidentes. Sin embargo, el transformar una carretera normal en autopista produce, en general, una reducción de accidentes, así como la disminución de tramos excesivamente largos sin visibilidad, el pintado de bandas, etc.

3.4. *Beneficios secundarios en la construcción de carreteras.*

Se acostumbra designar a las economías producidas en los gastos de explotación como beneficios primarios. Estos han sido analizados anteriormente. Sin embargo, se producen otros beneficios que podríamos llamar secundarios, como son:

1. Aumento de valor de los terrenos,
2. Aumento de la actividad industrial.
3. Desarrollo de las facilidades turísticas: campings, hoteles, pesca, etc.
4. Mejora o costes más bajos de los servicios públicos.

No se suele prestar mucha atención a estos beneficios, y, por otra parte, es preciso extremar el cuidado al evaluarlos en términos monetarios. En efecto, puede no producirse el beneficio esperado y, además, es posible que se cuente dos veces la situación mejor. Así ocurre, por ejemplo, si se estima que bajarán los costes de las mercancías al mejorar una carretera, y se ha contado también la reducción de los costes de explotación.

3.5. *Costes de construcción y conservación de carreteras.*

Las diversas partidas que integran la inversión necesaria para la construcción de una carretera —gastos del proyecto, expropiaciones, construcción y vigilancia de las obras, etc.— han de repartirse anualmente con arreglo a la vida útil supuesta de cada una de las partes de la obra construida; es decir, la carga anual es sencillamente la suma de las anualidades de amortización de los capitales invertidos en cada una de las unidades de la obra (terrenos expropiados, movimientos de tierras, obras de fábrica y firmes). A estas anualidades hemos de añadir los costes anuales de la conservación.

(1) Ver rapport alemán del Congreso de Carreteras del año 1959, celebrado en Río de Janeiro.

Las inversiones de proyecto y construcción se suponen conocidos, bien directamente, o bien, por comparación con obras análogas ya conocidas. El coste anual de la conservación se puede determinar a base de la experiencia en carreteras análogas.

Una vez conocida o estimada aproximadamente la inversión inicial, es necesario para poder determinar la anualidad de amortización del capital invertido en la mejora, o en la construcción de una carretera, fijar previamente el tipo de interés que se ha de aplicar y la vida útil que se supone a cada una de las unidades de la obra ejecutada.

Estos factores previos —de gran importancia en el coste anual— se analizan a continuación.

3.5.1. Consideraciones generales respecto al interés.

La inclusión del interés es objeto de continua controversia, y, por otra parte, la influencia de éste es grande. Por ello, es muy importante al hacer el estudio económico prestar la debida atención a este asunto. Antes de exponer los puntos de vista más corrientes a este respecto, creemos conveniente dar algunas cifras concretas que nos pongan de relieve la importancia de una elección adecuada, en efecto:

Si $i = 5$ por 100, para un mismo valor de la anualidad de amortización, se pueden construir las siguientes obras, supuesto el período de amortización igual a la vida útil de las mismas:

1. Una obra de cincuenta años de duración y de un coste inicial C .
2. Una obra de veinticinco años de duración y de un coste inicial $0,77. C$.
3. Una obra de diez años de duración y de un coste inicial $0,42. C$.
4. Una obra de cinco años de duración y de un coste inicial $0,24. C$.

En todos estos casos, la anualidad de amortización para un interés del 5 por 100 vale $0,0548. C$.

Por otra parte, si suponemos un coste inicial único C y una duración, también única, de veinticinco años, tenemos al variar los tipos de interés:

Para $i = 0$ la anualidad de amortización es: $0,040. C$.

Para $i = 3\%$ la anualidad de amortización es: $0,0574. C$.

Para $i = 6\%$ la anualidad de amortización es: $0,0782. C$.

Para $i = 10\%$ la anualidad de amortización es: $0,1100. C$.

A la vista de estos ejemplos, se comprende fácilmente que, para las grandes inversiones que se precisan en la construcción de carreteras, la influencia ha de ser muy grande. Por ejemplo, para una obra de 100 millones de pesetas las anualidades, para un período de cincuenta años, serían:

$i = 0$ anualidad amortización = 2,000 millones.

$i = 3\%$ anualidad amortización = 3,887 millones.

$i = 6\%$ anualidad amortización = 6,344 millones.

$i = 10\%$ anualidad amortización = 10,086 millones.

Los puntos de vista respecto a la inclusión del interés son los siguientes:

1. No se debe tener en cuenta el interés, excepto cuando los trabajos se efectúen financiados por un empréstito. En este caso, el tipo de interés debe ser el del empréstito.

2. El tipo de interés es el normal en préstamos privados y se tiene siempre en cuenta, aun cuando la financiación sea mediante fondos del Tesoro.

3. Se carga siempre el interés, siendo su tipo la mínima renta remuneradora. Este tipo es más alto que el del empréstito público, y también supera al del préstamo privado.

El punto de vista de la A.A.S.H.O. en su informe "A Committee Report on Road User Benefit Analysis for Highway Improvement" es el expuesto en segundo lugar. En los ejemplos del informe citado se emplean tipos de interés, variando del 2 al 3 por 100.

Nuestro punto de vista —estrictamente particular— es que siempre se debe tener en cuenta el interés. En el caso de financiación mediante empréstitos no hay lugar a duda, si la financiación es con cargo a los presupuestos del Estado —caso este normal en Europa— también debe cargarse el interés, ya que los fondos destinados a la construcción de carreteras no pueden invertirse en actividades rentables. Por otra parte, creemos que el tipo de interés debe ser, como mínimo, del 5 ó 6 por 100.

La devaluación del dinero también debería ser tenida en cuenta a través de la variabilidad de la anualidad. Sin embargo, como no resulta fácil tener en cuenta las incertidumbres futuras, es preferible, desde un punto de vista práctico, no considerar este factor.

3.5.2. Duración de las distintas partes del camino.

La vida útil de las distintas partes del camino tiene gran importancia bajo los dos aspectos siguientes:

Por una parte, es un factor indispensable para calcular la anualidad de amortización. Además de lo anterior, ese mismo cálculo, y especialmente, la hipótesis de la vida útil, ha de ser justificado económicamente. En otras palabras, si el número de años previstos es excesivo, entonces los gastos anuales de reparación y conservación necesarios para llegar a la vida útil prefijada pueden resultar muy elevados.

Con lo anterior hemos querido poner de manifiesto que los costes anuales de conservación y reparación de una carretera determinada —especialmente, de su firme— aumentan con la edad de ésta y con su consiguiente desgaste. Por ello, es interesante considerar la vida económica en lugar de la vida útil. Hasta ahora no hemos precisado estos últimos conceptos; como es básico para un estudio de rentabilidad el estar de acuerdo sobre el significado de los diversos términos, definimos estos a continuación:

Por *vida útil* entendemos el número de años que la carretera puede prestar servicio por muy elevados que sean los costes de reparación y conservación, pero sin proceder a ningún recrecimiento o transformación del firme.

Vida económica es el número de años que *económicamente* puede subsistir. En términos económicos quiere esto decir que cuando la suma de los costes anuales de amortización sean iguales a la suma de costes de conservación y reparación, el mantenimiento de la carretera en su estado primitivo ya no es económico. Lo anterior es evidente que ha de hacerse mediante curvas acumuladas de gastos de amortización y de conservación más reparación.

El inconveniente de esta forma de proceder es el suministrar datos a *posteriori*. Sin embargo, si se emprendiesen estudios sistemáticos de este tipo se podría en el futuro disponer de datos muy valiosos.

Finalmente, creemos interesante citar las investigaciones llevadas a cabo en Estados Unidos respecto a duración de firmes (1). Mediante ellas han llegado a determinar las curvas de *supervivencia* para diversos tipos de firme (estas curvas son análogas a las que utilizan las compañías de seguros de vida para fijar las primas según la edad del asegurado), y sirve para hallar la vida útil de los tramos de carreteras construidos un año determinado. Recalcamos que se trata de vida útil, es decir, hasta que el firme se recrece, se transformá, se abandona la carretera o se degrada. La tendencia actual es agrupar los firmes en tres tipos: bajo, medio y alto. De acuerdo con los resultados obtenidos se espera que la vida probable de los firmes de tipo bajo (suelo estabilizado y macadán) sea de diez a quince años; para el tipo intermedio (macadán con riego superficial y de mezcla *in situ*), de catorce a veintidós años, y finalmente, para el tipo alto (aglomerado de alta calidad, hormigón hidráulico), de veintitrés a veintiséis años.

3.5.3. Expresión de las anualidades de amortización. Datos diversos de costes de construcción y conservación.

Hemos omitido, para hacer más clara la exposición, las expresiones matemáticas de las anualidades de amortización suponiendo o no valor residual, y toda clase de datos referentes a costes. Para completar lo expuesto anteriormente, se indican a continuación:

Anualidad de amortización A , considerando un valor residual V_R ; para n años, un tipo de interés i (tanto por uno), y una inversión inicial C :

$$A = C \cdot \frac{(1+i)^n \cdot i}{(1+i)^n - 1} - V_R \cdot \frac{i}{(1+i)^n - 1}$$

Respecto a vidas medias económicas se dan, a título de orientación, las siguientes cifras:

Expropiaciones:	100 años (equivalente a duración indefinida).										
Obras de tierra:	50 años.										
Obras de fábrica:	50 años.										
Firmes	<table> <tbody> <tr> <td>Macadam sin tratamiento superficial</td> <td>5 años.</td> </tr> <tr> <td>Macadam con tratamiento superficial</td> <td>10 años.</td> </tr> <tr> <td>Macadam de penetración</td> <td>15 años.</td> </tr> <tr> <td>Mezclas asfálticas de alta calidad</td> <td>20 años.</td> </tr> <tr> <td>Hormigón hidráulico</td> <td>25 años.</td> </tr> </tbody> </table>	Macadam sin tratamiento superficial	5 años.	Macadam con tratamiento superficial	10 años.	Macadam de penetración	15 años.	Mezclas asfálticas de alta calidad	20 años.	Hormigón hidráulico	25 años.
Macadam sin tratamiento superficial	5 años.										
Macadam con tratamiento superficial	10 años.										
Macadam de penetración	15 años.										
Mezclas asfálticas de alta calidad	20 años.										
Hormigón hidráulico	25 años.										
Obras accesorias (señalización, balizamiento):	5 años:										

(1) Highway Engineering de Hewes y Oglesby.

Es preciso tener en cuenta que el período de amortización puede ser distinto al indicado por las cifras de duración, ya que una carretera puede ser renovada debido a causas distintas a haber llegado a su envejecimiento y otras veces utilizarse —como los puentes romanos— durante miles de años.

A continuación indicamos algunos datos referentes a costes anuales de conservación (1):

Macadam sin tratamiento superficial	0,07	× valor firme nuevo.
Macadam con tratamiento superficial	0,06	× valor firme nuevo.
Firme de riego bituminoso profundo	0,04	× valor firme nuevo.
Hormigón asfáltico o hidráulico	0,006	× valor firme nuevo.
Adoquinado	0,003	× valor firme nuevo.

Para tener en cuenta la diferencia que la alteración de precios puede producir en el coste de la conservación, el valor del firme nuevo debe ser el correspondiente al año en que consideramos la conservación.

Finalmente, creemos útil poner de manifiesto que, al considerar el interés, la influencia de la vida supuesta es mucho menor, y esta influencia decrece al crecer el tipo de interés.

4. CRITERIOS DE RENTABILIDAD.

En todo lo anterior hemos ido analizando los diversos elementos que integran los costes de explotación, construcción y conservación de una carretera. Sin embargo, esto no basta para la elección entre varias posibles aplicaciones de los créditos disponibles, ni tampoco permite saber entre dos variantes de un mismo proyecto la que resulta más rentable. Para ello nos hemos de servir de los criterios de rentabilidad.

Al tratar de temas económicos, la primera dificultad que surge es la que se deriva de la propia imprecisión de la terminología. Si tuviéramos que fijar el grado de rentabilidad de la inversión, surgirían muchas dudas. En efecto, podríamos pensar en la rentabilidad para el conjunto de la economía nacional, para un grupo de la misma beneficiada directamente por la aplicación de la inversión para el Estado o, finalmente, para el concesionario de un peaje. Por otra parte, una vez puestos de acuerdo sobre el punto anterior, podríamos pensar a qué período se refiere la rentabilidad o si hay que estudiarla para varios años distintos. Es preciso, por tanto, que adoptemos unas bases comunes para estos estudios. A continuación definimos los términos más usuales:

Valor actual del capital C a invertir o ingresar dentro de n años es:

$$\frac{C}{(1 + i)^n}$$

El *año de referencia* es aquel para el que se estudian los programas de inversión.

La *situación de referencia* es el conjunto de la red de carreteras en el año que se fijan los programas. Los beneficios se calculan respecto a esta situación.

(1) Datos tomados del tomo II de "Caminos" de José Luis y Ventura Escario.

Utilidad actualizada, U, es la suma de las utilidades anuales actualizadas al año de referencia. Por utilidad entendemos el conjunto de beneficios de los transportes de mercancías y de personas —ahorro en carburantes, reducción de accidentes, ganancia de tiempo—, y la contribución de la obra a la renta nacional con relación a la situación de la referencia. Los factores enunciados corresponden a los que influyen en la economía general de la nación. Si se tratase de los beneficios para el Estado, la utilidad anual la formaría la contribución total que se obtendría de los transportes en ese año.

Gasto actualizado, G, es la suma de los gastos anuales actualizados al año de referencia. Los gastos incluyen la amortización de la obra, los de conservación y de administración, los perjuicios causados a los transportes durante la construcción de las obras.

Si designamos por u_h y g_h las utilidades y gastos del año h , y tomamos como año de referencia el de la puesta en servicio de las obras, resulta, siendo n la duración en años de la carretera o mejora, que la renta actualizada de la misma tiene la siguiente expresión:

$$R = V_R \cdot (1 + i)^{-n} + \sum_0^n (u_h - g_h) \cdot (1 + i)^{-h} = \\ = V_R (1 + i)^{-n} + U - G$$

donde V_R es el valor residual de la obra realizada y los demás símbolos tienen los significados antes indicados.

Coefficiente de utilidad, o rendimiento económico es la relación entre la renta y el gasto, actualizados ambos al mismo año de referencia, o sea:

$$U = \frac{R}{G} = \frac{V_R (1 + i)^{-n} + U - G}{G}$$

Si suponemos, como es usual, que la obra no tiene valor residual ($V_R = 0$), resulta:

$$U = \frac{U - G}{G} = \frac{U}{G} - 1$$

Para todo lo que sigue nos referimos a la utilidad directa, o sea al balance del usuario sin interdependencia con los demás sectores de la economía nacional. Por consiguiente, en la práctica de un estudio económico, tendríamos que considerar la gasolina, los neumáticos, la adquisición de vehículos y su reparación, etc., a *precios de mercado*. Si se tratase en cambio de un estudio de influencia en el conjunto del país habría que considerar otros precios según veremos más adelante. Insistimos, por tanto, en que nos referimos en lo que sigue al balance económico del usuario, salvo advertencia en contra.

4.1. Clasificación de proyectos según su interés económico.

Esta es la primera de las preguntas a las que ha de contestarnos el análisis económico. Ya hemos dicho anteriormente que el análisis económico puede servirnos para trazar programas generales, es decir, para fijar las ideas, nos puede indi-

car si es más interesante, desde un punto exclusivamente económico, proceder a ampliar los accesos a grandes poblaciones o mejorar los firmes anticuados de carreteras menos importantes. El procedimiento para llevar a efecto la clasificación de los trabajos a emprender según su grado de rentabilidad ya ha sido esbozado en el párrafo anterior: determinar el coeficiente de utilidad o el rendimiento económico de cada grupo de proyectos. El grupo que dé un coeficiente de utilidad más elevado es el que, al menos económicamente, ha de tener primacía sobre los demás.

La renta actualizada se calculará con la precisión que permitan los datos disponibles.

En una clasificación previa de proyectos es muy interesante tener en cuenta la repercusión de estos en la economía nacional. Para ello, es necesario disponer de la adecuada herramienta de análisis económico: el método input-output. Nos referimos a este tipo de análisis con posterioridad.

4.2. *Balance económico de las distintas soluciones de un proyecto.*

Todo lo que hemos expuesto en el apartado anterior sirve para poder apreciar de una manera aproximada la utilidad que puede representar para la economía general, el Estado, o el concesionario de un peaje, la construcción de una carretera nueva o la mejora de una existente. Sin embargo, el análisis de rentabilidad es también muy interesante para poder establecer la comparación desde un punto de vista económico de las distintas soluciones de un mismo proyecto. Este tipo de análisis es el que normalmente habrá de hacer el ingeniero autor del proyecto, ya que el análisis económico para establecer programas corresponderá a los organismos centrales. Salta, por tanto, a la vista la importancia de este tipo de estudios de rentabilidad.

En esta segunda clase de estudios se tiene en cuenta exclusivamente, en lo que se refiere a estimación de beneficios, las ganancias que para el usuario directo reportan cada una de las soluciones en estudio.

Los métodos usuales para establecer balances económicos de este tipo son los tres siguientes: coste anual, renta de reintegro y relación de beneficio a coste.

A continuación se describen cada uno de los métodos antes descritos.

El método del coste anual consiste, en hallar, para cada solución, la suma de los costes anuales de construcción (amortización e intereses de la inversión, conservación y reparación) y de los transportes. A igualdad de las demás circunstancias, se debe elegir la variante del proyecto para la que el coste anual sea mínimo. Este método, de gran sencillez de aplicación, tiene el inconveniente de sumar costes de naturaleza heterogénea y, por otra parte, está muy influido por el tipo de interés que se fija. En efecto, los réditos bajos favorecen las soluciones de inversión grande y reducido coste de conservación y explotación; en cambio, los tipos altos de interés hacen que sean más favorables las variantes de menor inversión y costes de conservación y explotación más elevados.

Mediante el método de la "renta de reintegro" (1) se determina el tipo de interés para el que se igualan los costes anuales de dos soluciones del proyecto. Se pro-

(1) Hemos traducido así la expresión inglesa *rate of return*. No es una expresión muy afortunada, pero ignoramos cuál puede ser la traducción española.

cede así para las demás soluciones, apareándolas de dos en dos. En la práctica, se empieza comparando la solución de menor coste inicial con cada una de las demás, por orden creciente de inversiones iniciales. Desde el punto de vista económico, la mejor solución es la de coste inicial más alto para la que la renta de reintegro es superior a la rentabilidad mínima supuesta para la inversión. Este método tiene la ventaja de no tener en cuenta, *a priori*, el interés y evitar, de esta manera, el desacuerdo que existe a este respecto. Sin embargo, lo único que proporciona es el tipo de interés financiero; es decir, el interés que obtendría la entidad que aportase el capital. No parece, por tanto, un sistema muy adecuado para inversiones con fondos del Tesoro. Por otra parte, no tiene en cuenta los beneficios del tráfico, ni la situación que produce su aumento.

El método de la relación del beneficio a coste expresa el grado de rentabilidad de cada solución con respecto a las demás mediante el cociente del beneficio de los transportes de personas y mercancías —o sea, diferencia de costes de explotación en ambas soluciones—, a la diferencia de costes del camino para ambas soluciones. Todos estos costes se refieren, como es natural, al mismo año. La relación beneficio-coste viene expresada así:

$$\frac{\text{Beneficios anuales de la mejora}}{\text{Costes anuales de la mejora}} = \frac{C_e - C_{1e}}{C_{1c} - C_c}$$

donde:

C_e = costes anuales de explotación de los transportes para la situación de referencia o para la solución de más bajo coste de construcción.

C_{1e} = Idem para la solución núm. 1.

C_c = costes anuales de construcción y conservación del camino para la situación de referencia o para la de más bajo coste de construcción.

C_{1c} = Idem para la solución núm. 1.

Este método es el que suele tener más aceptación en el ámbito de las obras públicas. De los tres expuestos es, evidentemente, el que da una expresión más tangible de la rentabilidad económica de una solución. Tiene el inconveniente de estar muy influenciado por el tipo de interés, por ello, al hacer estudios económicos por este sistema, es preciso indicar el interés considerado.

Como defecto común a los tres métodos expuestos está el de no tener en cuenta el crecimiento del tráfico, ni la influencia de los trabajos en la economía general del país. Se puede evitar el primero haciendo estudios económicos para distintos años de acuerdo con las variaciones del tráfico. La importancia del segundo defecto es nada más que relativa, ya que este tipo de análisis sirve exclusivamente para elegir una solución entre varias de un mismo proyecto y no para hallar la influencia de la solución escogida en la economía nacional. Este último tipo de estudios puede tener su importancia para establecer programas generales de inversión, o incluso, para saber, a la hora de realizar una serie de mejoras en carreteras, la demanda de estas obras sobre las fábricas de maquinaria de construcción de carreteras o sobre la mano de obra.

El único sistema que tiene en cuenta todos estos aspectos es el del *coeficiente*

de utilidad explicado en el apartado 4.1. ya que los conceptos de gasto y renta actualizados tienen carácter totalmente general. Este sistema, en esencia, es casi idéntico al de la relación beneficio-coste.

4.3. Contribución de las inversiones en carreteras a la Economía nacional. — El análisis "input-output".

Con anterioridad nos hemos referido a la contribución a las obras de carreteras a la Economía nacional, incluso hemos indicado el análisis económico "input-output" como la herramienta más adecuada para determinar esta contribución. Mediante este método se puede, en efecto, hallar la influencia de las inversiones públicas en la renta nacional; es decir medimos la contribución a la economía del país por el incremento de la renta nacional. Por ser este del análisis "input-output" un tema de actualidad consideramos interesante definir sus líneas esenciales (1):

El análisis "input-output", creado por el profesor de la Universidad de Harvard, Wassily W. Leontief, tiene por objeto realizar el estudio de las interdependencias entre los distintos sectores que componen la estructura de la economía de un país; es decir, se trata de explicar las relaciones que unen a las corrientes de bienes y servicios en una economía.

El instrumento básico de este análisis es la tabla "input-output". Mediante esta tabla se recogen, clasifican y agrupan las distintas corrientes de bienes y servicios, en un momento determinado. Para poder llevar a la práctica esta gigantesca labor —es fácil imaginar la imposibilidad de reflejar el ingente número de transacciones individuales—, es preciso *agregar* los sujetos económicos en *sectores homogéneos* (empresas industriales, transporte, Gobierno, etc.). Cada sector tiene dos vertientes: *adquirente*, que recibe los bienes y servicios producidos por otros sectores a través de sus "inputs" y *roductora*, que elabora los bienes y servicios que a través de sus "outputs" envía a los demás. Por tanto, "input" es equivalente a consumo o entrada, y "output" equivale a producción o salida. La tabla "input-output" es, por tanto, una matriz —cuadrada o rectangular—, en la que está contenido, con más o menos agregación, toda la contabilidad nacional por partida doble, ya que cada sector tiene una cuenta de "inputs" o entradas y otra de "outputs" o salidas.

Los sectores de la tabla son de dos tipos: los *propriamente productivos* y los *finales*. Dentro de los productivos podemos distinguir los que producen bienes y los que producen servicios (comercio, transporte, crédito). Los productores de bienes se pueden clasificar por su primordial objetivo determinante (agricultura, ganadería, minas, construcción, etc.).

Los sectores finales, para Leontief, son los siguientes: "Existencias", "Comercio Exterior", "Gobierno", "Formación bruta del capital privado" y "Economías familiares". Los dos primeros no requieren explicación adicional. Los tres restantes son los consumidores de bienes de consumo o de capital y como sectores productores son los que ofrecen los factores primarios de la producción: tierra, trabajo y capital.

Se denomina *reempleo* a la parte de la producción de cada sector que no sale a otros sectores, sino que se queda dentro de él para ser consumida o reemplazada.

(1) Todo lo que aquí decimos está tomado del libro "Estructura de la economía española. La tabla "input-output" (Instituto de Estudios Políticos. Madrid, 1958).

Se dice que está calculada en *valores brutos* una tabla de "input-output" cuando se hacen figurar los reempleos. En caso contrario, cuando no se tienen en cuenta los reempleos, se dice que la tabla está calculada en *valores netos*.

Finalmente, si los valores de la tabla se calculan sin márgenes comerciales ni transportes está compuesta para *precios de productor*. En caso contrario, lo está para *precios de comprador*.

Las aplicaciones de este método son muy numerosas. Una de ellas podría ser la que hemos enunciado al principio de este apartado: contribución de la inversión en carreteras a la renta nacional. En efecto, el análisis "input-output", basándonos en la tabla nos permite conocer la demanda directa creada por las inversiones en carreteras y las consecuencias de esta demanda en el incremento de las producciones de todas las industrias. Incluso se puede estimar el incremento de mano de obra necesario para llevar a efecto el programa de trabajos en carreteras. Finalmente, podemos valorar el *valor añadido* de los diversos sectores productivos y, por tanto, el incremento de la renta nacional.

Igualmente, podríamos extender este sistema para estudiar la repercusión en los precios de los productos al variar las de los transportes como consecuencia de un ahorro en los costes de explotación al mejorar nuestra Red.

En fin, creemos que basta todo lo anterior para darnos una idea de la fecundidad del método.

5. EPILOGO

Al terminar esta memoria y repasar todo lo escrito he podido darme cuenta de la diversidad de factores que intervienen en estudios de rentabilidad ligados a la construcción de carreteras o a sus obras de mejora. He podido ver que a esta diversidad de factores se suma la dificultad de medirlos adecuadamente. En resumen, he llegado a la conclusión de que un análisis económico es algo que no se improvisa y que necesita una base previa de investigación muy diversa —tráfico, los ingresos medios de los usuarios, consumo de carburantes, primas de compañías de seguros, costes de reparación de vehículos, vida económica de los firmes, etc.—, y es necesario además una recopilación estadística presentada de forma que se pueda utilizar fácilmente. Solamente el conocimiento de los gastos debidos al tráfico es asunto de gran envergadura, es preciso conocer, además de los costes de explotación de los vehículos aislados, el movimiento de estos agrupados y la influencia de esta agrupación en los costes. El "Highway Capacity Manual" nos revela lo que una investigación sistemática puede producir y la ayuda que esta investigación nos puede reportar. También hemos visto la fecundidad del método de análisis "input-output", fecundidad aún mayor por permitirnos este procedimiento abordar lo mismo los grandes problemas económicos de envergadura nacional que los que sólo influyen en zonas más reducidas. Es necesaria, además, una estrecha colaboración entre economistas e ingenieros para depurar criterios de rentabilidad, que requieren mucho cuidado en su manejo. El Laboratorio del Transporte realizó en el año 1956 un estudio piloto para determinar el gasto de transporte en España. Sin embargo, todavía nos resulta preciso aumentar nuestra información hasta conseguir individualizar los costes del tráfico en relación con el trazado, el firme y el propio tráfico:

Como españoles estamos inmersos en nuestra Economía nacional, como ingenieros que dedican su trabajo a la carretera somos responsables de una parte muy importante de nuestra Economía patria. No podemos, por tanto, desentendernos de este aspecto económico de nuestra profesión. No proyectamos ni construimos carreteras por ser ese nuestro oficio. Las proyectamos y construimos para ese fenómeno social y económico del tráfico; en definitiva, las proyectamos y construimos para que sean rentables a nuestra Economía; por tanto, a España.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

"Caminos", por José Luis y Ventura Escario.

"El problema económico de la modernización de carreteras", por José Luis Escario, publicación núm. 7 del Laboratorio del Transporte.

"Highway Engineering Handbook", por Hewes y Oglesby.

"Caminos", por R. Coquand.

Rapports sobre "Financiación y rentabilidad de los proyectos de carreteras", presentados por distintos países al XI Congreso de Carreteras celebrado en Río de Janeiro.

"Longitudes virtuales de carreteras", por Luis Caballero de Rodas. Revista de Obras Públicas, abril de 1958.

"Verkehrswirtschaftliche Untersuchung der Bundesstrasse 49 zwischen Weilburg und Wetzlar."

"Rechnerisches Verfahren zur Ermittlung der Treibstoffverbrauchs und der Fahrkosten schwerer Lastkraftwagen" (Strassen und Tiefbau, noviembre 1955).

"Economic Analysis in Highway Programming, Location and Design". Highway Research Board. Special Report, 56.