

EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE PROYECTOS DE MEJORAMIENTO DE CARRETERAS *

LUIS E. GUTIÉRREZ SANTOS **

Este trabajo trata los principales problemas en la evaluación económica de proyectos de mejoramiento de carreteras, los cuales absorben más de las dos terceras partes de los presupuestos públicos de inversión en transporte de los países latinoamericanos. El análisis económico de estos proyectos es de los menos cubiertos en la literatura especializada desde el trabajo clásico de Harberger en 1967.¹ Estas notas pretenden cubrir, en parte, esta carencia.²

El enfoque empleado en este escrito corresponde al de la eficiencia económica sin considerar aspectos distributivos entre pobres y ricos, o entre inversión y consumo.³ El numerario, o unidad de cuenta en términos de la cual se miden los beneficios y los costos, es el ingreso nacional. El énfasis reside en la práctica de la evaluación, no en sus

* Este trabajo es exclusiva responsabilidad del autor y no representa los puntos de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, donde presta sus servicios, ni del Centro de Asuntos Internacionales de la Universidad de Harvard, donde escribió este artículo.

** Centro de Asuntos Internacionales, Universidad de Harvard, Cambridge, Massachusetts, abril 19, 1987.

¹ Harberger, A. C., "Cost-Benefit Analysis of Transportation Projects", reproducido en su libro *Project Evaluation*.

² Este artículo se apoya y complementa al publicado anteriormente por este autor; véase "El ABC de un proyecto de carreteras", *El Trimestre Económico*.

³ Sobre el tema de los pesos distributivos existen básicamente dos escuelas. La primera tiene como numerario el consumo: ONUDI, *Guidelines for Project Evaluation*, y *Guide to Practical Project Appraisal...*; la segunda, las divisas para inversión: IMD Little and Mirrlees, J. A., *Project Appraisal and Planning for Developing Countries*, y Squiere, L., and van der Tak, H. G., *Economic Analysis of Projects*.

fundamentos teóricos.⁴ El objetivo del análisis económico se entiende, por lo tanto, como el de maximizar la aportación neta del proyecto a la economía nacional.

I. EL PROYECTO

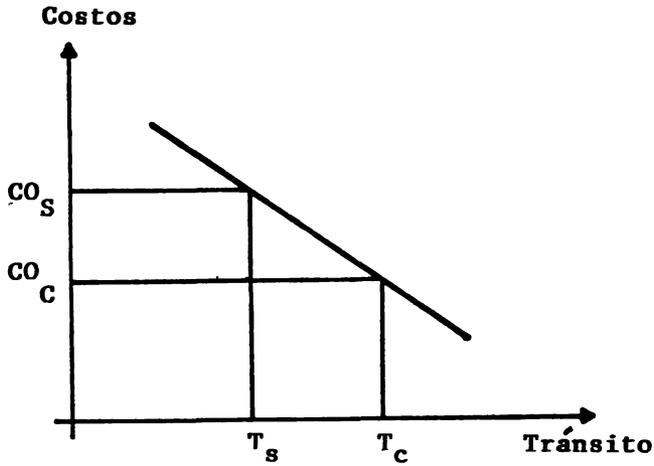
La primera interrogante que se plantea es: ¿Por qué es necesario el proyecto? (diagnóstico). Para responder se requiere estudiar el ámbito del mismo, posteriormente se determinan sus características necesarias para cumplir eficientemente con su propósito. El ámbito del proyecto, o su zona de influencia, es el área geoeconómica afectada por su construcción y operación. Esto se refiere a la demanda de transporte y a la oferta de servicios e insumos para el proyecto. El análisis de demanda es imprescindible para definir las características del proyecto y para estimar sus beneficios. El estudio de la oferta sirve para computar sus costos. La demanda de servicios de transporte proviene de las necesidades y atractivos —oferta de productos y servicios— de los centros económicos y demográficos servidos por la carretera.

En los proyectos de mejoramiento y/o de sustitución de carreteras —que no son sino la forma última de mejoramiento de un camino existente—, ya hay una demanda de servicios de transporte previa al proyecto. El proyecto, por su lado, puede aumentar el tráfico al reducir el tiempo de viaje y mejorar sus condiciones; esto es una reducción en los costos de transporte, entendiéndose por estos no solo los costos de operación por kilómetro recorrido, sino también los otros costos, tales como la pérdida de tiempo, de carga, por accidentes, etcétera. El tránsito adicional generado tiene dos componentes: el tráfico inducido y el desviado. El diagrama a continuación ilustra el tránsito normal (o existente) y el inducido. El primero corresponde al que se hubiese presentado de todos modos, se hiciera o no el proyecto (T_s). El inducido ($T_c - T_s$) se presenta por la reducción de costos de operación de los vehículos con la nueva carretera, de CO_s a CO_c .

El tránsito desviado corresponde al existente en otras vías de transporte (caminos alternativos, ríos, aviones y ferrocarriles), el cual se transfiere a la carretera mejorada por efecto de la reducción en los

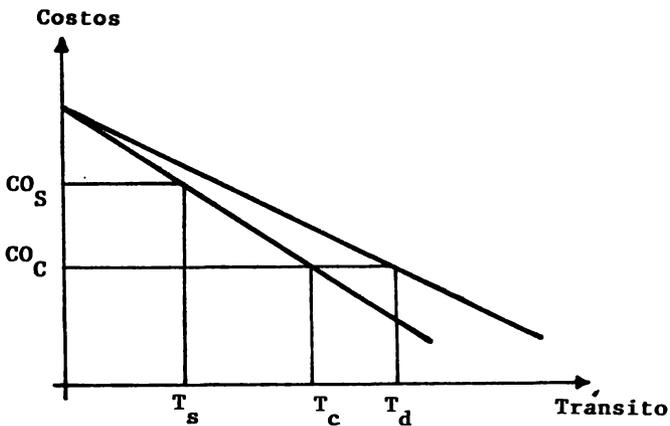
⁴ El lector interesado puede consultar entre la abundante literatura sobre el tema los siguientes trabajos: Mishan, E. J., *Cost-Benefit analysis*; Riggs, J. L., *Engineering Economics*, y Harberger, A. C., *Project Evaluation*.

GRÁFICA 1. *Función demanda por transporte*



costos de operación. En este caso, la demanda se desplaza hacia la derecha. Esto puede verse en la gráfica 2. El tránsito normal corresponde a T_s , el inducido a $T_c - T_s$ y el desviado a $T_d - T_c$.

GRÁFICA 2. *Tránsito normal, inducido y desviado*



El problema de cómo evaluar correctamente los beneficios comprende dos etapas: primero, determinar los niveles de tránsito futuro sin y con el proyecto, y segundo, valorar los flujos. Una vez que se dispone de los beneficios para una concepción inicial de la carretera, procede la estimación de sus costos económicos. Posteriormente, se modifican los componentes del diseño inicial (escala, calidad, etcétera) para seleccionar el óptimo. Esto es, se preparan diferentes variantes del proyecto, cada una con diferentes niveles de beneficios y costos, seleccionándose la del valor presente neto (VPN) mayor.⁵

II. LA DEMANDA

Los pronósticos de demanda requieren del expediente histórico. La base de los datos está dada por las cuentas de vehículos (o recuentos) y las encuestas de origen y destino.⁶ Los recuentos informan del número de vehículos que transitan sobre el camino existente durante un periodo generalmente de una semana o un mes, y pretenden capturar sus movimientos cíclicos diarios, semanales, mensuales, anuales y por tramos. Las encuestas de origen y destino, aparte de suministrar lo mismo que los recuentos, informan sobre las características socioeconómicas del tránsito. Esta información es pertinente para pronosticar el volumen de tráfico anual y su tendencia, y para estimar los beneficios del proyecto.

A) Análisis de mercado

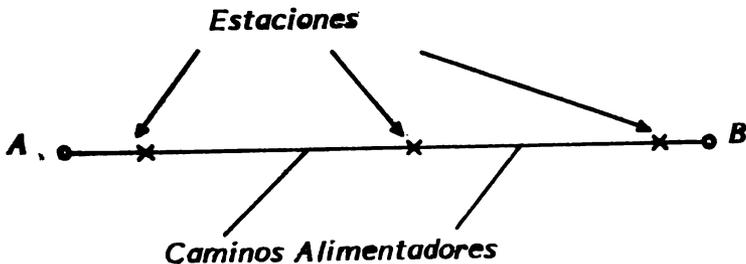
Los recuentos deben cumplir con un mínimo de requisitos para ser válidos: *a)* cubrir los periodos representativos del año, *b)* ser para dos años como mínimo, y *c)* realizarse por lo menos en dos estaciones de levantamiento de datos (en los principales centros de población). Cuan-

⁵ No existen grandes diferencias de costos entre las alternativas técnicas del proyecto. Una vez determinado el nivel crítico del tráfico (demanda) del proyecto, se procede, en una primera instancia, a la determinación del tipo y escala. Las diferencias técnicas y de costos entre las variantes provienen de variaciones en el trazado, la curvatura, la pendiente, etcétera, diferencias que son relativamente pequeñas por estar dentro del marco ya establecido del tipo y dimensionamiento de la carretera.

⁶ El nombre de "encuestas de origen y destino" es inapropiado, puesto que no sólo se busca la matriz de origen y destino, sino también otras características del tránsito. Sin embargo, se usa esta anotación siguiendo la práctica tradicional.

do la carretera tiene una zona de influencia agrícola, los periodos de levantamiento de datos deberán corresponder a las épocas de cosecha y de siembra; si es turística, al periodo normal y al de mayor afluencia de turismo. A su vez, a efecto de analizar y pronosticar el tránsito se requieren varias observaciones. Desafortunadamente, en la mayoría de casos en América Latina no se cuenta con estas observaciones sino hasta cuando se empieza a diseñar el camino vial propuesto. En ciertos países no se dispone de una oficina responsable del levantamiento de dicha información. En otros, los datos existen, pero no son representativos. Por ello se sugiere que por lo menos se haga el esfuerzo de formar dos series anuales de datos. Finalmente, los puntos de medición o estaciones de levantamiento de datos deben corresponder a los sitios más importantes de entrada o salida del tránsito. Una carretera entre dos centros de población, *A* y *B*, puede tener dos caminos alimentadores. En este caso se recomienda contar con tres puntos de medición (representados en las cruces en la gráfica 3). Con este sistema se pueden determinar de manera más confiable los niveles del tráfico en ambas direcciones y en los diferentes tramos de la carretera.

GRÁFICA 3. *Estaciones de levantamiento de datos*



Las encuestas de origen y destino pretenden medir las variables más relevantes para la predicción de la demanda, y la valorización de los beneficios. Las encuestas son más caras que los recuentos, pues necesitan más personal y recursos, por ello se llevan a cabo en periodos más cortos. Empero, es importante que la fecha de realización de la encuesta coincida con alguno de los recuentos, para relacionar con validez ambos conjuntos de datos y analizar y pronosticar correctamente el tránsito. En el cuadro 1 aparecen, en la primera columna, las

variables sobre las cuales se necesita la información descrita en la segunda columna. La última columna muestra la finalidad de los datos.

CUADRO 1. *Variables básicas del cuestionario de la encuesta de origen y destino*

| <i>Variable</i> | <i>Descripción</i> | <i>Finalidad</i> |
|--|---|--|
| 1. Tipo y edad del vehículo | — Motocicleta — Automóvil — Camioneta — Autobús — Camión | — Composición del tránsito — Costos de operación — Costos de mantenimiento |
| 2. Propiedad | — Servicio privado — Servicio público | — Costos de operación — Ahorros de tiempo de viaje |
| 3. Motivo viaje: (Incluyendo pasajeros) | — Trabajo — Recreativo | — Ahorros de tiempo de viaje |
| 4. Ocupación principal | — Calificado — No calificado | — Ingreso promedio |
| 5. Origen y destino del viaje | — Salida — Parada — Llegada — Tiempo — Velocidad promedio del recorrido | — Pronósticos de demanda — Costos de operación — Ahorros de tiempo de viaje |
| 6. Personal de conducción | — Sólo servicio público: chofer y ayudantes | — Costos de operación |
| 7. Pasajeros | — Excluyendo personal de conducción | — Pronósticos de demanda — Ahorros de tiempo de viaje |
| 8. Carga transportada | — Tipo — Peso | — Pronósticos de demanda — Costos de operación — Beneficios tránsito adicional |

Con base en los resultados de los levantamientos de datos, se procede a calcular el tráfico promedio diario del año (TPDA) para cada tipo de vehículo. Empero, antes de disponer del TPDA se requieren, por lo general, una serie de pasos intermedios. Por ejemplo, supóngase que se dispone de información correspondiente al tráfico diario de,

digamos, dos meses (61 observaciones), notándose que el tránsito varía de acuerdo a los días de la semana, las semanas del mes y a los del año, lo cual es más la regla que la excepción. Se requiere, por lo tanto, ajustar la información para obtener un TPDA representativo. Algunos de los procedimientos para normalizar los datos interanuales, eliminando los movimientos de corta duración y capturando las tendencias, y así formar series históricas anuales, se describen a continuación.

- 1) Se elimina la parte del tráfico suburbano que continuará irrespecto de hacerse o no el proyecto y que no recibirá ningún beneficio sustantivo del mismo y que usa una mínima parte de la carretera.
- 2) Se estudian las variaciones diarias de ambos meses para cada tipo de vehículo, con el fin de determinar sus causas (producción comercializada fuera de la zona, turismo a la zona o fuera de ella).
- 3) Se busca información estadística que cubra el mismo periodo y que esté relacionada con el tráfico diario (datos de las compañías transportistas, producción del área), consumos locales de gasolina y diesel, etcétera.
- 4) Se correlaciona el tráfico diario a los datos de la variable (o variables) explicativa (para la cual se tienen datos de todo el año)⁷
- 5) Se sustituyen en la ecuación de regresión los promedios diarios anuales para la(s) variable(s) independiente(s), encontrando, de tal manera, los TPDA normalizados para cada tipo de vehículo. Cuando los TPDA se han calculado con base en variables con gran influencia cíclica de corta duración, conviene hacer una corrección adicional con base en otras variables que capturan el crecimiento anual, tal como el parque automotor del área, la población, el valor agregado, el ingreso, etcétera.

Lo anterior constituye un resumen de uno de los varios procedimientos de normalización de los datos y de formación de las series históricas. Lo importante a destacar es la necesidad de ajustar la información para poder determinar de manera más confiable el tránsito promedio diario y su crecimiento histórico para los diferentes tipos de vehículos.

⁷ Cuando se tienen pocas observaciones del tránsito, la curva de regresión no es representativa. Por lo que, métodos alternativos resultan más convenientes; véase Stockey, E. y Zeckhauser, R., *A Primer for Policy Analysis*.

B) Pronósticos de demanda

El análisis del mercado proporciona la base de los pronósticos. El TPDA de vehículos ligeros y de autobuses está relacionado, entre otras variables, con el ingreso de los viajeros, sus preferencias, la infraestructura y amenidades existentes en la localidad comparada con otras localidades, los costos de transporte, etcétera. El TPDA de los camiones está relacionado con: *a)* las necesidades de insumos y los volúmenes de producción exportada⁸ de la zona de influencia del proyecto, *b)* el ingreso neto por carga transportada, *c)* el costo de transporte, *d)* las probabilidades de pérdidas de la carga transportada por motivo de interrupciones, demoras, rugosidad del camino, etcétera. Una vez que se han formado las series históricas del TPDA se procede a determinar las funciones de demanda por clase de vehículos. En el cuadro 2 se presentan las variables más frecuentemente usadas en la especificación de dichas funciones.

CUADRO 2. *Funciones demanda de transporte por tipo de vehículo*

| <i>Demanda de transporte</i> | <i>Especificación de la función</i> |
|------------------------------|-------------------------------------|
| A. Pasajeros | |
| 1. Vehículos ligeros | $DT^1 = f^1 (y^1, C^1)$ |
| 2. Autobuses | $DT^2 = f^2 (y^2, C^2)$ |
| B. Carga | |
| 3. Camiones | $DT^3 = f^3 (VA, C^3)$ |

NOTA: DT = demanda de transporte; f = función de; y = ingreso per cápita; C = costo financiero de transporte; VA = valor agregado de la producción en la zona de influencia, y los subíndices 1, 2 y 3 se refieren a los automóviles, autobuses y camiones, respectivamente. Las funciones de demanda se elaboran para el camino existente (*s*) y el proyectado (*c*). Así DT^1_s significa la demanda de transporte en la carretera actual de los vehículos ligeros; y^1 = el ingreso per cápita de los viajeros en vehículos ligeros; C^1 , los costos de transporte en el camino existente de los vehículos, y así sucesivamente.

⁸ El término "producción exportada" se refiere a la producción comercializada fuera de la zona de influencia, independientemente de que vaya al interior del país o al extranjero.

Como es natural, la disponibilidad de información varía de proyecto a proyecto y de país a país, por ende, el número de variables explicativas puede ser diferente al presentado en el cuadro 2. Cuando existen otros medios de comunicación, que en parte se van a sustituir con el proyecto, se requiere incluir sus variables de costos necesarias.

El valor agregado en la zona de influencia generalmente está relacionado —entre otras variables— a los precios, costos de explotación, características y costos de uso de las vías de comunicación disponibles. En efecto, si el camino existente es lento para recorrerse, por estar sujeto a interrupciones frecuentes y tener un alineamiento accidentado y una superficie de rodadura deformada (alta rugosidad y baches), el tipo de carga que conviene enviar es aquella resistente a las condiciones del recorrido. En sentido económico, ésta es una carga cuyo beneficio neto es independiente de las condiciones del recorrido, o suficientemente elevado para compensar los perjuicios ocasionados por el transporte. Las condiciones del camino limitan, en ciertos casos:

- a) el cambio o diversificación en la explotación a productos más rentables;
- b) un aumento marginal en la producción (el cual ahora no es rentable por los altos costos del transporte);
- c) la estimulación de otras actividades económicas conexas a aquellas afectadas por las deseconomías del camino, y
- d) un impacto económico y social favorable en la zona de influencia por efectos multiplicadores del ingreso, servicios públicos, etcétera.

Con base en lo anterior, la definición de una función de producción de la zona de influencia que incluya, entre otras variables, los costos de transporte, superficie explotada y la potencial, etcétera permite calcular la elasticidad de la producción a cambios en dichos costos. Con las funciones de producción y de demanda se puede estimar la demanda de transporte de carga con y sin el proyecto.⁹

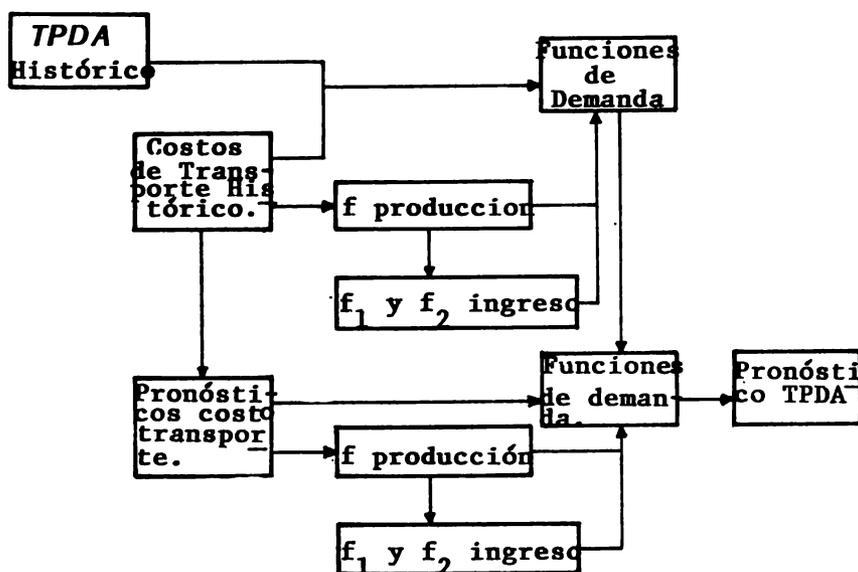
Como es natural, los ingresos per cápita en la zona de influencia son afectados por los cambios en la producción. En efecto, un crecimiento en la productividad tiende a elevar el ingreso promedio, siempre y

⁹ Lo anterior supone que los costos de operación vehicular en ambas carreteras ya se han estimado. Más adelante se detallará el procedimiento de cálculo de estos costos.

cuando los aumentos relativos en la población sean proporcionalmente menores. En algunos casos, los incrementos en la producción estimulan la inmigración, dejando igual o disminuyendo los ingresos promedios de la zona. Por ello conviene determinar:

- a) los ingresos per cápita de los viajeros en los vehículos ligeros y los autobuses (resultado de la Encuesta de Origen-Destino, o de un estudio de distribución de ingresos en la zona);
- b) las variables más importantes que afectan el ingreso per cápita; y
- c) los patrones migratorios de la zona de influencia.

Una vez determinados los ingresos promedios para los viajeros en las situaciones con y sin el proyecto, se procede a estimar las funciones demanda para los automóviles y los autobuses en ambas situaciones.



NOTA: Las funciones f_1 y f_2 se refieren respectivamente a viajeros en automóviles y en autobuses.

Como es natural, es importante definir *a priori* las variables de costos de transporte, puesto que los pronósticos del TPDA para los diferen-

tes tipos de vehículo, dependen en buena medida de dichos costos. Esto puede verse con mayor claridad en el diagrama de flujo. En una primera instancia se forma la serie histórica del tráfico promedio diario por tipo de vehículos. Segundo, se estiman los costos de transporte sin el proyecto. Tercero, se construyen las funciones producción y de ingreso per cápita (para pasajeros en automóviles y autobuses). Cuarto, se definen las funciones demanda. Quinto, se estiman los costos de transporte con el proyecto. Sexto, se elaboran los pronósticos de las variables independientes de las funciones de producción y de ingresos per cápita para las situaciones con y sin el proyecto. Séptimo, se obtienen las estimaciones de las variables explicativas de las funciones de demanda para cada año de vida del proyecto. Finalmente, se computan el TPDA para las situaciones con y sin el proyecto durante el horizonte de planeación.

Los costos de transporte son diferentes en magnitud y en concepto de acuerdo al tipo de vehículo. Los costos de los automóviles corresponden a sus costos de operación; los de los autobuses, a las tarifas de pasaje; los de los camiones, a las tarifas de carga cuando son privados. Las tarifas dependen de los costos de operación de los vehículos, del grado de concentración del mercado de servicios de transporte y del mecanismo de fijación de las tarifas. Cuando existen varias pequeñas compañías transportistas y no hay intervención del gobierno, la evolución de las tarifas sigue de cerca los costos de operación. Cuando las condiciones son otras, puede no haber ninguna relación entre las primeras y los segundos. Por todo lo anterior, es necesario estudiar los costos de transporte y a los transportistas para adoptar los supuestos más realistas en relación a la situación futura y, de tal manera, poder pronosticarlos de la mejor manera posible en las situaciones con y sin el proyecto.

III. BENEFICIOS

Existen cinco tipos de beneficios que pueden considerarse:

- a) ahorros en los costos económicos de operación de los vehículos;
- b) beneficios del tráfico inducido,
- c) ahorros en el tiempo de los pasajeros,
- d) ahorros de gastos en el camino existente, y
- e) reducción en el número de accidentes.

Otros efectos que no se tratan aquí por considerarse no representativos son, por ejemplo, los cambios en el valor de la propiedad en la zona de influencia del proyecto. Este cambio puede deberse a una reducción de dichos valores en otra parte de la economía, a su vez, el aumento de tales valores refleja la reducción de los costos del transporte, por lo que su inclusión sería doble conteo.

A) Ahorros en los costos de operación

El propósito del cálculo de estos beneficios es estimar los recursos que el país ahorra en la operación de vehículos con la construcción de la nueva carretera, o el mejoramiento de la vieja. Esto implica considerar cada año el mismo volumen de demanda con y sin el proyecto. Estos beneficios corresponden al ahorro en los costos de operación del tránsito existente que se produciría gracias al proyecto. El cálculo de estos beneficios parte de la estimación de los costos financieros de operación año con año para el TPDA en ambas situaciones con y sin el proyecto, de los distintos tipos de vehículos, con el fin de pasarlos a sus valores económicos y computar sus diferencias anuales.

En términos generales, los costos de operación dependen —aparte de los precios relevantes— de las siguientes variables físicas:

- a) la velocidad promedio y el número de paradas obligatorias,
- b) la longitud del camino,
- c) su pendiente,
- d) su curvatura, y
- e) el tipo de superficie.

Otras variables explicativas son el tipo y modelo del vehículo, el clima y la altitud. La velocidad media (V) está relacionada al volumen de tráfico (TP): conforme éste aumenta la primera disminuye. Los datos de velocidad se obtienen de las encuestas de origen y destino y del uso de vehículos testigo. Cuando se carece de estos datos, se pueden emplear relaciones funcionales —ya establecidas para otros países o zonas similares del país— del tipo $V = f(TP)$; en donde se sustituye el dato conocido TP para encontrar la velocidad media. Una vez que se dispone de las velocidades por tipo de vehículo, se estiman los costos de operación. En algunos casos la falta de información hace

que se calculen los costos con datos provenientes de otros países.¹⁰ Existen tablas para estimar dichos costos, tales como las de *De Weille*, donde se obtienen los costos de operación por milla para cada tipo de vehículo. Aun cuando se tuviese que hacer esto último, se requiere ajustar los datos con la información consecuente para el país.

Las partidas de costos consideradas son:

- a) consumo de combustible (gasolina y diesel),
- b) consumo de lubricantes,
- d) desgaste del vehículo,
- d) desgaste del vehículo,
- e) intereses sobre el vehículo,
- f) gastos del personal de conducción.

En suma, en la etapa del registro financiero se utilizan los precios que reciben los dueños de los vehículos y las empresas oferentes. En la etapa del cálculo económico se corrigen dichos precios con sus costos de oportunidad, eliminándose los impuestos y los gastos financieros.

Una vez determinados los costos promedio de operación por tipos de vehículos, se encuentran los ahorros permitidos por el proyecto para el nivel de tráfico previsto de no hacerse o mejorarse la carretera: esto es,

$$ACO = CO_s - CO_c [TPDA \times 365]$$

$$\left| \begin{array}{l} \text{Ahorros en} \\ \text{costos de} \\ \text{operación} \end{array} \right| = \left| \begin{array}{l} \text{Diferencia de} \\ \text{costos de operación} \\ \text{sin y con el proyecto} \end{array} \right| \times \left| \begin{array}{l} \text{Tráfico} \\ \text{de un} \\ \text{año dado} \end{array} \right|$$

El cómputo de los beneficios para el tránsito desviado parte del mismo principio que el relativo al normal o existente; esto es, capturar los ahorros en recursos resultado de la construcción de la carretera mejorada. El problema es calcular los costos de operación del tránsito desviado en las vías alternativas de comunicación (otros caminos, avión, tren, barco, etcétera) y compararlos con los costos de operación

¹⁰ Véase De Weille, J., *Quantification of Road User Savings*; Hide, H. et al, *The Kenya Road Transport Cost Study: Research on Vehicle Operating Costs*; Wyatt, R. J., et al, "The Effect of Road Design and Maintenance on Vehicle Operating Costs-Field Research in Brazil"; y Zaniewski, J. P., et al, "Predicting Travel Time and Fuel Consumption for Vehicles on Low-Volume Roads".

del proyecto. Aparte, debe evaluarse si existen pérdidas por la transferencia al proyecto del tránsito desviado de las otras vías alternativas. De ser así, dichas pérdidas deben sustraerse a los beneficios.

B) Beneficios del tráfico inducido

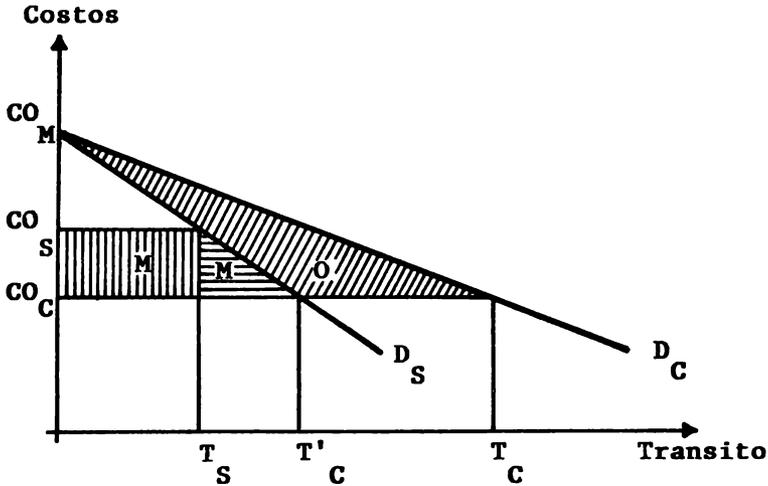
1) Carga

El mejoramiento del camino vial generalmente promueve una mayor demanda de transporte que antes no resultaba económica por los altos costos del mismo. En efecto, una carretera en malas condiciones desalienta el envío de cargas: 1) marginales, cuyos precios no alcanzan para cubrir —aparte de sus costos de explotación y comercialización— los altos costos de transporte, 2) delicadas, las cuales podrían estropearse por lo accidentado del camino y la deformada superficie de rodadura, y 3) perecederas, las que podrían descomponerse por las interrupciones del tráfico, efecto de derrumbes, inundaciones, vehículos descompuestos o accidentados. En consecuencia, con el proyecto se podrá permitir un volumen adicional de carga y una diversificación de la misma por motivo de los menores costos reales del transporte, incluyendo las mejores condiciones del recorrido. Cuando existen datos suficientemente válidos para inferir un cambio en la producción con el proyecto hacia productos más rentables económicamente, el beneficio adicional se debe incluir en los cálculos de la bondad económica del proyecto.

En la práctica tradicional, el cálculo de los costos de operación de los camiones no incluye el beneficio sacrificado por causa de las malas condiciones del camino existente, esto es: lo que la economía pierde al no producirse y/o enviarse cargas afectadas de manera negativa por las dificultades del recorrido. Esto no se calcula, en muchos casos, por la dificultad de estimar con certidumbre lo que hubiese pasado en la producción de la zona de influencia con una mejor carretera que la existente. Esto significa que la demanda por transporte se encuentra mal especificada.

El argumento anterior puede ilustrarse de la siguiente manera. En la situación sin proyecto existe una demanda restringida, o sea, una curva de demanda por transporte diferente a la que prevalecería con el proyecto. Esto puede verse en la gráfica 4.

GRÁFICA 4. Desplazamiento de la demanda con el proyecto



En dicha gráfica se presume que la demanda sin el proyecto D_s , es más inelástica que con el proyecto, D_c . También se adopta el supuesto que D_s y D_c tienen el mismo punto de intersección. En efecto, ambas curvas corresponden a la misma demanda de transporte, pero con valores diferentes en sus otras variables explicativas; esto es, la condición *ceteris paribus* no existe. Para efectos de ilustración, suponemos que se trata de la misma demanda entre los mismos nodos, y que el precio máximo que estrangularía ambas demandas es el mismo.¹¹ Los beneficios de la carretera proyectada serán la suma de las áreas $M + N + O$.

El área M se estima del tráfico normal contemplado en el camino existente; esto es:

$$M = T_s \cdot (CO_s - CO_c)$$

en donde:

$$T_s = \frac{QX_s}{\phi_s} = \text{Tráfico en el camino existente;}$$

¹¹ Como es natural, al cambiar los ingresos, el precio máximo que estarán dispuestos a pagar los demandantes (si la elasticidad ingreso de la demanda es positiva) será mayor. Esta variación puede incluirse en el análisis.

- QX_s = Producción exportada en ausencia del proyecto;
 ϕ_s = Coeficiente de uso de capacidad de carga de los vehículos en ausencia del proyecto;
 CO_s = Costos de operación sin el proyecto; y
 CO_c = Costos de operación con el proyecto.

El área N se calcula del tránsito inducido sin desplazamiento de la demanda; o sea:

$$N = 1/2 (CO_s - CO_c) (T'_c - T_s),$$

en donde:

$$T'_c = \frac{QX'_c}{\phi_c} = \text{Tránsito con el proyecto sin desplazamiento de demanda};$$

- QX'_c = Producción exportada en el caso de que no hubiese desplazamiento de la demanda;
 ϕ_c = Coeficiente de uso de capacidad de carga con el proyecto.

El área O se estima del tránsito adicional producto del desplazamiento de la demanda; esto es:

$$\begin{aligned}
 O &= 1/2 (CO_m - CO_c) T_c - 1/2 (CO_m - CO_c) T'_c \\
 &= 1/2 (CO_m - CO_c) (T_c - T'_c)
 \end{aligned}$$

en donde:

- CO_m = Costo de operación máximo (costo tan alto que no hay demanda por transporte);
 $T_c = (QX_c) / (\phi_c) = \text{Tráfico en la carretera proyectada.}$
 QX_c = Producción exportada con el proyecto.

El costo de operación CO_m que estrangularía la demanda por transporte puede aproximarse de los datos de precios y costos de explotación de los productos exportados (o importados) de la zona de influencia. Si el producto más rentable es x , entonces el máximo precio que se pagaría por su transporte sería $P_x - CE_x$ (precio de mercado del

producto x menos su costo de explotación). Dicho ingreso neto más uno, sería aproximadamente, el costo de operación que eliminaría la demanda por transporte.

Lo anterior es, por supuesto, una simplificación, ya que en la práctica siempre habrá necesidades de transporte. La curva de la demanda es asíntota al eje de las ordenadas. Las necesidades de ciertos artículos para la (o de la) zona de influencia tales como alimentos, partes, repuestos, medicinas, cigarrillos, etcétera pueden ser inelásticas al costo de transporte, por lo que generalmente habrá un flujo de transporte más o menos constante. Dicho flujo puede estimarse con base en datos de población, de ingresos y de preferencias en el área del proyecto. Si no existen estudios de demanda pertinentes u observaciones sobre consumos de las poblaciones en cuestión, es recomendable considerar entre el 5 y el 10% del tráfico de camiones como inelástico al costo de transporte; esto es, los consumidores finales absorben el incremento en los costos vía los precios que finalmente pagan por estos productos transportados. De tal manera, puede pensarse en dos curvas de demanda sin punto de intersección con el eje de las ordenadas.

No obstante la argumentación anterior, la existencia de un flujo más o menos constante es irrelevante para efectos del análisis. Lo importante es el punto de unión entre ambas demandas, o sea, el costo de operación a partir del cual ambas demandas se unen. Por ello, el ajuste antes mencionado puede ser una refinación académica, pero innecesaria para los fines prácticos del análisis.

En el caso de que no exista un desplazamiento de la demanda, el problema se simplifica considerablemente. En efecto, los beneficios que requieren estimarse en este caso corresponden a las áreas M y N : la reducción en los costos de operación del tránsito existente (M) y la disposición a pagar del tráfico marginal inducido por encima del costo que se paga (N).

2) *Pasajeros*

Con base en los estudios de demanda, se estima lo que vendrá a ser la demanda de pasaje inducida por el proyecto. La existencia de una curva de demanda de pasaje para cada carretera (la existente y la proyectada) es también posible, no obstante que en este caso se trata

solo de personas, a diferencia del caso anterior referido a cargas heterogéneas, algunas de las cuales son relativamente imposibles de transportar por la vía existente. En el primer caso hay una demanda agregada de demandas parecidas; en el segundo caso, una demanda agregada como promedio de diferentes demandas.

Con el proyecto habrá tránsito inducido por efecto de: 1) reducción en los costos de operación de los automóviles; 2) reducción en las tarifas reales de los autobuses; 3) ahorros en el tiempo de recorrido y mejoría en las condiciones del mismo, y 4) posibles aumentos en los ingresos de la zona de influencia con el proyecto.

La reducción en las tarifas del transporte, en el tiempo de viaje y en las incertidumbres del recorrido permite a ciertos trabajadores locales viajar para satisfacer demandas estacionales de empleo, sin cambiar de residencia. A su vez, el mejoramiento en las condiciones del recorrido estimula la extensión de servicios públicos (salud, educación, crédito, etcétera) y comerciales. Cuando se consideran sólo dos variables, la demanda y el costo, se presentarán evoluciones diferentes de la curva de demanda en las situaciones con y sin el proyecto por razón de los cambios pronosticados en la zona de influencia con la carretera proyectada. En efecto, modificaciones en la producción y los ingresos, llevan en consecuencia a niveles mayores de demanda. En términos generales ambas curvas de demanda corresponden a la misma especificación general, pero con valores diferentes de las variables explicativas.

C) Ahorros en el tiempo de recorrido

Este grupo de beneficios está sujeto a controversia teórica y empírica. Los especialistas no concuerdan en si dichos ahorros deben estimarse.¹² ¿Están estos beneficios incluidos en la disposición a pagar por el transporte, estimados como los ahorros en costos de operación? El valor conferido por los demandantes al tiempo empleado en el recorrido es una variable explicativa de la demanda. No hay duda el respecto. Si la especificación de la demanda incluye aparte de los costos de operación otras variables, tales como ingresos y preferencias, se presume que el valor del tiempo está implícitamente considerado, por lo que su inclusión explícita sería doble registro. El problema es sí en las estima-

¹² Harrison, A. C., y Quarmby, D. A., "The Value of Time in Transport Planning: A Review".

ciones de demanda figura en realidad dicha variable. Por lo general, la estimación de las curvas de demanda es conservadora, considerando a lo sumo dos variables (costos e ingresos) y un mismo costo de estrangulamiento (CO_m en la gráfica 4), por lo que la inclusión explícita de estos beneficios se justifica en ciertos casos.

Cuando se estiman los beneficios por ahorro en los costos de operación vehicular, el principio rector es capturar el ahorro en recursos para la economía consecuente con el mejoramiento del camino existente. Bajo el supuesto de un mercado no distorsionado el usuario captura dichos beneficios en la forma de un excedente. En cuanto a los beneficios inducidos con un desplazamiento de la demanda, se pretende también estimar dicho excedente del usuario: disposición a pagar, DAP_c , por el servicio conferido menos lo que se paga CO_c , en la situación con el proyecto, menos la DAP_n neta de CO_n .¹³ Para ello se requiere especificar la función demanda de la mejor manera posible, lo cual es fácil decirlo pero difícil hacerlo.

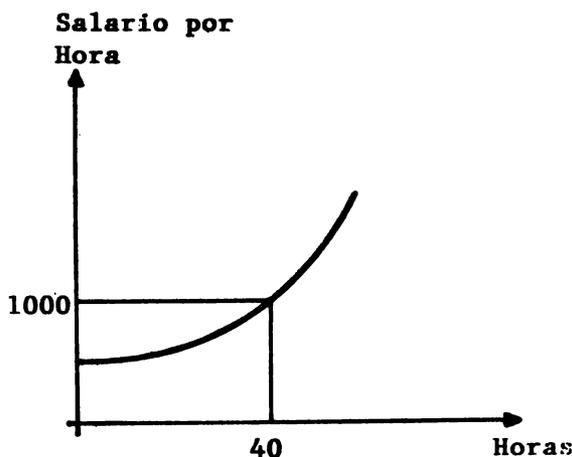
El cálculo de los ahorros en el tiempo del recorrido se refiere a los pasajeros, suponiéndose que el personal de conducción recibe un sueldo equivalente a la intensidad y duración de su trabajo.¹⁴ A su vez estos ahorros sólo se refieren a aquellos pasajeros cuyo propósito de viaje es el trabajo. Se presume que los viajeros con propósito de descanso, de turismo y otros motivos ya han valorado las dificultades del viaje, y el beneficio incremental por este concepto es relativamente pequeño. El supuesto de la valorización de estos beneficios es que en el margen, una reducción en el tiempo de recorrido aumenta los recursos de la economía en proporción a la productividad marginal del trabajo. Este aumento en la productividad, cuando se refleja en los ingresos, lleva a una mayor disposición a pagar por los servicios del transporte. De tal manera, cuando el proyecto evita demoras previas, el beneficio es igual a la cantidad que cada pasajero está dispuesto a pagar por ese tiempo. El procedimiento normal es el de hacer equivalentes el valor del tiempo del pasajero con la suma que podría ganar durante dicha demora. Si un trabajador gana en promedio \$ 1 000 pesos por hora, un ahorro de 10 horas podría valorarse en \$ 10 000 pesos.

¹³ Esto es:
$$\left[\begin{array}{c} \text{Beneficios} \\ \text{Inducidos} \end{array} \right] = (DAP_o - CO_o) - (DAP_n - CO_n).$$

¹⁴ Cuando los salarios no equivalen a sus costos de oportunidad se requiere corregirlos. Como se indicó anteriormente, los salarios están implícitos en los ahorros en costos de operación vehicular.

El procedimiento de valorización anterior descansa sobre la oferta del trabajador. Con base en su curva de oferta se puede ilustrar este principio (gráfica 5). Supóngase que a la tasa salarial de \$ 1 000 pesos la hora, el trabajador está dispuesto a laborar 40 horas a la semana. Para que esté dispuesto a trabajar una hora adicional (reducir su tiempo de esparcimiento en una hora), se le necesita pagar más de los \$ 1 000 pesos. Por lo tanto, para desviaciones marginales de sus 40 horas de trabajo escogidas se puede usar como aproximación conservadora el valor de \$ 1 000 pesos.

GRÁFICA 5. *Oferta del trabajador*



El problema con el procedimiento anterior es que no puede aplicarse a todos los que viajan por motivos de trabajo. El cálculo para los autoempleados, trabajando la mayor parte del año, puede descansar en el procedimiento anterior, puesto que ellos mismos fijan sus horas de trabajo. Cuando existe un alto desempleo, dicho beneficio es nulo o casi nulo, puesto que las pérdidas de productividad pueden ser compensadas en periodos de ocio. Las horas de trabajo de los empleados son fijadas por los patrones, los sindicatos y el gobierno. Por lo tanto, el uso del salario por hora como medida de los cambios en el valor de su tiempo sería menos confiable. Por ejemplo, si la semana de trabajo se fija en 30 horas, el valor marginal de una hora para un trabajador

que libremente escogería 40 horas sería menor de \$ 1 000 pesos. Por otro lado, cuando existen diferencias entre el valor de la productividad del trabajo (costo de oportunidad) y el salario, se necesita corregir la tasa salarial.

La ocurrencia y la extensión de los retrasos son importantes de consideración. Si el ahorro de tiempo ocurre en horas o días no laborales, la economía no gana ni pierde por ese ahorro de tiempo. Por otro lado, existe una extensión mínima de tiempo —independientemente de su ocurrencia— por debajo de la cual cualquier dilación no tiene valor perceptible para la economía.

En suma, no existe una manera única para estimar los beneficios por este concepto. El cálculo dependerá de las condiciones específicas del proyecto, de su área de influencia y del país en cuestión.

D) Cambios en los gastos en el camino existente

En los casos de sustitución de una carretera por otra, al término del proyecto disminuye y en algunos casos desaparece la necesidad de mantener transitable el camino existente. En el caso del mejoramiento de un camino vial, los costos de mantenimiento a veces aumentan, debido a que antes poco o nada de mantenimiento se llevaba a cabo. No es inusitado encontrar proyectos de mejoramiento de caminos que se deterioraron precisamente por la falta de mantenimiento. En los proyectos de puentes sobre caminos existentes, algunos de los medios de cruce existentes son caros de mantener en condiciones transitables. Tal es el caso de aquellas ayudas al cruce que se construyen sobre el lecho de los ríos (badén, batería de tubos, etcétera), las barcazas de motor o las balsas de cable. Es frecuente que en épocas de lluvias secciones del medio de cruce sobre el lecho del río sean arrastradas por la fuerte corriente, la barcaza sea llevada río abajo y la balsa autopropulsada se desprenda del cable. Todo lo anterior implica gastos de reparación de los desperfectos, de rescate y de acondicionamiento posterior. Con el proyecto dichos costos se evitan.

Los costos de reparación y mantenimiento tienen un componente fijo y otro variable. El fijo depende del tipo de camino y de sus condiciones físicas y ambientales; el variable, del tráfico promedio. El componente fijo comprende las labores de limpieza general, emparejamiento de taludes, reparaciones de puentes y alcantarillas, remoción

de derrumbes, baches y reposición de material causado por la erosión, mantenimiento del señalamiento y guarda-caminos, supervisión y servicios administrativos. Se requiere conocer la composición general de estos costos para corregir los precios de la mano de obra, el equipo empleado en el mantenimiento (volquetas, motoniveladoras, topadores, etcétera) los combustibles, etcétera, por sus costos de oportunidad. El componente variable incluye todas aquellas actividades directamente relacionadas con el nivel del tráfico. A mayor tráfico más mantenimiento. En un camino de terracería, estos trabajos comprenden el relleno de tierra, la reposición de grava, las conformaciones rutinarias, etcétera; en una carretera asfaltada, el bacheo, el resello, etcétera. Los costos variables se relacionan con los datos del TPDA para construir funciones de costos. Una vez hecho esto, y de acuerdo a los pronósticos de demanda en el camino existente, se procede a estimar los costos durante el horizonte del proyecto.

E) Reducción de accidentes

Estos beneficios, a su vez, están sujetos a controversia. El desacuerdo no solamente está en si es procedente medirlos, sino cómo y, una vez medidos, si vale la pena incluirlos en el cálculo. Lo primero que se plantea es: cuál es la medida correcta, lo que el accidentado deja de contribuir a la economía, o lo que el accidentado estaría dispuesto a pagar para evitar el accidente, valor que puede ser bastante elevado. La segunda interrogante corresponde a si es moralmente correcto asignar algún valor económico a la pérdida de una extremidad o de la vida. El tercer y último planteamiento es si la inclusión de estos efectos hace alguna diferencia en cuanto a la selección o rechazo del proyecto. Sin entrar en honduras, baste decir que de alguna manera se tienen que destacar estos efectos, sobre todo en aquellos casos que se estimen relevantes, aun cuando sea de manera cualitativa.

Considérese la primera medida, lo que pierde el país es lo que se deja de producir por motivo de un accidente. Por un lado, el valor de la corriente de servicios de los equipos y vehículos interrumpida por el accidente. Por el otro, lo que dejan de contribuir las personas accidentadas al bienestar nacional. Este beneficio generalmente no es considerado en los países de menor desarrollo, por varias razones. En primer lugar, el *stock* de equipos y vehículos es viejo y barato (poca vida

remanente, reducidos costos de reposición y baja eficiencia), y la productividad de la mano de obra es baja. Segundo, en gran parte de los proyectos de carreteras se tienen casi los mismos niveles de accidentados en ambas situaciones con y sin el proyecto; por un lado se mejora la seguridad del recorrido (reducción de accidentes), pero por el otro, se incrementa la velocidad y volumen del tráfico (aumento de accidentes).

En algunos proyectos este efecto puede ser relevante, y no habiendo en su defecto mejores estimaciones, se puede adoptar la primera medida como un nivel mínimo del valor para la sociedad de la reducción de los accidentes. En el caso de los proyectos de puentes sobre caminos existentes (tema a ser tratado en mayor detalle más adelante), lo que se pierde en los accidentes ocasionados en los medios de cruce actuales por las crecidas del río (en vehículos y vidas) puede ser muy importante. Primero, se requiere investigar mediante entrevistas en los talleres mecánicos de la zona de influencia, en las compañías transportistas y en las oficinas de tránsito, el número y tipo de accidentes ocurridos, y los daños consecuentes. Segundo, lo que deja de contribuir el accidentado a la economía con los siguientes datos: La edad promedio y las ocupaciones medias de los accidentados, las probabilidades de los tipos de accidentes (de accidentes menores hasta pérdida de la vida), la productividad promedio por tipo de trabajador (no calificado, semicalificado y calificado) y el número de días hábiles perdidos asociado al tipo de accidente.

IV. PUENTES EN CAMINOS EXISTENTES

Aun cuando estos proyectos forman parte de los de mejoramiento de caminos viales, se tratan aquí en una sección aparte por tener características especiales para los países subdesarrollados. Estos proyectos son generalmente muy atractivos, por requerir bajas inversiones y permitir grandes beneficios. El transporte en muchas de las rutas secundarias es trastornado parte del año por la ausencia o carencia de puentes adecuados al volumen y tipo de tráfico actual. A veces, el camino carece de puentes, utilizándose barcazas o el mismo lecho del río cuando es bajo el nivel de aguas. Muchos puentes son angostos, permitiendo el paso de un vehículo a la vez. Algunos son muy bajos impidiendo el tráfico cuando el nivel del río los rebasa en época de lluvias. Algunos

fueron diseñados en tiempos de la colonia para otro tipo de medios de transporte, etcétera. La ineficacia y la inseguridad de estos medios de cruce se agudizan con el aumento del tráfico y en los periodos de lluvia. De tal manera, el mejoramiento de los medios de cruce, convirtiéndolos en adecuados y seguros al tránsito, permiten que se realicen todos los beneficios del camino existente.

Los beneficios dependen de los problemas específicos que se evitarían con los proyectos en los medios de cruce actuales, el tipo de vehículo y las características de la zona de influencia. El puente es parte del camino, sin el primero los beneficios del segundo sufren. De manera general, los beneficios del proyecto son los efectos positivos antes mencionados en los: costos de operación del tránsito existente, tráfico adicional, tiempo de los pasajeros, gastos en el camino existente, y número de accidentes. En cuanto al cálculo de los beneficios asociados al tráfico adicional (áreas *N* y *O* en la gráfica 4) se recomienda llevar a cabo una estimación más directa. A continuación se destacan los aspectos más relevantes del procedimiento recomendado:

- a)* Lo que se seguiría perdiendo en carga percedera (productos agropecuarios de corta duración) por los largos tiempos de espera;
- b)* Lo que se deja de ganar por tener la carga y los vehículos inmovilizados durante las interrupciones al tránsito, al mantener recursos productivos ociosos;
- c)* Lo que se gana en la diversificación en el tipo de carga transportada por la reducción en los tiempos del recorrido y en los riesgos;
- d)* Lo que se gana por concepto de cargas marginales inducidas por la reducción en los costos de operación por tonelada transportada.

En otras palabras, el enfoque recomendado para el cálculo de los beneficios del tránsito adicional parten de los perjuicios evitados y las ganancias logradas gracias al proyecto. Puede suceder que el perjuicio fundamental sea que un puente no permita vehículos por arriba de un tonelaje dado. Con el nuevo puente, el coeficiente de uso de los camiones aumenta, reduciéndose el costo unitario por tonelada de carga, permitiendo un aumento en las cargas marginales, aun cuando el número de vehículos permanezca igual. Puede ser que también aumente el tamaño de los vehículos, debiéndose averiguar si un puente de me-

jores características técnicas influiría en el tonelaje promedio de los vehículos de carga que usan el camino. En estos casos, los beneficios corresponden a los ahorros por unidad transportada de la carga existente y a los efectos en la carga inducida. Puede ser que el medio de cruce sea tan accidentado que se pierda parte de las cargas delicadas. Mejorando el medio se evita ese perjuicio, aun cuando todo lo demás permanezca igual. Puede ser que el único problema sean las paradas obligatorias por las crecidas en la época de lluvias. Por todo esto, se requiere conocer el volumen y las características del tránsito en los puntos del cruce en los periodos relevantes del año.

La valorización de los beneficios por ahorros en las pérdidas en productos perecederos puede ser el siguiente. Se identifican los productos transportados durante la época de interrupciones. Se calculan los porcentajes de dichos productos que se malogran en una interrupción de un día, de dos días, etcétera. Una vez calculado lo anterior, junto con las interrupciones medias y los valores económicos de los productos, se estiman las pérdidas en la carga perecedera de no hacerse el proyecto.

Los costos de oportunidad de las interrupciones al tránsito provienen de lo que se deja de ganar por la demora en la comercialización de la carga, al inmovilizar el equipo de transporte y al personal de conducción. En algunos casos, una interrupción breve puede no tener ninguna pérdida alternativa por la existencia de indivisibilidades temporales.

En el caso de un camino con más de un puente, en donde el perjuicio fundamental se presenta en la época de crecidas, el cálculo del tiempo medio de las interrupciones se estima de manera conjunta. Se cuenta como una sola interrupción las crecidas coincidentes en el tiempo que afecten a dos o más puentes del camino. De tal manera, se evita sobrestimar los beneficios.

Para optimizar el valor presente de un grupo de proyectos sobre un camino dado, es necesario hacer un análisis global e interactivo. Al menos que la inclusión o no de un puente, deje inalterado el valor presente de los restantes. Los puentes están interrelacionados de la misma manera que las plantas de generación en un sistema interconectado. Por lo tanto, para seleccionar los mejores tipos de cruce se requiere evaluar diferentes variantes técnicas de cada puente manteniendo los otros puentes fijos, seleccionando aquella variante que arroje el VPN mayor, y así sucesivamente para cada puente. Mediante este

proceso se llega a la determinación de los diseños óptimos. El diseño óptimo es aquel en que el beneficio marginal es igual al costo marginal, entendidos ambos conceptos en términos de valor presente. El principio rector es: "si el incremento en los beneficios actualizados es mayor al aumento en los costos, pasar a la siguiente variante del proyecto, seleccionando aquella cuyo diseño inmediato superior genera un beneficio inferior al costo marginal".

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La evaluación de un proyecto de mejoramiento de un camino existente, consista éste simplemente en rellenar hoyos, mejorar los medios de cruce de los ríos, o sustituir una carretera por otra, plantea problemas interesantes para el análisis económico. Los más relevantes se refieren a las estimaciones de la demanda por transporte y al cálculo de los beneficios.

El análisis histórico y prospectivo de la demanda no solamente es importante para seleccionar el tipo de proyecto, si no también para justificarlo. En la práctica los ingenieros de diseño disponen de tablas en donde se relacionan diferentes tipos de caminos a diversos niveles críticos de tránsito. Así, el paso de un nivel de TP a otro implica pasar de un tipo de carretera a otro, por ejemplo, de terracería a grava. Aun cuando el tipo de carretera depende no sólo del volumen del tráfico sino también de las características de dicho tráfico, pone de manifiesto la gran importancia del primer componente. Por ello, errores en los pronósticos pueden llevar fácilmente a un subdimensionamiento o sobredimensionamiento del proyecto, destacando la enorme importancia de la recolección y análisis periódico de los datos: los recuentos automáticos y manuales, y las encuestas de origen y destino.

Los beneficios son más difíciles de estimar que los costos. Dentro de los beneficios, los más complicados en valorar son los asociados a la reducción de accidentes, a los del tráfico desviado y el adicional, y los correspondientes a los ahorros en tiempo de los pasajeros. Los primeros porque exigen adoptar el supuesto determinista de lo que importa es el perjuicio para la sociedad del accidente mas que para la persona afectada. Los segundos, porque implican la estimación de las curvas de demanda de los otros medios de transporte alternativos. Los terce-

ros (tránsito adicional), por la necesidad de estimar la demanda entre el costo actual de operación y el proyectado. Hay que tener especial cuidado de no considerar dos veces el mismo beneficio. Sí se estima el excedente del consumidor no se incluyen las pérdidas evitadas o las ganancias logradas gracias al proyecto en la producción, en las cargas, en los equipos, etcétera; y a la inversa. El problema es doble: determinar la existencia o no —y en caso afirmativo, su relevancia— de este tipo de beneficios, y una vez determinado esto, cómo medirlos.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Beenhakker, H. L. y Chamhari, A. (1979), "Identification and Appraisal of Rural Roads Projects", Staff Working núm. 362 (Washington DC: IBRD).
2. Beenhakker, H. L. y Lago, A. M. (1982), "Rural Roads Screening and Simplified Economic Appraisal Procedures", Staff Working Paper núm. n/a Washington DC IBRD).
3. Gutiérrez Santos, L. E. (1982), "El ABC de un proyecto de carreteras", *El Trimestre Económico*, Vol. 54(2), núm. 194 (México, D. F.: FCE, abril-junio).
4. Harberger, A. C. (1972), *Project Evaluation: Collected Papers* (Chicago: University of Chicago Press).
5. Harrison, A. G. y Quarmby, D. A. (1969), "The Value of Time in Transport Planning: A Review", in *Theoretical and Practical Research on an Estimation of Time Saving*, European Conference of Ministers of Transport, Economic Research Center (París).
6. Hide, H. et al (1975), *The Kenya Road Transport Cost Study: Research on Vehicle Operating Costs*, (Dept. of the Environment, Transport and Road Research Laboratory, TRRL Report 672).
7. Mishan, E. J. (1976). *Cost-Benefit Analysis* (Nueva York, Praeger).
8. Riggs, J. L. (1982), *Engineering Economics* (Nueva York: McGraw-Hill).
9. Soberman, R. M. (1966), "Economic Analysis of Highway Design in Developing Countries", Highway research Board, *Highway Research Record*, núm. 115, publicación 1337.
10. Stockey, E. y Zeckhauser, R. (1978), *A Primer for Policy Analysis* (Nueva York, Norton).
11. De Weille, J. (1966), *Quantification of Road User Savings* (Washington, D. C. World Bank Occasional Papers núm. 2).
12. Wyatt, R. J. et al (1979), "The Effect of Road Design and Maintenance on Vehicle Operating Costs-Field Research in Brazil"; en Transportation Research Board, National Academy of Sciences, *Low Volume Roads: Proceedings*, Second International Conference (agosto 20-23).

13. Zaniewski, J. P. et al (1979), "Predicting Travel Time and Fuel Consumption for Vehicles on Low-Volume Roads", en Transportation Research Board, National Academy of Sciences, *Low Volume Roads: Proceedings*, Second International Conference (agosto 20-23).
14. Van der Tak, H. G. and De Weille, J. (1966), *An Economic Reappraisal of a Road Project*, Report núm. EC-147 (Washington, DC: IBRD).