

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE BENEFICIOS Y COSTOS

5.1 Identificación de beneficios

Los beneficios que son atribuibles a la ejecución del proyecto son resultado de comparar los costos generados en el “con” y “sin” proyecto, los cuales se han identificado como:

a) Ahorro de costos generalizados de viaje (CGV)

Los cuales vienen dados como: los costos en que incurre una persona por viajar en un vehículo de un punto a otro; dichos costos están formados por el costo del tiempo de viaje más los costos de operación del vehículo (costos de combustible, lubricantes, desgaste del vehículo entre otros).

En la identificación de beneficios atribuibles a un proyecto, se distinguen, además de los ahorros por menores CGV de los usuarios, los ahorros por menores costos de accidentes y conservación vial que pudieran darse.

- **Ahorro de tiempo de viaje**

El tener una carretera mejorada permite a los usuarios viajar a una mayor velocidad y llegar a su destino en un menor tiempo, esto se traduce en un beneficio por ahorro de tiempo.

- **Ahorro de costos de operación vehicular**

Los costos de operación están en función de las condiciones físicas y geométricas de la carretera, así como del flujo vehicular y la velocidad. De esta manera, un proyecto de ampliación permitirá que el flujo vehicular de la carretera mejorada circule con una mayor libertad, dando como resultado menores consumos de combustible, lubricante y desgaste de los neumáticos para los usuarios de esa vía.

- **Ahorro de costos de accidentes**

Otro de los beneficios atribuibles a un proyecto carretero es la disminución de la probabilidad de ocurrencia de accidentes.

Estudios de seguridad en carreteras²⁸ han determinado que para el caso de carreteras de 3 carriles se encontró que en volúmenes de hasta 2.6 millones de vehículos al año, o sea volúmenes de poco más de 7,000 vehículos diarios, los índices de accidentes fueron menores en comparación con las carreteras de 2 carriles y que para carreteras de 4 carriles, los índices de accidentes son aún menores que en carreteras con menor número de carriles.

El número de carriles está definido por la demanda en un tramo dado de carretera; la experiencia ha demostrado que el grado de seguridad depende más del ancho de los carriles que del número de éstos.

Aunque la ampliación de una vía a tres carriles contribuye a reducir el número de accidentes experiencia empírica sobre el caso, por lo que no es posible asegurar esa suposición en comparación a una vía de 2 carriles, la gravedad de éstos podría ser mayor que antes de la ampliación a tres carriles en una carretera, debido al incremento en la velocidad con la que circularían los vehículos, sin embargo, no existe

5.2 Cuantificación y valoración de beneficios

a) Cuantificación de beneficios

- Ahorro de tiempo de viaje

Para la cuantificación del ahorro del tiempo de viaje, se compara la situación optimizada con la situación con proyecto. Esto se logra proyectando la velocidad a la cual el usuario pudiera circular en ambos casos (ver anexo 3).

Para determinar el costo del tiempo de los usuarios que transitan por la vía, se requiere conocer el costo de oportunidad del tiempo. En la práctica se aplican encuestas origen - destino para determinar el motivo de viaje y el salario promedio para cada usuario de la misma.

En el caso de la carretera Monclova - Sabinas, no se cuenta con encuestas origen - destino que ayuden a determinar el motivo de viaje y el salario promedio de los usuarios, por lo tanto no se puede conocer el valor del tiempo para ellos, sin embargo se decidió utilizar el valor que se emplea en Chile para el tiempo de

28. Secretaría de Obras Públicas, Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, (Secretaría de Obras Públicas, México. 1971), pág. 16.

los usuarios de carreteras (1 USD/ hora - hombre para el caso de Chile, y se considera un representativo del nivel económico de un país latinoamericano); para fines de la evaluación se considerará el valor del tiempo del usuario igual a N\$6.00 (valor promedio actual de 1 USD).

Existen diferentes teorías que valoran el tiempo libre como un porcentaje del tiempo de trabajo y otras que lo valoran igual. Para efecto del presente estudio se decidió valorar de igual manera el tiempo libre y el tiempo de trabajo, dándole de esta manera un valor relativamente alto al tiempo libre. Tal supuesto se utilizó por simplificación y además, por no contar con información del usuario, por lo que los beneficios podrán verse sobrestimados.

- Ahorro de costos de operación vehicular

Para la cuantificación de los costos de operación vehicular, la metodología de MIDEPLAN²⁹ recomienda que se utilicen los modelos computacionales HDM-III (Highway Design and Maintenance Standards Model), el cual se utiliza para caminos que presentan flujo libre (no congestionado) y que no tiene como finalidad el incrementar la capacidad de la carretera, y el TRARR (Traffic on Rural Road), que entrega solamente el costo de Tiempo y combustibles.

A diferencia del HDM-III, el TRARR permite analizar caminos con congestión vehicular, simulando la actitud de los conductores ante este tipo de problemas, sin embargo, para su utilización los paquetes deben ser calibrados para las condiciones de cada país, y debido a que no se cuenta con dichos paquetes computacionales adaptados para México y que en esta carretera no hay congestionamiento, se ha supuesto que los costos de operación vehicular en el “sin” y “con” proyecto sean iguales, por lo que para fines de la evaluación estos serán irrelevantes.

El resto de los conceptos (depreciación del vehículo y costos de capital por utilizar el vehículo) son irrelevantes para fines de la evaluación, ya que tanto la depreciación como el interés sobre el capital, están en función del tiempo y no del número de kilómetros recorridos, además en el “con” y “sin” proyecto son iguales; esto es, si un vehículo no forma parte del proyecto se deprecia lo

29. Ministerio de Planificación Nacional de Chile, Inversión pública, eficiencia y equidad, 2ª Ed., Dic. 1992.

mismo (estando activo o no), y el costo de capital al que se incurre es el mismo en ambos casos.

- Ahorro de costos de accidentes

La medición de los costos por accidentes es un tema que genera polémica por lo difícil de valorar la vida de un ser humano; esto hace que la cuantificación de los costos por accidentes resulte compleja y subjetiva. Por lo que en este estudio solamente se cuantificaron los ahorros en daños materiales y los ahorros en daños a las personas se consideran como un beneficio intangible del proyecto.

Para la estimación se utilizaron los datos proporcionados por el departamento de ingeniería de tránsito del centro SCT de Coahuila, (ver anexo 4).

b) Valoración de beneficios

- Ahorro de tiempo de viaje

La valoración del tiempo se hace tomando en cuenta los diferentes tipos de usuarios: automovilistas, camioneros y operadores de autobuses. En el cuadro 5.1 se presentan las valoraciones del tiempo para cada tipo de conductor consideradas en este estudio.

Cuadro 5.1 Valoración del tiempo por tipo de vehículo (cifras en N\$ a febrero de 1995).

Tipo de auto	Costo hora-hombre	Factor de ocupación ^a
Autos	6.00	1.94
Camionetas	6.00	1.85
Autobuses	19.20	2 ^b 25 ^c
Camiones de 2 ejes	16.55	1.58
Camiones + de 2 ejes	16.55	1.17

Fuente: Consejo Estatal del Transporte de Nuevo León y datos actualizados de los resultados del estudio del Instituto Mexicano del Transporte, Elementos de proyecto y costos de operación en carreteras

Nota: ^{a/} Personas / unidad.
^{b/} Chofer.
^{c/} Pasajeros.

Para autobuses y camiones de carga se tomó en cuenta el salario del chofer por hora, el cual fue actualizado de un estudio del Instituto Mexicano del Transporte.³⁰

- Ahorro de costos de accidentes

La valoración de los costos de accidentes, en cuanto se refiere a daños materiales, fueron obtenidos a partir de estadísticas de accidentes³¹, los cuales se actualizaron a febrero de 1995 a través de índices de precios³² (ver anexo 4).

En el cuadro 5.2 se muestran los costos de accidentes promedio actualizados, para cada uno de los tramos.

Cuadro 5.2 Costo material promedio por accidente para cada tramo (Miles de N\$ de febrero de 1995).

Año	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	TOTAL
1995	14.0	11.2	12.9	9.7	5.7	53.5

Fuente: Elaboración propia con datos del cuadro 4.5 del anexo 4.

5.3 Identificación de costos

En la ejecución de las obras, se identifican costos de inversión y costos ocasionados por las molestias durante la construcción.

En los costos relacionados con el uso del camino en estudio, se identifican los CGV; los cuales están compuestos por el costo del tiempo de viaje y costos de operación vehicular (lubricantes, neumáticos, refacciones, mano de obra de mantenimiento y depreciación de los vehículos), costos de conservación y mantenimiento vial, y costos de accidentes.

En este apartado solo se cuantifican y valoran los costos de inversión, conservación y mantenimiento vial y costos por molestias, ya que el resto de los conceptos de costos, se han identificado, cuantificado y valorado en el apartado anterior (identificación, cuantificación y valoración de beneficios).

-
30. SCT, Instituto Mexicano del Transporte, Elementos de proyecto y costos de operación en carreteras, Publicación técnica No. 20. (Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, Qro., 1991).
 31. Departamento de Ingeniería de Tránsito del Centro de la SCT del Estado de Coahuila.
 32. Fondo Monetario Internacional, Volumen XLVIII, Número 1, Enero de 1995.

a) Costos de inversión y mantenimiento

Los costos de inversión de una obra carretera incluyen todas las obras requeridas para llevar a cabo el proyecto a partir de la situación base optimizada, además se debe incluir el incremento de los costos de mantenimiento y conservación, debido a los carriles adicionales.

- Situación base optimizada “sin” proyecto

Consiste en mejorar la situación actual mediante inversiones marginales en las que se supone una rentabilidad evidente, por lo que no requieren que se realice una evaluación.

Para la optimización de la situación de la carretera se requieren inversiones en cada uno de los tramos para mejorar las condiciones de servicio. En cada tramo se consideran inversiones diferentes según las condiciones de la superficie de rodamiento. Estas consisten en construcción de acotamientos, complementación de la señalización horizontal y vertical y de la aplicación de riego de sello.

- i) Construcción de acotamientos pavimentados de 2.0 m de ancho a ambos lados y a todo lo largo de la carretera actual, excepto en zona de curvas con pendientes donde el costo se incrementa por los cortes y movimientos de tierra necesarios para dar espacio al acotamiento propuesto (tramos propuestos 1, 2, 3, y 5).
- ii) Riego de sello para mejorar la superficie de rodamiento sólo en las partes requeridas (aproximadamente en 12 km.), el cual consiste en aplicar una mezcla de asfalto con agregado (grava) que se coloca sobre la superficie una vez que se haya barrido y limpiado la carretera actual (tramos propuestos 4 y 5).
- iii) Completar el señalamiento horizontal y vertical. El primero consiste en pintar la línea central que delimita los carriles y la línea lateral en el borde de la carretera y el segundo se refiere a complementar el señalamiento preventivo y restrictivo (para todos los tramos).

- Situación con proyecto

En este apartado se analizan las características de la alternativa de solución propuesta para mejorar la carretera en cada uno de los tramos, considerando la ampliación de una carretera de 2 carriles por etapas, en la cual, primero se realizaría un tercer carril y posteriormente, cuando la demanda lo requiera, construir el cuarto carril; y la construcción en forma conjunta, que consiste en realizar la ampliación de la carretera de dos carriles a cuatro en una sola etapa.

b) Costos por molestias durante la construcción.

Los costos por molestias durante la construcción se refieren a los ocasionados por el mayor tiempo que representa a los usuarios tener que desviarse o disminuir la velocidad haciendo que se incremente el tiempo del viaje.

Estos se consideran dentro de la inversión para el cálculo de la TRI para determinar el momento óptimo de inversión, ya que sólo se generan durante el período de ampliación de la carretera.

5.4 Cuantificación y valoración de costos

a) Costos de inversión y mantenimiento

Para la cuantificación y valoración de costos de inversión y mantenimiento vial, se requiere conocer las partidas y cantidades de materiales, maquinaria y mano de obra relacionada con la inversión; para ello es necesario contar con los estudios de ingeniería básica pertinentes de la carretera en estudio.

Es importante mencionar que no fue posible realizar la evaluación social del proyecto, ya que al no contar con los estudios de ingeniería básica referentes a la carretera en estudio, no se pueden identificar y diferenciar entre bienes transables y no transables, lo que permitiría conocer la diferencia entre costos sociales y privados.

Para fines de esta evaluación, se ha considerado emplear los costos de inversión y mantenimiento proporcionados por el Sistema de Caminos de Nuevo León. Esta información está referenciada a una carretera cuyas características físicas, geométricas y topográficas, son similares a la carretera en estudio.

Los cuadros 5.3 y 5.4 muestran los costos de inversión desglosados en cuanto a costos de preinversión, ejecución, inspección, administrativos y mano de obra. De acuerdo al Sistema de Caminos

de Nuevo León, estos costos representan un porcentaje del costo de ejecución:

Costos de preinversión	(3%)
Costos de inspección	(1%)
Costos administrativos	(3%)
Costos de mano de obra	(15%)

Asimismo, muestra los costos de inversión atribuibles al tipo de terreno para cada tramo (terreno de lomerío suave y montañoso).

Cuadro 5.3 Inversiones requeridas para cada uno de los planes de inversión para terreno de lomerío suave (Miles de N\$ a febrero de 1995).

	Costo/km	Tramo 1 21 km	Tramo 2 46 km	Tramo 3 15 km	Tramo 5 3 km	TOTAL
<u>Ampliación a 3er.</u> (sección trnsversal de 3.5 m)						
Concepto:						
Preinversión	19,672.10	413,114.1	904,916.60	295,081.50	59,016.30	1,672,128.50
Ejecución	655,737.7	13,770,491.9	30,163,934.75	9,836,065.68	1,967,213.1	55,737,705.5
Inspección	6,557.38	137,705.02	301,639.57	98,360.73	19,672.1	557,377.4
Administración	19,672.14	413,114.9	904,918.44	295,082.10	59,016.42	1,672,131.9
Mano de obra	98,360.67	2,065,573.99	4,524,590.64	1,475,409.99	295,082.00	8,360,656.61
TOTAL	800,000.00	16,800,000.00	36,800,000.00	12,000,000.00	2,400,000.00	68,000,000.00
<u>Ampliación a 4to.</u> (sección trnsversal de 5.50 m)						
Concepto:						
Preinversión	25,439.00	534,219.00	1,170,194.0	381,585.00	76,317.00	2,162,315.00
Ejecución	847,951.00	17,806,971.00	39,005,746.00	12,719,265.00	2,543,853.00	72,075,835.00
Inspección	8,480.00	178,080.00	390,080.00	127,200.00	25,440.00	720,800.00
Administración	25,439.00	534,219.00	1,170,194.0	381,585.00	76,317.00	2,162,315.00
Mano de obra	127,193.00	2,671,053.00	5,850,878.00	1,907,895.00	381,579.00	10,811,405.0
TOTAL	1,034,502.00	21,724,542.00	47,587,092.00	15,517,530.0	3,103,506.00	87,932,670.00
<u>Ampliación</u> (sección trnsversal de 7.00 m)						
Concepto:						
Preinversión	42,558.00	893,718.00	1,957,668.00	638,370.00	127,674.00	3,617,430.00
Ejecución	1,418,607.00	29,790,747.00	65,255,922.00	21,279,105.00	4,255,821.00	120,581,595.00
Inspección	14,186.00	297,906.00	652,556.00	212,790.00	42,558.00	1,205,810.00
Administración	42,558.00	893,718.00	1,957,668.00	638,370.00	127,674.00	3,617,430.00
Mano de obra	212,791.00	4,468,611.00	9,788,386.00	3,191,865.00	638,373.00	18,087,235.00
TOTAL	1,730,700.00	36,344,700.00	79,612,200.00	25,960,500.00	5,192,100.00	147,109,500.00

Fuente: Sistema de Caminos de Nuevo León.

Cuadro 5.4 Inversiones requeridas para cada uno de los planes de inversión para terreno montañoso (Miles de N\$ a febrero de 1995).

	Costo/km	Tramo 4 9 km
<u>Ampliación a 3er. carril</u> (sección trnsversal de 3.5 m)		
Concepto:		
Preinversión	22,887.00	205,983.00
Ejecución	762,893.00	6,866,037.00
Inspección	7,629.00	68,661.00
Administración	22,887.00	205,983.00
Mano de obra	114,434.00	1,029,906.00
TOTAL	930,730.00	8,376,570.00
<u>Ampliación a 4to. carril</u> (sección trnsversal de 5.50 m)		
Concepto:		
Preinversión	26,320.00	236,880.00
Ejecución	877,328.00	7,895,952.00
Inspección	8,773.00	78,957.00
Administración	26,320.00	236,880.00
Mano de obra	131,599.00	1,184,391.00
TOTAL	1,070,340.00	9,633,060.00
<u>Ampliación conjunta</u> (sección trnsversal de 7.00 m)		
Concepto:		
Preinversión	50,218.44	451,965.96
Ejecución	1,673,956.26	15,065,606.34
Inspección	16,739.48	150,655.32
Administración	50,218.44	451,965.96
Mano de obra	251,093.38	2,259,840.42
TOTAL	2,042,226.00	18,380,034.00

Fuente: Sistema de Caminos de Nuevo León.

En base a los costos de inversión proporcionados por el Sistema de Caminos de Nuevo León se obtuvo que la construcción de un 3^{er} carril, de acuerdo a nuestra propuesta, representa un 16% más alto construirlo en terreno montañoso que en terreno de lomerío suave. En el caso de la construcción del 4^o carril representa un 3.5%, y para la ampliación en conjunto un 17%.

Comparando la conveniencia de realizar la ampliación por etapas o en conjunto, se obtuvo que el construir por etapas resulta ser más caro en un 18% en terreno montañoso y en un 6% en terreno de lomerío suave.

De acuerdo al Sistema de Caminos de Nuevo León, el costo de mantenimiento que se debe asignar a un proyecto carretero es del orden del 2% del monto de la obra para el primer año y 6% del segundo año en adelante. Para fines de esta evaluación, se ha considerado emplear, un 2% del monto de la obra para el primer año y 4% para el resto de los años (durante su horizonte de planeación), de acuerdo a lo que en la realidad se lleva a cabo.

b) Costos por molestias durante la construcción

La forma de cuantificar los costos por molestias es determinando el tiempo adicional que sufre el usuario y los costos de operación adicionales en el tiempo que dura la ejecución del proyecto. Para ello se ha supuesto una reducción de la velocidad en un 50%; esto con la finalidad de cuantificar el mayor tiempo de recorrido que sufre el usuario.

Para este análisis se consideró que los usuarios se verían afectados por lo menos una vez al año en 1 km de su recorrido por esta carretera cuando se lleve a cabo su ampliación.

Para los costos de operación adicionales en el tiempo que dura la ejecución, éstos serán irrelevantes, dado que en esta carretera no hay congestión y se ha supuesto que los costos de operación vehicular en el "sin" y "con" proyecto son iguales.