



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERÍA

CAMPO DE CONOCIMIENTO: INGENIERÍA CIVIL

MODELO CONCEPTUAL EN LA EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE  
UN PROYECTO CARRETERO

**T E S I N A**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**ESPECIALISTA EN VÍAS TERRESTRES**

PRESENTA:

**ING. CARLA CORAL MEJÍA SÁNCHEZ**

DIRECTOR DE TESINA: ING. AGUSTÍN MELO JIMÉNEZ

MÉXICO, D.F.

ABRIL 2016



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*Dedicada con todo mi amor y cariño a...*

Mis padres, hermanos y abuela, por brindarme su cariño, paciencia y apoyo incondicional.

“... tu familia nunca te abandona ni te olvida”.

## *Agradecimientos*

A mis padres, Carlos y Gloria por ser mi mayor motivación, por el amor, la paciencia, los consejos, regaños, aprendizajes, desveladas, por apoyar cada una de mis decisiones y sobre todo por haberme regalado la vida, los amo.

A mis hermanos, Monse y Erick, que me enseñan día a día y apoyan en todo momento, por las risas, los abrazos y sobre todo por permitirme ser su ejemplo, los amo pequeños.

A mi abuela Gloria que siempre creyó en mí y me enseñó mucho, por su cariño, confianza y dedicación, por brindarme siempre su apoyo en todo momento, gracias por ser mi segunda madre.

A Iván, porque con él aprendí muchas cosas, por su amor, apoyo y motivación incondicional para cumplir esta meta, por no dejarme caer y compartir conmigo este camino.

A mis amigos, Jonathan, Marisol, Karina, Eduardo, por todo lo vivido, por su apoyo, risas y consejos porque más allá de ser mis amigos se han convertido en parte importante de mi vida.

Gracias a mi director de tesina el Ing. Agustín Melo Jiménez por el apoyo, no sólo en este trabajo sino en mi crecimiento profesional; al Ing. Óscar Reyes Sánchez por su apoyo, tiempo y paciencia, a mis compañeros y amigos de la SCT que de cierta forma contribuyeron en la culminación de este trabajo. También agradezco a mis profesores de la Facultad de Ingeniería y del Posgrado de Ingeniería, por compartir sus conocimientos y experiencias.

Gracias a la vida por permitirme alcanzar una meta más y tener la dicha de compartirlo con mis seres queridos.

## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....  | 1  |
| <b>CAPÍTULO I. FORMULACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA</b> .....  | 3  |
| 1.1. Entorno de la problemática.....   | 3  |
| 1.2. Evaluaciones para proyectos de inversión en los casos de Chile, Perú y España               |    |
| 1.2.1. Chile .....   | 4  |
| 1.2.2. Perú.....   | 8  |
| 1.2.3. España .....  | 11 |
| 1.3. Análisis Costo-Efectividad .....  | 17 |
| 1.3.1. Utilización de la Evaluación Costo – Efectividad en países de Latinoamérica y México..... | 18 |
| 1.4. Definición de la problemática.....  | 26 |
| <br>   |    |
| <b>CAPÍTULO II: MARCO DE REFERENCIA</b> .....  | 27 |
| 2. Planeación .....  | 27 |
| 2.1. Proyecto Carretero .....  | 28 |
| 2.1.1. Ciclo de Vida de los Proyectos .....  | 29 |
| 2.1.2. Etapa de Preinversión .....   | 30 |
| 2.2. Evaluación de Proyectos .....   | 33 |
| 2.2.1. Tipos de Evaluaciones .....   | 34 |
| 2.2.2. Diseño .....  | 41 |
| 2.2.3. Evaluación Ex – Post.....   | 41 |
| 2.3. Modelo conceptual .....   | 43 |
| 2.4. Criterios de desempeño.....   | 44 |
| <br>   |    |
| <b>CAPÍTULO III ESTUDIO CASO</b> .....   | 45 |
| 3.1. Evaluación Ex Post del Proyecto de Inversión “Periférico de Mérida” .....                   | 45 |
| 3.1.1. Diagnóstico de la situación actual .....  | 46 |
| 3.1.2. Descripción del proyecto .....  | 47 |
| 3.1.3. Situación con proyecto .....  | 53 |
| 3.2. Evaluación Ex Post del proyecto .....   | 55 |
| 3.3. Comparación de Indicadores de Rentabilidad Ex Ante y Ex Post .....                          | 63 |
| 3.4. Criterios de desempeño.....   | 65 |
| <br>   |    |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....  | 71 |
| <br>   |    |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....  | 73 |

## INTRODUCCIÓN

En México, el sector de carreteras federales o libres de peaje, está sujeto a una inversión pública, debido a la distribución presupuestal de los recursos, por tanto se priorizan los proyectos que sean más rentables social y económicamente.

En el presente trabajo se planteará un modelo conceptual basado en la definición de los criterios de desempeño donde se indicará qué tan eficientemente se ha llevado a cabo un proyecto carretero, que considera la planeación, el buen manejo de los recursos asignados, así como los beneficios y dificultades que trae consigo la elaboración de éste tipo de proyectos.

El surgimiento de nuevos proyectos o la modernización de los existentes dan pauta a la ejecución de evaluaciones socioeconómicas que permiten elegir la mejor alternativa, para obtener los mayores beneficios posibles.

México es un país en vías de desarrollo donde un factor detonante de su crecimiento es la infraestructura carretera. Es importante que los proyectos en este rubro se desarrollen con la mayor eficiencia posible y un elemento que puede ser determinante para ello es el proceso de evaluación que ha de utilizarse al formular tales proyectos.

La construcción de obras y la ejecución de proyectos no tendría sentido si el objetivo de éstos no fuera la solución de problemas o satisfacción de necesidades de la población. Es por ello, que al diseñar un proyecto se debe poner especial atención no solo a la identificación del objetivo y al propósito, sino también a la definición de los “indicadores de cumplimiento” y las fuentes de información confiables que proveen dichos indicadores.

En este trabajo se propone algo básico para evaluar el desempeño en el desarrollo de infraestructura carretera, con el objeto de identificar la problemática actual sobre las inversiones públicas en este ramo.

En el capítulo 1, se describe el entorno de la problemática, donde se muestra en forma general las evaluaciones que realizan diferentes países para los proyectos de inversión en infraestructura carretera. De igual manera, se analizan evaluaciones del tipo Costo - Efectividad para indagar su aplicabilidad en proyectos de inversión.

En el capítulo 2, se explica la planeación que requiere un proyecto carretero, la definición del mismo, el ciclo de vida del proyecto que incluye etapas como la

preinversión, contratación, inversión y operación; se hace mayor énfasis en la etapa de preinversión, debido a que en esta etapa se realiza una evaluación a nivel prefactibilidad. Además, se explican los tipos de evaluaciones que actualmente se utilizan en nuestro país para la realización de proyectos carreteros, asimismo se plantean los indicadores de desempeño tales como, 1) “Eficacia”, la cual se relaciona con el cumplimiento del proyecto y con los niveles de avance logrado de las obras respecto a lo programado, como resultado de la eficacia se obtiene el cumplimiento de las metas físicas del proyecto (longitud, ancho, etc.), tiempos de ejecución del proyecto y el costo del mismo; 2) “Eficiencia”, este criterio se refiere al grado hasta el cual se ejecutaron, administraron y organizaron las actividades de un proyecto de una manera apropiada al menor costo posible para rendir los productos y/o componentes esperados y; 3) “Efectividad” que es el grado en el cual un proyecto logró los resultados previstos y, por tanto, alcanzó su propósito y contribuyó a su fin.

En el capítulo 3, se analiza mediante un caso práctico una evaluación utilizando los criterios de desempeño, en este proyecto ya concluido, se analizan sus indicadores, desde el momento en el que se registró la obra ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, siguiendo por una evaluación Ex - Post ya en su etapa de operación y concluye con un análisis empleando los criterios de desempeño que se manejan en el capítulo 2.

Finalmente se presentan las Conclusiones acerca del trabajo donde además se incluyen algunas recomendaciones para realizar este tipo de evaluaciones a los futuros proyectos carreteros que necesitan de una inversión pública.

## CAPÍTULO I: GENERALIDADES

### 1.1. Entorno de la problemática

El transporte es una pieza clave para el desarrollo de la economía de los países, sin un adecuado manejo en el sector, los beneficios para las personas y la sociedad serán pocos; debido a lo anterior, las carreteras o vías terrestres son las responsables de mantener interconectado a un territorio, garantizar su productividad y comunicación, he ahí la importancia de su correcta planeación, construcción y conservación. La inversión en infraestructura es un tema primordial para incrementar la calidad de vida de la población y brindar competitividad a los países.

En la definición de un proyecto de inversión, participan diversos elementos de la organización como son el cuerpo directivo, área de planeación, área operativa, área financiera y área técnica (ingeniería, construcción, proyectos). A lo largo de la fase de planeación o desarrollo del proyecto, la participación de cada área toma mayor o menor preponderancia hasta que finalmente queda como responsabilidad del área técnica, para llevar a cabo su ejecución.

A lo largo de este proceso en el cual se pasa por las diferentes áreas los objetivos de la inversión (enfocados a proporcionar un servicio público) terminan desalineados con los objetivos de la ejecución (diseño y construcción del proyecto). Tal desalineación tiene como consecuencia que dicha ejecución tome más tiempo de lo programado, la inversión resulta mayor que la presupuestada y la operación es, a fin de cuentas más costosa, menos eficiente y requiere mayor mantenimiento de lo considerado en los objetivos del proyecto.

La infraestructura de un país es sumamente importante para su desarrollo, por lo tanto, es necesario contar con dependencias que se encarguen del buen funcionamiento de la infraestructura desde la concepción de la idea para satisfacer una necesidad o resolver un problema hasta la operación del mismo.

En México se realizan evaluaciones para el seguimiento de la rentabilidad del proyecto como lo son las evaluaciones Ex post; sin embargo, dichas evaluaciones no siempre reflejan el desempeño del proyecto.



## **1.2. Evaluaciones para proyectos de inversión en los casos de Chile, Perú y España.**

### **1.2.1. Chile**

Los proyectos de inversión en Chile se evalúan de una manera muy similar a la de nuestro país, para saber si un proyecto es rentable o no. Se utiliza una evaluación, ésta se debe realizar y presentar en forma independiente para cada alternativa de solución.

En Chile, por Ley, todo ente público, ya sea un ministerio, gobierno regional, municipio, empresa o servicio público que quiera ejecutar un proyecto o programa de inversión incluidos los estudios de base requeridos, debe presentar una postulación al Sistema Nacional de Inversiones (SIN) para su evaluación. Sólo aquellas iniciativas que han sido evaluadas podrán ejecutarse. En el caso de estudios de perfil o prefactibilidad, se requiere una evaluación para que el proyecto continúe a las etapas siguientes de desarrollo.

El SIN también considera la evaluación ex post de los proyectos. Estas evaluaciones permiten modificar y perfeccionar las metodologías de evaluación y afinar los parámetros y supuestos utilizados en las evaluaciones Ex ante que se realizan en el futuro. Existen dos tipos de análisis ex post, uno simplificado que consiste en revisar los costos, plazos de ejecución y cumplimiento de las normativas técnicas, justo después del término de la ejecución del proyecto en cuestión y uno en profundidad, donde además de las variables anteriores se revisa el logro de los beneficios y costos esperados después de un periodo razonable en que el proyecto haya estado en operación.

#### Evaluación del proyecto

##### a) Descripción de beneficios y costos

Se deberá describir en términos generales el tipo de beneficios y costos asociados al proyecto.

##### b) Estimación de beneficios

Los beneficios del proyecto se obtienen principalmente de comparar los costos generalizados de viaje, asociados a las situaciones sin y con proyecto. Se deberá presentar toda la información necesaria para la determinación de los costos de

operación y tiempo de viaje. Esto incluye características geométricas, rugosidades, tránsito, precios sociales, etc.

A continuación, se mencionan los componentes del costo generalizado de viaje que en definitiva permiten calcular los beneficios.

- Costo de operación vehicular (COP)

El costo de operación de los vehículos depende fundamentalmente de:

Geometría del camino

Tipo y estado de la carpeta de rodado

Tipo de Vehículos que circulan Volumen, composición y distribución vehicular

Precio social de los insumos

Para cada tipo de vehículo se debe calcular los siguientes ítemes de costo:

Consumo de Combustible (CCO)

Consumo de Lubricantes (CL)

Consumo de Neumáticos (CN)

Consumo de Repuestos (CRE)

Consumo de Horas de Mantenimiento (CHM)

Depreciación del Vehículo (DEP)

- Costo del tiempo de viaje (CTV)

El costo del tiempo de viaje de los vehículos que transitan por el camino depende fundamentalmente de:

Velocidad de operación vehicular.

Valor social del tiempo de los usuarios de los vehículos

Valor social del tiempo de retención de carga o del costo alternativo de utilización de vehículos comerciales.

Para determinar costos de operación y tiempo de viaje se deberán utilizar los siguientes modelos:

- Modelo HDM III - Chile Se utilizará para aquellos caminos que presentan flujo libre, es decir, para aquellos en que la interacción entre vehículos no es una variable económicamente importante. En general, este modelo se aplica para proyectos que no tienen como finalidad aumentar la capacidad de la vía.
- Modelo TRARR - Chile Este modelo permite analizar caminos que presentan congestión vehicular. En general se utilizará sólo para proyectos

que tienen como finalidad aumentar la capacidad de la vía. Este modelo permite calcular sólo consumo de combustibles y tiempo de viaje, de manera que el resto de los ítemes deben calcularse con el modelo HDM III - Chile.

c) Estimación de costos

- Costos de Inversión en Infraestructura y conservación del camino

Los costos de inversión en infraestructura (costo de construcción de obras) deben desprenderse de un análisis de profundidad variable según el nivel de estudio del proyecto:

Estudio a nivel de perfil: En este punto se puede utilizar estimaciones de inversión, basadas en el costo promedio por kilómetro de obras similares, indicando la fuente de información de dichos valores.

Estudio a nivel de prefactibilidad o factibilidad: En este caso, las estimaciones se deben basar en un anteproyecto de ingeniería. Se debe indicar las principales obras que incluirá el proyecto y adjuntar un presupuesto detallado de la obra, expresado en términos privados y sociales, indicando además el origen de los precios unitarios utilizados.

Por otra parte, para determinar los costos de inversión en conservación del camino se requiere lo siguiente, según sea el nivel del estudio en que se encuentra el proyecto:

Estudio a nivel de perfil: En este caso se puede utilizar estimaciones de los requerimientos de conservación, basadas en la experiencia sectorial.

El Ministerio de Desarrollo Social publica anualmente los costos aproximados de conservación para ser utilizados en estudios a nivel de perfil, en las Normas, Instrucciones y Procedimientos para la Inversión Pública.

Estudio a nivel de prefactibilidad o factibilidad: En este caso, debe tenerse presente los modelos de deterioro para estimar el nivel de conservación que requiere la carpeta, a fin de mantener el estándar del camino dentro de rangos razonables.

El valor unitario de las conservaciones debe expresarse en términos privados y sociales.

- Costos adicionales de viaje incurridos durante la ejecución de las obras de inversión (CE)

La metodología supone que durante la ejecución de las obras de inversión, el camino sigue en su operación normal y por lo tanto, no se producen costos adicionales de operación y tiempo de viaje. Esto puede no reflejar la realidad, pues lo común es que el usuario tendrá que esperar en cola cuando se implanta el sistema de banderero, o bien, deberá circular por caminos alternativos.

Cabe señalar que en la mayoría de los casos, los costos adicionales incurridos por los usuarios durante la ejecución de las obras de inversión serán poco significativos y podrán ser despreciados.

En caso de considerarse, ellos se deben describir claramente, indicando el tipo de interferencias que provocará la construcción de las obras y el costo adicional de viaje en que incurrirán los usuarios respecto de una situación sin interferencias.

#### d) Evaluación e indicadores económicos

La actualización de los costos y beneficios del proyecto se deberá realizar mediante la tasa social de descuento que el Ministerio de Desarrollo Social publica anualmente en las Normas, Instrucciones y Procedimientos para la Inversión Pública”.

Se deberá calcular los indicadores de rentabilidad económica VAN y TIR.

Además, deberá determinarse el año óptimo de inversión y el costo que implica postergar el proyecto, según se explicó en detalle en el punto “Indicadores económicos”.

Los resultados así obtenidos deberán sensibilizarse frente a cambios en variables que se estima relevantes y presentan mayor riesgo de ocurrencia.

En estudios a nivel de Perfil bastará con sensibilizar la rentabilidad del proyecto ante aumentos de la inversión inicial.

En estudios a nivel de Prefactibilidad también será necesario sensibilizar la rentabilidad ante cambios en la estimación del tránsito futuro, suponiendo un escenario pesimista, medio (más probable) y optimista.

Finalmente, se debe entregar, si corresponde, un listado de todos aquellos costos y beneficios que no pudieron incluirse en la evaluación, debido a la dificultad de su cuantificación, ya sea que estén o no explícitos en la presente metodología.<sup>1</sup>

### 1.2.2. Perú

En Perú, el Ministerio de Economía y Finanzas, a través de la Dirección General de Inversión Pública (DGIP), es la más alta autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) y dicta las normas técnicas, los métodos y los procedimientos que rigen los proyectos de inversión pública.

Toda iniciativa de inversión debe ser analizada con el fin de que se seleccione la mejor alternativa de solución a un problema determinado y se demuestre que es rentable socialmente y sostenible. En este sentido, es necesario que todos los involucrados en la fase de preinversión de un proyecto conozcan cómo se elabora un perfil, estudio de preinversión con el que se inicia el ciclo del proyecto, lo que es obligatorio para todos los proyectos.

En la identificación, la formulación y la evaluación social de todo Proyecto de Inversión Pública (PIP) a nivel de perfil en Perú se realizan diferentes análisis con la finalidad de asegurar que:

- 1) Se identifica el problema con precisión
- 2) Se selecciona la mejor alternativa de solución al problema
- 3) Se evidencia que el proyecto es sostenible, rentable socialmente y compatible con los Lineamientos de Política Sectorial y Planes de Desarrollo respectivos.

La participación transparente de todos los involucrados en la fase de preinversión de un PIP es imprescindible para poder asegurar los tres requisitos mencionados, como también para reducir el riesgo de conflictos sociales antes y durante la inversión, y lograr el compromiso de los beneficiarios en las fases de inversión y postinversión del Ciclo del Proyecto.

Dentro de la guía general para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública a nivel de perfil para obtener la rentabilidad del proyecto principalmente se utiliza la rentabilidad social y se estima utilizando el método del Valor Actual Neto (VAN Social) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

---

<sup>1</sup> Ministerio de Desarrollo Social/Metodología de Proyectos de Transporte Interurbano, Chile, 2012.

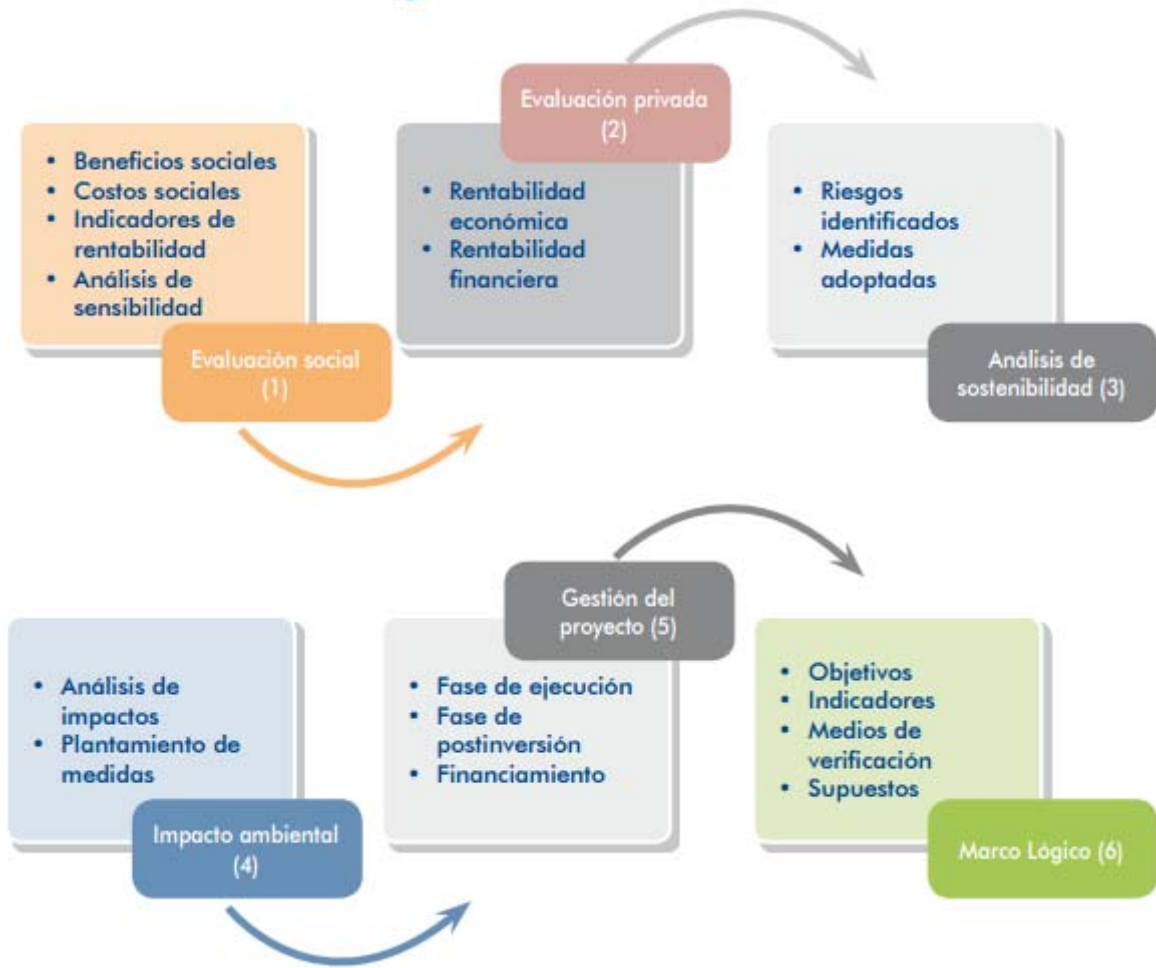


Figura 1. Ruta a seguir en la Evaluación de un proyecto carretero

*Fuente: Guía general para identificación formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública a nivel de perfil, Sistema Nacional de Inversión Pública, Lima: DGPI-MEF (Dirección General de Política de Inversiones-Ministerio de Economía y Finanzas), 2014.*

En el proceso de la evaluación de los proyectos se define un objetivo central, se obtiene la oferta y la demanda, así como los beneficios que traerá consigo el proyecto de inversión. Para juzgar el logro del objetivo central, se necesitan seleccionar los indicadores apropiados para evaluarlos y comparar las diferencias entre el plan (metas) y la situación real y también entre el antes y después del proyecto. Los indicadores para el objetivo central (propósito) estarán compuestos por tres niveles; oferta (disponibilidad), utilización (producción) y beneficios (efectos directos intencionales). De acuerdo con el objetivo central (propósito) de estos tres niveles, se debe seleccionar los indicadores más apropiados. Se necesita realizar un examen de los factores para el logro total o parcial del objetivo central donde se utiliza toda la información disponible, no limitándose a los

indicadores antes mencionados, con la finalidad de aprender lecciones importantes y emitir recomendaciones prácticas y útiles.

En Perú se señala en las Pautas Generales para la Evaluación Ex Post de Proyectos de Inversión Pública, dos tipos de evaluaciones una llamada Evaluación de Culminación que es una evaluación obligatoria para todos los PIP del sector transportes. Aquellos proyectos con monto de inversión mayor a los S/. 3 millones de Nuevos Soles aplicarán los contenidos mínimos para la evaluación de culminación; Será llevado a cabo dentro de los seis meses, contados a partir de la fecha de culminación física de todos los componentes del PIP (incluyendo aquellos componentes intangibles), de darse el caso inclusive antes de la recepción, liquidación o inicio de los servicios. En caso de encontrarse demoras significativas en tales aspectos, éstas serán objeto de investigación dentro de la evaluación de culminación.

La otra evaluación es la Evaluación de Resultados; dicha evaluación en el sector transportes será orientada a todos los PIP cuyo monto de inversión sea mayor a los 6 millones de nuevos soles. PIP con montos menores serán evaluados en una muestra representativa de este tipo de proyecto. En el caso del sector transportes, es recomendable realizar la evaluación de resultados luego de que el PIP esté operando durante un plazo mínimo de dos años.

Para la evaluación Ex Post se necesita que los siguientes datos se actualicen, en base a los resultados actuales y la información actualizada disponible:

- Costo de inversión
- Costo de operación y mantenimiento
- Beneficios generados por el proyecto
- Indicador de utilización (volumen de tráfico de vehículos y/o carga, etc.) y otros indicadores usados en la estimación original de la efectividad (ahorros en costos de operación, etc.).

### 1.2.3. España

En España la evaluación de los proyectos de inversión para carreteras se realiza mediante una evaluación económica, fundamentada en la “*Metodología Para la Evaluación de Proyectos de Inversión en Carreteras*”<sup>2</sup>.

En el sector de transporte y concretamente en carreteras, la evaluación económica ofrece algunas particularidades, entre las que destacan:

- El estudio, por lo general, debe extenderse a una zona de influencia más o menos amplia, en la cual se advierte el impacto producido por la inversión.
- Como consecuencia de lo anterior, los proyectos de inversión en carreteras suelen dar lugar a la creación de economías externas.

Un proyecto de inversión en carreteras consiste en un conjunto de acciones sujetas a una serie de restricciones de carácter físico, técnico y económico que es preciso superar, y dirigidas a la consecución de unos objetivos fijados previamente e integrados dentro de un programa más amplio de inversiones.

El objetivo que básicamente se persigue con una inversión en carreteras es la mejora de las condiciones de circulación de los vehículos automóviles. Sin embargo, dentro de este objetivo general y a efectos operativos, pueden considerarse, entre otros, los siguientes objetivos parciales:

- Mejora de la accesibilidad.
- Disminución del costo de transporte.
- Mejora del nivel de servicio.
- Reducción del impacto sobre el medio ambiente.



Figura 2. Proceso de la Evaluación Socioeconómica de un proyecto.

<sup>2</sup> Metodología elaborada por el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, España, 1980.



### a) Alternativas

En la etapa de las alternativas se proponen diferentes alternativas para satisfacer las necesidades, se propone una situación sin proyecto, en esta opción no realiza actividad alguna y se valoran las condiciones actuales; otra alternativa es la que se propone una posible solución.

La evaluación económica, con los criterios de rentabilidad que más adelante se definan, constituye un instrumento que permite ordenar las distintas alternativas según su rentabilidad

### b) Análisis de la Demanda

El Análisis de la Demanda de un proyecto de carreteras consiste en la estimación de las corrientes actuales y futuras de desplazamiento de personas y mercancías a través de este modo de transporte.

1.- Delimitación y caracterización de la zona de influencia. Se estudiarán, como mínimo, la densidad, localización y distribución por edades de la población, niveles de renta, grado de motorización, estructura económica y uso, de suelo.

2.- Análisis de la red y oferta de transporte.

El análisis de la red vial incluida en la zona de influencia deberá comprender las características geométricas, físicas y funcionales de la red (trazado, perfil longitudinal, secciones transversales tipo, velocidad específica y tipo de pavimento de cada tramo)

La oferta de transporte se definirá por los costos, capacidad, nivel de servicio, etc., del transporte por carretera y de los modos alternativos de transporte.

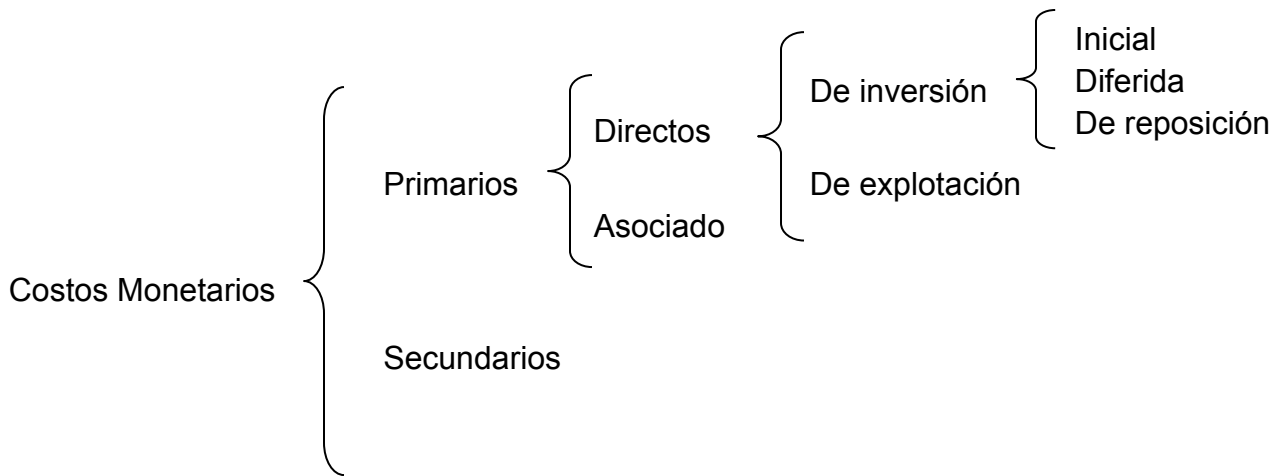
3.- Demanda de transporte. Para conocer la utilización de la red viaria de la zona de influencia se realizarán los aforos necesarios. A continuación, y para conocer la forma con que los flujos de tráfico se distribuyen en la red, se dividirá la zona de influencia en un cierto número de subzonas entre las que se investigará el número de viajes que tienen lugar entre ellas, utilizando, a tal efecto, encuestas origen y destino. Por último, conocido el número de viajes que tienen lugar entre las diferentes subzonas, se calculará, en función de las variables que caracterizan la zona de influencia y por medio de los oportunos modelos matemáticos, la atracción y generación de viajes en cada subzona.

El periodo de tiempo considerar en el análisis de la demanda deberá guardar relación con la vida económica del proyecto en general, no será preciso considerar periodos de más de 30 años dada la escasa importancia que tienen los flujos

actualizados de costos y beneficios correspondientes a años posteriores al último del citado periodo.

c) Definición, identificación y clasificación de los costos

Los costos monetarios, atendiendo a la forma en que se han generado, pueden clasificarse de la siguiente forma:



Fuente: Metodología para la Evaluación de Proyectos de Inversión en Carreteras, Primera Edición, España, 1980. Recuperado Octubre de 2015.

Los costos primarios de un proyecto de carreteras están constituidos por el valor de los bienes y servicios utilizados para el establecimiento y explotación de la infraestructura que el proyecto pretende implantar.

Los costos primarios pueden ser directos o asociados. Son costos directos los constituidos por el empleo de aquellos bienes y servicios necesarios para alcanzar los fines del proyecto. Son costos asociados aquellos que no siendo imprescindibles para alcanzar los fines del proyecto, contribuyen a una mejor utilización del mismo.

De acuerdo con su naturaleza los costos primarios se clasifican en costos de inversión y costos de explotación. Los costos de inversión pueden ser de inversión inicial; o de primer establecimiento, que son los que se realizan en el momento inicial, de inversión diferida o costos diferidos en el tiempo; y de reposición, entendiendo como tales aquellos costos que es preciso realizar para reponer aquellas partes de la infraestructura que lo requieran (inversión de reposición). Los costos de explotación son aquellos que se producen a lo largo de la vida del

proyecto y son necesarios para el buen funcionamiento de la infraestructura a implantar.

Los costos secundarios son aquellos derivados de actividades económicas anteriores o posteriores a la primaria o inducida por el proyecto y que son consecuencia de la realización del mismo, así como los ocasionados por des economías externas derivadas del proyecto. Dadas las dificultades inherentes a su cuantificación no se tendrán en cuenta, por lo general, en los cálculos, si bien se á preciso identificarlos y cuantificarlos en la medida de lo posible. En determinados casos pueden llegar a tener una importancia superior a la de los costos primarios y, por tanto, su consideración deberá llevarse a cabo de una forma más profunda.

Por lo general en la determinación de los índices de rentabilidad solamente se considerarán los costos monetarios primarios, mientras que los costos monetarios secundarios únicamente se incluirán cuando, de forma paralela, los correspondientes beneficios secundarios puedan ser identificados, cuantificados y valorados para las diferentes alternativas en estudio.

#### d) Definición, identificación y clasificación de los beneficios

Para la obtención de los beneficios primarios de un proyecto de carreteras se seguirán las siguientes etapas:

- Determinación de los costos de circulación para los diferentes tramos o itinerarios que pueden considerarse en las distintas alternativas a comparar.
- A partir de los costos así obtenidos, se determinarán los beneficios primarios sumando los beneficios parciales obtenidos multiplicando los tráficos de los diferentes tramos o itinerarios por la diferencia entre los costos de circulación en que incurriría el usuario en el supuesto que no se modificara la situación actual y los correspondientes a cada una de las distintas alternativas en estudio.

#### e) Análisis económico

La determinación de la rentabilidad económica de un proyecto se realiza por la comparación de sus costos y beneficios. Esta comparación debe contemplarse de forma objetiva considerando las repercusiones del proyecto sobre la economía en su conjunto, con independencia de su financiamiento y de las personas o entidades que perciben sus beneficios. El cálculo de la rentabilidad económica de un proyecto parte de la determinación de los costos y beneficios del mismo, evaluados según un sistema de valores previamente establecido, y culmina con la obtención de unos índices de rentabilidad que tratan de reflejar, desde un punto de vista económico, el interés de la realización de la correspondiente inversión.

## Índices de rentabilidad

A partir de los valores actualizados de los costes y beneficios de proyecto expresados por las fórmulas:

$$B = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}$$

$$C = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

$B_t$  = Beneficios primarios en el año  $r$ .

$C_t$  = Costos primarios en el año  $r$ .

$n$  = *Periodo* de análisis

$r$  = Tasa de actualización o descuento

- Valor Actual Neto (VAN) = B-C

Es igual a la diferencia entre los valores actualizados, a la tasa de descuento elegida, de los flujos de beneficios y costes del proyecto.

- Relación Beneficio-Coste (BK) = B/C

Es igual a la relación de los valores actualizados, a la tasa de descuento elegida, de los arriba citados flujos de beneficios y costos del proyecto.

- Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

Es igual a la tasa de descuento que iguala los valores actualizados de costos y beneficios del proyecto o, lo que es lo mismo, aquella tasa a la que corresponda un valor actual neto nulo.

- Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI).

Es igual al cociente entre el beneficio producido durante el primer año de explotación del proyecto y el valor de los costos actualizados, a la tasa de descuento elegida, hasta la misma fecha.

- Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI).

Es igual al periodo de tiempo para el que se verifica que el valor actualizado, a la tasa de descuento elegida, del flujo de beneficios del proyecto supera al valor actualizado de los costos.

Para que un proyecto sea rentable, los valores de los índices deben satisfacer las siguientes condiciones:

$$\begin{aligned}VAN &> 0 \\B/C &> 1 \\TIR &> r \\PRI &< n\end{aligned}$$

Dada la amplia variedad de proyecto; que puede incluir el Sector de Carreteras, desde simples inversiones de conservación hasta las grandes realizaciones en autopista, no es posible establecer un umbral mínimo para la Tasa Interna de Rendimiento aunque, en pura teoría, dicho umbral vendrá condicionado por el costo de oportunidad del capital al cual nunca podrá ser inferior.

#### Criterios de elección de alternativas

La determinación de los valores que adoptan los diferentes índices de rentabilidad para las distintas alternativas, permite su ordenación de acuerdo a su mayor o menor rentabilidad.

Entre los diferentes *índices* a utilizar se encuentra la Tasa Interna de Rendimiento (TIR) es el más adecuado cuando la vida del agente inversor se puede considerar ilimitada y existen múltiples ocasiones de invertir a lo largo de tiempo. Por otra parte, la determinación de este índice no requiere el establecimiento previo de una tasa de actualización como sucede con el resto de los índices definidos.

#### f) Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad tiene por objeto determinar la variación que se produciría en dichos resultados como consecuencia de posibles desviaciones de los valores asignados a las variables que intervienen en los cálculos contemplados en las etapas anteriores.

Mediante la aplicación de las normas y criterios contenidos en la metodología que se utiliza en España, se pretende contribuir a la racionalización del Gasto Público buscando la óptima utilización de unos recursos de carácter escaso en relación con las oportunidades de inversión.

Como podemos observar en los países analizados sobre su sistema de evaluación socioeconómica, son muy parecidos, a pesar de que las economías de cada uno de estos países son diferentes.

En el caso de Chile la evaluación no solo es Ex ante, sino que también se realizan evaluaciones Ex post, en este país se realizan dos evaluaciones Ex post en diferentes etapas del proyecto, la primera que es una evaluación simplificada, la cual se realiza una vez que la obra fue ejecutada, en esta se verifican los costos de la obra, los tiempos de ejecución, así como el cumplimiento de lo establecido en la normativa correspondiente al proyecto de inversión; la segunda evaluación es más profunda, se realiza cuando la obra en cuestión ya está en su etapa de operación, esta evaluación revisa el logro de los beneficios y los costos obtenidos con la realización del proyecto.

### 1.3. Análisis Costo – Efectividad

De acuerdo con la investigación que he realizado, las evaluaciones para proyectos de inversión en diferentes países de Latinoamérica son muy semejantes a lo que se hace actualmente en México para saber la rentabilidad de un proyecto de inversión en este caso de un proyecto carretero.

Existe otro tipo de evaluación la cual es una forma de análisis económico que compara los costos relativos con los resultados (efectos) de dos o más cursos de acción, se conoce como análisis de Costo-Efectividad (ACE) o Cost-Effectiveness Analysis (CEA). El análisis de Costo-Efectividad es distinto del análisis de costo-beneficio, que asigna un valor monetario a la medida del efecto.

A partir de la década de los cincuenta, en el sector público se comenzó estructurar una metodología cuya finalidad era delimitar una estructura analítica eficiente para la toma de decisiones, en situaciones donde específicamente no era posible efectuar una evaluación monetaria de los resultados y beneficios de un programa gubernamental. Durante esta fase, la llamada Evaluación Costo Efectividad, se desarrolló principalmente en el área militar, así como en el área de economía para la salud.

De acuerdo a Levin, H y P. McEwan (2001), la evaluación Costo - Efectividad se puede definir como la evaluación de alternativas considerando sus costos y los efectos de éstos, expresados en resultados. Estos dividendos son expresados en términos físicos y no monetarios.

### 1.3.1. Utilización de la Evaluación Costo – Efectividad en países de Latinoamérica.

#### Chile

En Chile se utiliza la Evaluación Costo- Efectividad en el sector educativo y en el sector salud con mayor énfasis.

A continuación, se dará una breve descripción de cómo se maneja el concepto de la Evaluación Costo-Efectividad en este país.

- Evaluación de alternativas en función de su costo y sus efectos con respecto a algún resultado/beneficio esperado
- Sólo se pueden comparar alternativas con mismo propósito
- Se requiere una medida común de efectividad (no monetizada)
- Sólo nos dice si alternativa A es más costo-efectiva que otra alternativa B para el mismo resultado o impacto
- No es costo eficiencia (costo/insumo)

Compara costos monetarios (económicos) y efectos no monetarios

- Razón de Costo/Efectividad (C/E) o
- Efectividad/Costo (E/C)

Tabla 1. Ventajas y Desventajas de la Evaluación Costo-Efectividad

| <b>Ventajas</b>  | <b>Desventajas</b>  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• (A veces) es fácilmente aplicable cuando hay datos e información sobre efectos y costos</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• No es útil para estimar el valor de una intervención</li> </ul>                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy útil para comparaciones al interior de sectores (que comparten objetivos y medidas de efectividad)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• No es útil para comparar entre sectores con medidas de impactos distintas</li> </ul> |

En la Tabla 2 se hace una comparación entre un análisis de Costo-Beneficio y uno de Costo-Efectividad.

Tabla 2. Diferencia entre Costo-Beneficio y Costo-Efectividad

| <b>Costo Beneficio</b>  | <b>Costo Efectividad</b>  |
|---|---|
| • Beneficios – costos   | • Evaluación de alternativas en función de su costo y sus efectos con respecto a algún resultado esperado |
| • Ambos monetizados   | • Sólo se pueden comparar alternativas con mismo propósito  |
| • Cada alternativa se puede analizar en función de sus méritos          | • Se requiere una medida común de efectividad (no monetizada)   |
| • Se pueden comparar alternativas con distinto propósito                | • Sólo nos dice si alternativa x es más costo-efectiva que alternativa y para el mismo resultado          |
| • Se pueden comparar dos proyectos distintos                            | • No es costo eficiencia (costo/insumo)   |
| • Muchas veces complejo monetizar beneficios (validez de los supuestos) |   |

Ejemplo:

A nivel del sector Salud, la evaluación Costo –Efectividad, se emplea cuando dos alternativas ofrecen el mismo resultado pero en magnitudes diferentes.

Esta evaluación considera la eficacia de la alternativa como la aceptación de quienes la reciben y generalmente se cuantifica en unidades naturales, por ejemplo: reducción en días de incapacidad por unidad de costo.



## **Perú**

En la República de Perú, según el Sistema Nacional de Inversión Pública y la Gestión del Riesgo de Desastre, existen unas pautas metodológicas para la incorporación del Análisis del Riesgo de desastres en los Proyectos de Inversión Pública, la cual involucra la aplicación del Análisis Costo-Efectividad, solo que en este caso es para un proyecto de tratamiento de aguas residuales, que incluye medidas de reducción de riesgo.

Esta metodología se utiliza cuando la cuantificación monetaria de los beneficios del proyecto no es viable. Para ello, se requiere definir un Indicador de Efectividad (IE) y luego estimar el Ratio Costo Efectividad (CE), para determinar la mejor alternativa de solución al problema.

El Análisis Costo Efectividad descrito en los pasos 4.3.a.1 y 4.3.a.2 de la Guía General<sup>3</sup> se utiliza de la misma manera, pero si al incluir el Análisis del Riesgo, se determina que el proyecto se enfrenta a situaciones de riesgo entonces todas las alternativas de solución propuestas deberán incluir medidas de reducción de riesgo (estructurales y/o no estructurales), de tal forma que los costos de las alternativas puedan ser comparables entre sí. Es decir, la inclusión del Análisis del Riesgo no modifica el tipo de análisis (Análisis Costo Efectividad o Análisis Costo Beneficio) que se debe utilizar para cada tipo de proyecto, la cual se determina por las características propias del proyecto.

Un ejemplo de la aplicación del Análisis Costo-Efectividad es el siguiente:

---

<sup>3</sup> Guía General de Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Inversión Pública a Nivel de Perfil, aprobada en julio de 2003. Lima, Perú.

### **Paso 4.3.a.1: El indicador de efectividad (IE)**

El indicador de efectividad debe expresar los objetivos y metas del proyecto como indicadores de impacto. No obstante, la ausencia de información hace que muchas veces sólo se puedan tener indicadores vinculados con los resultados inmediatos obtenidos (llamados usualmente indicadores de eficacia). Por ejemplo, un indicador de efectividad de un programa de vacunación infantil sería el cambio en la tasa de prevalencia de la enfermedad que se quiere controlar en los grupos de edad relevantes; en cambio, un indicador de eficacia para este mismo ejemplo sería el número de niños y niñas vacunados en un año.

### **Paso 4.3.a.2: El ratio costo efectividad (CE)**

El ratio costo efectividad es el cociente del indicador definido en el paso anterior y el valor actual de los costos sociales netos como se muestra en la siguiente ecuación:

$$CE = \frac{VACSN}{IE}$$

donde, CE: es el ratio costo efectividad

VACSN: es el valor actual de los costos sociales netos

IE: es el indicador de efectividad

Como se mencionó anteriormente, este ratio indica el costo social promedio, en valores actuales, de una unidad de beneficio no monetario. Por ello, se deberá seleccionar la alternativa que presente el menor ratio costo efectividad.

Suponga que está evaluando la ejecución de un proyecto de tratamiento de aguas residuales, que presenta dos alternativas de solución:

- a) Construcción de lagunas de oxidación
- b) Uso de tanques Imhoff (tanque para tratamiento anaeróbico de las aguas servidas)

Bajo el supuesto de que no se pueden estimar los beneficios y se indica que se estarían enfrentando a situaciones de alto riesgo, se efectuará el Análisis Costo Efectividad pero considerando las medidas de reducción de riesgo que permitan mantener la operatividad del servicio ante la ocurrencia de una situación de riesgo.

Las acciones para incluir el Análisis del Riesgo en el Análisis de Costo-Efectividad para cada alternativa son:

- „ Definir el Indicador de Efectividad (IE) que, para el ejemplo, será el número de personas atendidas, que se estima en 3 900 en promedio por año, para un período de 10 años.
- „ Estimar los costos de inversión y los costos de operación y mantenimiento, incluyendo los costos que se generan por las medidas de reducción de riesgo.
- „ Estimar los costos sociales de inversión y costos sociales de Operación y Mantenimiento, incluyendo los costos que se generan por las medidas de reducción de riesgo.
- „ Calcular el Valor Actual de los Costos Sociales (VACS), utilizando la Tasa Social de Descuento a Precios constantes de 11%.
- „ Calcular la relación de Costo Efectividad (CE), como el cociente entre el VACS y el IE.
- „ Comparar los CE de cada alternativa y seleccionar el de menor costo, ya que implica que para un mismo nivel de “beneficio no monetario”, el costo social es menor, incluyendo medidas de reducción de riesgo.

**Aplicación del Análisis de Costo-Efectividad en un proyecto de tratamiento de aguas residuales, que incluye medidas de reducción de riesgo.**

| <b>Alternativa 1: Lagunas de oxidación</b>                                |                |              |
|---|----------------|--------------|
| Rubros de costos  | Año 0          | Años 1-10    |
| A. Costos de inversión generales  | 301,893        |              |
| B. Costos de inversión por medidas de reducción de riesgo                 | 36,227         |              |
| <b>C. Costos de inversión totales (a+b)</b>                               | <b>338,120</b> |              |
| D. Costos de operación y mantenimiento                                    |                | 1,600        |
| E. Costos de operación y mantenimiento por medidas de reducción de riesgo |                | 80           |
| <b>F. Costos de operación y mantenimiento totales (D+E)</b>               |                | <b>1,680</b> |
| <b>G. Costos totales (C+F)</b>  | <b>338,120</b> |              |
| H. VACS   | 348,014        |              |
| I. IE: Total de población beneficiada                                     | 3,900          |              |
| <b>J. Costo Efectividad de Alternativa 1</b>                              | <b>89</b>      |              |
| <b>Alternativa 2: Tanques Imhoff</b>                                      |                |              |
| Rubros de costos  | Año 0          | Años 1-10    |
| A. Costos de inversión generales  | 341,221        |              |
| B. Costos de inversión por medidas de reducción de riesgo                 | 51,183         |              |
| <b>C. Costos de inversión totales (a+b)</b>                               | <b>392,404</b> |              |
| D. Costos de operación y mantenimiento                                    |                | 2,150        |
| E. Costos de operación y mantenimiento por medidas de reducción de riesgo |                | 86           |
| <b>F. Costos de operación y mantenimiento totales (D+E)</b>               |                | <b>2,236</b> |
| <b>G. Costos totales (C+F)</b>  | <b>392,404</b> |              |
| H. VACS   | 405,213        |              |
| I. IE: Total de población beneficiada                                     | 3,900          |              |
| <b>J. Costo Efectividad de Alternativa 2</b>                              | <b>104</b>     |              |

Comparando la relación de Costo Efectividad de cada alternativa se observa que la alternativa N°1 es la más costo efectiva, bajo el supuesto de que mantiene el flujo de servicios, pese a la ocurrencia de situaciones de riesgo.

## México

A partir de la implementación del Sistema de Evaluación de Desempeño en la Administración Pública Federal y de la realización de evaluaciones externas a Programas Presupuestarios en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se llevó a cabo una evaluación denominada “Evaluación de Costo Efectividad” para tres programas presupuestarios (K003 “Proyectos de Infraestructura Económica de Carreteras”, K031 “Proyectos de Infraestructura Económica de Carreteras Alimentadoras y Caminos Rurales” y K037 “Conservación de Infraestructura de Caminos Rurales y Carreteras Alimentadoras”).

Dicha evaluación definió una serie lógica para determinar los beneficios y resultados de los programas. Esta estructura responde a cuatro elementos específicos con los cuales se puede fundamentar el estudio general.

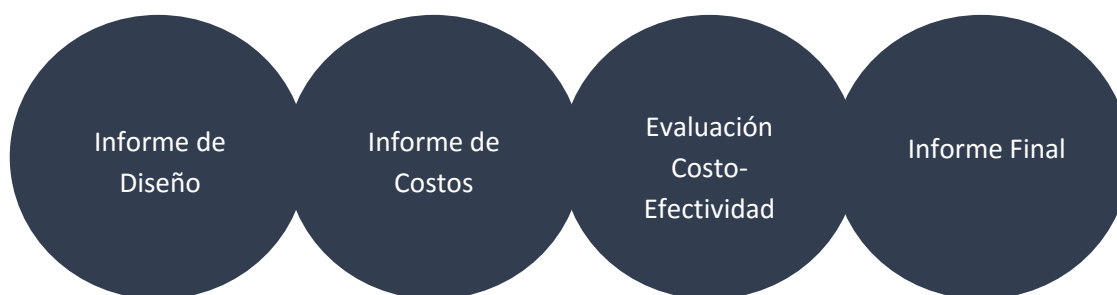


Figura 3. Metodología para la Evaluación Costo Efectividad  
*Fuente: UNAM-IIS, 2015*

A su vez, la Evaluación Costo–Efectividad se compone de las siguientes etapas:

- a) Diseño: Establecer una perspectiva integral de la estrategia utilizada por los operadores de los programas presupuestarios en materia de infraestructura carretera.
- b) Costos: Identificar, cuantificar y valorar los costos internos y externos de los proyectos de inversión.
- c) Costo – Efectividad: Determinar la relación costo/efectividad del programa a través del análisis de los PPIs que lo conforman así como el benchmark.

## d) Informe Final: Conclusiones y recomendación de la EECE.

El diseño de la evaluación contiene ocho fases, las cuales son explicadas en la siguiente tabla:

Tabla 3. Fases del Diseño de la Evaluación

| Fases  | Objetivo  |
|--|---|
| Descripción del Programa   | Establecer el panorama general de manera individual en que opera el programa.   |
| Principales características del programa                               | Describir de manera general el programa.  |
| Justificación de la creación y diseño del programa                     | Analizar la justificación de la creación y del diseño del programa evaluado.  |
| Contribución del programa a los objetivos nacionales y los sectoriales | Determinar si los propósitos del programa presupuestario contribuyen al cumplimiento de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo y del Programa Sectorial respectivo.                          |
| Población potencial y objetivo   | Identificar si la población potencial, objetiva y atendida está definida en documentos oficiales y si cuentan con unidades de medida, metodologías para su cuantificación y fuentes de información. |
| Matriz de Indicadores de Resultados                                    | Se analizarán la Matriz de Indicadores de Resultados del programa considerando que cumpla con todas las características establecidas en la metodología del marco lógico.                            |
| Complementariedades y/o coincidencias con otros programas              | Analizar si el programa se complementa o presenta similitudes con otros programas federales y generan sinergias para desarrollar la infraestructura de transporte y logística nacional.             |
| Conclusiones del Diseño del Programa                                   | Determinar las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de Programa.   |

Fuente: UNAM-IIS, 2015.

A su vez, los costos del programa se clasifican en:

- a) Descripción del marco teórico.
- b) Diseño y elaboración de los instrumentos para el levantamiento de costos de cada uno de los programas.
- c) Análisis de los proyectos carreteros de los programas.
- d) Identificación, cuantificación y valoración de los costos operativos para cada uno de los programas.
- e) Estimación de los costos de las principales entidades asociadas con la operación de cada uno de los programas.
- f) Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios para cada uno de los programas.
- g) Estimación de indicadores de rentabilidad.
- h) Conclusiones.

Dicha evaluación es pionera en el sector carretero, comparándola con las evaluaciones efectuadas en el sector salud, podemos darnos cuenta que se tuvo que realizar a un programa más no a un solo proyecto, porque un requisito que debe tener el proyecto a evaluar es que sea comparable con algún otro que tenga los mismos resultados.

Una vez conocida la metodología de un Análisis de Costo – Efectividad podemos darnos cuenta que para el caso de un solo proyecto carretero, no es conveniente evaluar de esta manera debido a que se necesita de una comparación, en este caso de dos proyectos carreteros semejantes y como bien sabemos, la naturaleza de un proyecto carretero es única, a pesar de que muchas veces los resultados que se buscan sean muy parecidos como podría ser el comunicar dos o más localidades, aumentar las velocidades de tránsito, etc.

Definir un indicador de efectividad como en el caso del sector salud es sumamente complejo para el sector carretero puesto que no se cuenta con una población objetivo sino más bien con un área de enfoque, la cual se refiere a la población beneficiada.

De acuerdo con lo anterior, se plantea como solución utilizar los criterios de desempeño que se utilizan en la metodología de sistemas suaves. En el capítulo II se definen los criterios mencionados.

#### **1.4. Definición de la problemática**

La problemática actual en proyectos carreteros de inversión es la falta de una medida que nos indique de manera concreta el desempeño de los proyectos; la metodología actual solo mide en términos de costos y beneficios, sin embargo, es importante conocer el desempeño del proyecto para saber si se están invirtiendo adecuadamente los recursos. Por lo que se sugiere que dicha metodología se amplíe con una evaluación que incluya criterios de desempeño.

Por ejemplo, en la evaluación Ex post solo se realiza la comparación entre lo planeado y lo ejecutado, mientras que, si hacemos una evaluación de desempeño, es una manera más precisa de monitorear y obtener el desempeño real que lleva a cabo el proyecto.

El problema económico sea cual sea el proyecto debe tenerse claro que lo principal es que asegure resolver una necesidad humana en forma eficiente, segura y rentable, y por supuesto que de una mejor solución al problema económico que se ha planteado y así conseguir que se disponga de los antecedentes y la información necesaria que permita asignar en forma racional los recursos escasos a la alternativa de solución más eficiente y viable frente a una necesidad humana percibida.

Por lo que en este trabajo se evaluará un proyecto que actualmente se encuentra en operación, ya se le realizó una evaluación Ex Post y con ello se emplearán los criterios de desempeño para conocer y confirmar el correcto desempeño del proyecto.

## CAPÍTULO II: MARCO DE REFERENCIA

### 2. Planeación

Todo proyecto requiere de una etapa de planeación; para llevar a cabo la planeación de un proyecto carretero, es preciso que se establezcan los objetivos que se quieren alcanzar con las acciones que se van a emprender, en forma concreta y realizable, satisfaciendo la demanda de transporte de personas y mercancías con un mínimo de recursos.

El objetivo de la planeación en carreteras, es evaluar la factibilidad del proyecto mediante el análisis del estudio socioeconómico, éste dependerá de que los beneficios que se obtengan con la obra superen a los costos de inversión, mantenimiento y operación, cumpliendo con las expectativas de obtener un rendimiento en un plazo determinado. Entonces, los principales proyectos y productos requeridos de la planeación son un anteproyecto de la carretera y un estudio socioeconómico, los cuales a su vez necesitan para su elaboración de estudios complementarios pero indispensables como son mediciones de tránsito, de traslado de mercancías y de personas, costos de construcción y conservación, análisis de rentabilidad, etc.

Entre los objetivos de una adecuada planeación de la red carretera está disminuir desequilibrios sociales y económicos, mejorando el desarrollo regional y el acceso a zonas rurales marginadas. Se busca efficientar el uso de los recursos, satisfacer las necesidades del usuario, considerar aspectos de seguridad y movilidad, tomar en cuenta la protección al medio ambiente y el desarrollo de proyectos que contribuyan al reordenamiento territorial y la eficiencia operativa. Para conseguir lo anterior, se establecen los objetivos, se realiza el planteamiento de las actividades, llevando a cabo la preparación y la puesta en práctica de las acciones seleccionadas, con un sistema de control y seguimiento de la evolución de la red carretera. Se debe conocer el estado actual del sistema a través de la descripción física de la red, la cuantificación de la demanda del tránsito en las distintas secciones de la red y la valoración de su funcionamiento. La descripción de la red se consigue mediante el desarrollo de un sistema de gestión de todas las carreteras, en el que aparezcan cada uno de los tramos, las características geométricas del trazado, sus características físicas, estado del señalamiento, entre otros.



El conocimiento de la demanda actual en la infraestructura carretera, exige la realización de aforos de tráfico para determinar el número de vehículos y su composición vehicular, realizando estudios de origen - destino. Para prever la demanda de tráfico, existen diversos métodos, debido a que depende de un gran número de factores, tales como el nivel de desarrollo económico de una región, la localización de sus actividades industriales, comerciales, políticas, innovaciones tecnológicas, etc. Una vez determinada la demanda que ha de soportar una carretera, la aplicación de la ingeniería de tránsito también se requiere obtener estimaciones de demanda, características de la circulación y la proyección futura.

En la selección de la opción óptima, debido a que en muchas ocasiones los objetivos son de tipo económico, es conveniente analizar diferentes alternativas que resuelvan la necesidad inicial estudiando los beneficios que pueden obtenerse y los costos de su realización de estas opciones; se debe realizar una evaluación económica para cada alternativa de solución comparándola con la alternativa cero o “hacer nada”, con las alternativas que resulten rentables, es necesario hacer un análisis de los beneficios y costos incrementables en el que se comparen las alternativas, del cual saldrá la más rentable. El proceso de planeación de carreteras a cargo de la Secretaría de Comunicaciones y transportes (SCT), lo efectúan las Direcciones Generales de Desarrollo Carretero (DGDC) y de Carreteras (DGC), teniendo como objetivo atender la conexión de las áreas económicas del país, modernización, expansión, y mejorar la calidad del servicio de la red carretera nacional.

## 2.1. Proyecto carretero

Para conocer sobre los proyectos carreteros, a continuación, se define lo que es un proyecto; un proyecto es un conjunto de actividades coordinadas e interrelacionadas que buscan cumplir con un cierto objetivo específico en un periodo de tiempo definido, que utiliza recursos limitados.<sup>4</sup>

Los proyectos constituyen opciones o alternativas de solución a problemas que involucran la satisfacción de necesidades.

Un proyecto surge a partir de una necesidad o problema, de una idea, la cual se constituye por alternativas de solución, para poder evaluarlas y saber cuál es la

---

<sup>4</sup> Definición del curso Metodología de la Planeación, Posgrado de Ingeniería, UNAM, 2014.

mejor alternativa, cuyo objetivo principal es satisfacer dicha necesidad o solucionar el problema con el mínimo de recursos posibles.

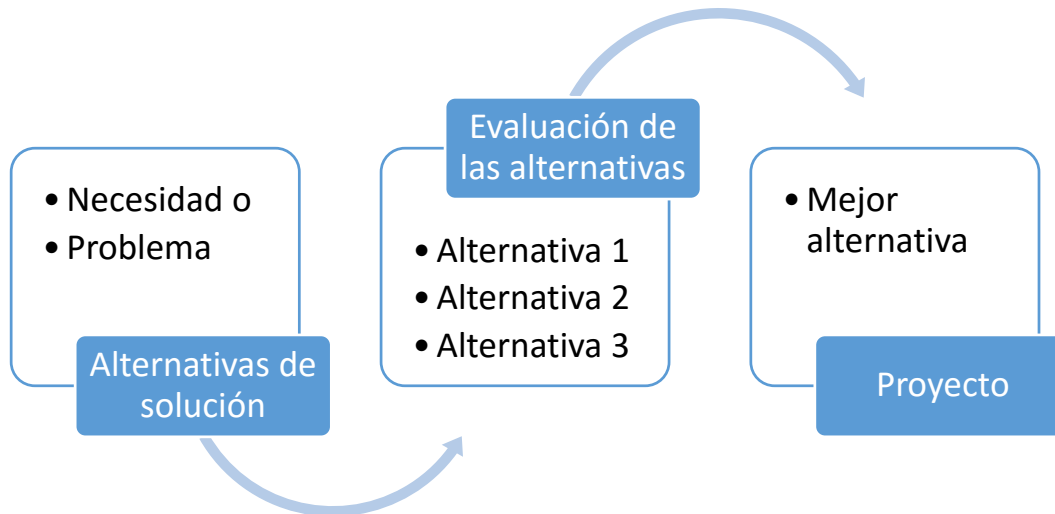


Diagrama 1. Proceso para la selección de un Proyecto

Es importante comentar que en el caso de los proyectos carreteros existe competencia por la asignación de recursos debido a la escases de éstos, donde el criterio que rige la asignación está dado por un indicador denominado rentabilidad el cual se obtiene haciendo una evaluación económica al proyecto.

### 2.1.1. Ciclo de Vida de los Proyectos

La inversión Pública considera al proyecto como la unidad básica dentro del proceso de asignación y ejecución de los recursos. El proyecto tiene un ciclo de vida que se resumen en cuatro etapas:

- **Preinversión:** Es la fase en que se formula y evalúa un proyecto para resolver un problema para lograr un objetivo específico. El objetivo de esta fase es apoyar la toma de decisiones sobre la asignación de recursos al proyecto. Esta fase comprende la formulación, desde la identificación del problema, hasta la programación, en la que se asignan los recursos y se consolida con los estudios y diseños para la ejecución.

- **Contratación:** Esta fase se refiere a las actividades a realizar una vez que inicia el procedimiento de contratación hasta la suscripción del contrato correspondiente.
- **Inversión:** En esta fase se realiza el proyecto. Como producto de la ejecución del proyecto, se genera la capacidad para resolver el problema.
- **Operación:** Es la fase en la que se usa la capacidad generada por el proyecto con el fin de entregar bienes o servicios con los cuales los beneficiarios solucionan el problema o satisfacen la necesidad que le dio origen al proyecto.

El ciclo se cierra con la evaluación Ex-Post<sup>5</sup>, con el fin esencial de verificar que el proyecto ha cumplido con su propósito central de resolver el problema y que está produciendo los efectos deseados.

### 2.1.2. Etapa de Preinversión

La preinversión consiste en el proceso de elaboración y evaluación del proyecto que se llevaría a cabo para resolver el problema o atender la necesidad que le da origen. La preinversión se desglosa en las siguientes etapas:

- **Idea:** en esta etapa, se identifica el problema o la necesidad que se va a satisfacer y se identifican las alternativas básicas mediante las cuales se resolverá el problema.
- **Perfil:** en esta etapa se evalúan las diferentes alternativas, partiendo de información técnica, y se descartan las que no son viables. Se especifica y describe el proyecto con base en la alternativa seleccionada. Por lo general, la información en que se apoya la elaboración del perfil proviene de fuentes de origen secundario.
- **Prefactibilidad:** en esta etapa se realiza una evaluación más profunda de las alternativas encontradas viables, y se determina la bondad de cada una de ellas.

---

<sup>5</sup> El término Ex Post es una locución latina que significa “después del hecho”. En el mundo financiero la evaluación Ex Post se refiere al rendimiento generado por una cartera de inversiones.

*Fuente: Castro Rodríguez, Raúl. Evaluación ex -ante y ex -post de proyectos de inversión pública en educación y salud: metodologías y estudios de caso, CEDE, Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico, Facultad de Economía, Universidad de los Andes, 2008.*

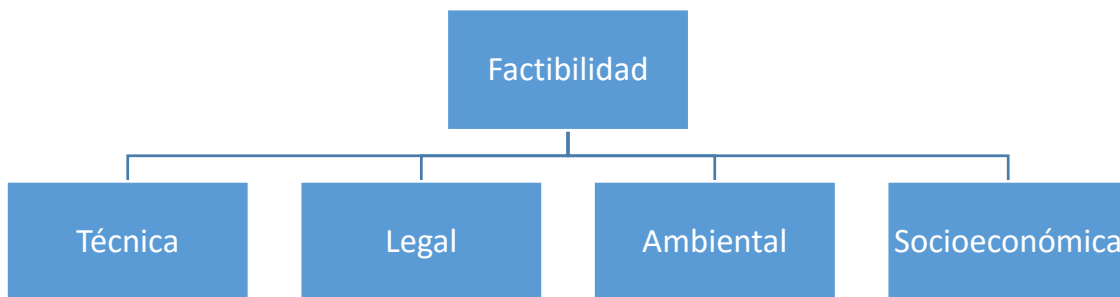
La información utilizada para este tipo de evaluación debe ser más detallada y precisa, especialmente por lo que se refiere a la cuantificación y valoración de los costos y beneficios. La información utilizada para el análisis a nivel de prefactibilidad, deberá ser verificable e incluir las fuentes de información de la misma en la sección de bibliografía del análisis.

- Factibilidad: en esta etapa se perfecciona la alternativa recomendada, generalmente con base en información recolectada especialmente para este fin.



Figura 4. Etapas de la Pre-inversión

En esta última etapa de la preinversión se consideran cuatro tipos de factibilidades.



a) Factibilidad Técnica.

El anteproyecto deberá acompañarse de una justificación de la factibilidad técnica, en la que debe apoyarse la decisión de la ruta con el estudio geológico, el estudio

de tránsito, y con una descripción de la magnitud de los cortes, terraplenes, puentes y demás estructuras previstas en el proyecto.

b) Factibilidad Ambiental.

El estudio de factibilidad ambiental se abocará a la descripción preliminar del impacto negativo de la obra, sus medidas de mitigación, y sobre todo el impacto positivo que se obtendrá al estar la obra en operación. Este estudio ha estado siendo elaborado por Biólogos; sin embargo, por estas fechas están saliendo las primeras generaciones de Ingenieros Ambientalistas quienes, en compañía de los Biólogos, estarán a cargo de éstos estudios, que por ahora serán de tipo preliminar para aplicarse a un Anteproyecto, pero que posteriormente, de obtenerse la aprobación de Hacienda, en su etapa de proyecto ejecutivo será un estudio de Impacto Ambiental definitivo que deberá ser aprobado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Todos los Proyectos de carreteras tienen impactos ambientales negativos, pero también tienen importantes impactos positivos. Una carretera, al proporcionar otra alternativa de circulación a los usuarios, puede evitar congestionamientos en muchas rutas y se tendrán mejores opciones de circulación con la nueva carretera, evitando los congestionamientos, disminuyendo la contaminación ambiental por emisiones y por ruido. Por otra parte, el proyecto carretero bien planeado, disminuirá costos de operación de todos los vehículos, lo que redundará en aumento del Producto Interno Nacional y en consecuencia ahorros en el presupuesto nacional para inversiones en el medio ambiente.

Los impactos negativos principales de una nueva carretera, son por deforestación en el área de influencia, en áreas de bancos de materiales, de bancos de depósito de material sobrante o de desperdicio, y deterioro en el hábitat biológico de las especies locales en todas estas áreas; sin embargo, es ya parte de todos los proyectos el diseño de las medidas de mitigación de dichos impactos. Tales medidas pueden ser siembra en áreas escogidas para compensar la pérdida en las áreas trabajadas; recuperación de las áreas de depósito de material sobrante mediante nivelaciones y siembra; procuración de medidas de conservación de las especies afectadas, como puede ser acceso a depósitos de agua o creación de nuevos depósitos, así como siembra de vegetales necesarios para la supervivencia de las especies, etc.

El estudio de factibilidad ambiental en esta etapa de planeación, se limita a establecer la posibilidad de implementar todas las medidas necesarias para la

mitigación de los impactos negativos, así como la cuantificación de los impactos tanto negativos como positivos, tomando en cuenta la necesidad del país de contar con un proyecto de inversión que estimule la economía regional y nacional, proporcione un servicio demandado por la sociedad y que, a la postre, pueda mitigar, solucionar y resarcir los impactos ambientales negativos inherentes al desarrollo de cualquier obra de ingeniería.

c) Factibilidad Legal.

El estudio de factibilidad legal lo elabora el grupo de abogados de la Dirección General de Asuntos Jurídicos de la SCT, o bien, una asesoría externa de un grupo de abogados, quienes prepararán para la Secretaría de Hacienda un documento en el que después de analizar los terrenos que podrían ser afectados por la ruta de la carretera dictaminará la factibilidad legal de la obra.

d) Factibilidad Socioeconómica.

Evaluación del programa o proyecto desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto, con el objeto de conocer el efecto neto de los recursos utilizados en la producción de los bienes o servicios sobre el bienestar de la sociedad. Dicha evaluación debe incluir todos los factores del programa o proyecto, es decir, sus costos y beneficios independientemente del agente que los enfrente. Ello implica considerar adicionalmente a los costos y beneficios directos, las externalidades y los efectos indirectos e intangibles que se deriven del programa o proyecto;

## 2.2. Evaluación de Proyectos

La evaluación de proyectos es un instrumento o herramienta que genera información, permitiendo emitir un juicio sobre la conveniencia y confiabilidad de la estimación preliminar del beneficio que genera el proyecto en estudio. Dicha evaluación surge de la necesidad de una asignación eficiente de los recursos para atender las demandas crecientes de servicios públicos. Para ello, es necesario identificar y cuantificar los costos y beneficios que generará el proyecto durante el horizonte de planeación.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Horizonte de planeación: es el lapso de tiempo para el cual se estima que el proyecto cumpla completamente con sus objetivos.

Los proyectos constituyen opciones o alternativas de solución a problemas que involucran la satisfacción de necesidades. Para asignar los recursos es necesario realizar una comparativa entre los beneficios y los costos que traerá consigo el proyecto y con ello determinar la rentabilidad del mismo, es decir si conviene o no realizar el proyecto.

Dentro de las etapas para la creación de un proyecto se encuentra la etapa de Pre-inversión, la evaluación se realiza en las distintas fases, comenzando por la concepción de la idea y terminando en la factibilidad del proyecto. En esta etapa la Evaluación se le conoce como Evaluación Ex-Ante. En la etapa de Inversión la Evaluación se da tanto en el Diseño definitivo como en el Montaje y Operación del proyecto. En esta etapa la Evaluación suele ser llamada Evaluación Ex-Post. Y se realiza cuando el proyecto ya se encuentra en operación.

### 2.2.1. Tipos de Evaluaciones

Para evaluar un proyecto carretero existen diferentes tipos de evaluaciones, a continuación se mencionaran las tres más utilizadas:

- Evaluación Financiera

La evaluación financiera permite determinar la rentabilidad de un programa o proyecto de inversión, donde considera los costos y beneficios monetarios en que incurre la entidad o dependencia ejecutora. Dicha evaluación permite determinar si el proyecto es capaz de generar un flujo de recursos suficiente para hacer frente a todas sus obligaciones, incluyendo las financieras y fiscales, así como sus gastos de operación y mantenimiento. Bajo esta perspectiva, se deben incluir todos los costos y beneficios privados que genera el programa o proyecto para la dependencia o entidad ejecutora, incluidos los costos financieros por préstamos de capital, pago de impuestos e ingresos derivados de subsidios y transferencias, entre otros. Los precios empleados serán de mercado, incluyendo el costo de oportunidad de los recursos.

Es una evaluación para proyectos con fines de lucro, o de tipo empresarial, que tiene por objeto medir la capacidad financiera del proyecto y la rentabilidad de capital propio invertido en el proyecto.

- Evaluación Económica

La Evaluación Económica supone que todas las compras y las ventas son al contado y que todo el capital es propio; es decir, la evaluación privada económica desestima el problema financiero.

- Evaluación Social

La Evaluación Social mide el rendimiento de la inversión total mediante los beneficios sociales netos que genera el proyecto para la sociedad en su conjunto.

La principal diferencia de la Evaluación Social respecto a las otras dos, es que el concepto de beneficio no deriva de los estados financieros, sino que el cálculo de beneficios netos se realiza en términos de los costos de oportunidad que tienen los recursos físicos, humanos y monetarios que son empleados en el proyecto.

A partir de las tres evaluaciones antes mencionadas surge la necesidad de tener una evaluación Socioeconómica para los proyectos de inversión de carreteras; en la cual la evaluación del programa o proyecto desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto, tiene el objeto de conocer el efecto neto de los recursos utilizados en la producción de los bienes o servicios sobre el bienestar de la sociedad. Dicha evaluación debe incluir todos los factores del programa o proyecto, es decir, sus costos y beneficios independientemente del agente que los enfrente. Ello implica considerar adicionalmente a los costos y beneficios directos, las externalidades<sup>7</sup> y los efectos indirectos e intangibles que se deriven del programa o proyecto.

#### Tipos de evaluación Socioeconómica

Según los montos de inversión y los criterios que se mencionan en la siguiente Tabla, se realiza alguna de las siguientes evaluaciones socioeconómicas.

---

<sup>7</sup> Externalidades: Efectos positivos y/o negativos que cause el programa o proyecto de inversión a terceros y que no hayan sido retribuidos o compensados a los mismos.



**Tabla. Tipos de Evaluación Socioeconómica**

| Tipos de Evaluación Socioeconómica                            | Tipo de Programa o Proyecto   | Monto Total a Invertir           |
|---|---|----------------------------------|
| <b>Ficha Técnica</b>  | Proyectos de infraestructura económica, social, gubernamental, de inmuebles y otros programas y proyectos.  | Menor o igual a 50 mdp           |
|   | Programas de adquisiciones y mantenimiento.   | Menores o igual a 150 mdp        |
|   | Proyectos de inversión superiores a 1000 mdp o aquéllos que por su naturaleza o características particulares lo requieran.  | Mayor a 1000 mdp                 |
| <b>Análisis Costo-Beneficio Simplificado, a nivel perfil.</b> | Proyectos de infraestructura económica, social, gubernamental, de inmuebles y otros proyectos.  | Mayor 50 mdp y hasta 500 mdp     |
|   | Programas de adquisiciones y mantenimiento.   | Mayor de 150 mdp y hasta 500 mdp |
|   | Programas de adquisiciones y mantenimiento de protección civil.   | Mayor de 150 mdp y hasta 500 mdp |
|   | Proyectos de infraestructura económica, social, gubernamental, de inmuebles y otros programas y proyectos.  | Mayor de 50 mdp y hasta 500 mdp  |
| <b>Análisis Costo-Beneficio, a nivel de prefactibilidad.</b>  | Programas y proyectos de inversión con monto total de inversión superior a 500 millones de pesos;   | Mayor a 500 mdp                  |
|   | Proyectos de infraestructura productiva de largo plazo.   | -                                |
|   | Para aquellos programas y proyectos de inversión distintos de los anteriores, cuando así lo determine la Unidad de Inversiones, independientemente de su monto total de inversión.  | -                                |
| <b>Análisis Costo-Eficiencia, a nivel prefactibilidad</b>     | Programas y proyectos de inversión en los que los beneficios no sean cuantificables   | Mayor a 500 mdp                  |
|   | Los programas y proyectos de inversión en los que los beneficios sean de difícil cuantificación, es decir, cuando no generan un ingreso o un ahorro monetario y se carezca de información para hacer una evaluación adecuada de los beneficios no monetarios. | Mayor a 500 mdp                  |

Fuente: Elaboración propia con base en los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión.

## Resumen de la Evaluación Ex Ante.

Para cada una de las necesidades de demandas por satisfacer identificadas en la idea del proyecto, se elabora una alternativa de solución, es decir, una propuesta de nueva carretera, o bien de ampliación o modernización de una existente, que mediante un estudio de pre factibilidad socioeconómica se determina si es rentable; si no lo es, se necesita considerar otra alternativa para nuevo análisis hasta obtener una alternativa rentable.

Para llevar a cabo la primera evaluación socioeconómica se requiere elaborar un Análisis de Costo-Beneficio simplificado, donde la evaluación de los costos se hace con valores de costo promedio según el tipo de camino, sin considerar todavía la elaboración de un anteproyecto. De la misma manera se consideran los costos de los beneficios.

El objetivo en esta etapa es determinar mediante una evaluación de pre factibilidad socioeconómica, si la nueva carretera, o la modernización de la carretera existente, puede ser construida mediante una concesión recuperable con pago de peaje; o si puede ser modernizada por una concesión sin pago de peaje, con sistema PPS (Proyecto de Prestación de Servicios) de pago por servicio prestado; o si debe ser construida con recursos del presupuesto Federal. Dependiendo si los beneficios son monetarios o son indirectos derivados del proyecto, se podrá clasificar el proyecto en una de las tres posibilidades de obtención de recursos para su construcción. En el caso de que el proyecto no pueda ser turnado a los Programas de Concesiones ni de PPS. Se turna a la Cartera de Proyectos Presupuestales. De cada uno de los proyectos, la Dirección de Planeación debe elaborar en primer lugar un Anteproyecto, y enseguida, de cada Anteproyecto un estudio de Factibilidad Técnica, un estudio de Factibilidad Económica, un estudio de Factibilidad Ambiental, un estudio de Factibilidad Legal y por último, un estudio de Costo - Beneficio.

Indicadores de rentabilidad:

a) Valor Presente Neto (VPN)

El VPN es la suma de los flujos netos anuales, descontados por la tasa social. Para el cálculo del VPN, tanto los costos como los beneficios futuros del programa o proyecto de inversión son descontados, utilizando la tasa social para su comparación en un punto en el tiempo o en el "presente". Si el resultado del VPN es positivo, significa que los beneficios derivados del programa o proyecto de inversión son mayores a sus costos. Alternativamente, si el resultado del VPN es negativo, significa que los costos del programa o proyecto de inversión son mayores a sus beneficios.

La fórmula del VPN es:

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + r)^t}$$

Donde:

B<sub>t</sub>: son los beneficios totales en el año t

C<sub>t</sub>: son los costos totales en el año t

B<sub>t</sub>-C<sub>t</sub>: flujo neto en el año t n: número de años del horizonte de evaluación

r: es la tasa social de descuento

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

Por lo tanto el valor del VPN debe ser mayor o igual a cero.

b) Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR se define como la tasa de descuento que hace que el VPN de un programa o proyecto de inversión sea igual a cero. Esto es económicamente equivalente a encontrar el punto de equilibrio de un programa o proyecto de inversión, es decir, el valor presente de los beneficios netos del programa o proyecto de inversión es igual a cero y se debe comparar contra una tasa de retorno deseada.

La TIR se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Donde:

B<sub>t</sub>: son los beneficios totales en el año t

C<sub>t</sub>: son los costos totales en el año t

B<sub>t</sub>-C<sub>t</sub>: flujo neto en el año t

n: número de años del horizonte de evaluación

TIR: Tasa Interna de Retorno

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

Es importante resaltar que no se debe utilizar la TIR por sí sola para comparar alternativas de un programa o proyecto de inversión, ya que puede existir un problema de tasas internas de rendimiento múltiple. Las tasas internas de rendimiento múltiple ocurren cuando existe la posibilidad de que más de una tasa de descuento haga que el VPN sea igual a cero.

### c) Tasa de Rendimiento Inmediata (TRI)

La TRI es un indicador de rentabilidad que permite determinar el momento óptimo para la entrada en operación de un programa o proyecto de inversión con beneficios crecientes en el tiempo. A pesar de que el VPN sea positivo para el programa o proyecto de inversión, en algunos casos puede ser preferible postergar su ejecución.

La TRI se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$TRI = \sum_{t=0}^n \frac{B_{t+1} - C_{t+1}}{I_t}$$

Donde:

B<sub>t+1</sub>: es el beneficio total en el año t+1

C<sub>t+1</sub>: es el costo total en el año t+1

I<sub>t</sub>: monto total de inversión valuado al año t (inversión acumulada hasta el periodo t)

t: año anterior al primer año de operación

t+1: primer año de operación

El momento óptimo para la entrada en operación de un proyecto, cuyos beneficios son crecientes en el tiempo, es el primer año en que la TRI es igual o mayor que la tasa social de descuento.

#### d) Costo Anual Equivalente (CAE)

El CAE es utilizado frecuentemente para evaluar alternativas del programa o proyecto de inversión que brindan los mismos beneficios; pero que poseen distintos costos y/o distinta vida útil. El CAE es la anualidad del valor presente de los costos relevantes menos el valor presente del valor de rescate de un programa o proyecto de inversión, considerando el horizonte de evaluación de cada una de las alternativas. El CAE puede ser calculado de la siguiente manera:

$$CAE = (VPN) \frac{r(1+r)^m}{(1+r)^m - 1}$$

Donde:

VPC: Valor presente del costo total del proyecto de inversión (debe incluir la deducción del valor de rescate del programa o proyecto de inversión)

r: indica la tasa social de descuento

m: indica el número de años de vida útil del activo

El VPC debe calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$VPC = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

Ct: costos totales en el año t r: es la tasa social de descuento

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

n: número de años del horizonte de evaluación

La alternativa más conveniente será aquella con el menor CAE. Si la vida útil de los activos bajo las alternativas analizadas es la misma, la comparación entre éstas se realizará únicamente a través del valor presente de los costos de las alternativas.

Alternativas de solución.

Se deberán presentar las diferentes opciones de solución de las que se dispone para resolver la problemática a atender, identificando las ventajas y desventajas de cada una de ellas. Los Lineamientos para la Elaboración y Presentación de los Análisis Costo y Beneficio de Los Programas y Proyectos de Inversión de la SHCP acotan que no se aceptará como una alternativa de solución permanecer en la situación actual.

### 2.2.2. Diseño

Una vez decidida la ejecución del proyecto, en esta etapa se elabora el diseño definitivo. En las etapas anteriores se pueden haber elaborado diseños preliminares, pero los diseños definitivos e ingeniería de detalle especialmente en el caso de los proyectos más complejos y de mayor monto de inversión solo se justificará efectuarlos a partir del momento en que se cuente con el dictamen de viabilidad y con la decisión favorable del financiamiento.

### 2.2.3. Evaluación Ex – Post

La evaluación Ex – Post consiste en la elaboración de un análisis por parte de la dependencia o entidad encargada de la realización del programa o proyecto de

inversión, empleando la información observada de costos y beneficios, una vez que dicho programa o proyecto se encuentra en la etapa de operación.

La Unidad de Inversiones toma en consideración la complejidad técnica, económica o social, así como el monto total de inversión o al menos un año de operación.

A continuación se mencionan los “Lineamientos para la elaboración de una Evaluación Ex – Post”<sup>8</sup>; dicho documento deberá incluir la siguiente información:

- i. Nombre y clave de Cartera del programa o proyecto de inversión.
- ii. Montos anuales de inversión, esto es, el gasto de capital erogado en cada uno de los ejercicios fiscales anteriores para la realización del programa o proyecto durante las etapas de preinversión, contratación y ejecución, incluyendo todas las fuentes de financiamiento.
- iii. Montos anuales de gasto de operación y mantenimiento y otros gastos asociados, esto es, el gasto corriente y de capital que se haya erogado anualmente durante la etapa de operación del programa o proyecto, incluyendo todas las fuentes de financiamiento.
- iv. Costos socioeconómicos del programa o proyecto de inversión, para lo cual se deben describir los principales conceptos, tomar como base los montos de inversión, gasto de operación y mantenimiento y otros gastos asociados a que se refieren los incisos ii y iii.
- v. Beneficios socioeconómicos del programa o proyecto, para lo cual se deben describir y cuantificar en términos monetarios los beneficios directos e indirectos obtenidos anualmente por la realización del programa o proyecto de inversión, haciendo en su caso los ajustes que correspondan derivados de la utilización de precios sociales;
- vi. Costos y beneficios intangibles, para lo cual la dependencia o entidad deberá explicar las razones por las cuales dichos conceptos no son cuantificables;

---

<sup>8</sup> Lineamientos para el seguimiento de la rentabilidad de los programas y proyectos de inversión de la Administración Pública Federal. Diario Oficial de la Federación, 2008.

<http://www.sct.gob.mx/obrapublica/MarcoNormativo/1/1-3/1-3-6.pdf>

- vii. Indicadores de rentabilidad, esto es, la actualización del VPN, la TIR, el CAE y la TRI, según corresponda, utilizando la información sobre beneficios y costos socioeconómicos observados;
- viii. Comparación de los indicadores de rentabilidad a que se refiere el numeral anterior con los indicadores considerados en el último análisis costo y beneficio presentado por la dependencia o entidad para efectos del registro en la Cartera del programa o proyecto de inversión, y
- ix. Explicación sobre el cumplimiento del objetivo, propósito, componentes, actividades y, en su caso, metas de producción de bienes y servicios del programa o proyecto, conforme a lo reportado en el último análisis costo y beneficio presentado por la dependencia o entidad

### 2.3. Modelo conceptual

Un modelo se define como la interpretación explícita de lo que se entiende de cierta situación, o tan solo de las ideas personales acerca de esa situación. Puede expresarse matemáticamente, en símbolos o en palabras, pero en esencia es una descripción de entidades, procesos o atributos y las relaciones entre ellos. Además, puede ser prescriptivo o ilustrativo, pero sobre todo debe ser útil.<sup>9</sup>

Un modelo conceptual es una estructura jerárquica, con propiedades emergentes y procesos de comunicación y control; que además describe un conjunto de actividades que combinadas de tal forma permiten al todo alcanzar un objetivo; está constituido por un subsistema operacional y por un subsistema de monitoreo y control que permite al modelo adaptarse y aprender de los cambios que se generen tanto internamente como en el medio que lo rodea. El modelo conceptual es pocas palabras es “lo que hace el sistema”.

---

<sup>9</sup> Wilson, Brian, Sistemas: conceptos, metodología y aplicaciones, Limusa, México, 1993.



## 2.4. Criterios de desempeño

Dentro de la Metodología de los Sistemas Suaves<sup>10</sup> se utiliza una sección denominada “Monitoreo y Control” en la cual se utiliza un modelo conceptual.

El monitoreo deberá enfocarse hacia la definición de criterios de desempeño; estos criterios deben incluir todo lo relacionado con el mantenimiento de la estructura jerárquica y la satisfacción de las operaciones. Una manera de hacerlo es mediante la definición de las tres Es: eficacia, eficiencia y efectividad. De esta manera se establecen estos criterios que permiten medir el desempeño del subsistema operacional.

Por lo tanto, en el modelo conceptual, se requiere evaluar las operaciones del proceso de transformación. Una manera de hacerlo es mediante el establecimiento de los siguientes criterios:

Eficacia: ¿Los medios elegidos para producir la transformación son los adecuados y producen resultados satisfactorios?

Eficiencia: ¿Los recursos utilizados en el proceso de transformación son los mínimos?

Efectividad: ¿Qué tanto contribuye este proceso de transformación en el logro de los objetivos a largo plazo?

La principal característica de la metodología es su naturaleza práctica, sobre todo es el uso del enfoque no como una fórmula para seguir sino como una herramienta para crear sentido, es esta característica la que se ocupará para la evaluación de un proyecto carretero.

Es un medio para construir la comprensión de la situación compleja, que permita tomar acciones de mejoramiento y diseño.

---

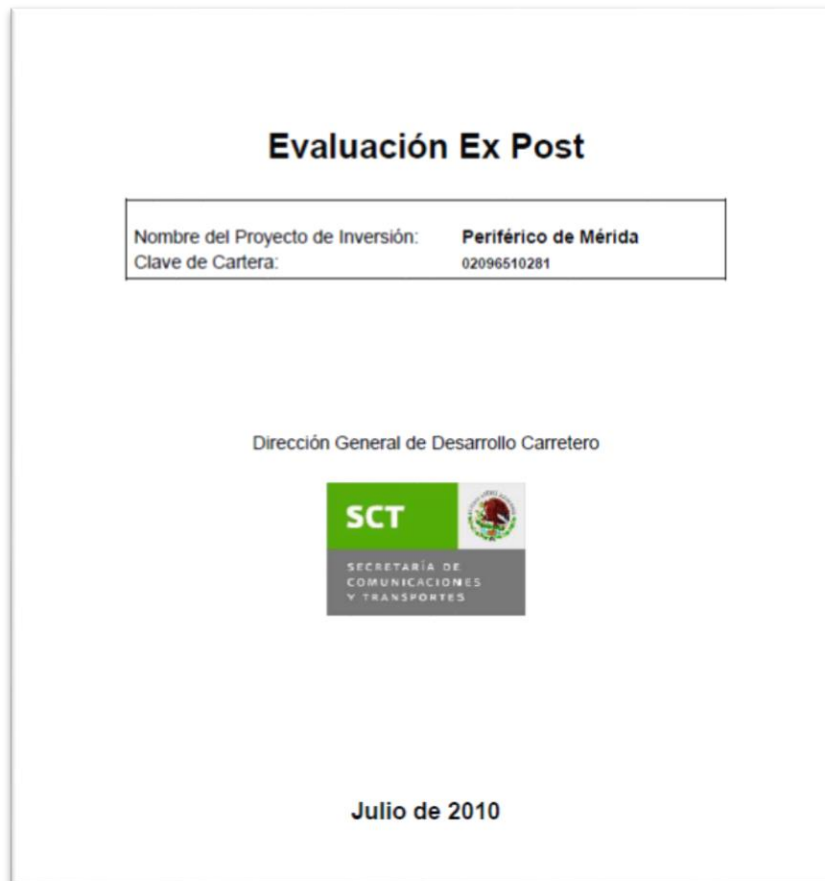
<sup>10</sup> Metodología de Sistemas Suaves (Soft Systems Methodology, SSM) es un enfoque interpretativo para resolver problemas organizacionales, proporciona una estructura que permite investigar y tomar acciones concretas, donde el cambio y el aprendizaje organizacional son el centro de atención. Es un enfoque para administrar y/o resolver problemas cuya área de aplicación incluye los problemas comúnmente asociados a la generación de la información. Esta metodología se ocupa de problemas complejos e inestructurados.

## CAPÍTULO III ESTUDIO DE CASO: “PERIFÉRICO DE MÉRIDA”

Clave de cartera: 02096510281

### 3.1. Evaluación Ex Post del Proyecto de Inversión “Periférico de Mérida”<sup>11</sup>

En este capítulo se lleva a cabo la Evaluación Ex Post del Proyecto de inversión para la ampliación y modernización del “Periférico de Mérida” con una longitud de 50.0 kilómetros se realiza de conformidad con los lineamientos para el seguimiento de la rentabilidad de los programas y proyectos de inversión, los cuales entraron en vigor el 19 de Marzo de 2008, así como de los lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión.



<sup>11</sup> Información obtenida de la Evaluación Ex -Post realizada para el proyecto “Periférico de Mérida” realizado por la Dirección General de Desarrollo Carretero de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en Julio de 2010.

### 3.1.1. Diagnóstico de la situación actual

El Periférico de Mérida rodea a la ciudad y da continuidad a los corredores carreteros Puebla-Progreso y Peninsular de Yucatán, que conectan a la capital del Estado con los principales destinos de la Península de Yucatán; su trazo inicia en el entronque con la carretera Umán-Mérida (km. 0+000), rodea toda la mancha urbana y termina en el mismo entronque con una longitud de 50 kilómetros.

La ampliación y modernización de este Periférico se consideró de vital importancia para el ordenamiento urbano de la Ciudad de Mérida y para permitir un acceso ágil desde las principales vías que comunican a la capital con el resto del estado y del país, además de comunicar las diferentes zonas de la propia Ciudad; dando una mayor seguridad y fluidez, lo que se traduce en menores costos de transporte y ahorros en tiempos de viaje. Con esta modernización se proporciona un mejor servicio a los usuarios y se resuelve a fondo los problemas viales en diversas intersecciones del periférico con vías urbanas y con carreteras que conectan con otros puntos del Estado. Asimismo, se avanza en la modernización de los corredores carreteros Puebla-Progreso y Peninsular de Yucatán.

Desde el punto de vista local, esta obra se convierte en un anillo articulador de los movimientos entre las diferentes zonas de la Ciudad de Mérida atendiendo al gran desarrollo que ha experimentado en los últimos años, basado principalmente en el comercio y el turismo, dado que se ubica en un sitio estratégico dentro de la Península de Yucatán, de fácil acceso a zonas arqueológicas y destinos de playa como Cancún y Puerto Progreso.

Esta arteria urbana operaba con 4 carriles de circulación con un ancho de corona de 7 metros en cada cuerpo, sin acotamientos, además de intersecciones a nivel operadas mediante semáforos, por lo que no ofrecía condiciones de operación adecuadas al volumen vehicular que se presenta. Aunque el tramo se desarrolla en terreno plano, no ofrecía condiciones geométricas y de operación adecuadas al volumen vehicular que se presenta. Las velocidades de operación en las condiciones antes del proyecto eran de 65 km/hr para autos, e inferiores para autobuses y camiones al inicio del horizonte de evaluación del proyecto.

El proyecto consistió en ampliar el ancho de corona actual de cada uno de los dos cuerpos de 7 a 13.5 metros, para alojar tres carriles de circulación por sentido, con acotamiento interior de 0.5 metros y exterior de 2.5 metros. Además, se incluyó la construcción de 9 pasos a desnivel y el mejoramiento de 3 entronques a nivel, diseñado para una velocidad de proyecto de 85 km/h.

Las velocidades de operación en la condición actual con el proyecto concluido se determinaron con trabajos de campo específicos donde se estimaron velocidades medias de 85 kilómetros para los autos, 75 para los autobuses y 76 para los camiones.

### 3.1.2. Descripción del proyecto

#### a. Tipo de proyecto

De acuerdo a los lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión para la Administración Pública Federal, se trata de un proyecto de infraestructura económica para la producción de servicios.

#### b. Sector económico y localización geográfica

Es un proyecto para el sector comunicaciones y transportes. El proyecto se localiza en el Municipio de Mérida, en el estado de Yucatán, el cual pertenece a la región sur – sureste, y donde convergen varias carreteras que conectan con el periférico. Las principales son Campeche-Mérida, Mérida-Progreso y Mérida-Cancún, que a su vez forman parte de los corredores carreteros Puebla-Progreso y Peninsular de Yucatán. Tiene una longitud total de 50 kilómetros. Ver Figuras No. 5 y 6.



Figura 5. Ubicación general del proyecto



Figura 6. Ubicación particular

### c. Capacidad instalada

El proyecto de inversión consistió en ampliar los 50 kilómetros de longitud del Periférico de Mérida, de un ancho de una sección operacional original de 2 carriles por sentido a una de 3 carriles por sentido, incluida la construcción de acotamientos interior y exterior. Esto significa que se pasó a una corona de 7 metros por calzada a una de 13.5 metros por calzada. En términos prácticos, considerando solo los carriles de circulación, la capacidad operacional se incrementó en un 50 %. (Ver fotografía 7).

La velocidad de proyecto con que se diseñó esta obra es de 85 kilómetros por hora e incluyó la construcción de 9 pasos superiores.



Figura 7. Vista actual del Periférico de Mérida

d. Costo total del proyecto

La inversión total reportada por la SCT equivale a 759.74 millones de pesos corrientes sin incluir el IVA, distribuidos desde el año 2002 y hasta lo que se reportó en 2009. El costo total incluyó la obra civil de la ampliación de la sección, pasos superiores vehiculares, mejoramiento de entronques a nivel, supervisión y obras de mitigación de impacto ambiental.

**Cuadro 1. Costo Total del Proyecto**

| <b>Inversión Total<br/>(mdp)</b> |              |
|----------------------------------|--------------|
| <b>2002</b>                      | 55.6         |
| <b>2003</b>                      | 164.9        |
| <b>2004</b>                      | 178.8        |
| <b>2005</b>                      | 204.0        |
| <b>2006</b>                      | 50.0         |
| <b>2007</b>                      | 10.0         |
| <b>2008</b>                      | 67.1         |
| <b>2009</b>                      | 143.3        |
| <b>Total</b>                     | <b>873.7</b> |

*Fuente: Análisis Costo Beneficio "Periférico de Mérida"*

#### e. Calendario de inversiones

La inversión total del proyecto fue de 759.74 millones de pesos sin incluir el IVA (a precios corrientes), los cuáles se distribuyeron año con año desde el 2002 y hasta el 2009 incluso. Los montos anuales reportados por la SHCP, incluyendo el IVA se presentan en el Cuadro 1.

La inversión reportada en el estudio Ex ante, en el periodo 2002 al 2008 sumó un total de 683.2 millones de pesos (corrientes). El detalle de los flujos anuales, las obras y la fuente de recursos se presenta en el Cuadro 2.

La inversión reportada en el estudio Ex ante, en el periodo 2002 al 2008 sumó un total de 683.2 millones de pesos (corrientes). El detalle de los flujos anuales, las obras y la fuente de recursos se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Inversión reportada en el estudio Ex Ante.

| Año          | Inversión (mdp) Precios Corrientes c/IVA | Inversión (mdp) Precios Constantes de 2008 c/IVA | Inversión (mdp) Precios Constantes de 2008 s/IVA | Meta (km)  | Fuente de Financiamiento |
|--------------|--|--|--|--|--------------------------|
| 2002         | 55.6                                     | 77   | 66.9   | 17.0 km (Cuerpo interior)  | PEF                      |
| 2003         | 164.9                                    | 210.4  | 183  | 31.9 km (17.0 cuerpo interior y 14.9 cuerpo exterior)                      | PEF                      |
| 2004         | 178.8                                    | 211  | 183.4  | 33.0 km (14.9 cuerpo ext. Y 18.10 cuerpo interior) y 3 PSV                 | PEF                      |
| 2005         | 164                                      | 184.4  | 160.4  | 18.1 km (cuerpo interior) 2PSV 2 Distribuidores Viales "Condal" y "Caucel" | PEF                      |
| 2006         | 50                                       | 53.8   | 46.8   | 1 Distribuidor Vial Santa Gertrudis 1 PSV                                  | PEF                      |
| 2007         | 10                                       | 10.4   | 9  | Finiquito de Santa Gertrudis   | PEF                      |
| 2008         | 60                                       | 60   | 52.2   | P.S.V. Cholul  | PEF                      |
| <b>TOTAL</b> | <b>683.3</b>                             | <b>807.0</b>                                     | <b>701.7</b>                                     |  |                          |

Pueden apreciarse diferencias en la información que reporta el estudio Ex Ante y los datos recién reportados por la SCT para esta evaluación Ex Post, especialmente en el 2005 donde el estudio (Cuadro 2) indica que se invirtieron 164



millones, mientras que información reciente de la SCT indica que se invirtieron 204 millones de pesos.

En el 2008 se invirtieron 7.1 millones adicionales a los que se reportaron en el estudio Ex Ante.

f. Fuentes de financiamiento

Los recursos para este proyecto provinieron del Presupuesto de Egresos del Gobierno Federal.

g. Procedimiento de contratación

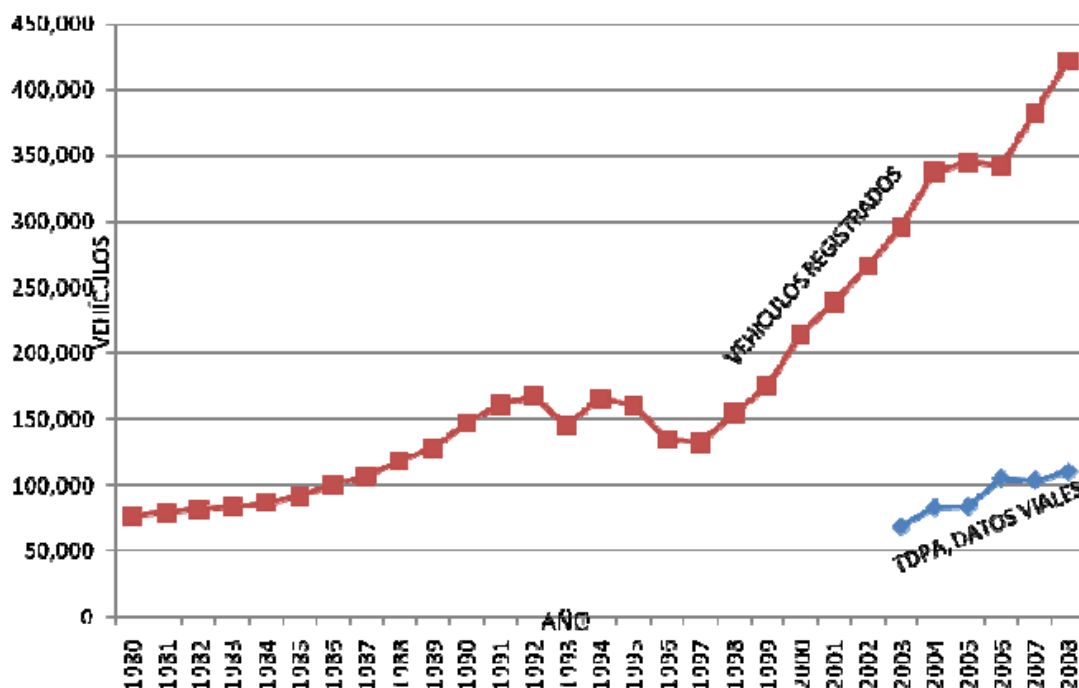
El procedimiento de contratación se realizó a través de licitación pública nacional a cargo del Gobierno Federal.

**Cuadro 3. TDPA reportado en datos viales en las vías radiales adyacentes al Periférico de Mérida.**

| Carretera                   | Km    | Est | sc | 2001  | 2002 | 2003 | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008   | 2009   |        |
|-----------------------------|-------|-----|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 2 Mérida - Puerto Juárez    | 5.6   | 1   | 1  |       |      |      | 3956  | 4125  | 4181  | 4147  | 7030   | 6553   | 6877   |
| 2 Mérida - Puerto Juárez    | 5.6   | 1   | 2  |       |      |      | 3945  | 4214  | 4271  | 3819  | 3940   | 6610   | 6661   |
| 2 Mérida - Puerto Juárez    | 5.6   | 3   | 1  |       |      |      |       | 3637  | 3687  | 3379  | 4342   | 4743   | 5377   |
| 2 Mérida - Puerto Juárez    | 5.6   | 3   | 2  |       |      |      |       | 3669  | 3719  | 3458  | 4269   | 4395   | 4982   |
| 12 Ent. Poxila - Mérida     | 16.37 | 1   | 1  |       |      |      | 3455  | 3332  | 4923  | 5289  | 8376   | 7918   | 8440   |
| 12 Ent. Poxila - Mérida     | 16.37 | 1   | 2  |       |      |      | 3574  | 3321  | 4925  | 5311  | 8821   | 8175   | 8714   |
| 21 Mérida - Celestun        | 5.1   | 1   | 1  |       |      |      |       | 2854  | 7012  | 7858  | 12453  | 12288  | 12477  |
| 21 Mérida - Celestun        | 5.1   | 1   | 2  |       |      |      |       | 2821  | 7025  | 7577  | 12195  | 12688  | 12511  |
| 21 Mérida - Celestun        | 5.1   | 3   | 1  |       |      |      |       | 2534  | 3162  | 3169  | 4159   | 451    | 4062   |
| 21 Mérida - Celestun        | 5.1   | 3   | 2  |       |      |      |       | 2569  | 3174  | 3420  | 4113   | 4538   | 4091   |
| 22 Mérida - Dzilam de Bravo | 5.9   | 3   | 0  | 6470  | 7854 | 7980 | 8101  | 8234  | 7485  | 5111  | 4885   | 4948   |        |
| 24 Mérida - Progreso        | 5.4   | 1   | 1  | 8619  | 8860 | 8924 | 10732 | 11318 | 12396 | 11697 | 11644  | 12039  |        |
| 24 Mérida - Progreso        | 5.4   | 1   | 2  | 8597  | 8840 | 8893 | 10732 | 11311 | 11141 | 11785 | 12283  | 12916  |        |
| 25 Mérida - Sisal           | 5.1   | 1   | 0  | 4580  |      |      |       |       |       |       |        |        |        |
| 25 Mérida - Sisal           | 5.1   | 3   | 0  | 4090  |      |      |       |       |       |       |        |        |        |
| 13 Mérida - Tekanto         | 5.7   | 1   | 0  | 0     | 4860 | 5030 | 5508  | 5628  | 5035  | 6527  | 6129   | 5782   |        |
|                             |       |     |    | Sumas |      |      |       | 68149 | 82570 | 83484 | 104818 | 103300 | 109877 |

Verificaciones 74980.61 82497.048 90766.977 99865.926 109877 1.10024515 10.02%

**Gráfico 1.** Parque vehicular registrado en el Estado de Yucatán y datos viales reportados por la SCT<sup>12</sup>.



Las velocidades de operación observadas, promedian 85, 75 y 76 kilómetros por hora para automóviles, autobuses y camiones, respectivamente. Estas velocidades se calcularon tomando como base la información recopilada en campo durante el mes de mayo (2010) a través de estudios de velocidades y demoras por vehículo flotante.

### 3.1.3. Situación con proyecto

Con la ampliación del ancho de corona a 13.5 metros, para alojar tres carriles de circulación por sentido de 3.5 metros cada uno, con acotamiento interior de 0.5 metros en promedio y exterior de 2.5 metros. Además, de la construcción de 6 pasos superiores y 3 entronques a desnivel; se cumple el propósito de hacer más seguro y eficiente el movimiento de bienes y personas a través de la red de carreteras. Esto se debe a que la modernización del Periférico, entre otros

<sup>12</sup> Parque vehicular reportado por el INEGI y Datos viales obtenidos de los libros “Datos Viales” publicados por la DGST de la SCT.

aspectos, permitió un desplazamiento con mayores velocidades contribuyendo en la disminución de los costos de operación vehicular, que se traducen en mayor competitividad del transporte carretero de la región.

Con esta obra, la operación vehicular se benefició en los siguientes aspectos:

- Mejoraron las velocidades de operación en un 25% en promedio para todos los vehículos (automóviles, autobuses y camiones).
- Facilita la conectividad urbana, favorece al descongestionamiento de otras arterias radiales y de calles en la zona centro de la ciudad.
- Ofrece mayores facilidades al movimiento de carga, porque brinda seguridad, menores tiempos de recorrido y ahorros en los costos de operación.

Por ser el Periférico de Mérida una vía de jurisdicción estatal, no cuenta con serie histórica de volúmenes de tránsito; por tal motivo se han utilizado dos datos de referencia para determinar la tasa de crecimiento: el volumen reportado en el estudio base (2002) que indica un TDPA de 14,950 y el TDPA calculado en este estudio Ex Post, inferido a partir del conteo de tránsito con 6 estaciones maestras, que promedió 31,378 vehículos.

Estos datos generan una tasa media de crecimiento anual (TMCA) del 9.71%, que es significativamente alta, pero que se corroboran con las tendencias de crecimiento del tránsito observado en los últimos años en las principales vías radiales que conectan con el periférico, cuyos datos reportados por la SCT se presentan en el Cuadro 3, y donde se calcula una tasa de crecimiento del 10.5 por ciento anual.

Esta tendencia de crecimiento, también se correlaciona y es consistente en magnitud, con el parque de vehículos registrados en el Estado, cuya evolución histórica se presenta en el Gráfico 1. Es importante aclarar que esta tasa del 9.71% solo se utiliza en el periodo 2002 y 2010 porque estos son los años de referencia de los datos extremos, y se plantea que solo los próximos 5 años se conserve esta tasa de crecimiento; en los siguientes 15 años se toma la hipótesis este tránsito crecerá solo a la mitad.

### 3.2. Evaluación Ex Post del proyecto

En los siguientes puntos se describe el proceso de análisis de la información y las consideraciones tomadas para hacer esta evaluación Ex Post del proyecto del Libramiento de Mérida. Para facilitar la comparación de la evaluación Ex Post con la Ex Ante se presenta a la izquierda la descripción de las variables empleadas en la evaluación Ex Ante y a la derecha lo correspondiente a la evaluación Ex Post. Al final de estas descripciones se presenta una tabla con el valor de las variables empleadas en cada uno de los casos.

Los datos que se presentan de la evaluación Ex Ante, se refieren en términos generales a la condición “sin proyecto”; cuando así es necesario se hace referencia a la condición “con proyecto” definida en la evaluación Ex Ante. Siempre que se hable de la condición Ex Post, se estará haciendo referencia a las condiciones físicas y operacionales identificadas como parte de este proyecto Ex Post, es decir, ya con el proyecto puesto en marcha.

#### a. Tránsito

| Ex Ante  | Ex Post  |
|--|--|
| <p>Se presentan dos puntos de referencia: uno de base reportado por el centro SCT en el 2002, que refiere a un TDPA de 14,950 vehículos; mientras que otro se infiere para el 2008, con un estimado de 17,337 vehículos.</p> <p>El flujo estimado se ha obviado y se toma solo como referencia para este análisis, el reportado en 2002. La composición del tránsito reportada para ese momento fue de 71, 3 y 26 por ciento para automóviles, autobuses y camiones.</p> <p>Debido a que hay 8 años en el calendario de inversiones, para el año base (0) se tomó el TDPA de referencia del 2002 que es de 14,950 vehículos.</p> | <p>Se calculó el TDPA promedio, ponderado por distancia, con la información obtenida a través de 6 estaciones maestras de conteo, que aforaron durante 7 días continuos en el mes de mayo del 2010.</p> <p>Se calculó el TDPA para cada estación y se definió un tramo de cobertura (influencia) para cada una de ellas. Con esto se estimó un TDPA promedio para los 50 kilómetros del proyecto, de <b>31,378 vehículos</b>, con una composición de 88.3% de automóviles, 0.7% de autobuses y 11% de camiones.</p> <p>En el cuadro de evaluación, este TDPA aparece en el año 8 de la evaluación, que equivale al 2010.</p> |

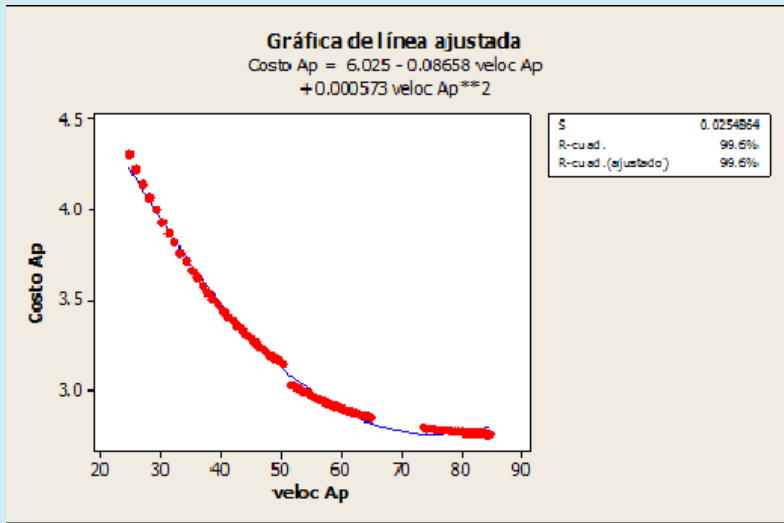
Cabe aclarar aquí que debido a la gran diferencia en los volúmenes, fue necesario rehacer la evaluación de la situación “sin proyecto” utilizando tanto el TDPA de referencia para los distintos años, como una sola tasa de crecimiento. Pues la tasa

originalmente utilizada fue del 2.5% anual, que no es congruente con los volúmenes de tránsito que se están manejando.

b. Velocidades

| Ex Ante   | Ex Post   |
|---|---|
| <p>Para la situación “sin proyecto” se utilizaron <b>las velocidades de operación vehicular del estudio Ex Ante, que son de 65, 61 y 52 kilómetros por hora</b> para automóviles, autobuses y camiones, respectivamente.</p> <p>Las velocidades a través del tiempo utilizadas son las mismas que se indican en el estudio.</p> | <p>Se utilizaron las velocidades inferidas a través de los estudios de tiempos de recorrido realizados en campo (mayo, 2010).</p> <p>Para <b>automóviles se estimó una velocidad de 85 km/hora</b>, mientras que para <b>autobuses y camiones ésta fue de 75 y 76 kilómetros por hora</b>, respectivamente.</p> |

c. Costos de Operación Vehicular Unitarios

| Ex Ante  | Ex Post  |   |           |         |       |                    |       |
|--|--|---|-----------|---------|-------|--------------------|-------|
| <p>Los costos de operación vehicular unitarios empleados tanto en la situación “sin proyecto” como en la situación “con proyecto” fueron actualizados a 2009 utilizando el índice nacional de precios al consumidor reportado por el Banco de México al mes de junio del 2010 (1.09641), para actualizar los costos del 2008 al 2010.</p> <p>Con esta actualización se recalcularon los COV.</p> | <p>Se construyeron funciones de COV vs Velocidad para facilitar el proceso de cálculo de los indicadores. Para ello se tomaron como referencia los costos y velocidades presentados en los cuadros del Informe Ex Ante.</p> <p><b>Gráfico 2.- Función de costo ajustada para cálculo de costos a partir de las velocidades.</b></p> <div data-bbox="597 1360 1377 1879" data-label="Figure">  <p><b>Gráfica de línea ajustada</b><br/> <math>Costo Ap = 6.025 - 0.08658 \cdot veloc Ap + 0.000573 \cdot veloc Ap^{**2}</math></p> <table border="1"> <tr> <td>S</td> <td>0.0254864</td> </tr> <tr> <td>R-cuad.</td> <td>99.6%</td> </tr> <tr> <td>R-cuad. (ajustado)</td> <td>99.6%</td> </tr> </table> </div> | S | 0.0254864 | R-cuad. | 99.6% | R-cuad. (ajustado) | 99.6% |
| S  | 0.0254864  |   |           |         |       |                    |       |
| R-cuad.  | 99.6%  |   |           |         |       |                    |       |
| R-cuad. (ajustado)   | 99.6%  |   |           |         |       |                    |       |

## d. Costos de Conservación y Mantenimiento

| Ex Ante  | Ex Post  |
|--|--|
| Incluyen todos los conceptos que normalmente se consideran para este tipo de infraestructura y los tiempos y montos son razonables. Los montos de referencia fueron:                         | Se actualizaron estos costos con base en información proporcionada por la SCT, quedando los montos así:  |
| <b>Conservación Normal:</b> 30,000 \$/km/carril<br><b>Riego de Sello:</b> 100,000 \$/km/carril<br><b>Sobrecarpeta:</b> 350,000 \$/km/carril<br><b>Reconstrucción:</b> 1,000,000 \$/km/carril | <b>Conservación Normal:</b> 30,000 \$/km/carril<br><b>Riego de Sello:</b> 125,000 \$/km/carril<br><b>Sobrecarpeta:</b> 500,000 \$/km/carril<br><b>Reconstrucción:</b> 1,900,000 \$/km/carril |

## e. Montos y Programa de Inversión

| Ex Ante   | Ex Post  |
|---|--|
| <b>Del 2002 al 2008 se reportaban inversiones de 683.2 millones de pesos (corrientes) con IVA incluido.</b> | La inversión reportada por la SCT, entre el 2002 y el 2009, suma <b>873.7 millones de pesos</b> corrientes, también con IVA.<br><br>Solo en el 2009 se reporta una inversión de 143.3 millones de pesos. |

## f. Configuración del Valor del Tiempo de los Usuarios

| Ex Ante  | Ex Post   |
|--|---|
| Se reportan los siguientes datos de referencia, mismos que fueron posteriormente actualizados para usar una plataforma común.  | Se actualizó, con base en información proporcionada por la SCT, tanto el valor del tiempo como la estructura de costos, quedando así:   |
| Valor del tiempo conductor auto 23.11 \$/hr<br>Valor del tiempo pasajero auto 13.87 \$/hr<br>Valor del tiempo pasajero autobus 18.49 \$/hr<br>Número de pasajeros auto 2.50 pas/veh<br>Número de pasajeros autobús 22.00 pas/veh<br>Valor tiempo de la carga 15.00 \$/hr/ton<br>Toneladas promedio 13.80 ton/veh | Valor del tiempo viaje de trabajo 25.15 \$/hr<br>Valor del tiempo viaje de placer 15.09 \$/hr<br>% viajeros por motivo de trabajo 57%<br>Número de pasajeros auto 2.50 pas/veh<br>Número de pasajeros autobus 22.00 pas/veh<br>Valor tiempo de la carga 15.00 \$/hr/ton<br>Toneladas promedio 13.80 ton/veh |

## g. Otras consideraciones

| Ex Ante   | Ex Post  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tomó 2002 como año base para la evaluación, tanto porque en este año se tiene el primer reporte de aforos de la SCT, como porque en este año inicia el programa de inversiones para las mejoras en el Periférico de Mérida.</li> <li>• La evaluación original aplica un monto conservación normal todos los años, situación que es poco real, y se ha corregido para el análisis Ex Post.</li> <li>• Se utiliza una tasa de descuento del 12% para hacer la evaluación económica. Esta misma tasa se mantiene para este estudio Ex Post.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se toma el 2010 como referencia para el inicio de las operaciones; así que desde el 2002 al 2009 solo hay inversiones en el cuadro de flujos económicos para la evaluación del proyecto.</li> <li>• Se replanteo la programación de trabajos de mantenimiento: El mantenimiento normal se aplica en todos los años, excepto en los años en que se coloca sobre carpeta o se reconstruye la estructura.</li> <li>• Se plantea colocar una sobre carpeta en el año 10 y 25, y reconstrucción en el año 15 y 30 respectivamente. En los años 5 y 20 se incluye solo riego de sello.</li> </ul> |

#### h. Costos Socioeconómicos Totales

Los costos socioeconómicos totales se determinaron con base en los costos de operación vehicular unitarios por tipo de vehículo, los costos por tiempo de recorrido de los diferentes usuarios del tramo, y por los costos de conservación, para la situación “sin proyecto” y “Ex Post”.

El costo de operación vehicular por ejemplo se calcula tomando como referencia, para cada año, la cantidad de vehículos (TDPA), por el número de kilómetros del proyecto y por el costo (\$/km), anualizado con un factor de 365 días al año. Este mismo proceso se utiliza también para el cálculo del valor del tiempo: tiempo de recorrido por el valor del tiempo, por el número pasajeros.

Los resultados de los cálculos correspondientes se presentan en las siguientes tablas, en miles de pesos.

Cuadro 4. Costos Totales SIN proyecto

| AÑO | Costos Totales<br>(Miles de Pesos por Año) |           |              |            |
|-----|--|-----------|--------------|------------|
|     | COV  | Tiempo    | Conservación | TOTAL      |
| 0   | 1,096,345                                  | 419,788   | 6,000        | 1,522,133  |
| 1   | 1,204,055                                  | 462,259   | 6,000        | 1,672,314  |
| 2   | 1,322,420                                  | 509,095   | 6,000        | 1,837,515  |
| 3   | 1,452,505                                  | 560,755   | 6,000        | 2,019,260  |
| 4   | 1,595,485                                  | 617,747   | 6,000        | 2,219,233  |
| 5   | 1,752,655                                  | 680,636   | 31,000       | 2,464,291  |
| 6   | 1,925,442                                  | 750,046   | 6,000        | 2,681,488  |
| 7   | 2,115,419                                  | 826,673   | 6,000        | 2,948,092  |
| 8   | 2,324,323                                  | 911,290   | 6,000        | 3,241,613  |
| 9   | 2,554,070                                  | 1,004,753 | 6,000        | 3,564,823  |
| 10  | 2,806,776                                  | 1,108,016 | 100,000      | 4,014,792  |
| 11  | 3,084,775                                  | 1,222,142 | 6,000        | 4,312,917  |
| 12  | 3,390,648                                  | 1,348,312 | 6,000        | 4,744,960  |
| 13  | 3,562,306                                  | 1,422,002 | 6,000        | 4,990,309  |
| 14  | 3,743,080                                  | 1,500,078 | 6,000        | 5,249,158  |
| 15  | 3,933,502                                  | 1,582,838 | 380,000      | 5,896,340  |
| 16  | 4,134,144                                  | 1,670,608 | 6,000        | 5,810,752  |
| 17  | 4,345,617                                  | 1,763,739 | 6,000        | 6,115,357  |
| 18  | 4,568,576                                  | 1,862,616 | 6,000        | 6,437,192  |
| 19  | 4,803,725                                  | 1,967,655 | 6,000        | 6,777,379  |
| 20  | 5,051,818                                  | 2,079,311 | 31,000       | 7,162,129  |
| 21  | 5,313,670                                  | 2,198,081 | 6,000        | 7,517,751  |
| 22  | 5,590,157                                  | 2,324,511 | 6,000        | 7,920,668  |
| 23  | 5,882,225                                  | 2,459,199 | 6,000        | 8,347,423  |
| 24  | 6,190,897                                  | 2,602,802 | 6,000        | 8,799,699  |
| 25  | 6,517,281                                  | 2,756,047 | 100,000      | 9,373,328  |
| 26  | 6,862,579                                  | 2,919,737 | 6,000        | 9,788,316  |
| 27  | 7,228,095                                  | 3,094,763 | 6,000        | 10,328,859 |
| 28  | 7,615,252                                  | 3,282,117 | 6,000        | 10,903,370 |
| 29  | 8,025,599                                  | 3,482,906 | 6,000        | 11,514,505 |
| 30  | 8,460,831                                  | 3,698,369 | 380,000      | 12,539,200 |



Cuadro 5. Costos Totales CON proyecto

| AÑO | Costos Totales<br>(Miles de Pesos por Año) |           |              |            |
|-----|--|-----------|--------------|------------|
|     | COV  | Tiempo    | Conservación | TOTAL      |
| 0   | 1,100,659                                  | 302,053   | 9,000        | 1,411,712  |
| 1   | 1,205,751                                  | 332,590   | 9,000        | 1,547,342  |
| 2   | 1,320,828                                  | 366,290   | 9,000        | 1,696,117  |
| 3   | 1,446,846                                  | 403,482   | 9,000        | 1,859,328  |
| 4   | 1,584,859                                  | 444,533   | 9,000        | 2,038,392  |
| 5   | 1,736,029                                  | 489,841   | 46,500       | 2,272,370  |
| 6   | 1,901,635                                  | 539,845   | 9,000        | 2,450,480  |
| 7   | 2,083,088                                  | 595,021   | 9,000        | 2,687,109  |
| 8   | 2,281,943                                  | 655,889   | 9,000        | 2,946,831  |
| 9   | 2,499,913                                  | 723,011   | 9,000        | 3,231,924  |
| 10  | 2,738,886                                  | 796,999   | 150,000      | 3,685,885  |
| 11  | 3,000,935                                  | 878,515   | 9,000        | 3,888,450  |
| 12  | 3,288,334                                  | 968,285   | 9,000        | 4,265,619  |
| 13  | 3,445,959                                  | 1,017,657 | 9,000        | 4,472,616  |
| 14  | 3,611,219                                  | 1,069,515 | 9,000        | 4,689,734  |
| 15  | 3,784,484                                  | 1,123,985 | 570,000      | 5,478,469  |
| 16  | 3,966,138                                  | 1,181,203 | 9,000        | 5,156,341  |
| 17  | 4,156,579                                  | 1,241,320 | 9,000        | 5,406,899  |
| 18  | 4,356,221                                  | 1,304,500 | 9,000        | 5,669,721  |
| 19  | 4,565,488                                  | 1,370,933 | 9,000        | 5,945,420  |
| 20  | 4,784,817                                  | 1,440,831 | 46,500       | 6,272,148  |
| 21  | 5,014,655                                  | 1,514,443 | 9,000        | 6,538,098  |
| 22  | 5,255,459                                  | 1,592,062 | 9,000        | 6,856,521  |
| 23  | 5,507,692                                  | 1,674,036 | 9,000        | 7,190,728  |
| 24  | 5,771,824                                  | 1,760,789 | 9,000        | 7,541,613  |
| 25  | 6,048,335                                  | 1,852,836 | 150,000      | 8,051,173  |
| 26  | 6,337,721                                  | 1,950,823 | 9,000        | 8,297,544  |
| 27  | 6,640,506                                  | 2,055,548 | 9,000        | 8,705,054  |
| 28  | 6,957,275                                  | 2,168,026 | 9,000        | 9,134,301  |
| 29  | 7,288,725                                  | 2,289,552 | 9,000        | 9,587,278  |
| 30  | 7,635,761                                  | 2,421,798 | 570,000      | 10,627,560 |

i. Beneficios Socioeconómicos (Ahorros)

Los beneficios socioeconómicos se determinaron mediante la diferencia de los componentes de costo para la situación “con proyecto” y “sin proyecto”, como se muestra en el Cuadro siguiente:

Cuadro 6. Beneficios Totales (ahorros) e Inversión

| PERIFÉRICO DE MÉRIDA (ESTIMACIÓN DE AHORROS) |         |           |              |           |
|--|---------|-----------|--------------|-----------|
| AHORROS (miles de pesos/año)                 |         |           |              |           |
| AÑO  | EXPOST  |           |              | TOTAL     |
|  | COV     | Tiempo    | Conservación |           |
| 0  | (4,314) | 117,735   | (3,000)      | 110,421   |
| 1  | (1,896) | 129,669   | (3,000)      | 124,973   |
| 2  | 1,592   | 142,806   | (3,000)      | 141,398   |
| 3  | 5,659   | 157,273   | (3,000)      | 159,932   |
| 4  | 10,626  | 173,215   | (3,000)      | 180,841   |
| 5  | 16,626  | 190,795   | (15,500)     | 191,920   |
| 6  | 23,806  | 210,201   | (3,000)      | 231,008   |
| 7  | 32,331  | 231,653   | (3,000)      | 260,983   |
| 8  | 42,380  | 255,401   | (3,000)      | 294,781   |
| 9  | 54,157  | 281,742   | (3,000)      | 332,899   |
| 10   | 67,889  | 311,017   | (50,000)     | 328,907   |
| 11   | 83,840  | 343,627   | (3,000)      | 424,467   |
| 12   | 102,314 | 380,027   | (3,000)      | 479,341   |
| 13   | 116,348 | 404,345   | (3,000)      | 517,693   |
| 14   | 131,861 | 430,563   | (3,000)      | 559,424   |
| 15   | 149,019 | 458,853   | (190,000)    | 417,871   |
| 16   | 168,007 | 489,404   | (3,000)      | 654,411   |
| 17   | 189,038 | 522,420   | (3,000)      | 708,458   |
| 18   | 212,355 | 558,115   | (3,000)      | 767,471   |
| 19   | 238,237 | 596,722   | (3,000)      | 831,959   |
| 20   | 267,001 | 638,480   | (15,500)     | 889,981   |
| 21   | 299,015 | 683,638   | (3,000)      | 979,653   |
| 22   | 334,698 | 732,449   | (3,000)      | 1,064,147 |
| 23   | 374,533 | 785,162   | (3,000)      | 1,156,696 |
| 24   | 419,073 | 842,013   | (3,000)      | 1,258,086 |
| 25   | 468,946 | 903,209   | (50,000)     | 1,322,155 |
| 26   | 524,858 | 968,914   | (3,000)      | 1,490,772 |
| 27   | 587,589 | 1,039,215 | (3,000)      | 1,623,805 |
| 28   | 657,977 | 1,114,092 | (3,000)      | 1,769,068 |
| 29   | 736,874 | 1,193,354 | (3,000)      | 1,927,228 |
| 30   | 825,070 | 1,276,571 | (190,000)    | 1,911,640 |

j. Indicadores de Rentabilidad ExPost

Con base en los beneficios determinados y los montos de inversión aplicados en los diferentes ejercicios fiscales se hizo la evaluación considerando los flujos que se presentan en el Cuadro 7, donde al final se incluyen los Indicadores de rendimiento.

Cuadro 7.- Cuadro de flujos y resultados de la evaluación económica.

| PERIFÉRICO DE MÉRIDA (INDICADORES) |                    |           |                        |                    |
|------------------------------------|--------------------|-----------|------------------------|--------------------|
| EVALUACIÓN ECONÓMICA - EXPOST      |                    |           |                        |                    |
| AÑO                                | (miles de pesos)   |           |                        |                    |
|                                    | AHORROS            | INVERSIÓN | BENEFICIOS ADICIONALES | BENEFICIOS TOTALES |
| 0                                  |                    | 48,348    |                        | (48,348)           |
| 1                                  |                    | 143,391   |                        | (143,391)          |
| 2                                  |                    | 155,478   |                        | (155,478)          |
| 3                                  |                    | 177,391   |                        | (177,391)          |
| 4                                  |                    | 43,478    |                        | (43,478)           |
| 5                                  |                    | 8,696     |                        | (8,696)            |
| 6                                  |                    | 58,348    |                        | (58,348)           |
| 7                                  |                    | 124,609   |                        | (124,609)          |
| 8                                  | 297,781            | 3,000     |                        | 294,781            |
| 9                                  | 335,899            | 3,000     |                        | 332,899            |
| 10                                 | 378,907            | 50,000    |                        | 328,907            |
| 11                                 | 427,467            | 3,000     |                        | 424,467            |
| 12                                 | 482,341            | 3,000     |                        | 479,341            |
| 13                                 | 520,693            | 3,000     |                        | 517,693            |
| 14                                 | 562,424            | 3,000     |                        | 559,424            |
| 15                                 | 607,871            | 190,000   |                        | 417,871            |
| 16                                 | 657,411            | 3,000     |                        | 654,411            |
| 17                                 | 711,458            | 3,000     |                        | 708,458            |
| 18                                 | 770,471            | 3,000     |                        | 767,471            |
| 19                                 | 834,959            | 3,000     |                        | 831,959            |
| 20                                 | 905,481            | 15,500    |                        | 889,981            |
| 21                                 | 982,653            | 3,000     |                        | 979,653            |
| 22                                 | 1,067,147          | 3,000     |                        | 1,064,147          |
| 23                                 | 1,159,696          | 3,000     |                        | 1,156,696          |
| 24                                 | 1,261,086          | 3,000     |                        | 1,258,086          |
| 25                                 | 1,372,155          | 50,000    |                        | 1,322,155          |
| 26                                 | 1,493,772          | 3,000     |                        | 1,490,772          |
| 27                                 | 1,626,805          | 3,000     |                        | 1,623,805          |
| 28                                 | 1,772,068          | 3,000     |                        | 1,769,068          |
| 29                                 | 1,930,228          | 3,000     |                        | 1,927,228          |
| 30                                 | 2,101,640          | 190,000   |                        | 1,911,640          |
|                                    | <b>INDICADORES</b> |           |                        |                    |
|                                    | <b>TIR</b>         | 24.29%    |                        |                    |
|                                    | <b>VPN</b>         | 1,488,092 | Miles de pesos         |                    |
|                                    | <b>TRI</b>         | 24.46%    |                        |                    |

### 3.3. Comparación de Indicadores de Rentabilidad Ex Ante y Ex Post

A pesar de que tanto la evaluación Ex Ante como la Ex Post tienen una importante diferencia en el tránsito utilizado para el cálculo, una vez que se rehicieron las evaluaciones en la condición sin y con proyecto (Ex Post), actualizando tanto los volúmenes de tránsito como la composición vehicular, los costos y los parámetros operacionales (velocidades); la TIR resulta ligeramente inferior a la calculada en el estudio Ex Ante; la tasa de rentabilidad inmediata resulta marginalmente superior a la previa; pero el VPN si se incrementó en más del 40%. Los datos se pueden apreciar en el cuadro a continuación:

| <b>Indicadores de Rentabilidad</b>                     | <b>Proyecto Ex Ante</b> | <b>Proyecto Ex Post</b> |
|--|-------------------------|-------------------------|
| <b>Tasa Interna de Retorno (TIR)</b>                   | 26.5                    | 24.29                   |
| <b>Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)</b>            | 23.2                    | 24.46                   |
| <b>Valor Presente Neto (VPN)<br/>Millones de pesos</b> | 1,077.40                | 1,466.09                |

1. La evaluación Ex Post determinó una ligera reducción en la TIR (casi 3 puntos), aunque una ligera mejora en la TRI. Los indicadores, sin embargo, siguen siendo aún muy buenos (más de 12 puntos por arriba de la tasa de descuento), con lo que se concluye que la SCT ha invertido los recursos en proyectos económicamente adecuados.

2. El tránsito que actualmente circula por el Periférico de Mérida (TDPA de 31,713 vehículos en promedio en 2010) justificaba la ampliación de esta arteria urbana; sin embargo, es importante recordar que el estudio de referencia (Ex Ante) pronosticaba apenas la mitad de este volumen encontrado.

3. Esta obra de ampliación cumple su propósito de hacer más seguro y costo-efectivo el movimiento de bienes y personas en el tramo analizado. Esto se debe a que el tramo ampliado permite un desplazamiento con mayores velocidades contribuyendo en la disminución de los costos de operación vehicular, que se traducen en hacer más competitivo el transporte carretero de México.

4. Se confirmó que el proyecto logró mejorar las velocidades de operación vehicular; pero aún quedan 3 intersecciones a nivel donde las velocidades

promedio bajan. Ante esto se recomienda evaluar la posibilidad de continuar con las obras en estos 3 puntos.

5. Los indicadores de rendimiento económico que al final se obtienen en esta evaluación Ex Post confirman la bondad del proyecto, aun cuando la inversión haya sido superior a la originalmente estimada lo que influyó también en una pequeña reducción de la TIR y de la TRI. Las principales diferencias entre las evaluaciones Ex Ante y Ex Post se encuentran en:

a. La tasa de crecimiento del tránsito total (TDPA) fue subestimada, pues según los datos de referencia en los extremos, 2002-2010, el crecimiento del tránsito fue del orden del 10%, confirmada incluso por los reportes de los datos viales de las carreteras radiales en las cercanías del Periférico.

b. La composición original varió, hay más automóviles y menos autobuses y camiones.

c. Los beneficios aumentaron en general, pero como también hubo un incremento en las inversiones, al final se conservó un equilibrio hasta encontrar indicadores de rendimiento económico muy parecidos.

La conclusión en general es que la inversión ha sido adecuada, la oportunidad también ha sido buena y aún se tiene margen para seguir invirtiendo en este proyecto.

### 3.4. Criterios de desempeño

En este punto se realizará la evaluación al proyecto “Periférico de Mérida” utilizando un modelo conceptual basado en la Evaluación de Desempeño.

El desempeño de un proyecto se puede definir como la determinación del grado en el cual un proyecto alcanzó los resultados previstos dentro de los plazos y recursos programados.

Para evaluar el desempeño de un proyecto es importante definir criterios o parámetros que nos permitan establecer un control, es decir rangos o tolerancias que nos den la pauta para evaluar el proyecto; si alguno de estos factores no se lleva a cabo es necesario establecer líneas de acción para poder controlarlo o mejorarlo.

Para fines de este trabajo se propone que estos criterios se analicen una vez que se haya realizado la evaluación Ex Post, sin embargo, esta evaluación no se realiza a todos los proyectos de inversión por lo que se podrían revisar estos criterios una vez terminada la obra para poder comparar lo que se gastó con cuenta pública<sup>13</sup> por ejemplo.

La importancia de conocer el desempeño de los proyectos surge de la necesidad de la asignación de recursos para cada proyecto, cuyo principal objetivo sería asignar recursos a proyectos rentables que cumplan además con todo lo establecido como lo son las factibilidades, para que una vez que se haya hecho la asignación el proyecto se lleve a cabo conforme a los lineamientos establecidos en el programa de construcción.

---

<sup>13</sup> Es el informe que los Poderes de la Unión y los entes públicos federales rinden de manera consolidada, a través del Ejecutivo federal, a la Cámara de Diputados, sobre su gestión financiera. La Cuenta Pública tiene como propósito comprobar que la recaudación, administración, manejo, custodia y aplicación de los ingresos y egresos federales durante un ejercicio fiscal, comprendido del 1° de enero al 31 de diciembre de cada año, se ejercieron en los términos de las disposiciones legales y administrativas aplicables, y conforme a los criterios y con base en los programas aprobados en el Presupuesto de Egresos de la Federación.

Fuentes: Berlín Valenzuela, Francisco, *Diccionario de Términos Parlamentarios*, 1997; *Ley de Fiscalización Superior de la Federación*; Arts. 73, 74, 79, 117 y 122 *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*; 29 y 51 *Ley Orgánica del Congreso General*; y, 222-224 *Reglamento de la Cámara de Diputados*.

## **Criterios de Desempeño:**

Dentro de los criterios de desempeño que se definieron en el punto 2.4 de este trabajo se encuentran la Eficacia, la Eficiencia y la Efectividad, en esta etapa del trabajo se realizará el análisis para cada una de estas variables; aplicándolas al proyecto carretero “Periférico de Mérida”. A continuación cada criterio se analizará con base en la información recabada de dicho proyecto.

### **Eficacia**

La eficacia se relaciona con el cumplimiento del proyecto y con los niveles de avance logrado de las obras respecto a lo programado, como resultado de la eficacia se obtiene el cumplimiento de las metas físicas del proyecto (longitud, ancho, etc.), tiempos de ejecución y el costo del mismo.

Para entender este criterio se plantea la siguiente pregunta: ¿Los medios elegidos para producir la transformación son los adecuados y producen resultados satisfactorios?

Para contestar a este criterio se necesita conocer los resultados, los resultados que definimos para este proyecto son:

La realización de la obra como fue planeada, es decir, si la alternativa que se eligió fue la mejor, no sólo en la cuestión económica sino en la correcta ejecución de la obra y si se obtuvo el resultado esperado.

El Periférico de Mérida cumplió con la meta física que era la ampliación de 50 km, por lo que el criterio de eficacia se cumple.

En la evaluación Ex Ante se confirma la viabilidad del proyecto debido al cumplimiento de sus indicadores de rentabilidad.

La alternativa que se eligió para la ampliación del Periférico de Mérida sustenta la rentabilidad del proyecto en los ahorros obtenidos por concepto de costos de operación y tiempo de recorrido, que son superiores a los costos de inversión y de conservación necesarios en la vida útil del proyecto. Por lo tanto, es un proyecto viable económicamente.

## Eficiencia

Definiremos la eficiencia como el grado hasta el cual se ejecutaron, administraron y organizaron las actividades de un proyecto de una manera apropiada al menor costo posible para rendir los productos y/o componentes esperados.

Para poder realizar el análisis de este criterio se define la siguiente pregunta: ¿Los recursos utilizados en el proceso de transformación son los mínimos?

Tal y como se escribió en párrafos anteriores, en la evaluación Ex Ante, los indicadores de rentabilidad utilizados Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI) fueron los adecuados para considerar esta alternativa como la mejor.

En este punto comparamos los montos de inversión tanto planeados como ejecutados donde hay una variación en el monto de inversión por lo que no cumpliría con este criterio; sin embargo, es bueno investigar el por qué incrementó el monto total de la obra.

|              | <b>Monto planeado*</b> | <b>Monto modificado**</b> |
|--------------|------------------------|---------------------------|
| <b>Total</b> | \$ 861,610,417         | \$ 925,913,282            |

De las fuentes proporcionadas para este proyecto se encuentran las siguientes: Evaluación Ex Post, Información de la Dirección General de Desarrollo Carretero Secretaría de Hacienda y Crédito Público

De acuerdo con el primer Análisis de Costo-Beneficio con el que se registró el proyecto, se muestra a continuación la siguiente tabla que compara el primer calendario de inversión con el último.

| Año  | <b>Inversión (mdp)<br/>ACB con el que se<br/>ingresó el proyecto<br/>(2004)</b> | <b>Inversión (mdp)<br/>Última<br/>actualización del<br/>ACB<br/>(2008)</b> |
|------|---|--|
| 2002 | <b>48.4</b>   | <b>66.9</b>  |
| 2003 | <b>143</b>  | <b>183</b>   |
| 2004 | <b>154.4</b>  | <b>183.4</b>   |
| 2005 | <b>142.3</b>  | <b>160.4</b>   |



|              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| 2006         | <b>43.4</b>  | <b>46.8</b>  |
| 2007         | <b>8.6</b>   | <b>9</b>     |
| 2008         | <b>52.1</b>  | <b>52.2</b>  |
| <b>TOTAL</b> | <b>592.2</b> | <b>701.7</b> |

Al revisar los diferentes Análisis de Costo Beneficio que se ingresaron a la Unidad de Inversiones se aprecia que la inversión planeada de acuerdo con su respectivo calendario de inversiones no corresponde a lo que realmente se ejerció. En su momento se realizó una actualización en la cual el monto de inversión aumentó, sin embargo, su meta no cambió, este incremento se puede deber a un aumento en el valor de los materiales, al adicionar más estructuras al proyecto, a la lejanía de los bancos de materiales, entre otros.

En este caso, el incremento se debió principalmente a la necesidad de construir 6 pasos superiores vehiculares, ubicados en Dzununcan km. 5+836, X- Matkuil km. 9+592, Tekit de Regil km. 11+940, Mulchechen km. 13+454, Kanasin km. 15+265, y Cholul; así como la construcción de 3 Distribuidores Viales ubicados en el km. 24+592 Conkal, que comunica al oriente del Estado; en el km. 29+000, salida a una zona residencial de alta plusvalía; y en el km. 42+000 Caucel, salida al puerto de Celestún. Cabe señalar que 4 distribuidores viales ya existían, por lo que en total actualmente opera con 7 distribuidores a lo largo de su recorrido.

Cuando se realizan los análisis de costo-beneficio los costos que se estipulan son paramétricos, por lo cual el costo total de la obra puede presentar variaciones.

Se sugiere llevar a cabo un control más estricto a lo largo de todo el proceso de ejecución del proyecto. Donde se tenga un seguimiento de todas las modificaciones que se realicen al proyecto, no solo en cuanto al proceso constructivo sino también a nivel de proyecto ejecutivo.

La Unidad de Inversiones a lo largo del tiempo con el fin de mejorar y precisar la evaluación pide mayor información con el objetivo de hacer la mejor elección y brindarle los recursos a los proyectos que sean más rentables, sin embargo todavía cuenta con deficiencias, muchas de ellas se propician por factores externos tales como los recortes presupuestarios, y por cada año sin asignación de recursos a los proyectos en la etapa de construcción se corre el riesgo de que

su costo total se incremente considerablemente y evita que la SHCP le asigne los recursos necesarios para la culminación de la obra.

## **Efectividad**

Definiremos la palabra efectividad como el grado en el cual un proyecto logró los resultados previstos y, por tanto, alcanzó su propósito y contribuyó a su fin.

Dentro de este criterio se consideran otros indicadores como lo son los impactos directos de la construcción de la carretera:

- Tiempos de traslados.
- Disminución real de los costos de operación y mantenimiento.
- Aumento en las velocidades promedio.

De acuerdo con lo anterior para conocer la efectividad del proyecto se sugiere la siguiente pregunta: ¿Qué tanto contribuye este proceso de transformación en el logro de los objetivos a largo plazo?

Definiremos los objetivos a largo plazo del proyecto Periférico de Mérida como lo siguientes:

- Proporcionar un mejor servicio a los usuarios.
- Resolver problemas viales en diversas intersecciones del mismo con las vías urbanas y con carreteras que conectan otros puntos del Estado.
- Permitir un desplazamiento con mayores velocidades contribuyendo en la disminución de los costos de operación vehicular, que se traducen en mayor competitividad del transporte carretero de la región.
- Ser el elemento articulador del transporte colectivo de pasajeros de la ciudad y la región.
- Facilitar la comunicación por automóvil entre los distritos de la ciudad y las salidas a otros destinos.
- Distribuir el transporte de carga para la ciudad y servir de libramiento para los flujos regionales.
- Comunicar y ordenar las actividades económicas y los servicios que atienden a la ciudad y la región.

La modernización de éste Periférico contribuye de manera significativa al cumplimiento de dichos objetivos.

Esta obra se convierte en un anillo articulador de los movimientos entre las diferentes zonas de la Ciudad de Mérida el cual atiende el gran desarrollo que ha experimentado en los últimos años, basado principalmente en el comercio y el turismo, a consecuencia de su estratégica ubicación dentro de la Península de Yucatán, de fácil acceso a zonas arqueológicas y destinos de playa como Cancún y Puerto Progreso.

Además, esta modernización cumple su propósito de hacer más seguro y eficiente el movimiento de bienes y personas a través de la red de carreteras.

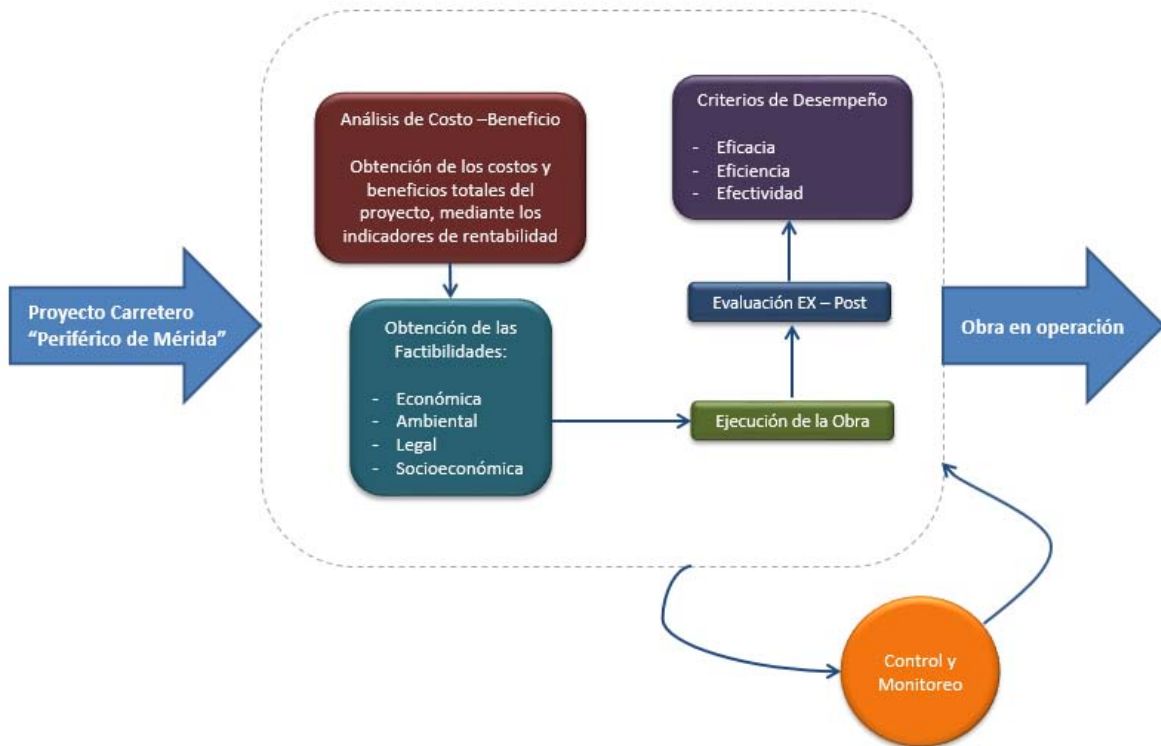


Figura 8. Proceso de la Evaluación de Desempeño del Periférico de Mérida.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este trabajo se propone un modelo conceptual para evaluar el desempeño de proyectos carreteros, en el cual involucra criterios de desempeño que actúan como monitores y peritos del control de cada uno de los proyectos.

En el estudio de caso del proyecto: Periférico de Mérida se pudo evaluar su desempeño utilizando los criterios de eficacia, eficiencia y efectividad, los resultados de esta evaluación permitieron conocer factores que afectaron en el desempeño del proyecto como fue la adición de estructuras (pasos vehiculares) por lo cual incrementó el monto planeado, y la asignación de recursos (esta es una variable ajena al proyecto que afecta directamente al calendario de inversiones planeado); a pesar de ello cumplió de buena manera con el criterio de eficacia que fue realizar la ampliación de 50 km en esta vialidad.

Con la modernización de éste periférico se atiende el gran desarrollo turístico y comercial de la zona de la Península de Yucatán, además de hacer más seguro y eficiente el movimiento de bienes y personas a través de la red carretera. Por lo cual cumple ampliamente con el criterio de “Efectividad”; además, como metas a largo plazo, opera de manera regular y aunque ya se incrementó el tránsito en esta zona, existen proyectos en puerta para mejorar las velocidades de operación y comunicar a la población con las demás zonas turísticas.

De acuerdo a la situación económica del país es indispensable y surge la necesidad de proponer esquemas de evaluación a proyectos que indiquen las prioridades o la importancia de realizar inversiones públicas a determinadas obras, y buscar siempre la optimización de los recursos a favor de beneficios al desarrollo del sector carretero nacional y al progreso socioeconómico del país.

La implementación de este modelo conceptual sirve para monitorear de manera cualitativa el desempeño de un proyecto; su importancia radica en obtener la integración de todos los cambios presentados a lo largo del proyecto y contar con las lecciones aprendidas que permiten controlar obras nuevas para mejorar su planeación y las etapas siguientes del proyecto.

Se propone evaluar el proyecto en diferentes momentos, si hacemos la evaluación en la fase de inversión y cuando el proyecto se encuentra en proceso de ejecución, nos proporcionaría información sobre la eficiencia en el logro de metas, tiempos y costos que permitiría adoptar medidas oportunas si se detectan problemas. En cambio, si la evaluación se realiza al concluir la obra, nos permite

determinar también el grado de alcance de las metas establecidas y los costos, enriqueciendo la evaluación Ex Post que se realiza actualmente.

El proceso de evaluación después de la terminación del proyecto se basa en reexaminar la identificación y diseño original e investigar sobre su ejecución y desempeño. En esta etapa, la evaluación se considera "sumativa", debe ser un proceso continuo.

Además de los criterios de desempeño, se propone implementar una matriz de riesgos que involucre todos aquellos percances a los que está sujeto un proyecto de inversión como lo son la asignación de recursos, la disponibilidad de los materiales, la liberación del derecho de vía, etc. Donde se establezcan líneas de acción para solventar las deficiencias que ocasionan.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Castro Rodríguez, Raúl. Evaluación ex -ante y ex -post de proyectos de inversión pública en educación y salud: metodologías y estudios de caso, CEDE, Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico, Facultad de Economía, Universidad de los Andes, 2008.
2. Diario Oficial de la Federación, Lineamientos para la elaboración y presentación de los Análisis Costo y Beneficio de los Programas y Proyectos de Inversión. Segunda Edición, 30 de Diciembre de 2013.  
[http://www.shcp.gob.mx/LASHCP/MarcoJuridico/ProgramasYProyectosDelnversion/Lineamientos/costo\\_beneficio.pdf](http://www.shcp.gob.mx/LASHCP/MarcoJuridico/ProgramasYProyectosDelnversion/Lineamientos/costo_beneficio.pdf)
3. Evaluación Ex -Post del proyecto “Periférico de Mérida” realizado por la Dirección General de Desarrollo Carretero de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en Julio de 2010.
4. Guía General de Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Inversión Pública a Nivel de Perfil, aprobada en julio de 2003. Dirección General de Inversión Pública-DGIP del Ministerio de Economía y Finanzas, Lima, Perú, 2014.
5. Guía General para la presentación de estudios de Evaluación Socioeconómica de Programas y Proyectos de Inversión: Análisis Costo - Beneficio, Actualización 2015. cepep (Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos), Marzo 2015.
6. Lineamientos para el seguimiento de la rentabilidad de los programas y proyectos de inversión de la Administración Pública Federal. Diario Oficial de la Federación, 2008.  
<http://www.sct.gob.mx/obrapublica/MarcoNormativo/1/1-3/1-3-6.pdf>
7. Metodología para la Evaluación Costo Efectividad, UNAM-IIS, 2015.
8. Metodología para la Evaluación de Proyectos de Inversión en Carreteras, Primera Edición, España, 1980.  
<http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/7301F397-15C2-4652-83EF4DDF7C200A45/70805/0410951.pdf>

9. Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile.  
<http://www.mop.cl/Paginas/default.aspx>
10. Proceso de Evaluación de la Obra Pública. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Subsecretaría de Infraestructura, Dirección General de Carreteras, Mayo 2013.  
<http://www.sct.gob.mx/obrapublica/MarcoNormativo/1/1-5/1-5-7.pdf>
11. Wilson, Brian, Sistemas: conceptos, metodología y aplicaciones, Limusa, México, 1993.