



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN
INGENIERIA**

**EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO
CARRETERO: CD. VALLES-TAMPICO DEL KM 32 AL 33,
EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ.**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERIA

INGENIERIA DE SISTEMAS – TRANSPORTE

P R E S E N T A :

ABUNDIZ VILLAGÓMEZ SILVIA

TUTOR:
DR. JOSÉ JESÚS ACOSTA FLORES



2012



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.

JURADO ASIGNADO

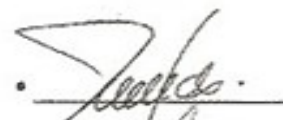




Presidente : Dr. Aceves García Ricardo

Secretario : M.I. Rivera Colmenero Jose Antonio

Vocal : Dr. Acosta Flores José De Jesús

1er. Suplente : Dr. Sánchez Guerrero Gabriel De Las Nieves

2do. Suplente : M. C. Del Moral Dávila Manuel

• 
• 
• 
• 
• 

CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, D.F.

TUTOR DE TESIS:



Dr. Acosta Flores José De Jesús

AGRADECIMIENTOS:

A la Universidad Nacional Autónoma de México y la Facultad de Ingeniería, mi Alma Mater.

A mi tutor Dr. José Jesús Acosta Flores por brindarme sus conocimientos, su guía, su paciencia y la confianza depositada en mí.

Al Conacyt por todo el apoyo recibido.

A mi familia:

Por haberme apoyado a lo largo de mi vida en toda ocasión.

A mi mami Apolonia Villagómez Olmos por su paciencia, amor, dedicación y ser mi compañera incondicional.

A mi papi Reyes Abundiz Montelongo por su amor y sus enseñanzas.

A mis hermanos Aly, Lupita, Sergio, Efrén, Arturo, Tere, Ara y Lety por su ejemplo a seguir y apoyarme en todos mis proyectos.

A mis sobrinos Arturo, Alejandro, Efrén, Brisel, Javier y Yoltzin por ser mi alegría.

A Claudia, Lourdes, Javier y Gerardo gracias por su apoyo.

A Michelle Bichón y Camila por ser la fuente de inspiración.

A Facundo Camilo por ser mi adoración, mi pequeño consentido.

A Sebastián, el peludo amor de mi vida.

A mi gran amor:

Rubén Ortega Aparicio, por ser mi compañero, mi apoyo y parte de mí.

ÍNDICE

	Pág
RESUMEN.....	8
RESUME.....	9
INTRODUCCIÓN.....	10

Capítulo 1. GENERALIDADES.

1.1 Objetivos y metodología.....	11
1.2 Justificación.....	15
1.3 Alcances y limitaciones.....	15
1.4 Método de análisis y resultados.....	15
1.5 Estructura del contenido.....	16

Capítulo 2. CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS CARRETERAS EN MÉXICO.

2.1 Clasificación de las carreteras.....	19
2.2 Red mexicana de carreteras.....	22
2.3 Tipos de terreno.....	31
2.4 Características de las carreteras.....	32
2.4.1 Velocidad de proyecto.....	33
2.4.2 Vehículo de proyecto.....	33

Capítulo 3. MÉTODOS USADOS EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS.

3.1 Valor Presente Neto (VPN).....	36
3.2 Tasa Interna de Retorno (TIR).....	37
3.3 Periodo de Recuperación (PR).....	38
3.4 Relación Beneficio/Costo (B/C).....	38

Capítulo 4. EVALUACIÓN DE PROYECTOS CARRETEROS.

4.1 Bases teóricas de la evaluación económica de proyectos carreteros.....	40
4.1.1 Planteamiento teórico de la evaluación.....	41
4.1.2 Evaluación de proyectos carreteros en regiones desarrolladas.....	42
4.2 Contexto de los estudios de evaluación económica.....	43
4.2.1 Factibilidad técnica.....	44
4.2.2 Factibilidad económica.....	45
4.2.3 Factibilidad financiera.....	45
4.2.4 Factibilidad social.....	45
4.2.5 Factibilidad política.....	46
4.3 Estudios de factibilidad económica de proyectos carreteros.....	46
4.3.1 Diagnóstico y problemática.....	46
4.3.2 Objetivos del proyecto.....	47
4.3.3 Pronóstico de la demanda.....	47
4.3.4 Generación de alternativas.....	48
4.3.5 Estimación de costos de inversión.....	48
4.3.6 Estimación de beneficios del proyecto.....	48
4.3.7 Comparación de costos y beneficios.....	50
4.3.8 Resultados finales.....	50
4.4 Criterios de evaluación económica de proyectos carreteros.....	51
4.4.1 Carreteras de función social.....	52
4.4.2 Carreteras de penetración económica.....	52
4.4.3 Carreteras para zonas en pleno desarrollo.....	53
4.5 Evaluación económica de proyectos carreteros en zonas desarrolladas....	54
4.5.1 Ahorro en costos de operación de los vehículos.....	55
4.5.2 Ahorro en tiempo de recorrido.....	56

Capítulo 5. CASO DE ESTUDIO

5.1	Problemática.....	59
5.2	Ubicación del proyecto.....	63
5.2.1	Entorno geográfico.....	63
5.3	Diagnóstico de la situación actual.....	67
5.3.1	Zonas inestables y de riesgo.....	67
5.3.2	Evaluación ambiental.....	69
5.3.3	Red vial relevante.....	75
5.3.4	Análisis de oferta.....	75
5.3.5	Análisis de demanda.....	79
5.4	Alternativas.....	91
5.5	Costos de alternativas.....	92
5.6	Análisis Beneficio-Costo.....	100
	Conclusiones.....	148
	Anexo 1.....	151
	Anexo 2.....	157
	Anexo 3.....	164
	 Bibliografía.....	 190

RESUMEN

Este proyecto nace al descubrir la necesidad de brindar a la población una red vial segura y funcional que garantice la comunicación vía terrestre en esta zona. Tomando en cuenta lo anterior, el objetivo general es:

Evaluar la factibilidad económica de la ejecución del proyecto, cuantificando los beneficios socio-económicos, considerando para ello la evaluación de los tramos a reconstruir, mediante el análisis de los estudios realizados y la aplicación de la ingeniería de tránsito necesaria para su ejecución.

Para el cumplimiento de los objetivos, en primer lugar se ha hecho una revisión bibliográfica detallada en relación al sistema carretero de México, la clasificación vehicular, los costos de los insumos del autotransporte, el historial de aforos del tramo de interés, es decir, de las variables relevantes para la evaluación económica.

Seguidamente, se determinaron los criterios y procedimientos para medir el Tránsito Vehicular Diario Promedio (TDPA) y se estableció la metodología y los parámetros para la realización de una evaluación socio-económica que identificara para cada una de las alternativas los beneficios que se obtendrían con cada una de ellas.

La determinación de la rentabilidad económica de las acciones propuestas se realiza comparando los costos y beneficios, obteniéndose los índices de rentabilidad que tratan de reflejar, desde el punto de vista económico, el interés y/o la conveniencia de la realización de la inversión correspondiente, es decir, se determina la viabilidad económica del proyecto. En el cálculo de operación vehicular se utiliza el programa VOCMEX, el cual proporciona información sobre costos de operación del vehículo por kilómetro.

En general, se deben aplicar diseños con periodos útiles prolongados, cada vez que sea posible, pues por alto que sea su costo, rápidamente será recuperado por el país al bajar los costos de operación de los usuarios.

RESUME

This project is born to discover the need to provide to the public road network secure communication in this area. Considering the foregoing, the objective is:

Economic feasibility assess the performance of the project, quantify socio-economic benefits, considering it for the evaluation of sections rebuild through the analysis of studies and the implementation of the traffic engineering necessary for its implementation.

For meeting objectives in the first place has made a detailed literature review in relation to highway system of Mexico. Then be determined criteria and procedures for measuring average daily vehicular traffic and established the methodology and parameters for the conducting a socio-economic assessment to identify for each of the alternatives, benefits to be gained with each one of them.

Determining the economic profitability of the proposed action is comparing costs and benefits, get the rate of profitability that reflects, from the economic perspective, the interest and / or convenience for conducting for investment, it is determined the economic viability of the project. In the calculation of operating vehicle is used Vocmex program, which provides information on vehicle operating costs of kilometer.

In general, applications designed with long service periods every time as possible for high their cost quickly be recovered by country to reduce in operating costs of the users.

INTRODUCCIÓN.

En esta tesis se presenta una metodología para la identificación, preparación y evaluación de proyectos, la cual se constituye con base en la Planeación de Inversiones en Transporte Carretero.

Su utilización es necesaria para evaluar los proyectos que compiten por fondos del presupuesto público u otro tipo de recursos que por lo general son escasos, de ahí que se busque una optimización en su utilización. En este documento, dan las herramientas necesarias para preparar y evaluar proyectos de inversión en el transporte carretero.

El presente trabajo que trata sobre la evaluación económica busca determinar los costos y los beneficios asociados con una decisión de inversión, así como su impacto al tomar dicha decisión. El objetivo central de todo proyecto de inversión es solucionar un problema o una necesidad sentida en una población determinada. Esta tesis establece las condiciones necesarias para que dicha solución sea la óptima y con mínimo costo, lo que garantiza una adecuada asignación de recursos.

El caso de estudio que se presenta, está relacionado con acciones puntuales para la solución de un problema o una necesidad. En ellas, cada fracción de la inversión realizada genera beneficios. La posibilidad de incrementar inversiones generando variación en los beneficios, hace flexible la asignación de presupuesto en cada proyecto. Se incluyen dentro de este grupo: los proyectos de asistencia técnica, conservación, capacitación, investigación y recuperación ambiental.

El caso de estudio se divide, en tres partes:

Parte I Antecedentes;

Parte II Enfoque y metodología para la Evaluación Socioeconómica y

Parte III Evaluación Socioeconómica.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES.

La presencia del autotransporte ha facilitado la comunicación y urbanización de grandes extensiones de suelo a las que por razones principalmente de costo, no era posible que accediera el transporte, pero el incremento de la velocidad, la disposición de más infraestructuras carreteras, el mejoramiento de los ingresos y la reducción de los costos del transporte, han facilitado la dispersión poblacional y la realización de más viajes y a distancias cada vez mayores.

Los impactos del transporte terrestre en el conjunto de las actividades sociales y económicas de la población y especialmente sobre las áreas céntricas o densas de las ciudades son conocidos, tales como la contaminación. El autotransporte ha sido uno de los principales motores de desarrollo experimentado por la sociedad mexicana en el último siglo, sin embargo, ha traído consigo problemas de accidentalidad, sobrecostos de operación vehicular, congestión, contaminación ambiental, ruidos e intrusión visual, que demandan intervenciones adecuadas so pena de que esos impactos negativos continúen creciendo con consecuencias económicas, ambientales y humanas.

Las administraciones locales, no solamente reaccionan ante los problemas carreteros con la instalación de señalización vertical y horizontal, también toman en cuenta propuestas y alternativas como los aforos vehiculares, la composición vehicular y los costos de operación vehicular. Estas propuestas y alternativas han mostrado una gran fortaleza especialmente si se aplican de forma integrada o coordinada.

La presente tesis, partiendo de las premisas enunciadas y considerando el **tránsito diario promedio anual (TDPA)** y los costos de operación vehicular como las variables más relevantes en la elección de la mejor alternativa, establece un procedimiento metodológico para la evaluación de las alternativas que se explican en el capítulo correspondiente, para establecer desde el punto de vista socio-económico los beneficios que se obtendrían, consistente con los verdaderos costos de dicha actividad y por ende, ofrece justificaciones para que las administraciones formulen y apliquen estrategias para la construcción de proyectos carreteros.

1.1 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.

Este proyecto nace al descubrir la necesidad de brindar a la población una red vial segura y funcional que garantice la comunicación vía terrestre en esta zona. Tomando en cuenta lo anterior, el objetivo general es:

- Evaluar la factibilidad económica de la ejecución del proyecto, cuantificando los beneficios socio-económicos, considerando para ello la evaluación de los tramos a reconstruir, mediante el análisis de los estudios realizados y la aplicación de la ingeniería de tránsito necesaria para su ejecución.

Dentro de los objetivos específicos se encuentran:

- Facilitar la comunicación en la región de estudio que se localiza entre Cd. Valles-Tampico cuya red forma parte de la ruta San Luis Potosí-Cd. Valles-Tampico considerada dentro de las 9 rutas del Acuerdo Nacional por el Turismo.
- Se propondrán soluciones que sean factibles y eficientes, buscando generar soluciones que funcionen de la mejor manera posible.
- Se generarán soluciones que hagan seguro y rápido el sistema de los elementos carretera-vehículo-conductor para el transporte de productos y pasajeros.

Para el cumplimiento de los objetivos, en primer lugar se ha hecho una revisión bibliográfica detallada en relación al sistema carretero de México, la clasificación vehicular, los costos de los insumos del autotransporte, el historial de afors del tramo de interés, es decir, de las variables relevantes para la evaluación económica.

Seguidamente, se determinaron los criterios y procedimientos para medir el **Tránsito Vehicular Diario Promedio (TDPA)** y se estableció la metodología y los parámetros para la realización de una evaluación socio-económica que identificara para cada una de las alternativas los beneficios que se obtendrían con cada una de ellas.

La determinación de la rentabilidad económica de las acciones propuestas se realiza comparando los costos y beneficios, obteniéndose los índices de rentabilidad que tratan de reflejar, desde el punto de vista económico, el interés y/o la conveniencia de la realización de la inversión correspondiente, es decir, se determina la viabilidad económica del proyecto.

Primeramente se identifican las necesidades, para posteriormente determinar la acción que se realizará. Esta acción genera beneficios, lo que se busca entonces es que los beneficios rebasen los costos.

La metodología toma en cuenta lo anterior y otorga una forma de cuantificarlo, ésta cuantificación y valoración, se realiza desde el punto de vista de la clasificación vehicular y el impacto que las alternativas generan sobre los costos socio-económicos. Los flujos de efectivo se presentan en forma incremental contra la alternativa de con proyecto y sin proyecto.

Para los cálculos se procedió a la aplicación de la metodología comparando los costos económicos y los beneficios de la inversión propuesta durante el horizonte de planeación. En el cálculo de operación vehicular se utiliza el programa VOCMEX, el cual proporciona información sobre costos de operación del vehículo por kilómetro en función de:

1. Valores actuales de insumos como vehículos, combustibles, lubricantes, repuestos, etc.;
2. Las características de la geometría y rugosidad de la carretera; y
3. La velocidad promedio de operación de vehículos.

Los principales insumos que se necesitan para la evaluación de los proyectos son: Velocidades, volúmenes vehiculares y la clasificación vehicular, longitud, inversión, costo de mantenimiento, tasa de crecimiento, costos de operación vehicular, estos datos se requieren suponiendo situaciones en las que se ejecutan las acciones o no se llevan a cabo.

El criterio de selección y aprobación de una acción es el de obtener una tasa modificada interna de retorno mayor del 12%. Los elementos a utilizar para la evaluación económica son los siguientes:

- Aforo del tránsito. En primer lugar el nivel de tránsito es una de las características más importantes de un tramo y se obtuvo por medio de aforos de tránsito para el cálculo del TPDA (tránsito promedio diario anual) para los proyectos.
- La clasificación vehicular del tránsito, la cual se agrupa en tres grupos: A- Automóviles, B- Autobuses y C - Camiones.
- Tasa de incremento del tránsito. Es el porcentaje de incremento anual del tránsito, se calcula estudiando una serie de conteos de tránsito realizados en el mismo lugar, durante un periodo de varios años y por medio del estudio de campo.
- Estado físico y rugosidad. Es el factor más importante que se debe tener en cuenta para determinar el costo de operación de vehículos, es la rugosidad de la carretera. La rugosidad se mide utilizando el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), cuyas unidades son metros/km. La manera más precisa de medir la rugosidad es utilizando un vehículo especialmente equipado, sin embargo la manera más común, es hacer una inspección visual.
- Velocidades por punto de los vehículos. La velocidad por punto de circulación se define como la velocidad en un tramo determinado.

- Tipo de terreno. Se clasifica en plano, lomerío y montañosos de acuerdo con su pendiente.

Con lo anterior se obtendrán los indicadores económicos que son Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Neto del proyecto (VPN) y Relación Beneficio/Costo (B-C).

En cuanto a los costos, están integrados por los costos de inversión para cada una de las alternativas planteadas (costos de construcción, conservación, ampliación), gastos de mantenimiento acorde con el tipo de terreno, tipo de acción y alternativa que se plantea para el tramo.

En términos generales, el cálculo de los beneficios generados por los ahorros en los costos de operación de los vehículos, se realiza comparando los costos de operación antes y después de desarrollar los proyectos.

Como resultado de la evaluación, se obtiene un flujo de caja, indicando los costos y los beneficios año por año, para la vida útil del proyecto y los resultados de las variaciones operacionales. Partiendo de esta información (monto de la inversión, volumen vehicular de los automóviles, autobuses y camiones, Tasa de crecimiento de los vehículos, estado del pavimento (ISA), velocidades, longitud, etc.) se calcula los diversos índices de rentabilidad.

En el cálculo de la rentabilidad se utilizan valores actualizados (valor presente) con el fin de poder efectuar la comparación objetiva entre costos y beneficios anuales que se proceden a lo largo de la vida económica del proyecto. El cálculo de la rentabilidad se refiere a un período de tiempo que se denomina período de la inversión. Este período se delimita en función de la vida útil y económica del proyecto y de la tasa de actualización adoptada para el cálculo de los costos y beneficios.

Para probar la metodología se realiza una aplicación al caso de estudio localizado en el tramo carretero entre los kilómetros 32 y 33 de la carretera: Cd. Valles - Tampico, en el Estado de San Luis Potosí, que cuenta con información detallada sobre la situación actual de los aforos vehiculares, la demanda de los usuarios y la oferta existente, donde se han realizado importantes inversiones en proyectos carreteros, y en donde de acuerdo con la opinión de su población y datos estadísticos de la SCT, la accidentalidad y sobre costos siguen siendo los principales problemas.

Para este caso se estima la magnitud de los cambios potenciales que de acuerdo con diferentes esquemas podrían ocurrir, se establecen los impactos económicos, sociales y ambientales que se obtendría con los cambios y se extraen conclusiones sobre las bondades del procedimiento. Finalmente, de acuerdo con

la experiencia, se hacen recomendaciones al caso de estudio y a la metodología seguida.

1.2 JUSTIFICACIÓN.

Al tener una vialidad que no cumple con las exigencias de la sociedad, la economía de la zona se ve seriamente afectada, ya que el tiempo de transporte y los daños a los vehículos son cada vez mayores. Una vialidad que hasta hace unos cuantos años sólo servía para comunicar, hoy en día, involucra la economía de Ciudad Valles y la de Tampico.

Lo que se desea, es comunicar en condiciones económicas y competitivas a una sociedad en donde la actividad del transporte es básica para su desarrollo. Hay que estar concientes que se requiere de carreteras que hagan del autotransporte una opción cada vez más económica, rápida y segura. Con este proyecto se pretenden dar los elementos para la evaluación de proyectos carreteros y aportar una solución a largo plazo a los problemas viales en la zona para poder satisfacer las necesidades de los usuarios, debido a que en muchas ocasiones se realizan proyectos que exceden de las características requeridas o no cumplen con los lineamientos básicos de operación.

1.3 ALCANCES Y LIMITACIONES.

Dentro del alcance del presente trabajo, **solamente se considera la evaluación de la factibilidad económica de la reconstrucción del tramo indicado del camino, no de toda la carretera.** Este proyecto no incluye los estudios geotécnicos ni pruebas de laboratorio, tampoco se enfoca en la ingeniería civil.

1.4 MÉTODO DE ANÁLISIS Y RESULTADOS.

La evaluación económica de un proyecto de infraestructura carretera se basa en evaluar las ventajas que se ofrecerán al usuario en términos de ahorro en costos de operación, comparándolas con la inversión requerida.

Se trata entonces de una relación entre los beneficios que recibirá la sociedad con la realización del proyecto y los costos en que se incurrirán para proporcionarlos. De esta forma, **la evaluación económica se basa en comparar dos escenarios: con proyecto y sin proyecto.**

1.5 ESTRUCTURA DEL CONTENIDO.

El contenido de la tesis se ha estructurado en cinco capítulos de la siguiente forma:

En el capítulo primero o generalidades, se enuncian las motivaciones, los objetivos, las justificaciones, los alcances y los procedimientos. Se hace una descripción de los contenidos de cada uno de los capítulos.

El capítulo dos, trata sobre la clasificación de las carreteras, así como los elementos a considerar para su construcción.

El capítulo tres, hace referencia a los métodos a los métodos que se utilizan en la evaluación económica de proyectos, así como los índices de rentabilidad que serán utilizados en el caso de estudio.

El capítulo cuatro, que se refiere a las variables relevantes para la evaluación de proyectos carreteros, explica el punto de vista desde el cual se realiza el trabajo de tesis y las variables de acuerdo con las cuales se hace la valoración. En general, explica los estudios necesarios para la justificación de la factibilidad económica de proyectos carreteros.

Seguidamente, en **el capítulo cinco** se describen brevemente las características sociales, económicas y de infraestructura carretera del punto de conflicto localizado entre los kilómetros 32 y 33 de la carretera: Cd. Valles - Tampico, en el Estado de San Luis Potosí, que es la zona que ha sido seleccionada para realizar el estudio de caso. Así mismo, en este capítulo se relacionan las características de clasificación vehicular y velocidad de dicha zona. Además se aplica la metodología en el análisis y evaluación de los efectos socioeconómicos al caso de estudio.

Se cuantifican los costos económicos en que incurren los diferentes vehículos que se mencionan en la clasificación vehicular, posteriormente se establecen los impactos cuantitativos y cualitativos de cada alternativa propuesta, con lo que se hace la elección de la alternativa que satisfaga a los usuarios y los cumpla con los requerimientos geométricos.

Posteriormente, se describen las conclusiones obtenidas del trabajo realizado, entre las cuales se destacan los beneficios económicos y sociales que se logran con la evaluación.

Además se tienen tres anexos: el **Anexo 1** el cual describe las características vehiculares utilizadas por la SCT que sirven como variable para la evaluación económica; el **Anexo 2**, describe algunas formas de tomar un aforo vehicular, así

como el aforo del caso de estudio; el **Anexo 3**, se describen los resultados de los costos vehiculares obtenidos del software VOCMEX para realizar la evaluación económica.

Finalmente, se presenta una relación de las referencias bibliográficas que sirvieron de fundamento para el cumplimiento de los objetivos planteados.

CAPÍTULO 2. CARRETERAS EN MÉXICO.

Para dar congruencia y consistencia a las recomendaciones para el proyecto, es indispensable establecer una clasificación de carreteras que no sólo sirva de marco de referencia a ingenieros y administradores, sino que permita caracterizar las expectativas de los usuarios sobre su calidad, que es un elemento fundamental para definir la seguridad de la carretera.

Se entiende por carretera un camino público en el ámbito rural o suburbano, pavimentado y dispuesto para el tránsito de vehículos. Las etapas de una carretera son la planeación, el proyecto geométrico, la construcción y el uso (operación y conservación).

La fase de planeación comprende el desarrollo de nuevas construcciones y mejoramiento de las existentes, con el fin de satisfacer una necesidad producida por la falta de seguridad y eficiencia. Para esto será necesario el análisis de las características de los tiempos de recorrido tanto del vehículo privado como del transporte público; estudios de transporte y las técnicas básicas para investigación y evoluciones en la planeación del transporte. Es de suma importancia tener una comunicación directa con el planeador para alcanzar los objetivos que requiere toda la planeación.

El proyecto geométrico, el cual incluye entre sus aspectos más importantes el diseño de arterias urbanas, carreteras, proyecto de intersecciones, estacionamiento y ampliación o mejoramiento de vías existentes.

La construcción de carreteras requiere la creación de una superficie continua, que atraviese obstáculos geográficos y tome una pendiente suficiente para permitir a los vehículos o a los peatones circular y cuando la ley lo establezca deben cumplir una serie de normativas y leyes o guías oficiales que son de obligado cumplimiento. El proceso comienza a veces con la retirada de vegetación y de tierra y roca por excavación o voladura, la construcción de terraplenes, puentes y túneles, seguido por el extendido del pavimento. Existe una variedad de equipo de movimiento de tierras que es específico de la construcción de vías.

Dentro de la operación y conservación se incluyen todas las medidas de regulación. Las leyes y ordenanzas para el conductor, el vehículo, el peatón y las operaciones del tránsito. En este último se abarcan entre los aspectos más importantes, el control de intersecciones, zonificación de velocidades, calles de un sentido de circulación y control de estacionamiento. Los dispositivos de control contienen: instalación, operación y mantenimiento de semáforos, señales, marcas sobre el pavimento y todo tipo de mecanismos para encausar debidamente el flujo vehicular en situaciones especiales. Naturalmente antes de adoptar cualquier medida regulatoria, será necesario realizar las investigaciones y análisis

pertinentes de las características imperantes, y las ventajas y desventajas que reportará la implementación de una medida determinada.

2.1 CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS.

En México, las carreteras se han clasificado de muy diversas maneras según alguna característica específica o el objetivo previsto para su construcción. Estos sistemas de clasificación, no son excluyentes ni contradictorios; por el contrario, todos ellos caracterizan de alguna manera a la carretera. En lo que sigue se describen los diferentes criterios de clasificación empleados en México.

En general los sistemas de clasificación se dividen en: los que tienen fines técnicos (p. ej. el proyecto de carreteras), los que tienen fines operativos (p. ej. el control de los pesos y dimensiones vehiculares) y los que tienen fines administrativos (p. ej. los que definen la jurisdicción de una carretera y la responsabilidad en su operación y conservación).

Clasificación Funcional.

Cuando en la década de los sesentas se estableció en México un procedimiento para planear las carreteras se las clasificó, por su función, en tres clases:

- De función social.
- De penetración económica.
- De zonas desarrolladas.

Esta clasificación atendía principalmente al procedimiento de evaluación para decidir la construcción de la carretera; si bien cada una de estas clases podía admitir otras subclasificaciones.

La función de una carretera se refiere al papel que ésta cumplirá dentro del sistema carretero en relación con dos objetivos básicos:

1. Facilitar el transporte entre regiones y centros importantes, y
2. Permitir el acceso a las comunidades y propiedades colindantes.

La función de cualquier carretera queda definida por el grado en que uno de los objetivos anteriores prevalece sobre el otro. En las carreteras de mayor jerarquía, la función queda definida por el objetivo de transportar, el cual es el primordial; mientras que en las de menor jerarquía, el objetivo prevaleciente es el de permitir el acceso a las comunidades y propiedades colindantes. La función de los niveles

intermedios de jerarquía se genera cuando, al aumentar uno de los objetivos anteriores, el otro se reduce.

Para fines de planeación, proyecto, construcción, conservación y operación de la Red Nacional de Carreteras, (Proyecto Geométrico IMT, 1992) propone un sistema de clasificación técnico - funcional con los siguientes subsistemas o categorías de carreteras:

1. Red de autopistas.
2. Red troncal.
3. Red colectora.
4. Red alimentadora.

1. Red de autopistas. La red de autopistas conforma junto con la red troncal, los itinerarios básicos que sirven al transporte y a todo tipo de vehículos, proporcionando a los grandes flujos vehiculares un movimiento rápido y eficiente entre regiones altamente desarrolladas, centros de actividad comercial o industrial, o centros de población importantes. Estas vías pueden tener un control total o parcial de accesos. Su geometría permite el tránsito de todos los vehículos cuyas dimensiones máximas y peso por eje hayan sido establecidas en el Reglamento Sobre Pesos, Dimensiones y Capacidad de los Vehículos de Autotransporte que Transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal (SCT, PROY-NOM-012-2-2002).

2. Red troncal. La red troncal conjuntamente con la red de autopistas conforman los itinerarios básicos que integran una red de rutas continuas para el transporte de personas y mercancías y en razón de su función cumplen con lo siguiente:

- Operar como corredores para el tránsito de largo itinerario, es decir, servir a movimientos con longitudes de recorrido, características de grandes trayectos ya sea estatales o interestatales.
- Servir a todas las capitales de los Estados, a ciudades con más de 50,000 habitantes y a la mayoría de las zonas urbanizadas con más de 25,000 habitantes.
- Proporcionar una red integrada que permita un flujo expedito del tránsito.

3. Red colectora. La red colectora vinculada a la red troncal tiene por objeto la comunicación regional. Sus características geométricas permiten una velocidad de recorrido relativamente alta con interferencias menores en los movimientos de largo itinerario. Sus principales funciones son las siguientes:

- Se integra con la red troncal para proporcionar un servicio estatal o intermunicipal.

- Se ubica a intervalos consistentes con la densidad de población de tal manera que las zonas desarrolladas estén a distancias razonables de la red troncal.

4. Red alimentadora. La red alimentadora presta servicio principalmente dentro del ámbito rural con longitudes promedio de recorrido relativamente cortas y establecen la conexión con la red colectora.

Comunican a todas las poblaciones en su área de influencia y proporcionan accesos a los predios y parcelas colindantes. Sus principales funciones son:

- Servir a los puntos más alejados, comunicando a las poblaciones de 100 o más habitantes.
- Conectar las zonas potencialmente productivas con la red colectora.
- Conectar las cabeceras municipales con la red colectora.
- Servir al transporte de productos de la región y al tránsito de maquinaria agrícola.

Clasificación de acuerdo con su tránsito.

En México, la selección de velocidad de proyecto y con ello el proyecto geométrico mismo, se basa en la clasificación de las carreteras por Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) y tipo de terreno, existiendo una relación estrecha entre esta clasificación y la clasificación funcional de las carreteras. (Proyecto geométrico, 1984).

Las carreteras se clasifican de acuerdo con su TDPA para el horizonte de proyecto de la forma siguiente:

Tipo “A”:

- Tipo “A2” para un TDPA de tres mil (3,000) a cinco mil (5,000) vehículos.
- Tipo “A4” para un TDPA de cinco mil (5,000) a veinte mil (20,000) vehículos.

Tipo “B”: para un TDPA de mil quinientos (1,500) a tres mil (3,000) vehículos.

Tipo “C”: para un TDPA de quinientos (500) a mil quinientos (1,500) vehículos.

Tipo “D”: para un TDPA de cien (100) a quinientos (500) vehículos.

Tipo “E”: para un TDPA de hasta cien (100) vehículos.

Clasificación Administrativa.

En México, esta clasificación atiende básicamente **al nivel de gobierno** u organismo que construye, opera y conserva la carretera, por lo que en este sentido las carreteras se denominan: **concesionadas, federales, estatales y municipales o vecinales.**

- **Federales:** cuando son construidas íntegramente por la federación y se encuentran por lo tanto a su cargo.
- **Estatales:** cuando son construidas por el sistema de cooperación a razón del 50% aportado por el estado donde se construye y el 50% por la federación. Estos caminos quedan a cargo de las antes llamadas juntas locales de caminos.
- **Vecinales o rurales:** cuando son construidos por la cooperación de los vecinos beneficiados pagando estos un tercio de su valor, otro tercio lo aporta la federación y el tercio restante el estado. Su construcción y conservación se hace por intermedio de las antes llamadas juntas locales de caminos y ahora sistema de caminos.
- **De cuota y concesionadas:** las cuales quedan algunas a cargo de la dependencia oficial descentralizada denominada **Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios y Conexos (CAPUFE)** y otras como las autopistas o carreteras concesionadas a la iniciativa privada por tiempo determinado, siendo la inversión recuperable a través de cuotas de paso.

2.2 RED MEXICANA DE CARRETERAS.

En México, por la red carretera se desplaza el 53% de la carga y el 98% de los pasajeros que se transportan en el país, lo que equivale a cerca de 479 millones de toneladas y 3,170 millones de pasajeros cada año. Esta red está constituida como se indica en la **Figura 2.1** (El Sector Carretero en México: La Red Nacional de Carreteras; Dirección General de Desarrollo Carretero, Subsecretaría de Infraestructura, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México, 2009).

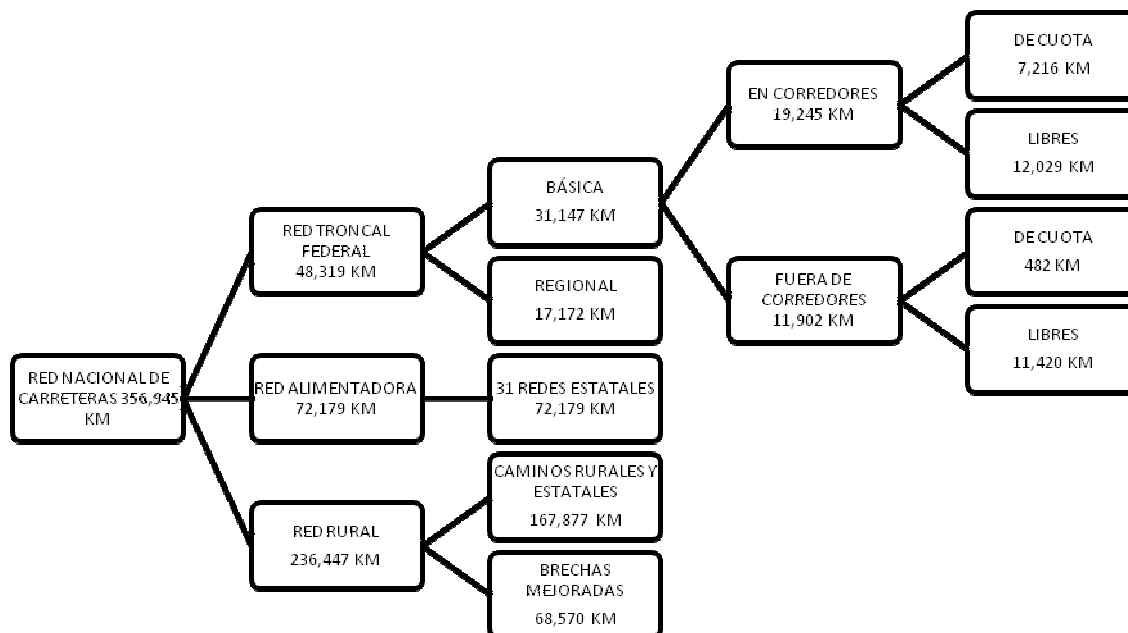
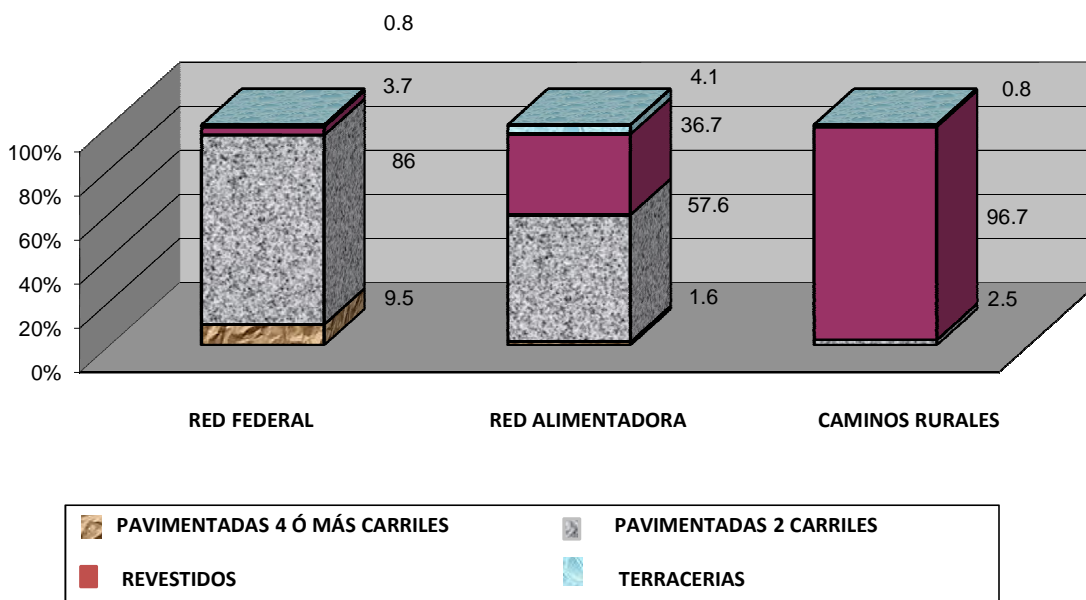


Figura 2.1. Extensión de la Red Mexicana de Carreteras.

La red troncal federal, como lo indica su nombre, está representada por las carreteras de más altas especificaciones técnicas, encargadas de articular al país en su conjunto, garantizando la comunicación interregional y los enlaces fronterizos (terrestres, marítimos y aéreos), comunicando a las principales áreas de producción con los centros de mayor consumo.

La red troncal federal está integrada por 48,319 kms de carreteras, de las cuales todavía falta pavimentar el 4.5 %, esto significa que en algunas entidades como Sonora (11 Kms.), Oaxaca (73 Km.), Chihuahua (45 Kms.) y Chiapas (29 Kms.), por ejemplo, todavía se tienen caminos de terracería operando como parte de su red troncal (**Gráfica 2.1**). (El Sector Carretero en México: La Red Nacional de Carreteras; Dirección General de Desarrollo Carretero, Subsecretaría de Infraestructura, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México, 2009).

ESTRUCTURA DE LAS REDES, 2009



Gráfica 2.1. Estructura de las redes carreteras 2009.

Alrededor del 47.9% de los pavimentos se construyeron en la década de los 70's, por lo tanto, casi la mitad de los caminos más importantes del país, ya tienen más de 30 años de construidos, con especificaciones técnicas de aquel tiempo, que hoy han sido rebasadas en forma significativa, tanto en lo que respecta a tonelaje permitido peaje, como por las previsiones más visionarias de los flujos vehiculares que iban a soportar.

Actualmente, la política en materia de caminos, se ha concentrado en la construcción de las autopistas que demanda las expectativas de un mercado externo creciente. En cambio, la construcción de las carreteras indispensables para garantizar el abasto interno de alimentos a nivel estatal y regional se ha quedado estancado.

A continuación se presenta el avance de las carreteras en la República Mexicana de la década de los años 30's al presente.

Dentro de la década de los años 30's a los 50's del siglo pasado, se rige por un modelo económico de crecimiento hacia afuera, es decir, un modelo "primario-exportador", donde existe un enfoque modal y la integración nacional se daba por los ejes troncales ferroviarios. La red vial se caracteriza por ser radial concéntrica, con ejes longitudinales, sin ejes transversales y baja cobertura territorial (**Figura 2.2**), (Chías, 2010).

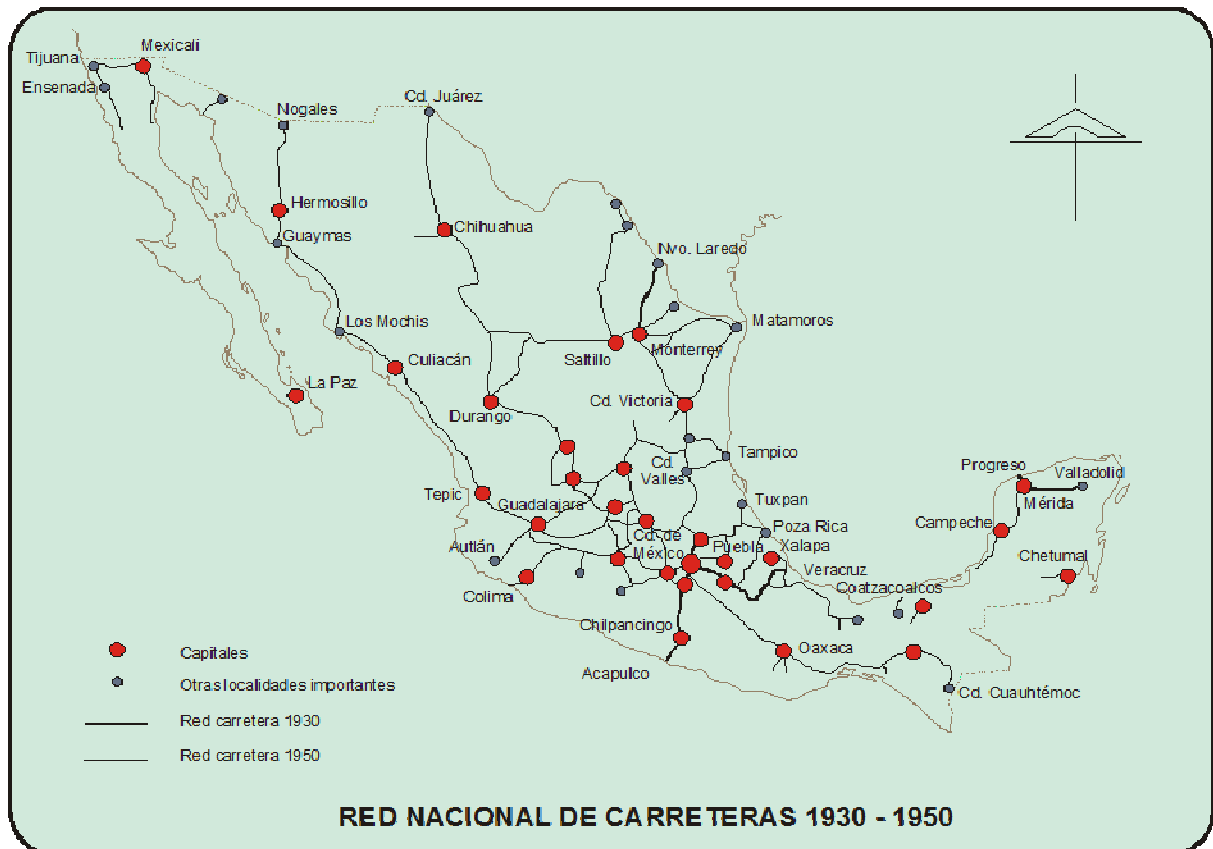


Figura 2.2. Red Nacional Carretera 1930 – 1950.

En las décadas de los 50's a 80's existía un modelo de crecimiento hacia adentro, es decir, de "sustitución de importaciones, donde la integración nacional se empieza a dar por los ejes troncales carreteros y florece un desarrollo regional gracias a la mejora de accesibilidad rural. El enfoque modal persiste y la estructura de la red vial se constituye por ejes troncales carreteros paralelos a los ferroviarios, se inicia la construcción de ejes transversales y disminuye la accesibilidad rural. (**Figuras 2.3, 2.4, 2.5**). (Chías, 2010).

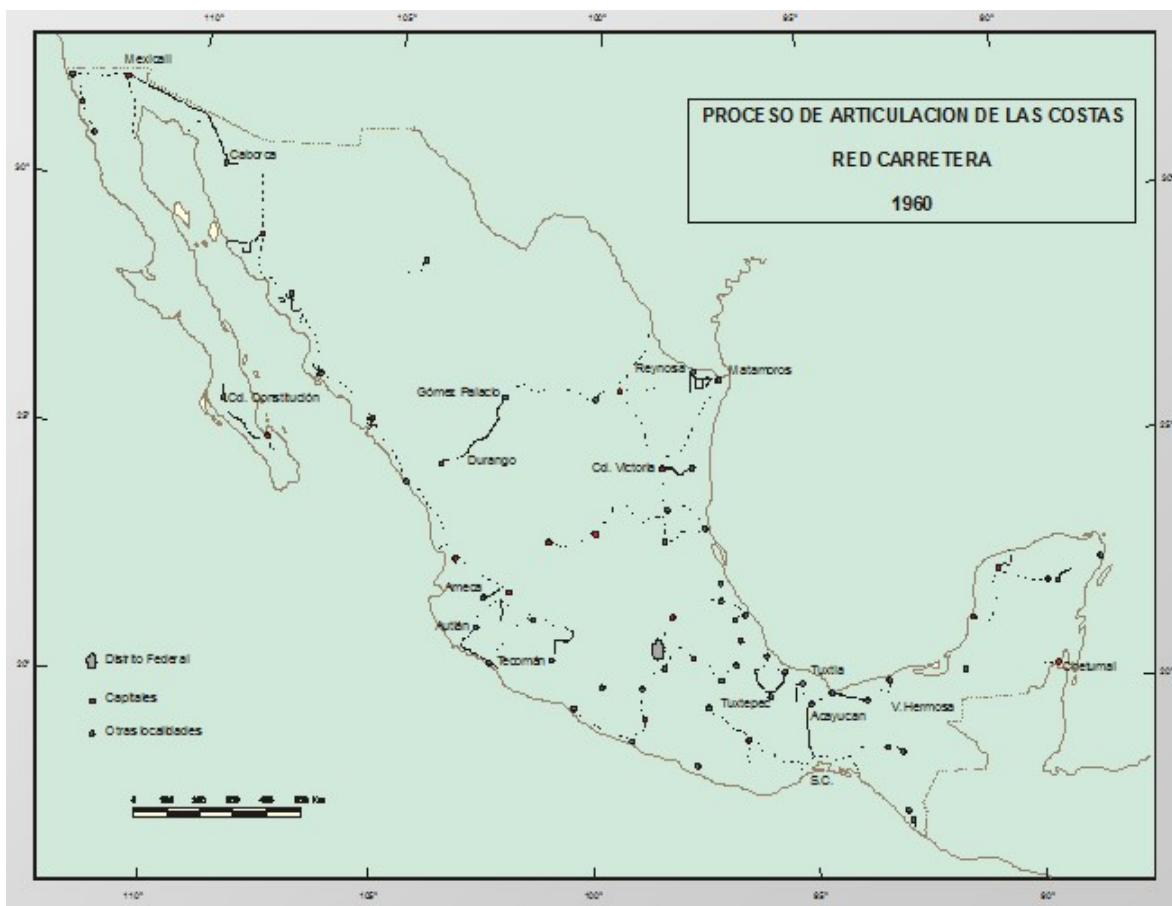


Figura 2.3. Proceso de Articulación de Costas de la Red Carreteras 1960.

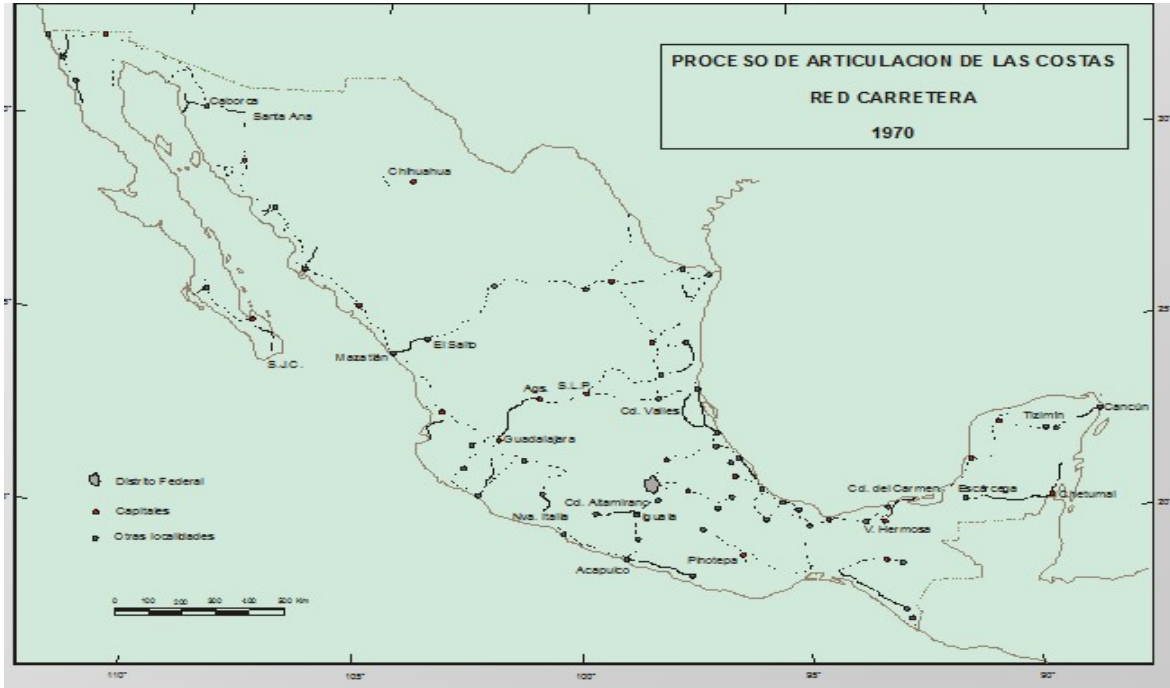


Figura 2.4. Proceso de Articulación de Costas de la Red Carreteras 1970.

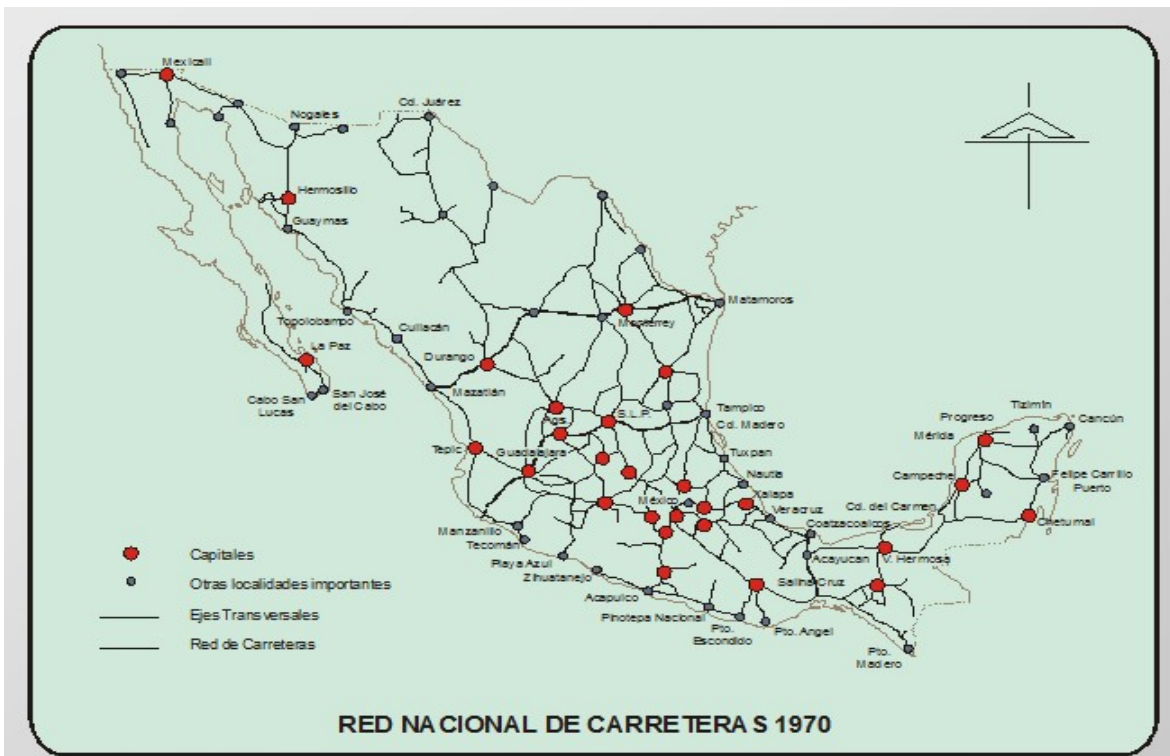


Figura 2.5. Red Nacional Carretera 1970.

En la década de los 80's a la actualidad, se da un modelo de economía global "De apertura comercial", donde es necesario garantizar la logística de circulación internacional con un Programa Nacional de Autopistas y el enfoque cambia a sistémico. La estructura de red vial refuerza la estructura radioconcéntrica con la construcción de autopistas. Empieza un rezago de comunicación intraregional con enlaces interurbanos muy largos y existe falta de libramientos en ciudades importantes (**Figuras 2.6, 2.7**), (Chías, 2010). Actualmente la SCT trabaja en varios proyectos de Libramientos, tal es el caso del Libramiento Norte de la Ciudad de Puebla, que traerá grandes beneficios a los usuarios ofreciendo alternativas que hagan disminuir el tiempo de recorrido, costos de operación vehicular, etc.

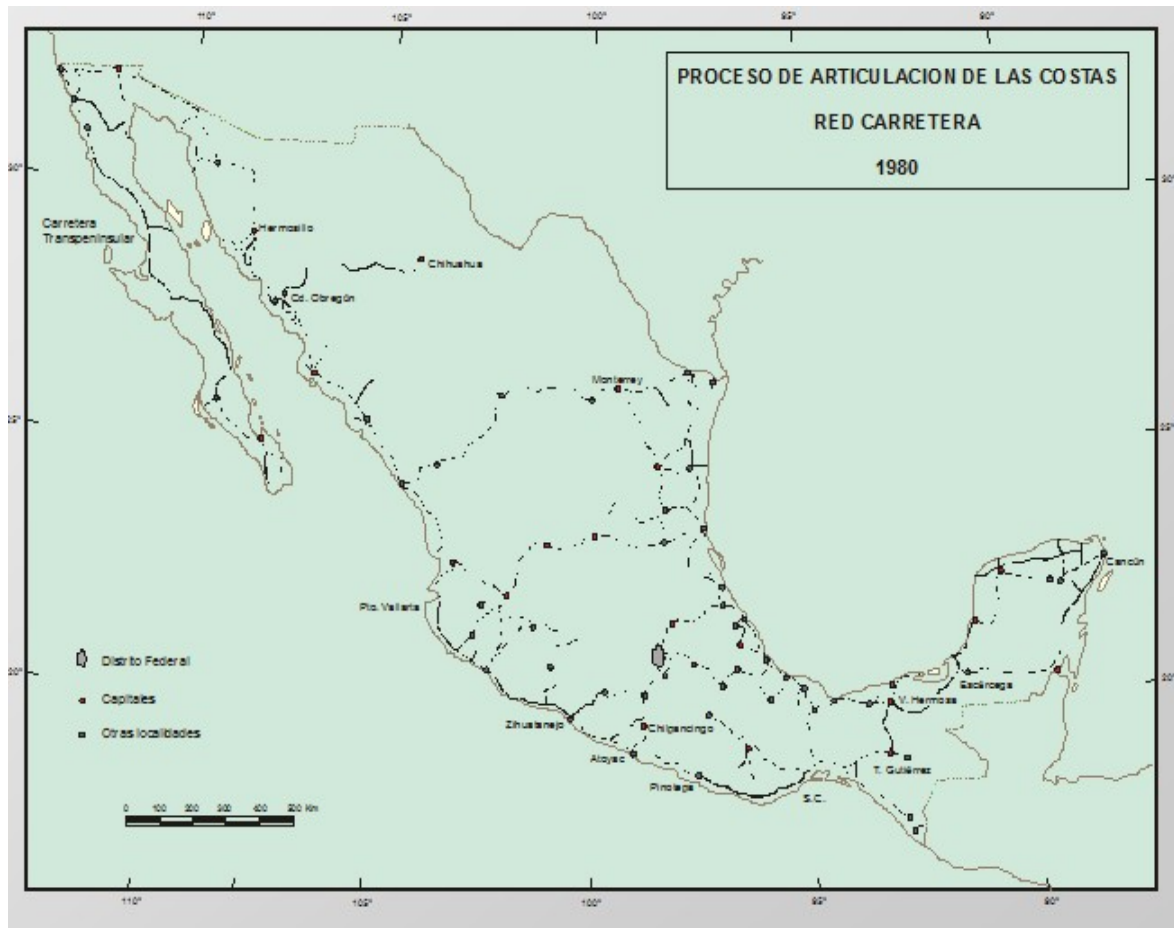


Figura 2.6. Proceso de Articulación de Costas de la Red Carreteras 1980.

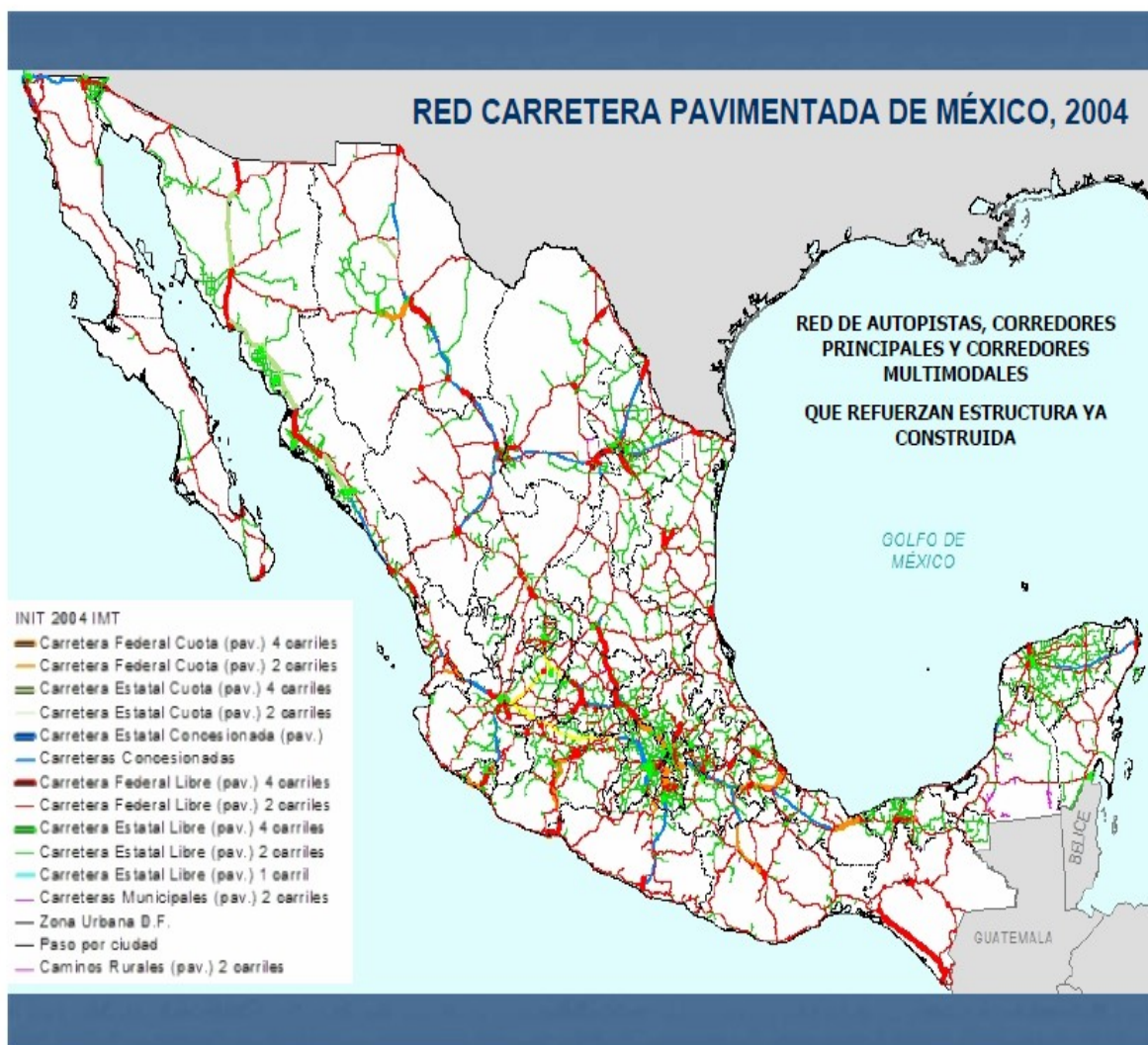


Figura 2.7. Red de autopistas, corredores principales y corredores multimodales (2004).

El desarrollo de la infraestructura carretera en el país ha cambiado radicalmente a partir de la configuración de los principales corredores del sistema carretero nacional, la cual tiene la finalidad de enlazar en forma rápida, segura, y con menores costos de operación vehicular a las principales zonas de producción industrial y agropecuaria, así como a los centros urbanos y turísticos más importantes del territorio nacional.

En este contexto, la Unidad de Autopistas de Cuota de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), definió los principales 14 corredores carreteros del país para unir a las zonas y centros mencionados con los principales puertos fronterizos (terrestres y marítimos) del país (**Figura 2.8**). El objetivo principal es el de agilizar el transporte de personas y carga vinculada al mercado doméstico e internacional.



Figura 2.8. Principales corredores del sistema carretero Nacional (2011).

Las características de la infraestructura de éstos corredores, el número de carriles por tramo, los avances en su modernización, y los tramos por modernizar en los próximos años, se definen en la siguiente tabla (**Tabla 2.1**).

CORREDOR	LONGITUD	LONGITUD MODERNIZADA		LONGITUD PENDIENTE POR MODERNIZAR	
	KM	KM	%	KM	%
México – Nogales, con ramal a Tijuana	3,074.5	2,127.5	69.2	947.0	30.8
México - Nuevo Laredo con ramal a Piedras Negras	1,734.9	1,537.0	88.6	197.9	11.4
Querétaro – Ciudad Juárez	1,755.2	1,474.2	84.0	281.0	16.0
Veracruz – Monterrey, con ramal a Matamoros	1,296.8	895.2	69.0	401.6	31.0
Puebla - Progreso	1,327.5	952.5	71.8	375.0	28.2
Mazatán - Matamoros	1,241.0	983.0	72.0	348.0	28.0
Puebla – Oaxaca – Ciudad Hidalgo	1,007.0	565.0	56.1	442.0	43.9
Manzanillo - Tampico, con ramal a Lázaro Cárdenas y Ecuandureo	1,856.4	1,057.4	57.0	799.0	43.0
Circuito Transistmico	702.4	293.4	41.8	409.0	58.2
Acapulco – Tuxpan	831.9	688.4	82.8	143.5	17.2
Acapulco – Veracruz	851.0	687.0	80.7	164.0	19.3
Altiplano	602.0	50.0	8.3	552.0	91.7
Transpeninsular de Baja California	1,776.2	158.2	8.9	1,618.0	91.1
Península de Yucatán	1,219.0	413.0	33.9	806.0	66.1

Tabla 2.1. Características de los 14 principales Corredores del Sistema Carretero Nacional.

Los problemas presentados en la programación y diseño de obras de la administración del 2000-2006, detuvieron paulatinamente el desarrollo de dichos corredores; sin embargo, se tiene programado emprender y complementar gran parte de la nueva configuración de los corredores del sistema carretero nacional.

Una de las principales tareas para emprender dicho trabajo es detectar los tramos de carreteras y puntos de conflicto que impidan el cumplimiento de los principales objetivos de dichos corredores, que son precisamente la seguridad, la reducción de tiempos de recorrido y el abaratamiento de los costos de operación vehicular.

2.3 TIPO DE TERRENO.

El Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras (SAHOP 1977) nos explica que los tipos de terrenos representan combinaciones de características geométricas en grado variable, que se refieren principalmente a las pendientes y a la sección transversal. Reflejan el efecto sobre la capacidad de las características de operación de vehículos pesados, en relación con las características de operación de los vehículos ligeros, bajo las diferentes condiciones geométricas.

- **Terreno Plano.** Es aquel donde cualquier combinación de los alineamientos horizontal y vertical de la carretera permite a los vehículos pesados mantener una velocidad semejante a la de los vehículos ligeros.
- **Terreno de Lomerío.** Es aquel donde cualquier combinación de los alineamientos horizontal y vertical, obliga a los vehículos pesados a reducir su velocidad por debajo de la de los vehículos ligeros, en algunos tramos de la carretera.
- **Terreno Montañoso.** Es aquel donde cualquier combinación de los alineamientos horizontal y vertical, obliga a los vehículos pesados a operar con velocidades muy bajas, en distancias considerables y a intervalos frecuentes.

Las Normas de Servicios Técnicos (Proyecto Geométrico, 1984) clasifican a la configuración del terreno como a continuación se describe:

- **Terreno Tipo Plano.** Aquél cuyo perfil acusa pendientes longitudinales uniformes y generalmente de corta magnitud, con pendiente transversal escasa o nula.
- **Terreno Tipo Lomerío.** Aquél cuyo perfil longitudinal presenta en sucesión cimas y depresiones de cierta magnitud, con pendiente transversal no mayor de cuarenta y cinco (45) por ciento.
- **Terreno Tipo Montañoso.** Aquél que tiene pendientes transversales mayores de cuarenta y cinco (45) por ciento, caracterizado por accidentes topográficos notables.

La clasificación del terreno, se definirá no solamente por la configuración topográfica general, sino por las características que el terreno imprime a la carretera, tanto por lo que se refiere a su geometría, como a la magnitud de sus movimientos de tierra; como puede ser el caso de una carretera localizada en un parteaguas de zona montañosa en donde el terreno pudiera clasificarse como plano o lomerío.

2.4 CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETERA.

Las características actuales de la carretera son parte fundamental en la constitución del proyecto, ya que por medio de éstas sabremos la operación actual, así como los requerimientos que se necesitan para su óptima operación.

2.4.1 VELOCIDAD DE PROYECTO.

La velocidad de proyecto es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables.

La selección de la velocidad de proyecto está influida principalmente por la configuración topográfica del terreno, el tipo de camino, los volúmenes de tránsito y el uso de la tierra. Una vez seleccionada, todas las características propias del camino se deben condicionar a ella, para obtener un proyecto equilibrado. Un camino en terreno plano o con lomerío suave justifica una velocidad de proyecto mayor que la correspondiente a un camino en terreno montañoso. La **Tabla 2.2** muestra las velocidades de proyecto que la normativa mexicana vigente especifica para diferentes combinaciones de tipo de carretera según su TDPA y tipo de terreno (Proyecto geométrico, 1984).

CONCEPTO	UNIDAD	TIPO DE CARRETERA																													
		E					D					C					B					A									
TDPA en horizonte de proyecto	v/día	HASTA 100					100 A 500					500 A 1500					1500 A 3000					MAS DE 3000									
Terreno Montañoso		[Barra]					[Barra]					[Barra]					[Barra]					[Barra]									
Terreno Lomerío		[Barra]					[Barra]					[Barra]					[Barra]					[Barra]									
Terreno Plano		[Barra]					[Barra]					[Barra]					[Barra]					[Barra]									
Velocidad de proyecto	Km/h	30	40	50	60	70	30	40	50	60	70	40	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100	110	60	70	80	90	100	110

Tabla 2.2 Velocidad de proyecto.

2.4.2 VEHÍCULO DE PROYECTO.

Las características físicas de los vehículos y la proporción de los diferentes tamaños de vehículos que transitan en las carreteras, son controles indispensables en el proyecto. Es necesario, por consiguiente, que todos los tipos de vehículos sean agrupados en clases generales para establecer el tamaño de los vehículos representativos dentro de cada clase. Los vehículos de proyecto elegidos son aquéllos cuyo peso, dimensiones y características de operación se utilizan como controles de proyecto para acomodar una clase determinada de

vehículos. Cada vehículo de proyecto posee dimensiones físicas más grandes y radios de giro mayores que casi todos los vehículos en su clase. En autopistas, por ejemplo, se da cabida usualmente a los vehículos de proyecto más grandes.

En la **Tabla A.1** del **Anexo 1** se muestran las dimensiones máximas autorizadas a los vehículos que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal (SCT, PROY-NOM-012-2-2002), así como la clasificación vehicular que utiliza la SCT (SCT, PROY-NOM-012-2-2008). Un vehículo de proyecto es un vehículo hipotético cuyas características se emplearán para establecer los lineamientos que regirán el proyecto geométrico de caminos e intersecciones (SAHOP, 1977.).

Para fines de proyecto geométrico de carreteras, el IMT (Proyecto geométrico IMT, 1992) propone una selección de dos clases generales de vehículos: vehículos ligeros (automóviles, camionetas y vehículos ligeros de reparto) y vehículos pesados (todo los tipos de camiones de dos o más ejes y autobuses).

En el proyecto de cualquier carretera se elegirá aquel vehículo de proyecto de dimensiones más grandes, con probabilidad de circular con mayor frecuencia, o un vehículo de proyecto cuyas características especiales tengan que ser tomadas en cuenta en el dimensionamiento de ciertos elementos críticos como son el radio en intersección o el radio de curvatura en carreteras.

Los requerimientos de proyecto para camiones y autobuses son mucho más severos que para automóviles. Los camiones y autobuses son más anchos, tienen entrevías más grandes y radios de giro mínimos, mayores. Estas son las principales dimensiones que afectan el proyecto del alineamiento horizontal de las carreteras.

CAPÍTULO 3. MÉTODOS USADOS EN LA EVALUACIÓN ECONÓMICA.

La evaluación de proyectos de inversión consiste en comparar todas las ventajas y beneficios contra las desventajas y costos que implican las propuestas con el fin de proporcionar los elementos de juicio para que quien toma las decisiones pueda jerarquizar y seleccionar racionalmente la mejor opción.

Se distinguen tres niveles de profundidad en un estudio de evaluación de proyectos, el primero de ellos se elabora a partir de la **información existente**, el juicio común y la opinión que da la experiencia, es decir, en términos monetarios sólo presenta cálculos globales de las inversiones como “perfil” o “identificador de la idea”.

Al segundo nivel se le denomina **estudio de prefactibilidad o anteproyecto**, el cual, profundiza la investigación en fuentes secundarias y primarias, en investigación de mercado, detalla la tecnología que se empleará, determina los costos totales y la rentabilidad económica del proyecto.

El nivel más profundo es el conocido como “**proyecto definitivo**”, el cual contiene toda la información del anteproyecto y es donde se tratan todos los puntos finos y a detalle de la información presentada. Las variables cualitativas son mínimas comparadas con los estudios anteriores.

Para fines del presente trabajo, se utiliza el segundo nivel, donde se utilizan los índices de rentabilidad más representativos mencionados en la página 36.

En esta parte del trabajo, es donde se podrá decidir la implantación del proyecto, ya que, su aceptación o rechazo recae en su mayor parte en la evaluación económica, debido a esto, la importancia de los métodos y conceptos utilizados, los cuales, deben ser claros para el inversionista.

La evaluación de proyectos favorece o selecciona a aquellas inversiones que:

- Produzcan mayores ingresos en lugar de menores, siempre y cuando se recupere la inversión.
- Proporcione mayores beneficios sociales a la comunidad comparativamente con la inversión desarrollada.
- Genere una tasa de rendimiento más alta en lugar de una más baja, siempre y cuando ésta sobrepase la tasa mínima requerida.

Los aspectos que sirven como base para esta evaluación son la determinación de la tasa social de descuento y el cálculo de los flujos netos de efectivo que

proviene del estado de resultados proyectado para el horizonte de tiempo determinado, así como los indicadores de rentabilidad.

Los índices de rentabilidad de un proyecto de inversión sobre los que se apoya generalmente un “evaluador de proyectos” son:

- Valor Presente Neto (VPN)
- Tasa Interna de Retorno (TIR)
- Período de Recuperación (PR)
- Relación Costo-Beneficio (B/C)

El análisis de la rentabilidad económica de un proyecto requiere el manejo de conceptos elementales, tales como, la inversión inicial, la tasa social de descuento, la vida económica y los beneficios.

La inversión inicial P , comprende todos los gastos que se realizan desde que se piensa por primera vez en el proyecto, hasta que el proyecto esté listo para arrancar la producción o prestar un servicio para el que fue concebido, forman parte de la inversión inicial los gastos o inversiones previas en estudios de campo, laboratorio y gabinete, en pruebas piloto y en todos los activos que conforman el proyecto.

La tasa social de descuento i , es la tasa que se utiliza en la evaluación social de proyectos del sector público.

La vida económica n , es el número de periodos estimados como la duración de los activos que integran la inversión inicial.

El flujo neto de efectivo FNE , es la diferencia entre los ingresos brutos y los costos de operación y mantenimiento. Como sabemos los ingresos brutos se obtienen de multiplicar el volumen por el precio; los costos de operación y mantenimiento son todas las erogaciones requeridas para el funcionamiento y conservación del negocio y no incluyen la amortización de la inversión inicial.

3.1 VALOR PRESENTE NETO (VPN).

Es la diferencia que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

El método del Valor Presente Neto es muy utilizado por dos razones, la primera porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman a pesos de hoy y así puede verse, fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos. Cuando el VPN es menor que cero

implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés o por el contrario si el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia. Cuando el VPN es igual a cero se dice que el proyecto es indiferente.

El criterio para aceptación o rechazo es:

$$VPN > 0 \text{ Aceptar} \qquad VPN \leq 0 \text{ Rechazar}$$

EL VPN se calcula con la expresión siguiente:

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

FNE_j = Flujo neto de efectivo en el periodo j .
 i = tasa de interés.

3.2 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).

Generalmente conocido por su acrónimo TIR, es el tipo de descuento que hace que el VPN (valor actual o presente neto) sea igual a cero, es decir, el tipo de descuento que iguala el valor actual de los flujos de entrada (positivos) con el flujo de salida inicial y otros flujos negativos actualizados de un proyecto de inversión. En el análisis de inversiones, para que un proyecto se considere rentable, su TIR debe ser superior a la tasa de descuento empleada. Se calcula a partir de la ecuación:

$$P = \frac{FNE_1}{(1+TIR)^1} + \frac{FNE_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+TIR)^n}$$

El criterio es:

$$TIR > i \text{ Aceptar} \qquad TIR \leq i \text{ Rechazar}$$

Donde:

i = Tasa de interés mínima aceptable.

3.3 PERIODO DE RECUPERACIÓN (PR).

Se define comúnmente dicho periodo como el tiempo necesario para recuperar el costo inicial de una inversión mediante el flujo neto de efectivo producido por dicha inversión con una tasa de interés igual a cero. Es decir, si P = Costo inicial de la inversión y FNE_t = flujo neto de efectivo en el periodo t , entonces se define el período de recuperación como el primer valor de “ n_p ” que satisfaga la desigualdad:

$$P \leq \sum_{t=1}^{n_p} FEN_t$$

Entonces $PR = n_p$

En general, las más serias deficiencias del método de período de recuperación están en que no tienen en cuenta:

- El valor del dinero en el tiempo.
- Las consecuencias de la inversión que siguen al periodo de pago, incluyendo la magnitud y situación en el tiempo de los flujos de efectivo y la vida esperada de la inversión.

Si el proyecto en estudio ofrece un periodo de recuperación inferior al número de años establecido será aceptado, si se presenta en un período más largo se rechazará.

3.4 RELACIÓN BENEFICIO/COSTO.

La relación beneficio/costo se considera el método de análisis fundamental para proyectos del sector público. Existen diversas variaciones, sin embargo el enfoque fundamental es el mismo. Todos los costos y beneficios deberán convertirse a una unidad monetaria de equivalencia común a la tasa de descuento.

La relación Beneficio/costo modificada está representada por la ecuación:

$$B/C = \frac{\text{beneficios} - \text{contrabeneficios} - \text{costos}(\text{Mantenimiento \& Operación})}{\text{inversión inicial}}$$

El análisis de la relación B/C, toma valores mayores, menores o iguales a 1, lo que implica que:

$B/C > 1$, los ingresos son mayores que los egresos, entonces **es aconsejable invertir en el proyecto.**

$B/C = 1$, los ingresos son iguales que los egresos, entonces el proyecto es indiferente, **no se pierde ni se gana.**

$B/C < 1$, los ingresos son menores que los egresos, entonces el **proyecto no es aconsejable, no conviene invertir en el proyecto.**

Para llevar a cabo el análisis es necesario establecer los beneficios tangibles e intangibles, con base en la posibilidad de traducirlos en términos de dinero; para lo cual se establece lo siguiente:

Beneficios tangibles: son aquellos que pueden estimarse y/o por alguna metodología pueden cuantificarse.

Beneficios intangibles: son aquellos que están inherentes a la implantación del proyecto pero su cuantía depende de apreciaciones subjetivas que no pueden cuantificarse.

- Información oportuna en tiempo real, para la toma de decisiones.
- Optimización de las operaciones.
- Programación adecuada del mantenimiento.
- Incremento de seguridad en las instalaciones.
- Disminución del deterioro ecológico.
- Optimización de actividades del personal.

CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN DE PROYECTOS CARRETEROS.

Dentro de este capítulo se analizará el marco teórico de la evaluación de los proyectos carreteros, es decir, los estudios pertinentes para su construcción, el contexto, los criterios para su análisis, así como elementos y costos a definir.

4.1 BASES TEÓRICAS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTOS CARRETEROS.

Los niveles de satisfacción de los usuarios de las carreteras son alterados al emprender cualquier proyecto carretero, según el nivel de cada usuario, la magnitud de los cambios depende del consumo del bien o servicio afectado por el cambio. Podemos definir la función utilidad U , sumando las variaciones en los niveles de satisfacción de todos los usuarios de carreteras afectados por el proyecto. Analizándolo desde el punto de vista de evaluación de proyectos es de mayor importancia el cambio ΔU de la ejecución del proyecto, más que la función U como tal.

ΔU es la variación de la utilidad colectiva, y se definirá como la suma de las variaciones de los niveles de satisfacción de los distintos individuos que están dentro de la colectividad, y su aplicación en la evaluación de proyectos, se basa en que todos los proyectos implican una transformación económica, la cual, se puede representar como un cambio de la unidad colectiva. La representación esquemática, es como se muestra a continuación (**Figura 4.1**):



Figura 4.1. Esquema de utilidad colectiva.

Las transformaciones económicas debidas a los proyectos carreteros son marginales, lo que significa que cada proyecto impacta mínimamente en la economía nacional en su conjunto. Como punto de partida para iniciar el análisis, se tiene que el proyecto será aceptable si $\Delta U > 0$; cuando se analicen varias alternativas dentro de un proyecto de factibilidad, se recomienda elegir la alternativa que tenga mayor variación U con signo positivo.

4.1.1 PLANTEAMIENTO TEÓRICO DE LA EVALUACIÓN.

La variación de la utilidad colectiva producida por el proyecto se denomina “**excedente colectivo**” y se presenta cuando en una sociedad cualquiera, existen diversos grupos afectados por el proyecto carretero analizado, y se supone que hay una distribución óptima del ingreso entre los grupos. Cuando tiene signo positivo se le conoce como “beneficio”. Para efectuar la agregación de los beneficios cada grupo que es afectado por el proyecto, se emplean unidades monetarias, lo que no implica dificultades cuando se trata de beneficios con un valor comercial, pero sí se pueden presentar contratiempos cuando no lo tienen (por ejemplo, para calcular los beneficios por reducción de accidentes o por el mejoramiento del medio ambiente).

Para evaluar un proyecto cualquiera usando el concepto del excedente colectivo, los pasos que se siguen son:

1. Identificar los grupos afectados por el proyecto, ignorando a los demás,
2. Estimar, en moneda constante, la serie cronológica de excedentes de cada uno de los grupos durante los n años de la vida del proyecto, donde el excedente E_{gt} del grupo g durante el año t es la suma algebraica de los beneficios y los costos previstos durante el año t , estimados mediante la comparación de la situación “con” y “sin” proyecto,
3. Calcular el excedente colectivo E_t del año t como la suma de los excedentes de los grupos considerados:

$$E_t = \sum_g E_{gt}$$

4. Calcular el excedente colectivo E_t para todos los años t de la vida económica del proyecto.

Si se supone que r es la tasa de actualización utilizada, entonces el excedente colectivo global se escribe como:

$$\Delta U = \bar{B} = \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}$$

El método se apoya en otras hipótesis además de la hipótesis de distribución óptima de los ingresos, una de ellas es la **suposición de que existe un régimen de competencia perfecta** que tiende a equilibrar oferta y demanda, además de asegurar el empleo de la mano de obra y del producto. Cabe señalar que el método solo aplica bajo la suposición de que **los proyectos provocan transformaciones marginales en la economía.**

4.1.2 EVALUACIÓN DE PROYECTOS CARRETEROS EN REGIONES DESARROLLADAS.

Dentro de las regiones desarrolladas existen redes de transporte, las cuales están constituidas para satisfacer las diferentes necesidades de un conjunto de actividades socioeconómicas. Bajo estas condiciones, los proyectos carreteros pueden consistir en modernizar un enlace, ya sea mejorando un tramo existente o haciendo una nueva ruta. En ambos casos, el tráfico normal y/o derivado es preponderante con respecto al tráfico generado, que se supone despreciable.

En estos proyectos, la “colectividad” abarca los agentes económicos Estado y usuarios. El Estado puede participar en diferentes formas:

- Financia y construye el camino.
- Lo administra y conserva en buen estado.
- Lo opera.
- Puede intervenir en defensa de ciertos intereses colectivos, como la seguridad en las carreteras o control de contaminación ambiental.

Además recibe ingresos fiscales que se asocian con el uso de la carretera, que en algunos casos puede incluir el peaje.

Los usuarios se pueden clasificar en:

- Personas que viajan con fines individuales o,
- Empresas productivas que usan las carreteras como medios para el transporte de mercancías y personal.

Los beneficios de los usuarios durante la vida del proyecto son por la reducción de costos de transporte, estrictamente, estos costos se limitan a los costos de operación de los vehículos, pero se pueden añadir el valor del tiempo ahorrado, el aumento de la comodidad, etc., con lo que se obtiene un “costo generalizado de transporte”. Los beneficios que reciben los usuarios se estiman durante el excedente colectivo derivado del consumo del bien transporte.

Existen tres tipos de tránsito distintos que se pueden distinguir, para estimar los beneficios obtenidos al llevar a cabo un proyecto de modernización carretera:

- **Tránsito normal.** Es aquél que ya existe, independientemente de si el proyecto se realiza o no, y que seguirá usando la vialidad actual o mejorada.
- **Tránsito derivado.** Es aquél que tiene el mismo origen y el mismo destino que el atendido por el nuevo proyecto, pero que en ausencia de éste utiliza rutas alternas (tránsito desviado), o bien otros medios de transporte, (tránsito atraído).
- **Tránsito generado.** Es aquél que surge gracias al abatimiento de los costos propiciado por el proyecto.
- **Tránsito inducido.** Es la suma del tránsito generado y el tránsito derivado, dada una fecha constante. La suma del tránsito inducido y el tránsito normal, también a una fecha dada, corresponde al tránsito total del tramo.

El tránsito predominante en un proyecto bajo análisis depende de su naturaleza específica. Por ejemplo, en la modernización de una carretera existente, predomina el tránsito normal, aunque también se presenta el tránsito derivado y generado. Cuando se construye una nueva vialidad, predomina el tránsito derivado el tránsito generado.

4.2 CONTEXTO DE LOS ESTUDIOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA.

En el proceso de planeación de proyectos públicos, los estudios de evaluación económica forman parte de un conjunto de estudios de factibilidad de un proyecto, estos, a su vez, se desprenden de estudios más generales, denominados estudios de gran visión, los cuales, permiten identificar con un primer nivel de aproximación, el lugar y el tiempo en el que se requiere implantar un proyecto, así como el orden de la magnitud de las inversiones requeridas.

En el sector transportes, la **Figura 4.2** ilustra la secuencia de análisis dentro de la que se ubican los estudios de evaluación económica de carreteras.

Los estudios de gran visión dan una orientación importante con respecto al tipo de proyecto por realizar, a su tiempo óptimo de puesta en operación y a su costo aproximado, debido a sus alcances, sin embargo, la información que se obtiene es muy general, por lo que es necesario realizar un análisis detallado para cada proyecto que de respuesta a la conveniencia de desarrollar un proyecto o no. En el

estudio de factibilidad se abordan sistemáticamente una serie de cuestiones cuyas respuestas permiten decidir si vale o no la pena implantar un proyecto.

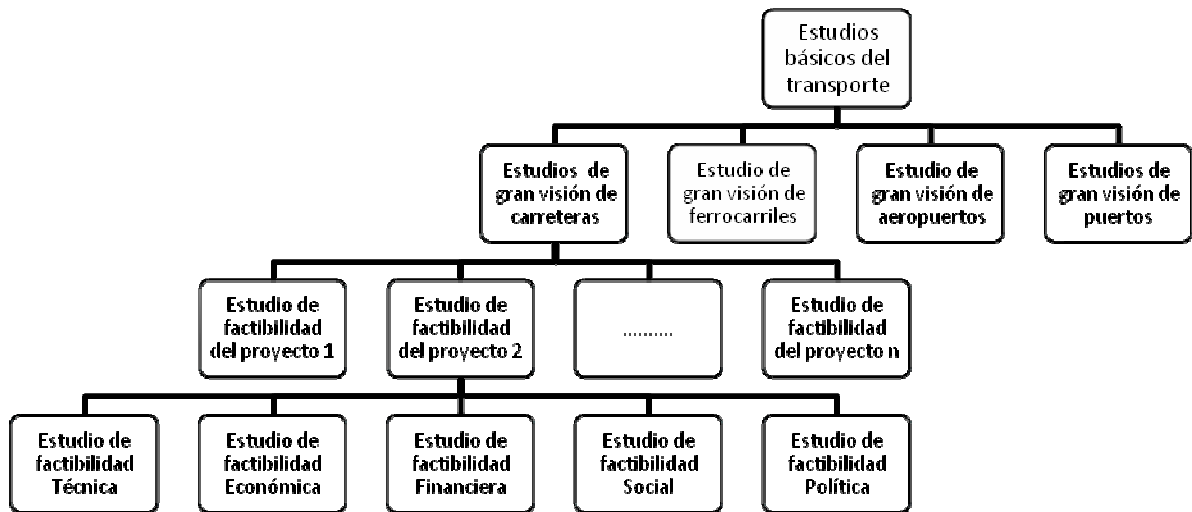


Figura 4.2. Ubicación de los Estudios de factibilidad económica de carreteras.

Son cinco los aspectos que se tienen que analizar para la factibilidad de un proyecto:

- 1) Factibilidad técnica;
- 2) Factibilidad económica;
- 3) Factibilidad financiera;
- 4) Factibilidad social; y
- 5) Factibilidad política.

Para que un proyecto sea factible, cada condición es necesaria, pero no suficiente, y el conjunto que las comprende a todas es la condición suficiente del mismo. El estudio de factibilidad de un proyecto profundiza en el análisis de cada una de las condiciones anteriores con objeto de verificar si se cumplen.

4.2.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA.

Un proyecto es técnicamente factible, cuando dá lugar al producto previsto una vez que se halla en operación, es decir, para que un proyecto sea factible desde el punto de vista técnico, debe establecer acciones y obras que, al realizarse, materialicen la función y el objetivo para el que fueron creados. Para que un

proyecto sea verificado técnicamente, es necesario asegurar que los recursos humanos, materiales y de maquinaria disponibles para realizar el proyecto, puedan combinarse siguiendo procedimientos que aplicados en el contexto específico en el que operará el proyecto, den como resultado el producto deseado.

4.2.2 FACTIBILIDAD ECONÓMICA.

La ejecución de todo proyecto obedece al propósito de generar beneficios, pero también implica incurrir en costos. Un proyecto económicamente factible contempla acciones y obras que, al realizarse, conducen a beneficios congruentes con la finalidad del proyecto y que son de magnitud no menor que las de sus respectivos costos. La evaluación de un proyecto económicamente factible, se realiza desde el punto de vista de la sociedad en conjunto, por lo que se deben tomar en cuenta los costos y los beneficios del proyecto desde una misma perspectiva, independientemente de los que se produzca al nivel de cada individuo. Los requisitos para la verificación de la factibilidad económica de un proyecto, requieren que los beneficios y costos se expresen en unidades monetarias.

4.2.3 FACTIBILIDAD FINANCIERA.

Para la ejecución y operación de un proyecto, es necesaria la factibilidad desde el punto de vista financiero. Esto significa, desde el punto de vista de proyectos públicos, que es posible conseguir fondos monetarios que aseguren la puesta en operación y el funcionamiento posterior del proyecto. El problema de la recuperación del capital invertido, decisivo en el caso de proyectos privados, no lo es tanto en el caso de los proyectos del sector público, ya que las inversiones realizadas se recuperarán por medios indirectos que no repercuten en el flujo de efectivo asociado directamente con el proyecto. Es necesario hacer notar la diferencia entre factibilidad económica y factibilidad financiera, dentro de los proyectos públicos, aunque las dos abordan aspectos monetarios, la factibilidad económica se ocupa del rendimiento propio del proyecto, mientras que la factibilidad financiera verifica la disponibilidad de recursos para que sean invertidos en el proyecto. Así, se pueden encontrar proyectos que son económicamente factibles y no lo son desde el punto de vista financiero, ya sea porque sus beneficios no son percibidos en toda su amplitud por los usuarios potenciales, o bien porque éstos carecen de la capacidad de aportación necesaria para poder ejecutar el proyecto. **También existen proyectos factibles desde el punto de vista financiero que no lo son desde el punto de vista económico**, en estos casos, alguien estará dispuesto a cubrir el logro de las metas sin valor económico.

4.2.4 FACTIBILIDAD SOCIAL.

Desde el punto de vista social, un proyecto es factible, cuando genera una respuesta favorable por parte de sus usuarios potenciales. Ésta dimensión de la factibilidad de un proyecto, en ocasiones pasada por alto, implica que no basta que un proyecto sea factible en todas sus otras dimensiones para que sea aceptado socialmente, ya que puede ser rechazado por implicar cambios drásticos en la forma de vida de los usuarios, por motivaciones sociológicas, culturales o tradicionales.

4.2.5 FACTIBILIDAD POLÍTICA.

Para que la realización de un proyecto de inversión en transporte pueda ejecutarse, se requiere contar con autorización política. Por esta razón, los estudios de factibilidad política se efectúan para verificar las actitudes de los grupos políticos afectados favorable o desfavorablemente por el proyecto y determinar si éste cuenta o no con el público indispensable para ser llevado a la práctica. Como parte de estos estudios se realizan análisis institucionales de los grupos participantes, con el objeto de predecir cuál será su posición con respecto al proyecto y en consecuencia, para preparar la estrategia de implantación que tenga las mayores probabilidades de éxito.

4.3 ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA DE PROYECTOS CARRETEROS.

Las etapas que comprende el estudio de factibilidad económica de proyectos carreteros son las siguientes:

- 1) Diagnóstico de la situación actual y formulación de la problemática.
- 2) Objetivos del proyecto.
- 3) Pronósticos de demandas.
- 4) Generación de alternativas.
- 5) Estimación de costos del proyecto
- 6) Estimación de beneficios del proyecto.
- 7) Comparación de costos y beneficios.
- 8) Resultados finales.

Estas etapas se presentan con mayor detalle a continuación.

4.3.1 DIAGNÓSTICO Y PROBLEMÁTICA.

Esta parte comprende la revisión de la situación actual, que incluye la magnitud de la demanda atendida, el análisis de la capacidad existente y la determinación de la calidad de servicio ofrecida a los usuarios, con el fin de que se conozcan a detalle las condiciones de operación que prevalecen en el tramo de carretera en estudio. Con el resultado de ésta revisión, se podrá identificar y resumir los problemas más importantes del sistema analizado, a partir de los cuales, se empiezan a concebir las soluciones.

4.3.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO.

Después de conocer los aspectos relevantes de la problemática, durante esta etapa se definen los objetivos que debe alcanzar el proyecto para lograr solucionar el problema, identificados estos con los objetivos generales de desarrollo del subsistema al que pertenece el proyecto.

4.3.3 PRONÓSTICO DE LA DEMANDA.

La demanda se da como resultado de la interacción en el espacio de las actividades socioeconómicas, el pronóstico de su magnitud es decisivo para predecir los volúmenes de tránsito que se manifestarán en un camino. El pronóstico del tránsito es un elemento complicado, cuyo pronóstico exacto es imposible de calcular, pero su importancia es primordial para tener conocimiento del tránsito futuro.

Los estudios de origen y destino son de vital importancia, cuyos resultados sirven como punto inicial para el pronóstico del tránsito, pero no resuelven por sí solos el problema debido a que dan exclusivamente datos sobre las condiciones actuales, por lo tanto, es necesario determinar la manera de proyectar esos datos hacia el futuro.

En general los aspectos importantes que son necesarios estudiar para predecir el tránsito son:

- La aptitud de las distintas zonas de terreno para generar o crear tránsitos.
- La distribución del tránsito generado entre esas zonas.
- Las variaciones en la generación y distribución del tránsito debidos a los cambios demográficos, grado de motorización, nivel económico, utilización de los medios de transporte y otros factores.

- La atracción relativa que ofrecen distintas vías que tienen origen y destino comunes.

4.3.4 GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS.

En esta etapa se pueden analizar las diferentes alternativas del proyecto para dar solución a la situación que se presenta como problemática. En el caso de las carreteras, la generación de alternativas incluye:

- a) La definición de trazo que seguirá el proyecto.
- b) El número de carriles que tendrá.
- c) Las características geométricas de la sección.
- d) Las características estructurales del pavimento.
- e) Los materiales y procedimientos constructivos por utilizar.
- f) Las soluciones a adoptar en entronques y puntos de convergencia con otras vialidades.
- g) Por último, la determinación de la forma de resolver todos aquellos elementos que influyen en la configuración definitiva del proyecto.

4.3.5 ESTIMACIÓN DE COSTOS DE INVERSIÓN.

Una vez que se define el conjunto de alternativas por analizar, es preciso cuantificar los costos de inversión asociados con cada una de ellas. Conociendo las características técnicas de cada alternativa, y tomando como base los principales conceptos de inversión se obtiene una estimación de los costos que posteriormente se emplean en la comparación con los beneficios derivados de la misma. En los estudios de evaluación económica de proyectos, la estimación de costos totales de inversión puede prepararse fácilmente manteniendo registros actualizados de precios para obtener los costos vehiculares, así como los índices de rendimiento en los precios unitarios de los principales conceptos de obra. Aplicando los precios calculados a las cantidades de obra por ejecutar se obtiene la estimación de costos buscada, misma que debe elaborarse para cada una de las alternativas. Los costos de inversión por considerar en la evaluación económica de la carretera no solo incluye a los costos incurridos al construir el proyecto, también comprende los costos necesarios para conservar y operar adecuadamente el proyecto durante su vida útil. Por ello, al efectuar el estudio se requiere conocer la política de conservación y operación que se habrá de instrumentar, a fin de llevar a cabo el costeo correspondiente y de incorporarlo al análisis.

4.3.6 ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS DEL PROYECTOS.

Los proyectos son materializados para obtener los beneficios asociados con su operación y en teoría sólo se ejecutará si sus beneficios a lo largo de su vida útil son superiores a los costos de construcción y mantenimiento durante el mismo periodo. La cuantificación de beneficios, es por tanto, decisiva para justificar la realización de los proyectos.

Toda evaluación económica de un proyecto se basa en la comparación de la situación sin proyecto y con proyecto, por lo que es fundamental identificar claramente la situación de ambas, las cuales implican diversas relaciones entre la oferta y la demanda.

En la **situación sin proyecto**, la oferta será restringida por las instalaciones existentes, mientras que la demanda presenta características y tendencias de evolución que en alguna medida dependen de las posibilidades de la oferta. En la situación con proyecto, la oferta se modifica en la medida prevista por el propio proyecto, lo que desencadena cambios en la demanda con respecto a las condiciones previstas en el caso sin proyecto.

El beneficio de un proyecto se obtiene comparando la situación sin proyecto con la situación con proyecto. El diferencial de costos unitarios favorable al respecto es considerado como beneficios unitarios atribuible al mismo, y al multiplicarlo por el número total de usuarios previstos se llega al beneficio total debido al proyecto. En general, *los beneficios debidos a la puesta en operación de proyectos carreteros son los siguientes:*

- Ahorros por menores tiempos de recorrido de los usuarios.
- Ahorros por menores costos de operación de los vehículos.
- Reducción del número y costos por accidentes.
- Incorporación de nuevas zonas productivas a la economía.
- Apertura de comunicación a zonas aisladas.
- Minimización de los efectos nocivos del transporte (ruido, humo, vibraciones, etc.).

El cálculo de los costos unitarios en las dos situaciones referidas no es trivial, aunque parezca simple el procedimiento para la obtención de los beneficios, debido a que con frecuencia hay que recurrir a modelos complejos de costos. Al evaluar las carreteras para zonas en pleno desarrollo por ejemplo, se utilizan modelos de costos de operación que los cuantifican en función de variables tales como velocidad, tipo de superficie de rodamiento, tipo de terreno en el que se ubica la carretera, tipo de vehículo, etc.

4.3.7 COMPARACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS.

Se requieren bases de datos adecuadas para comparar los beneficios y costos económicos de todo proyecto, debido a que sus efectos se manifiestan a lo largo del transcurso de su vida útil. Para ello es indispensable el uso de la tasa de actualización, que refleja una medida de arbitraje entre el valor que la sociedad otorga al consumo actual y al futuro; si la tasa de actualización es elevada, se advierte una preferencia más marcada por el consumo actual, y si es baja se prefiere en mayor grado el consumo futuro, aún a expensas del actual. **La tasa de actualización** se emplea para ponderar los valores monetarios que ocurren a lo largo de un periodo, expresados en unidades constantes, en términos del valor actual de las unidades monetarias utilizadas; en el caso de estudios de evaluación económica de proyectos de transporte en México suele usarse la cifra del 12%, aunque en aplicaciones recientes se han llegado a aplicar valores del 18%.

La comparación de los beneficios y los costos de un proyecto se hace a través de diversos indicadores, que se analizaron en el capítulo anterior.

4.3.8 RESULTADOS FINALES.

El resultado de un estudio de factibilidad económica para un proyecto determinado, está compuesto por dos elementos:

- 1) Saber si las alternativas del proyecto analizadas son rentables o no;
- 2) Determinar cuál es la alternativa más conveniente.

La conclusión relativa del primer elemento indica si los beneficios económicos de cada alternativa de proyecto son superiores a sus costos o no, mientras que la segunda, identifica la alternativa preferente para la sociedad en conjunto. Cabe señalar que esta alternativa no es necesariamente la de mayor rentabilidad (tal y como se medirá utilizando la tasa interna de retorno o el índice de rentabilidad, por ejemplo), sino aquella que mayor contribución efectúe a la riqueza colectiva. Se debe recordar que siempre es preciso valorar los resultados de la evaluación económica como uno solo de los componentes que determinan la factibilidad de un proyecto. En otras palabras, no hay que olvidar que las factibilidades técnica, financiera, social y política de un proyecto son tan importantes como la correspondiente al aspecto económico.

4.4 CRITERIOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTOS CARRETEROS.

En proyectos de carretera, los principales lineamientos de política general que se toman en cuenta para la formulación de proposiciones derivadas de los programas de inversiones, se resumen como sigue:

- Conservar en buen estado la red existente para asegurar el servicio eficaz y permanente.
- Terminar, al ritmo adecuado, las obras iniciadas, buscando la oportuna obtención de los beneficios previstos.
- Construir nuevas carreteras que sirvan a poblaciones que se encuentran incomunicadas y propiciar la incorporación de zonas capaces de aumentar la producción.
- Mejorar el sistema carretero, construyendo obras en zonas ya comunicadas cuando la demanda así lo requiera, por ejemplo, ampliaciones, acotamientos y autopistas.

Desde este punto de vista, el crecimiento de la red carretera y el uso cada vez mayor a que se encuentra sujeta, obliga a otorgar una particular atención a su conservación, dentro de los programas de inversiones. Así, algunos tramos de carretera deben ser reconstruidos por haber sido realizados con las limitaciones y experiencias propias de la época en que construyeron; otros tramos requieren de modernización, entendida ésta como una modificación radical de las características geométricas y físicas.

Para las obras nuevas que se incluyen en un plan, es necesario analizar los enlaces carreteros que se necesitan para desarrollar las actividades generadas en los diversos centros de concentración en el país, con objeto de determinar cuales resultan más deseables desde los puntos de vista político, social y administrativo por una parte y económico por la otra, para su evaluación.

Dentro de las inversiones de carreteras, los efectos son diferentes según el medio económico en el que se aplican; es decir, las consecuencias serán muy distintas si la inversión se realiza en una zona con cierto grado de desarrollo, o en otra en la que apenas se inicie el proceso de incorporación a la economía de mercado; esto determina que la naturaleza dominante de las consecuencias de invertir en carreteras dé lugar al establecimiento de las siguientes categorías en las operaciones:

- Carreteras de función social.
- Carreteras de penetración económica.
- Carreteras para zonas en pleno desarrollo.

Para cada tipo de carretera, el patrón de medida y los procedimientos de cálculo para cuantificar los beneficios, serán forzosamente diferentes.

4.4.3 CARRETERAS DE FUNCIÓN SOCIAL.

Son las obras en que las consecuencias de invertir se manifiestan principalmente en el campo social, porque la zona afectada es de **bajo potencial económico pero alta concentración de población**. En ésta zona, la comunicación, dará un cambio decisivo en el modo de vida. Es natural que en estos casos el criterio de evaluación se base en la relación entre el monto de la inversión y el número de habitantes por servir.

4.4.4 CARRETERAS DE PENETRACIÓN ECONÓMICA.

En estas obras, el impacto principal es la incorporación al proceso de **desarrollo general de zonas potencialmente productivas**. Estas obras propician la inversión en otros sectores y el rápido incremento de las actividades económicas, por lo que su principal consecuencia será el aumento de la producción, primero en las actividades primarias y después en las de transformación y servicios. El método de evaluación en este caso, se basa en el cálculo de la producción que será agregada a la economía nacional, si se lleva a cabo la construcción de la obra considerada. El valor de esa producción, en cierto año, se relaciona con el costo de la obra y se obtiene así un índice llamado de productividad que, aún cuando no expresa su valor absoluto de las ventajas de la inversión, permite comparar las distintas inversiones dentro de ésta categoría.

En el cálculo del valor de la producción, se tienen en cuenta las actividades primarias y se estima de acuerdo con las técnicas y rendimientos tradicionales de la región, sin considerar la evolución de esa producción a través del tiempo, a fin de mantener una posición conservadora en cuanto al indicador del beneficio de la inversión. El cálculo del costo se limita a la consideración de la cantidad necesaria para la construcción de la obra vial idónea. Como la relación que proporciona el índice de productividad se establece al margen del factor tiempo, no se consideran los costos de conservación, ni las inversiones necesarias para mejorar las condiciones de las obras, de acuerdo con su evolución. La omisión de estos se encuentra ampliamente compensada con los beneficios de carácter social. No medibles, que la obra supone.

La expresión que establece el índice de productividad es:

$$IP = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^a P_i}{C}$$

Donde:

IP = Índice de productividad.

X_i^a = Volumen de la producción del bien i , en el año a , en la zona abastecida por la obra vial.

P_i = Precio del bien i .

C = Costo de la construcción de la obra vial.

Por lo general, como de mencionó anteriormente, solo se consideran los productos derivados de actividades primarias, principalmente la agrícola.

4.4.5 CARRETERAS PARA ZONAS EN PLENO DESARROLLO.

Son las carreteras que se encuentran ubicadas en zonas en las que ya existen vías necesarias que brindan los servicios de transporte y las cuales se desean mejorar o sustituir. La consecuencia principal de su construcción será la disminución en los costos de transporte que los usuarios tienen la necesidad de afrontar. La posibilidad de cuantificar este ahorro con cierta precisión, con base a observaciones directas y en la proyección al futuro, permite compararlo con los gastos que habrán de efectuarse a lo largo del plazo de previsión y establecer un índice de rentabilidad de la inversión propuesta. Los beneficios directos cuantificables que aportan a la colectividad estas obras, son los ahorros en costos de operación y en tiempos de recorrido, así como la supresión de pérdidas motivadas por los posibles congestionamientos, que se presentan al rebasarse la capacidad del camino.

Los puntos que siguen se centran en la evaluación económica de los proyectos carreteros de este tipo.

4.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTOS CARRETEROS EN ZONAS DESARROLLADAS.

Una carretera que ya está construida, requiere de mantenimiento, modernización y ampliación cuando su nivel de uso es de una intensidad tal, que provoca una disminución en los niveles de servicio ofrecido a los usuarios que transitan por ella. Esta disminución de los niveles de servicio se manifiesta de diversas maneras:

- Bajas velocidades.
- Alta incidencia en congestionamiento.
- Alta frecuencia de accidentes.

Por lo tanto, la construcción de proyectos de mejoramiento se traduce en diversos beneficios que, para efectos de la evaluación económica, se sintetizan en dos tipos básicos:

- Ahorros en los costos de operación de los vehículos tal como costo de combustibles, llantas etc.
- Ahorros en los tiempos de recorrido de los usuarios (\$/hora).

En este tipo de proyectos, la “colectividad”, comprende dos agentes económicos: el Estado y los usuarios. El Estado participa en varias formas: financia y construye el camino; lo administra y lo mantiene, además de operarlo; también recibe ingresos fiscales asociados con el uso de la carretera, incluyendo en algunos casos, los peajes. Además, puede intervenir en defensa de ciertos intereses colectivos, como la seguridad carretera (Ángeles Verdes) o el control de la contaminación ambiental.

Los usuarios son personas que viajan por asuntos personales o individuales que emplean la carretera para el transporte de mercancías y de personal. Durante la vida útil del proyecto, los usuarios se benefician por la reducción de costos de transporte y los ahorros de tiempo.

En la evaluación económica de carreteras, los principales datos requeridos que mejoran la comunicación entre dos puntos, varían según se trate de la remodelación de la vía existente o de la construcción de una ruta alterna.

Para el caso de la remodelación de carretera, los datos necesarios son los siguientes:

- Características geométricas, con y sin proyecto y tipo de terreno en que se desarrolla el camino.
- Tránsito diario promedio anual, su tasa de crecimiento y su composición.

- Costos de operación de los distintos tipos de vehículos que usan la carretera.
- Velocidad promedio de recorrido con y sin proyecto.
- Costos de recorrido con y sin proyecto.
- Tiempo de recorrido con y sin proyecto.
- Número promedio de pasajeros en automóvil y el autobús.
- Valor del tiempo de los pasajeros.
- Costo del proyecto y número de años de construcción.
- Tasa de actualización.
- Horizonte económico.

En el caso de la construcción de una ruta alterna, además de los datos anteriores, se requiere de la siguiente información:

- Tránsito diario promedio anual, tasa de crecimiento y composición de la nueva ruta, obtenidos de estudios de origen y destino.
- Longitud del proyecto y de la carretera actual.

Del estudio de evaluación económica en sí, parte el pronóstico del tránsito que hará uso de la carretera y a partir del mismo, calcular las velocidades de recorrido y los costos correspondientes, tanto en la situación sin proyecto como en la situación con proyecto. El diferencial de costos unitarios de cada tipo de vehículo multiplicado por el número de vehículos de ese tipo, proporciona el ahorro total durante el periodo de referencia, que puede ser diario, mensual o anual. A continuación se detalla el procedimiento para el cálculo de los ahorros.

4.5.1. AHORRO EN COSTOS DE OPERACIÓN DE LOS VEHÍCULOS.

El ahorro total anual por concepto de costos de operación atribuible al proyecto se obtiene a partir de la comparación de los costos en la situación sin proyecto y los costos que se tendrían si se implementa el proyecto. Así,

$$Arj = Crjs - Crjc$$

Donde:

Arj = Ahorro en los costos de recorrido en el año j .

$Crjs$ = Costos de recorrido sin proyecto en el año j .

$Crjc$ = Costos de recorrido con proyecto en el año j .

Por obtener los costos de recorrido anuales en las situaciones con y sin proyecto se utiliza la siguiente expresión:

$$C_{ij} = (TDPA_j)(\%i)(365)(c_{ij})(L)$$

En donde:

C_{ij} = Costos de recorrido anual de los vehículos i en el año j .

$TDPA_j$ = Tránsito diario promedio anual en el año j .

$\%i$ = Porcentaje del vehículo i en la composición vehicular.

c_{ij} = Costos por kilómetro recorrido del vehículo i a la velocidad proyectada en el año j en las condiciones que ofrece la carretera.

L = Longitud de la carretera.

Esta expresión es válida para cada tipo de vehículo (autobuses, camiones y automóviles), por lo que el costo de recorrido anual total, correspondiente tanto a la situación con proyecto como la sin proyecto, se calcula simplemente como la suma de los costos correspondientes a cada tipo de vehículo. Por tanto,

$$C_{rjs} = \sum_{i=1}^3 C_{ij}, (i = \text{automóviles, autobuses, camiones})$$

Y para C_{rjc} se emplea una expresión equivalente.

4.5.2. AHORRO EN TIEMPO DE RECORRIDO.

Como se mencionó anteriormente, otra fuente importante de ahorros derivados de la modernización de un camino es la procedente de los menores tiempos de recorrido. Si se acepta que el tiempo de los usuarios tiene un valor cuantificable en términos monetarios, entonces la reducción del tiempo de recorrido propiciada por la puesta en operación del camino mejorado, dá origen a un flujo de ahorros que se cuantifica de la manera siguiente:

$$A_{tj} = A_{tja} + A_{tjb} + A_{tjc}$$

En donde:

A_{tj} = Ahorro monetario debido a la disminución del tiempo de recorrido en el año j .

$Atja, Atjb, Atjc$ = Ahorros monetarios debidos a la disminución del tiempo de recorrido de automóviles (a), autobuses (b) y camiones (c), respectivamente.

Las fórmulas usadas para cuantificar cada uno de estos ahorros son:

$$Atja = (TDPA)(\%a)[loa + (Na \times lpa)](\%t)(Taj) \quad (365)$$

$$Atjb = (TDPA)(\%b)[lob + (Nb \times lpb)](\%t)(Tbj) \quad (365)$$

$$Atjc = (TDPA)(\%c)[loc + (Nc \times lpc)](\%t)(Tcj) \quad (365)$$

Donde:

$Atji$ = Ahorro monetario debido a la disminución de tiempo para el vehículo i en el año j .

$i = a, b, c.$

$TDPAj$ = Tránsito diario promedio anual en el año j .

$\%i$ = Porcentaje de vehículo tipo i .

loi = Ingreso horario de operador del vehículo i .

Ni = Número de ocupantes que en promedio viajan en el vehículo i .

lpi = Ingreso horario de los pasajeros del vehículo i .

$\%t$ = Porcentaje de personas que viajan por razones de trabajo.

Tij = Ahorro de tiempo para el vehículo i en el año j .

Este último valor se calcula por medio de la expresión:

$$Tij = Tij_s - Tij_c = \frac{L}{Vij_s} - \frac{L^1}{Vij_c}$$

En donde:

Tij = Ahorro en tiempo para el vehículo i en el año j .

Tij_s = Tiempo de recorrido del vehículo i en el año j , sin proyecto.

Tij_c = Tiempo de recorrido del vehículo i en el año j , con proyecto.

L = Longitud de la carretera sin proyecto.

L^1 = Longitud de la carretera con proyecto.

V_{ijS} = Velocidad promedio del vehículo i en el año j sin proyecto.

V_{ijC} = Velocidad promedio del vehículo i en el año j con proyecto.

Finalmente, los beneficios anuales atribuibles al proyecto son:

$$B_j = Ar_j - At_j$$

En donde:

B_j = Beneficios en el año j .

Ar_j = Ahorro en costos de recorrido en el año j .

At_j = Ahorro monetario debido a la disminución del tiempo de recorrido en el año j .

CAPÍTULO 5. CASO DE ESTUDIO.

5.1. PROBLEMÁTICA.

Se trata de un tramo que aloja 2 curvas con 06°00'00" para velocidades de 70 km/hr, las cuales se encuentran deformadas posiblemente por nivelaciones y otros trabajos de conservación periódica con los cuales han perdido la geometría que les corresponde así como los sobreelevados y sobreelevaciones.

El perfil cumple con las especificaciones de proyecto para un camino tipo B, solo presenta pequeñas deformaciones.

En el tramo no existen obstáculos laterales, y el señalamiento se encuentra en buen estado.

No se considera necesario incluir alguna obra adicional de drenaje menor, ya que la zona es considerablemente plana y al incluir alguna obra podría causar el almacenamiento de agua ya sea en la entrada ó en la salida de la nueva vialidad. El escurrimiento del terreno natural se dirige hacia el puente el "Huiche".

El pavimento se encuentra con pequeñas roderas, lisos, y grietas ligeras.

El derecho de vía esta libre de invasiones y solo aloja las líneas de fibra óptica.

A continuación se analiza la accidentalidad y los factores que intervienen en la zona de estudio carretera Cd. Valles-Tampico, como se puede apreciar en la **Figura 5.1 y Tablas 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4.**

La accidentalidad no se considera en estudio económico, debido a que, en la causa de los accidentes no influye el camino

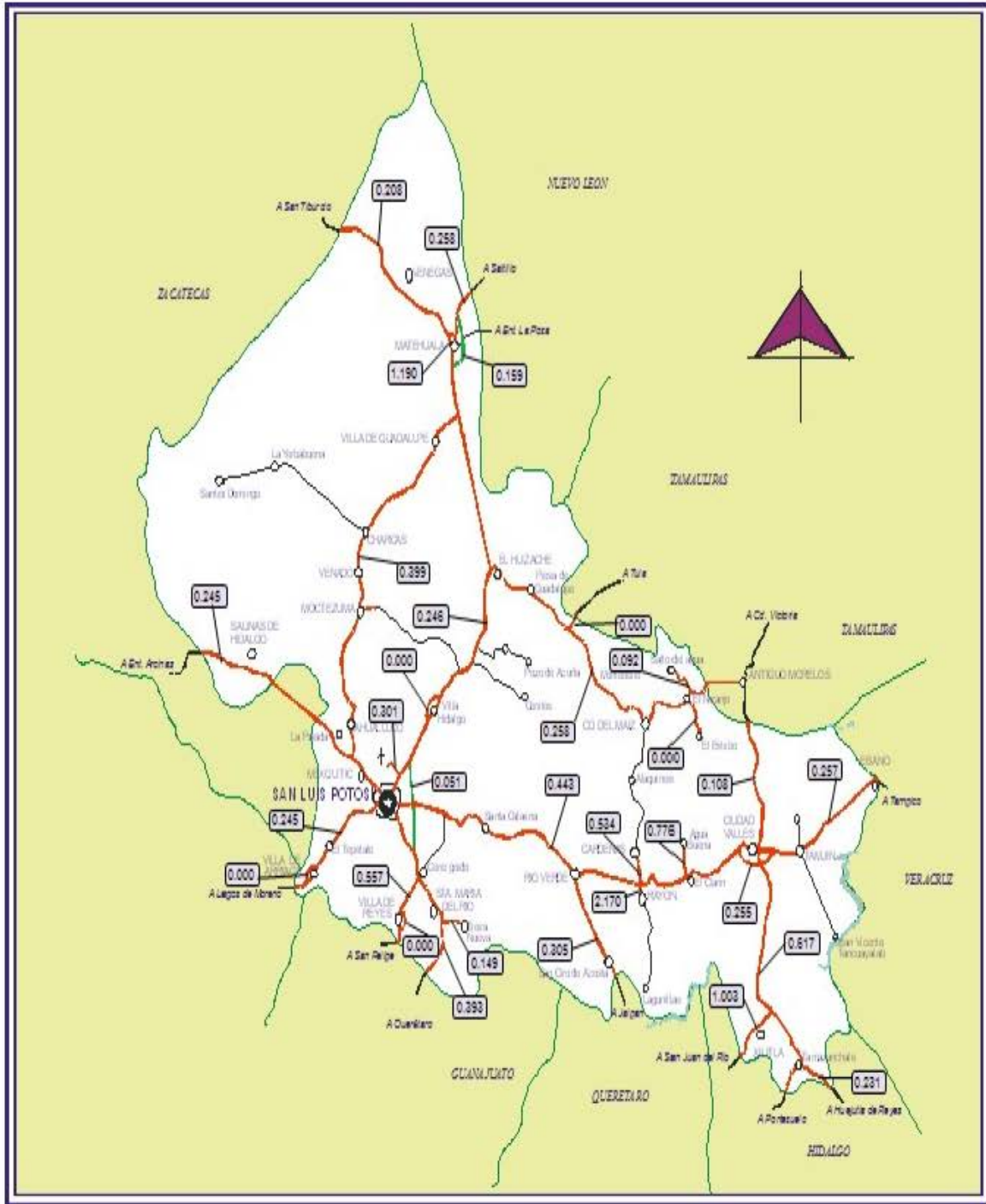


Figura 5.1. Índices de accidentalidad.

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO CARRETERO: CD. VALLES-TAMPICO DEL KM 32 AL 33,
EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

CARRETERA	LONGITUD (KM)		VEH-KM MILLONES	# DE ACCIDENTES			
	DEL CAMINO	A CARGO DE LA PFP		TOTAL	CON MUERTOS	SOLO HERIDOS	DAÑOS MATERIALES (MILLONES \$)
Cd. Valles- Tampico	83.568	69.068	202.38	52	8	29	3.21

Tabla 5.1. Accidentes de tránsito 2009.

CARRETERA : CD. VALLES - TAMPICO

TRAMO: D. VALLES - LIMS. DE LOS EDOS. S.L.P./VER.

DEL KM: 4+000

AL KM: 35+000

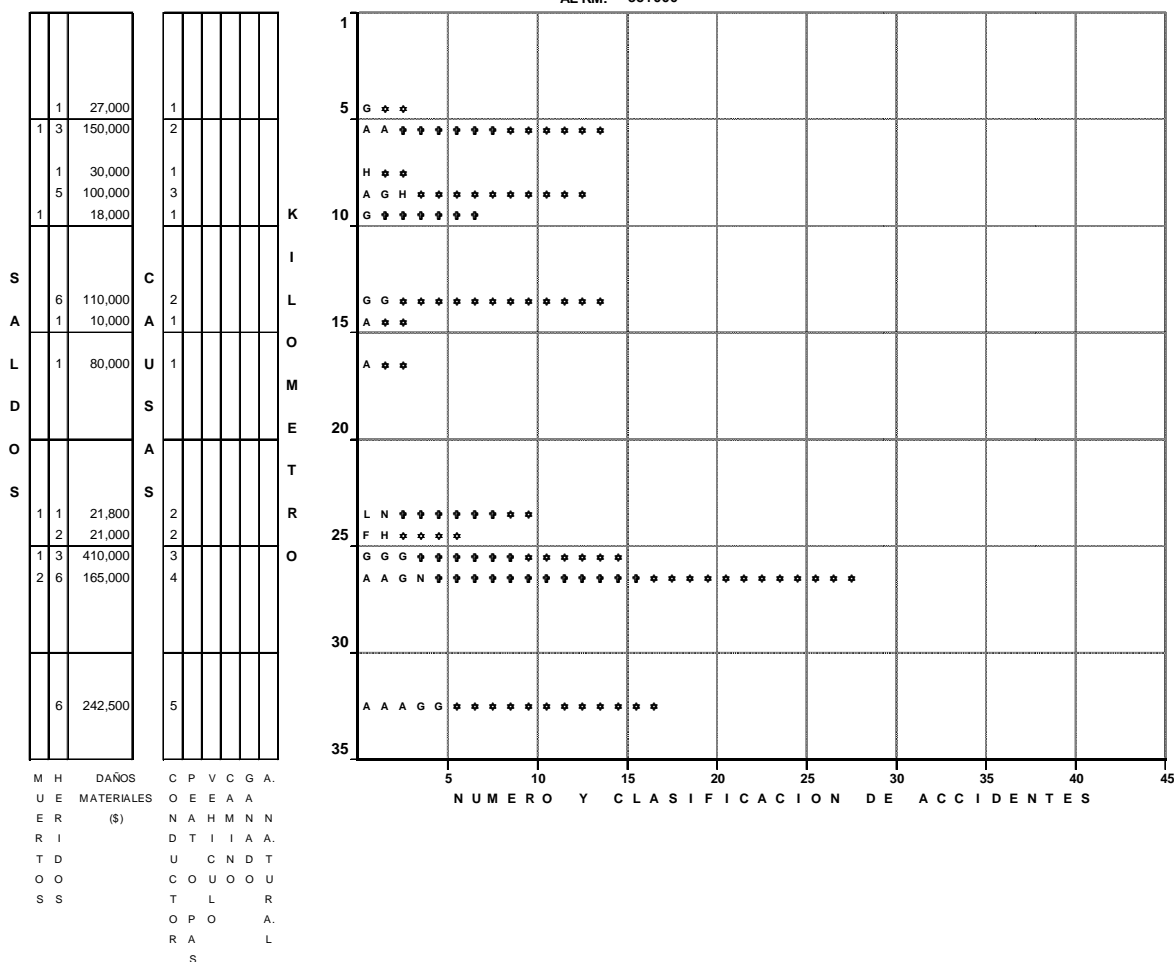


Tabla 5.2. Accidentes por kilómetro 2009.

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO CARRETERO: CD. VALLES-TAMPICO DEL KM 32 AL 33,
EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

<u>CLAVE</u>	<u>CLASIFICACION DEL ACCIDENTE</u>	<u>CLAVE</u>	<u>CLASIFICACION DEL ACCIDENTE</u>
A	SALIDA DEL CAMINO		
	SIN COLISION SOBRE EL CAMINO		
B	VOLCADURA	G	OTRO VEHICULO MOTOR EN TRANSITO
C	CAIDA DE PASAJERO	H	OTRO VEHICULO MOTOR POR ALCANCE
D	INCENDIO	J	VEHICULO MOTOR ESTACIONADO
E	OTROS	K	FERROCARRIL
	COLISION SOBRE EL CAMINO	L	BICICLETA
F	PEATON (ATROPELLAMIENTO)	M	ANIMAL
	ACCIDENTES EQUIVALENTES A DAÑOS MATERIALES	N	OBJETO FIJO
†	UN MUERTO = 6 ACCIDENTES	O	OTROS OBJETOS
☆	UN HERIDO = 2 ACCIDENTES		

Tabla 5.3. (continuación) Accidentes por Kilómetro 2009.

CARRETERA	ACCIDENTES	CONDUCTOR	PEATÓN O PASAJERO	VEHÍCULO	CAMINO	IRRUPCIÓN DE GANADO	AGENTE NATURAL
Cd. Valles-Tampico	# Accidentes	50	0	1	0	1	0
	%	96.15	0	1.92	0	1.92	0

Tabla 5.4. Causantes principales de los Accidentes de Tránsito 2009.

5.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO.

5.2.1 ENTORNO GEOGRÁFICO.

El punto de conflicto ubicado entre el Km 32+000 y el Km 33+000 de la Carretera Federal No.70, tramo: Cd. Valles –Tampico, se localiza aproximadamente a 2 Km al oriente de la población de Tamuín, S.L.P., como puede apreciarse en las **Figuras 5.2 y 5.3** de localización general presentadas a partir de imagen Google Maps y de carta topográfica del INEGI.



Figura 5.2. Localización general del proyecto.

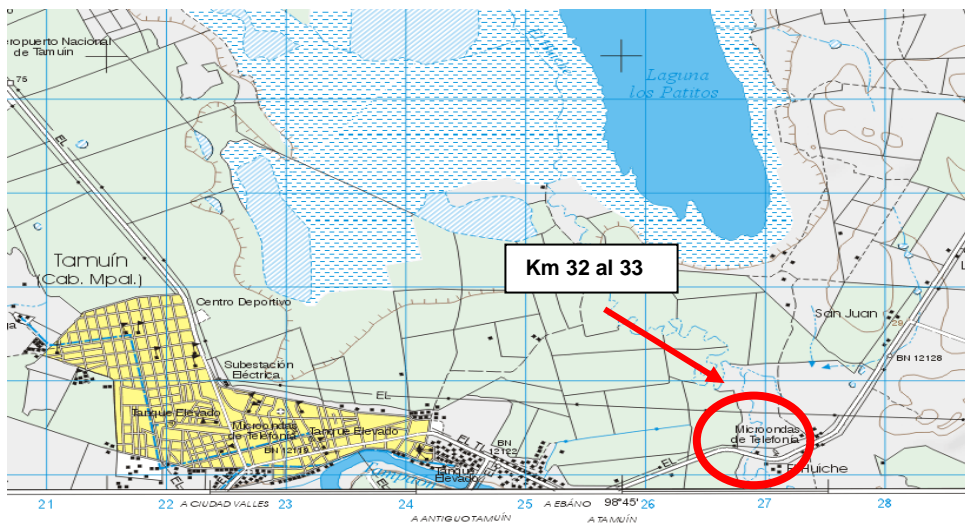


Figura 5.3. Localización cartográfica del punto de conflicto con coordenadas geográficas LN 22° 00' 12.30" y LW 96° 44' 22.28".

La carretera federal No.70, en el sitio referido, se encuentra construída en terraplén, y su trazo geométrico obedece a las condiciones topográficas e hidrográficas de la zona, debido a que en las colindancias de la población de Tamuín, es la única alternativa de trazo inmediato hacia Tampico, Tamaulipas.

En fotografías aéreas (imágenes de satélite) puede confirmarse lo antes expuesto, siendo plausible acotar que el trazo general de la carretera obedece a la ubicación de los cuerpos de agua principales en la zona, como lo son el río Tampaón, la Laguna de Patitos, así como a la ubicación de la citada población.

En las **Figuras 5.4 y 5.5** se aprecia lo señalado, además de visualizar que el uso de suelo general en la zona es agrícola, principalmente dedicado a pastizales y cultivos multianuales (naranja, papaya, etc.).



Figura 5.4. Imagen satelital de la zona.

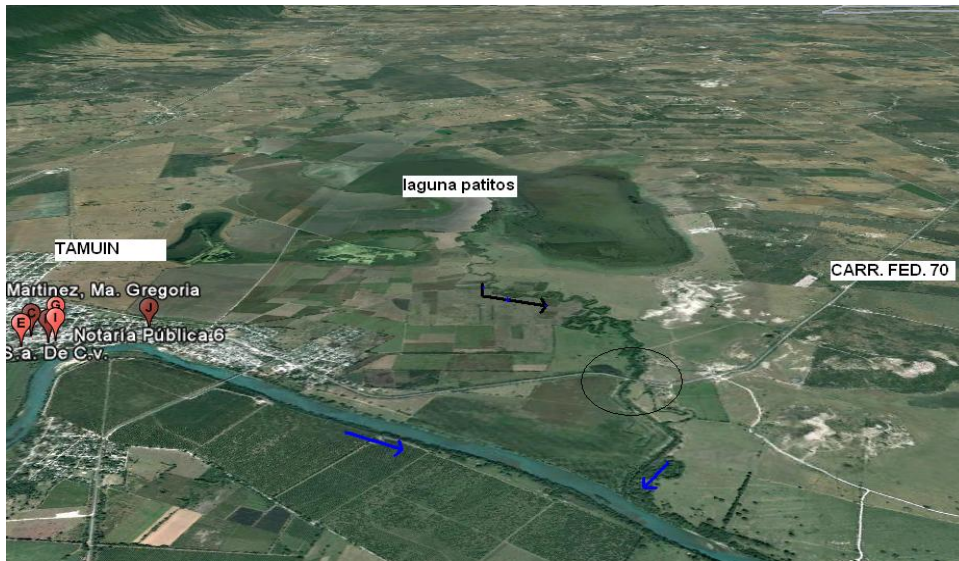


Figura 5.5. Imagen satelital en perspectiva.

En esta última imagen se aprecia más claramente que la carretera, en el punto de conflicto, se ubica entre el río Tampaón y la llanura de inundación de la Laguna Patitos (porción superior de la imagen), determinando que la carretera cruce el denominado estero El Huiche a la altura del rancho del mismo nombre. El punto de conflicto comprende 2 curvas horizontales de la carretera en estudio, las cuales contienen un puente (El Huiche), como puede apreciarse en la **Figura 5.6.**



Figura 5.6. Ubicación del puente El Huiche, sobre el estero del mismo nombre.

Geología.

Geológicamente la zona donde se encuentra el punto de conflicto queda definida por formaciones sedimentarias del mesozoico y cretácico, porción poniente de la Huasteca. Específicamente en la zona se localiza la formación Méndez (choy), la cual está constituida por lutitas sanas e intemperizadas en ciertos sitios que se detectan a poca profundidad de la superficie, variando desde 0 metros en algunos casos, hasta 3 metros de profundidad. En las zonas relativamente altas, principalmente aquellas conformadas por lomeríos, se encuentra el material conocido como Reynosa (arena y grava de distinta granulometría).

En las zonas de planicies, y en el caso específico de la carretera federal No. 70, punto de conflicto Km 32+500, el cuerpo del terraplén se desplanta sobre material arcillo limoso, de baja capacidad de carga y permeabilidad baja y la zona alta (aproximadamente en el Km 33+000) en lutita y material conglomerado.

Clima.

El tramo en estudio tiene un Clima tropical con abundantes lluvias en verano. La Huasteca Potosina, una parte de la llanura costera y zonas de la vertiente exterior de la Sierra Madre tienen este clima. Los lugares planos próximos al mar tienen menor incidencia de lluvia anual que los cercanos a las montañas, ya que el aire sobre éstos no sufre un levantamiento apreciable. El tramo en estudio cuenta con un clima promedio de 25.8°C, pero también con una temperatura en épocas de frío de 7°C, así mismo presentándose la temperatura del año más caluroso de 48.5°C.

La precipitación promedio que presenta el lugar es de 882.8 mm, en temporadas de sequías se presenta una precipitación de 414.5 mm y en la más lluviosa se presenta una precipitación de 897.8 mm.

Sección del camino.

La sección del camino esta formada por un solo cuerpo con ancho promedio de corona de 7.00 mts., la cual aloja dos carriles de circulación pavimentados sin acotamientos. El tramo se desarrolla en terreno sensiblemente plano, el alineamiento horizontal se caracteriza por tangentes, la sección esta formada por terraplenes y pequeños cortes.

5.3 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

Este capítulo tiene por objeto mostrar un diagnóstico de la situación actual del punto de conflicto ubicado entre el Km 32+000 y el Km 33+000 de la Carretera Federal No.70, tramo: Cd. Valles –Tampico de nuestro país, el cual, debe ser conocido y medido para evaluar las alternativas del proyecto, por lo tanto, se debe tener cuidado en que sea objetiva la recolección de los datos de información histórica y actual acerca del comportamiento de los usuarios de la carretera. Los resultados deben ser de utilidad para la elección de las técnicas para realizar las proyecciones y tomar decisiones.

El impulso al desarrollo carretero ha cobrado cada vez más importancia por el creciente intercambio comercial y desarrollo de la zona, así como para salvaguardar la integridad y seguridad de los usuarios y disminuir costos de operación. El gran desafío es traducir desarrollo carretero en beneficios a la economía y seguridad para cubrir los requerimientos que demanda el país.

Para el estudio de la situación actual es necesario analizar el estado de la carretera, la zona del estudio, así como el tránsito.

5.3.1 ZONAS INESTABLES Y DE RIESGO.

Como se ha venido señalando, la carretera en el punto de conflicto en estudio, se encuentra conformada en terraplén en su mayor parte (antes de la primera curva, es decir antes del puente El Huiche), y una menor porción en corte (segunda curva en sentido del cadenamamiento).

En inspección de campo que realizó la SCT, se verificó la existencia de las formaciones geológicas y suelos antes descritos. Asimismo se pudo comprobar que en la zona de corte de ladera o cerro, no presenta deslizamientos de la formación Méndez ni conglomerado alguno.

De acuerdo a la carta sísmica de la República Mexicana, el tramo se encuentra ubicado en zonas que no son consideradas como inestables y de riesgo.

En toda la longitud del tramo, no se presentan zonas de inestabilidad que pueden ser perjudiciales para la estructura del camino, además de que los taludes del tramo que se encuentra en terraplén están cubiertos por la vegetación que predomina en la región **Figuras 5.7 y 5.8.**



Figura 5.7. Fotografía donde se aprecia el recubrimiento de los taludes con vegetación de la región.



Figura 5.8. Fotografía donde se aprecian los cortes, los cuales no presentan deslizamientos.

En razón de lo anterior se determina que la modificación de las curvas no presenta riesgo para su construcción.

Para conocer las características de la situación actual de ésta carretera es necesario analizar la oferta de servicio mediante el análisis de las características físicas y geométricas de la red actual y sus capacidades resultantes, así como la demanda vehicular actual y futura.

5.3.2 EVALUACIÓN AMBIENTAL.

Geológicamente la zona donde se encuentra el punto de conflicto queda definida por formaciones sedimentarias del mesozoico y cretácico, porción poniente de la Huasteca. Específicamente en la zona se localiza la formación Méndez (choy), lutitas sanas e intemperizadas en ciertos sitios, las cuales se detectan a poca profundidad de la superficie, variando desde 0 metros en algunos casos, hasta 3 metros de profundidad. En las zonas relativamente altas, principalmente aquellas conformadas por lomeríos, se encuentra el material conocido como Reynoso (arena y grava de distinta granulometría).

Vida útil del proyecto. El tramo a modernizar será de uso permanente y se estima que la vida útil será de 15 años.

Programa de trabajo. La preparación del sitio y construcción de la obra se realizará en un plazo de 3 meses aproximadamente. Los períodos de tiempo en que se realizarán las principales actividades se presentan en el siguiente programa:

ACTIVIDAD	1	2	3
Terracerías			
Pavimentación			
Obras de drenaje			
Señalización			

Situación legal del predio. Los trabajos de Modernización que se harán en el punto de conflicto localizado en el Km. 32+000 – 33+000 están comprendidos dentro del derecho de vía de la carretera por lo que no habrá afectaciones.

Superficie requerida (ha, m). Los trabajos se realizaran dentro del derecho de vía por lo que no se requiere superficie adicional. La superficie donde se realizaran los trabajos de modernización será de 5000 m².

Colindancia del predio y actividad que se desarrolla. El derecho de vía del tramo en proyecto colinda en ambos lados y en toda su longitud con terrenos de particulares. Las principales actividades en la zona son agrícolas y ganaderas observándose predominancia pastizales.

Obra civil desarrollada para preparación del terreno. El material producto de las excavaciones y/o despalmes se trasladará fuera del derecho de vía, en un lugar adecuado que no afecte la vegetación, las poblaciones aledañas, las corrientes de agua o al drenaje superficial del terreno.

Vías de acceso. El acceso será por la misma carretera y los trabajos se ejecutarán por la noche para no interrumpir el tráfico.

Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso del suelo en el área correspondiente. En este caso no se requerirá realizar el cambio de uso de suelo del área a intervenir para el desarrollo del proyecto, debido a que este consiste en realizar la modernización de una carretera ya existente, a fin de mejorar las condiciones de esta vía.

La zona donde se ubica el área de desarrollo del proyecto no se encuentra dentro de ningún tipo de Área Natural Protegida, así como tampoco se cuenta con un Plan de Ordenamiento para esta zona ubicada dentro del Municipio de Tamuín, S.L.P.

El área de desarrollo del proyecto cuenta ya con un uso definido que corresponde a una vía de comunicación, el cual forma parte del eje Manzanillo – Tampico.

Sin embargo, existen instrumentos normativos que regulan el desarrollo de esta actividad, los cuales se mencionan a continuación:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente: Art. 28, último párrafo y Art. 29.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de:

Evaluación del Impacto Ambiental: Art. 6°

Prevención y control de la contaminación de la atmósfera: Art. 10, 13 Fracc. II, 28, 31, 32, 36.

Residuos peligrosos: Art. 10, 13, 14, 15.

Ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí: Art. 60.

NOM-077-ECOL-1995 – Procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.

NOM-052-ECOL-1996 – Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-047-ECOL-1999 – Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de

contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

NOM-041-ECOL-1996 – Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NOM-044-ECOL-1993 – Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo proveniente del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 5 857 Kgs.

NOM-045-ECOL-1996 – Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diesel como combustible.

NOM-080-ECOL-1994 – Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.

Los servicios necesarios para el personal que trabajará en la obra, tales como vivienda, alimentación, etc.; se obtendrán de las poblaciones cercanas al tramo.

Equipo requerido para las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la obra o actividad proyectada.

MAQUINARIA	CANTIDAD
Tractor Bulldozer	1
Motoconformadora	1
Vibrocompactador	1
Traxcavo	1
Finisher	1
Camión pipa	1
Petrolizadora	1

Recursos naturales del área que serán aprovechados en las diferentes etapas. Los materiales de construcción a utilizar para el desarrollo del proyecto, serán obtenidos en bancos de material ya establecidos en la zona, los cuales se mencionan a continuación:

NOMBRE	UBICACIÓN	MATERIAL PARA BANCOS DE TERRACERÍAS	VOLUMEN (M ³)	USO
El Huiche	Km 33+200 m	Conglomerado de origen calizo	10,674	Terraplén y Subrasante

NOMBRE	UBICACIÓN	MATERIAL PARA BANCOS DE PAVIMENTOS	VOLUMEN (M ³)	USO
El Abra	Km 15,000 m carretera Cd. Valles-Tampico	Caliza	2,491	Base y Carpeta Asfáltica.

Fuente de suministro de energía eléctrica y/o combustible. Para el desarrollo de las actividades de construcción no se requerirá de la utilización de energía eléctrica.

El Combustible a utilizar (Diesel) para el funcionamiento de la maquinaria será abastecido a través de un vehículo de servicio directo a la maquinaria, a través de válvulas dosificadoras, conforme a los requerimientos de esta. La fuente de abastecimiento de combustible será la Estación de Servicio de PEMEX, ubicada en la población de Tamuín, ubicada a 3.0 Km del punto de inicio (Km 32+000) de la carretera a modernizar.

Requerimientos de agua cruda y potable y fuente de suministro. Para el desarrollo de las actividades de compactación de las diferentes capas de terracerías (subrasante y base), se utilizará agua cruda cuyo volumen a utilizar es de 75.0 m³, la fuente de suministro será el Río "Tampaón" que cruza la carretera Tamuín – San Vicente Tancuayalab a 5.00 kilómetros de la zona analizada. El agua potable que será utilizada únicamente para satisfacer las necesidades de ésta por el personal operativo, será abastecida en garrafones comerciales conforme a los requerimientos de ésta.

Residuos que serán generados en las diferentes etapas del proyecto y destino final de los mismos.

Emisiones a la atmósfera. Las emisiones a la atmósfera estarán determinadas por la generación de partículas sólidas que se generarán por la acción del viento durante las actividades de descarga de los materiales de construcción y los movimientos de estos durante la construcción de terracerías. Otro factor corresponde a la generación de ruidos y gases contaminantes como resultado de

la combustión del combustible a utilizar por la maquinaria, tales como bióxido de azufre, monóxido de carbono, hidrocarburos y óxido de nitrógeno. Sin embargo, debido a las características topográficas de la zona y su ubicación en una zona rural, existe una buena capacidad de dispersión de los contaminantes, así como no existen otras fuentes acumulativas importantes que puedan alterar significativamente la calidad del aire en la zona. Este impacto será temporal, local y no significativo.

Descarga de aguas residuales. No existirá descarga de aguas residuales durante el desarrollo de las actividades del proyecto.

Residuos sólidos. No se generarán residuos sólidos domésticos debido a que no será necesario el establecimiento de campamentos y por lo tanto no se prepararán alimentos en el área del proyecto. Los residuos sólidos correspondientes a los materiales de construcción que serán removidos durante la escarificación del área del camino existente y los materiales sobrantes al término de las actividades de construcción, serán retirados del área y transportados a los bancos de material que abastecerán los materiales de construcción necesarios para el desarrollo del proyecto, donde serán utilizados para actividades de nivelación.

Emisiones de ruido. Los ruidos que generará el uso de la maquinaria serán de 80 decibeles, durante 6 horas diarias aproximadamente. Sin embargo, estos son disipados a corta distancia, sin afectar a las poblaciones aledañas. Los operadores de la maquinaria contarán con el equipo necesario, a fin de evitar daños a su salud.

Medidas de mitigación de impacto ambiental.

FACTOR DE IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Flora	Se evitará el movimiento o maniobras de la maquinaria en las áreas aledañas que presentan vegetación, realizando todas las actividades sobre el camino ya existente, a fin de evitar daños a esta.
	Se evitará acumular materiales de construcción en las áreas aledañas, que puedan provocar daños a la vegetación existente.
	Se tomarán las medidas de precaución necesarias, a fin de evitar la generación de incendios forestales, que puedan afectar a la vegetación existente en las áreas aledañas, como son: evitar tirar colillas de cigarrillos encendidas, evitar realizar fogatas o en caso de ser necesario se deberá asegurar de apagarse completamente, evitar tirar envases de vidrio y contar con el equipo necesario para intervenir en el combate y/o control de éstos en caso de presentarse.
Fauna	Se evitará la cacería, captura o cautiverio de fauna silvestre por parte de los propios trabajadores, aplicando sanciones a quien realice estas actividades, realizando su despido.
	Las actividades de construcción se realizarán únicamente durante el día, a fin de evitar ruidos durante la noche –en que estos se hacen más intensos- que provoquen estrés y alteren el comportamiento de la fauna silvestre.
	En caso de presentarse alguna especie de fauna silvestre durante el desarrollo de las actividades, se permitirá su escape o libre tránsito hacia las áreas forestales aledañas.
Suelo	Se evitará el desplazamiento de maquinaria sobre las áreas aledañas al camino ya existente, a fin de no alterar la estructura del suelo por compactación.
	Se evitará almacenar combustible en el área, a fin de evitar derrames que puedan contaminar el suelo, realizando el abastecimiento de combustible conforme a los requerimientos de este, a través de un vehículo de servicio que lo abastecerá directamente a la maquinaria, a través de válvulas dosificadoras.
	Se evitará realizar el mantenimiento de la maquinaria en el área del proyecto, llevándola a talleres establecidos en la zona.
Aire	La maquinaria estará sometida a un mantenimiento continuo, a fin de que esta se encuentre dentro de los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes, que puedan alterar la calidad del aire.
Aire	Durante el desarrollo de las actividades de construcción de terracerías, que implica la descarga y movimiento de materiales de construcción, se aplicarán riegos continuos, a fin de evitar la generación de partículas sólidas (polvos) por la acción del viento y por arrastre durante el desplazamiento de la maquinaria y vehículos de transporte.
Agua	Se realizará la construcción de alcantarillas en los puntos donde se presentan escurrimientos durante la época de lluvias que permitan el libre flujo de éstos y se evite su desvío que pueda alterar el drenaje natural del área.
	Se evitará el almacenamiento de combustible en el área, a fin de evitar posibles derrames que puedan contaminar los escurrimientos de agua durante la época de lluvias.

5.3.3 RED VIAL RELEVANTE.

En general, la red tiene curvas cerradas, haciendo que la mayor parte de su recorrido sea un peligro para los usuarios de la localidad y para los turistas.

5.3.4 ANÁLISIS DE OFERTA.

Características físicas y geométricas.

Este punto tiene como finalidad proporcionar una idea general del estado físico del tramo que nos ocupa de las **Figuras 5.9 a la 5.15**.



Figura 5.9. Inicio del tramo en estudio (kilómetro 32+000), se observa el estado actual del pavimento y del señalamiento.



Figura 5.10. Muestra el tipo de terreno sensiblemente plano con fisuras y ondulaciones sobre el pavimento, así como la cobertura vegetal (pastizal) en el kilómetro 32+280.



Figura 5.11. Vista general antes de la curva del kilómetro 32+400. Se aprecia señalamiento en buen estado.



Figura 5.12. Vista general del tramo en estudio del kilómetro 32+440 hacia adelante. Se aprecia el señalamiento en buen estado y ondulaciones del pavimento.



Figura 5.13. Vista general antes de llegar al kilómetro 32+700, se aprecia el desprendimiento de la carpeta asfáltica.



Figura 5.14. Vista general un poco adelante del kilómetro 32+700, se aprecia el desprendimiento de la carpeta asfáltica.



Figura 5.15. Vista general del kilómetro 33+000 donde se aprecian ondulaciones y fisuras sobre la superficie de rodamiento.

5.3.5 ANÁLISIS DE DEMANDA.

Este punto comprende el procesamiento y análisis de la información, básicamente de los volúmenes de tránsito y de velocidades. Así, se obtuvieron los resultados más importantes para las propuestas de las alternativas.

VOLÚMENES VEHICULARES ACTUALES.

Los aforos son el elemento de análisis básico y uno de los objetivos principales del estudio de tránsito, tomando en cuenta que la intención es obtener datos representativos de la movilidad vehicular en el área de influencia del tramo de estudio.

Para la determinación del volumen de tránsito que circula actualmente por el tramo en estudio, se consideró la información publicada en los libros de datos viales, editados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, del año 2004 al año 2009. A continuación se indica la información considerada para el tramo en estudio, (**Tabla 5.5**).

CLASIFICACIÓN VEHICULAR											
AÑO	TDPA	A	B	C ₂	C ₃	T ₃ S ₂	T ₃ S ₃	T ₃ S ₂ R ₄	OTROS	K'	D
2004	4,702	78.8	2.3	4.6	3.9	2.1	6.3	0.0	2.0	.082	-
2005	4,684	79.4	2.8	4.6	4.0	2.0	5.0	0.0	2.2	0.108	-
2006	4,805	80.1	2.5	4.2	3.9	1.9	4.5	0.0	2.9	0.077	-
2007	4,697	80.4	2.6	4.0	3.8	2.0	5.1	0.1	2.0	0.104	0.508
2008	5,242	73.7	2.5	2.7	3.6	5.9	2.9	6.5	2.2	0.083	0.515
2009	5,475	76.9	3.8	4.0	2.4	3.9	1.8	2.0	5.2	0.102	0.505

Tabla 5.5 Tránsito diario promedio anual (TDPA).

AFOROS DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR.

El aforo principal para obtener un perfil del movimiento vehicular en la zona de estudio es el relativo al de flujo, con el cual se pretende medir el volumen vehicular en un periodo representativo del día y del área de estudio; además con la información obtenida se pueden determinar los periodos pico y la composición vehicular como elementos que caracterizan al tránsito en la zona y que servirán para el análisis y determinación del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) para proponer alternativas.

En este sentido, se efectuó el aforo que se presenta en el **Anexo 2** de la carretera entre el kilómetro 32+000 y el kilómetro 33+000 de la Carretera Federal No.70, tramo: Cd. Valles-Tampico.

El periodo de conteo se inició a partir de las 7:00 am a las 10:00 am y de las 17:00 pm a las 20:00 pm, empleando la clasificación vehicular mencionada en el **Anexo 1**.

La hora de máxima demanda se registró entre las 7:00 y las 8:00 horas con 545 vehículos por hora (vph). Durante el periodo de trabajo, se registró un flujo de 2,359 vehículos en ambos sentidos, distribuidos de la forma siguiente:

Vehículos sentido uno = 1251
 Vehículos sentido dos = 1108
 Factor de direccional = 0.53

Vehículos ambos sentidos =	545	370	294	457	319	374	2359
----------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------------

La distribución direccional arrojó un resultado del 53/47, es decir, un tránsito equilibrado (aunque en teoría debería ser 50/50), sin embargo, no todos los vehículos tienen que regresar necesariamente; por esta razón se deja este valor para efectos de cálculo del sentido con más carga vehicular. Sobre la composición vehicular se encontraron los siguientes resultados (**Tabla 5.6**):


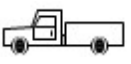

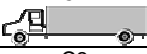

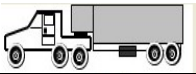
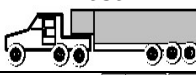

DESCRIPCIÓN DEL VEHÍCULO	TIPO DE VEHÍCULO	TOTAL	%
Auto de 4 llantas	A 	1241	52.61
Camioneta de 4 llantas	A'2 	728	30.86
Camión de 6 llantas	B 	86	3.65
Camión de 6 llantas	C2 	95	4.03
Camión de 8-10 llantas	C3 	52	2.20
Camión de 18 llantas	T3S2 	90	3.82
Camión de 22 llantas	T3S3 	37	1.57
Camión de 34 llantas	T3S2R4 	30	1.27
	TOTAL	2359	100

Tabla 5.6. Composición vehicular resultado del aforo.

En términos generales, los vehículos ligeros representan el 83.47% del total de vehículos, el transporte público en su modalidad de autobús el 3.65% y el 12.88% a los vehículos pesados. En este punto cabe resaltar la importancia que tiene el vehículo de mayor número de ejes (T3S2R4) con 30 unidades en ambos sentidos. Estos datos servirán de base para estimar el TDPA y su composición vehicular.

AFORO DIRECCIONAL.

El aforo de tipo direccional consiste en medir los flujos vehiculares que se generan en el tramo carretero; esto significa que se registraron todos los movimientos (en ambas direcciones) en los dos periodos máximos del día, donde cada periodo tuvo una duración de 3 horas. Para este fin, se empleó la clasificación vehicular del aforo de flujo (**Anexo 2**). El propósito es obtener los volúmenes en el periodo más crítico y el TDPA del acceso carretero de mayor flujo vehicular, toda la información será relevante para la propuesta de proyecto y de diseño de carretera.

TRÁNSITO DIARIO PROMEDIO ANUAL (TDPA).

Otro dato que el proyectista requiere es el relativo a los volúmenes vehiculares del tramo de la carretera; por ello se aprovecho la información del aforo de flujo. Con esta información se tienen los elementos para el diseño de pavimentos en los accesos carreteros, para este efecto se respeto la composición vehicular y su distribución direccional.

Los volúmenes de tránsito obtenidos durante el periodo de aforo, corresponden a vehículos medidos dentro de los dos periodos que abarcan 6 horas del día. Éstos se pueden transformar, como se mencionó, en volúmenes representativos de un día típico del año; el valor empleado para estos fines es el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA). Este valor permitirá obtener el volumen vehicular diario que transita por el área de influencia y de forma específica sobre el tramo de carretera. Por esta razón, se aplica el criterio de la SCT del factor de ajuste (K') publicado en los libros de datos viales, que aplica la siguiente ecuación para obtener el volumen de tránsito.

$$VD = VHM/K'$$

Donde:

VD = Volumen de tránsito para un día específico

VHM = Volumen horario máximo.

K' = Factor de conversión de tránsito horario a diario.

Para el tramo en estudio.

$$VHM = 545 \text{ Vehículos ; } K' = 0.102$$

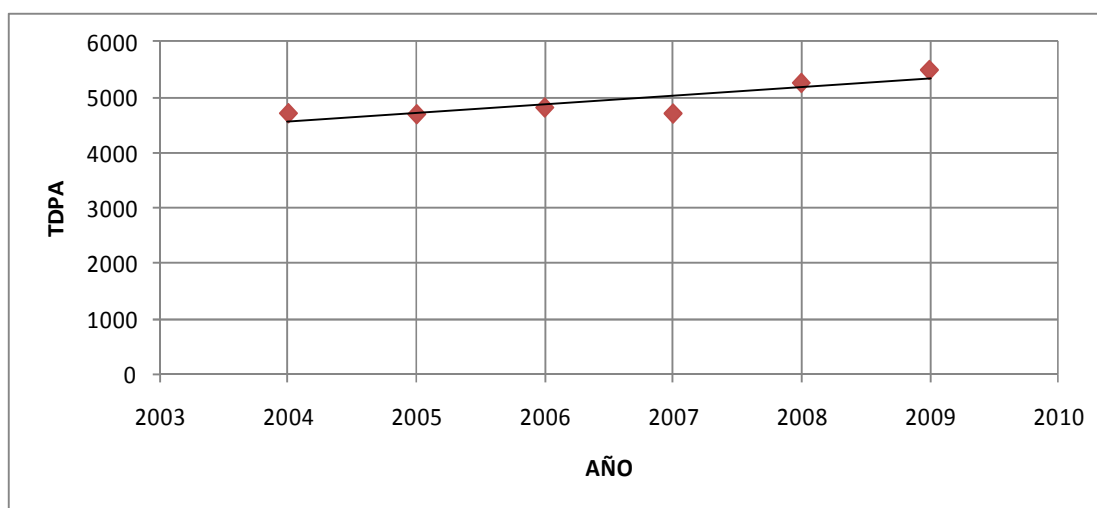
$$VD = 545 \text{ Vehículos} / 0.102 = 5343 \text{ Vehículos}$$

En dado caso que no se cuente con información de alguna estación maestra de conteo vehicular para correlacionar estos datos y obtener un TDPA estimado, se puede considerar este valor de TDPA obtenido como válido para un diseño de carretera.

Para obtener el TDPA, en este caso, utilizan los datos del tránsito diario promedio anual de los libros de datos viales (**Tabla 5.7, Gráfica 5.1**), para de ésta manera, obtener la tasa de incremento anual que se incrementará anualmente, por medio del método de mínimos cuadrados se tiene:

AÑO	A	T.P.D.A.	A ²	PRODUCTO A X V
2004	0	4702	0	0
2005	1	4684	1	4684
2006	2	4805	4	9610
2007	3	4697	9	14091
2008	4	5242	16	20968
2009	5	5475	25	27375
$\Sigma =$	15	29605	55	76728
$(\Sigma)^2 =$	225			

Tabla 5.7. Histórico del TDPA de los libros de datos viales.



Gráfica 5.1. Histórico del TDPA de los libros de datos viales.

$$V = a_0 + a_1 A$$

En donde:

N = Número de datos = 6.

V = Tránsito promedio diario anual (variable dependiente).

a_0 = Ordenada al origen.

a_1 = Pendiente de la recta.

$$a_0 = \frac{(\sum V) * (\sum A^2) - (\sum A) * (\sum AV)}{N(\sum A^2) - (\sum A)^2}$$

$$a_1 = \frac{N(\sum AV) - (\sum A) * (\sum V)}{N(\sum A^2) - (\sum A)^2}$$

Resolviendo:

$$a_0 = 4546.24$$

$$a_1 = 155.17$$

$$V = 5632.39$$

Para la determinación de la tasa de incremento anual (i) se utiliza la siguiente fórmula:

$$i = \frac{N(a_1)}{\sum V - (a_1)(\sum A)}$$

$$i = 3.41\% = 0.0340909$$

Por lo tanto, la tasa de crecimiento que se utilizará es del 3.41% anual.

Para realizar la prognosis de la demanda se utiliza la siguiente fórmula, la cual, utiliza la tasa de incremento que se obtuvo anteriormente:

$$VF = Vi(in + 1)$$

Donde:

VF = Volumen Futuro.

Vi = Volumen Actual.

i = Tasa de crecimiento vehicular.

n = Años de proyección.

Para el tramo en estudio:

V_i = 5,475 Vehículos año 2009

i = 3.41 %

n = 1 año

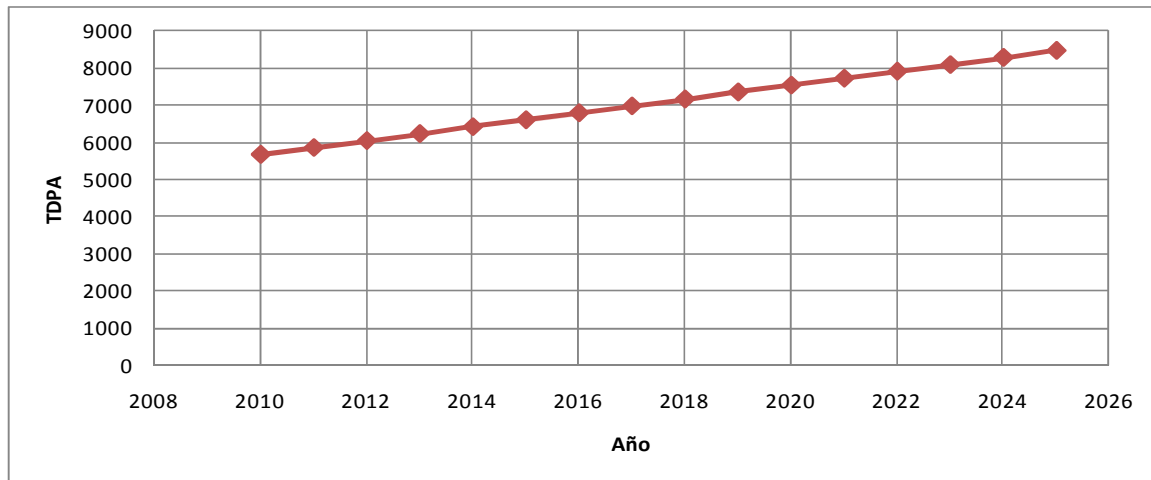
V_F = 5,475[(0.0341)(1)+1]

V_F = 5,661.69 Vehículos para año 2010

Haciendo la proyección para el periodo de la obra con la ecuación de mínimos cuadrados se tiene (**Tabla 5.8, Gráfica 5.2**):

AÑO	T.P.D.A.
2010	5661.70
2011	5848.40
2012	6035.09
2013	6221.79
2014	6408.48
2015	6595.19
2016	6781.88
2017	6968.58
2018	7155.28
2019	7341.98
2020	7528.67
2021	7715.37
2022	7902.07
2023	8080.77
2024	8275.46
2025	8462.16

Tabla 5.8. Proyección de la demanda a 15 años.



Gráfica 5.2. Proyección de la demanda a 15 años.

VELOCIDADES DE CIRCULACIÓN

La velocidad es la respuesta que busca el hombre por el deseo de comunicarse rápidamente desde el momento en que existen los medios de transporte. Por este motivo, la velocidad es uno de los principales indicadores utilizado para medir la calidad de la operación a través de un sistema de transporte. A su vez, los conductores, considerados de una manera individual, miden parcialmente la calidad de su viaje por su habilidad y libertad en conservar uniformemente la velocidad deseada. Por experiencia, es sabido, que el factor más simple a considerar en la selección de una ruta específica para ir de un origen a un destino, consiste en la minimización de las demoras, lo cual se conseguirá con una buena velocidad sostenida que ofrezca seguridad. Esta velocidad está bajo la responsabilidad del conductor y su uso determina la distancia recorrida, el tiempo recorrido y el ahorro del tiempo, según la variación de ésta.

Finalmente, un factor que hace a la velocidad muy importante en el tránsito es que la velocidad de los vehículos actuales ha sobrepasado los límites para los que fueron diseñadas las calles y carreteras actuales.

Así, por todas las razones anteriores, la velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada con el fin de que se origine un perfecto equilibrio entre el usuario, el vehículo y la vía, de tal manera, que siempre se garantice la seguridad. Hablando de la velocidad en general, la podemos definir como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento general expresada en kilómetros por hora (km/h).

Específicamente, la velocidad de punto, es la determinada por un vehículo a su paso por un punto específico de una carretera o de una calle. Como dicha velocidad se toma en el preciso instante del paso del vehículo por el punto, también se le denomina velocidad instantánea.

De acuerdo al muestreo de velocidad de punto tomado en campo y considerando las características geométricas del camino, se tienen las siguientes velocidades medias de operación.

VELOCIDADES DE PUNTO.

Con el propósito de obtener las velocidades que se desarrollan en el tramo de estudio, se efectuó un estudio de velocidades de punto (**Tablas 5.9 y 5.10, Gráfica 5.3**); esto tiene como propósito, obtener las velocidades por cada tipo de vehículo. Para realizar esta actividad se seleccionó un tramo lo más plano y recto posible; el tramo midió 50 metros para tratar que la velocidad sea lo más instantánea posible y, así, poder registrar los tiempos de forma más precisa. Se aplicó el criterio de considerar el tiempo inicial cuando el último eje de un vehículo cruzaba la primera línea y el tiempo final cuando el eje trasero pasaba la última línea, se procuró que cada vehículo motivo de estudio tuviera las condiciones de flujo libre, es decir, que no viniera en pelotón. Cada vehículo fue clasificado según la composición vehicular ya descrita, tomando una muestra de forma aleatoria en cada acceso.

Un aspecto importante a considerar es que un estudio de velocidades de punto requiere un tamaño de muestra adecuado para satisfacer consideraciones estadísticas, para este efecto se aplicó la siguiente ecuación para determinar el tamaño de muestra apropiado:

$$N = \left(\frac{SK}{E} \right)^2$$

Donde:

N = tamaño mínimo de la muestra.

S = desviación estándar estimada de la muestra (Km/hr).

K = constante que corresponde al nivel de confianza deseado.

E = error permitido en el estimado de la velocidad.

Por recomendaciones de la SEDESOL, para “**S**” se tiene un valor de 8 Km/hr para cualquier tipo de vía y de tránsito, es decir, una variación de ± 8 kilómetros con respecto a la media. Para “**K**”, se tiene un valor de 2, que significa una confianza del 95.5% y “**E**” es de 3 Km/hr, que indica esperar un sesgo entre la media de la

muestra y de la población. Aplicando estos factores se obtuvo un total de 28 vehículos muestra; sin embargo, por recomendaciones de SEDESOL, se deberán considerar no menos de 30 datos. Con el fin de hacer un análisis más representativo, se levantó una muestra de 372 vehículos en un periodo crítico. Con esta metodología se presentan los datos obtenidos (**Tablas 5.9 y 5.10**) en el tramo:

VELOCIDADES DE PUNTO

VELOCIDAD EN Km / h			TIEMPO EN SEG.	TOTAL	AUTOMÓVILES	SUMA	AUTOBUSES	SUMA	CAMIONES	SUMA
DISTANCIA BASE										
25 m	50 m	100 m								
90.0			1.0							
82.0			1.1							
75.0			1.2							
69.0			1.3							
64.0	128.0		1.4							
60.0	120.0		1.5							
56.0	113.0		1.6							
53.0	106.0		1.7							
50.0	100.0		1.8							
48.0	95.0		1.9							
45.0	90.0		2.0							
43.0	85.0		2.1							
41.0	82.0		2.2	18		12		6		
39.0	78.0		2.3	16		6				10
38.0	75.0		2.4	25		12		7		6
36.0	72.0		2.5	32		6		8		18
35.0	70.0	140.0	2.6	42		12				30
33.0	67.0	134.0	2.7	53		7		10		36
32.0	64.0	128.0	2.8	41		18		5		18
31.0	62.0	124.0	2.9	18						18
30.0	60.0	120.0	3.0	36		12				24
29.0	58.0	116.0	3.1	24		6				18
28.0	56.0	112.0	3.2	24		6				18
27.0	55.0	110.0	3.3	12						12
26.0	53.0	106.0	3.4	6						6
25.0	50.0	100.0	3.6							
24.0	48.0	95.0	3.8	4						4
23.0	45.0	90.0	4.0	6						6
22.0	43.0	86.0	4.2	6						6
21.0	41.0	82.0	4.4							
20.0	40.0	80.0	4.6	6						6
19.0	38.0	76.0	4.8							
18.0	36.0	72.0	5.0							
17.5	35.0	70.0	5.2	3						3
16.5	33.0	66.0	5.4							
16.0	32.0	64.0	5.6							
15.5	31.0	62.0	5.8							
15.0	30.0	60.0	6.0							
14.5	29.0	58.0	6.2							
14.0	28.0	56.0	6.4							
13.6	27.2	54.4	6.6							

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO CARRETERO: CD. VALLES-TAMPICO DEL KM 32 AL 33,
EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

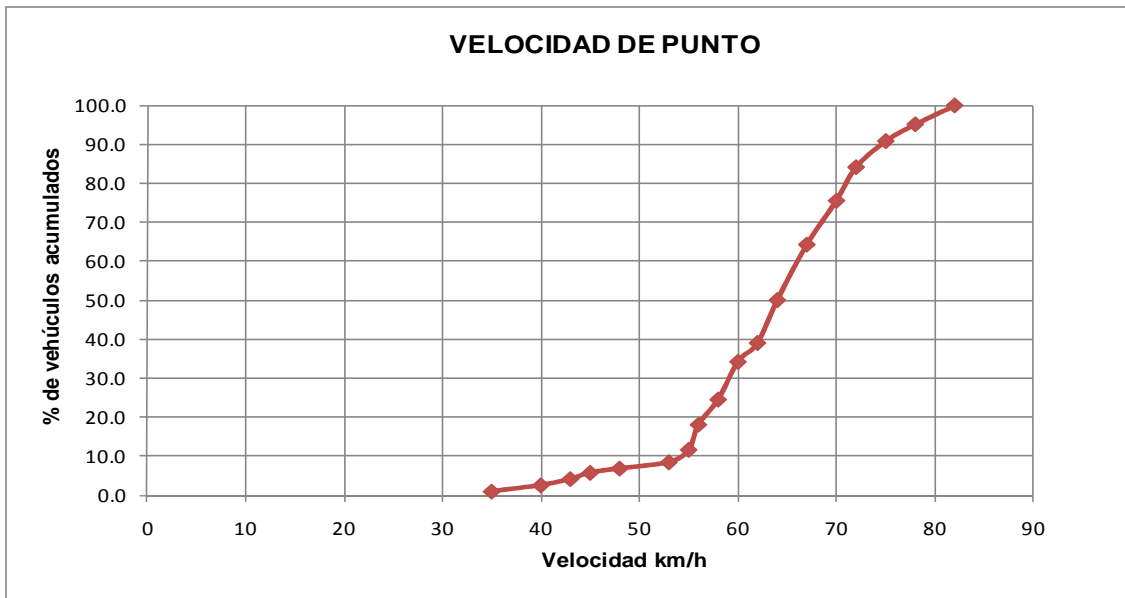
VELOCIDAD EN Km / h			TIEMPO EN SEG.	TOTAL	AUTOMÓVILES	SUMA	AUTOBUSES	SUMA	CAMIONES	SUMA
DISTANCIA BASE										
25 m	50 m	100 m								
13.2	26.4	52.8	6.8							
12.8	25.6	51.2	7.0							
12.5	25.0	50.0	7.2							
12.2	24.4	48.8	7.4							
11.8	23.6	47.2	7.6							
11.5	23.0	46.0	7.8							
11.2	22.4	44.8	8.0							
10.6	21.2	42.4	8.5							
10.0	20.0	40.0	9.0							
9.5	19.0	38.0	9.5							
9.0	18.0	36.0	10.0							
TOTAL DE VEHICULOS				372	VELOCIDAD 85 PORCENTUAL			72 km / h		

Tabla 5.9 Velocidad de punto.

En resumen se tiene:

VELOCIDAD	VEHÍCULOS ACUMULADOS	% VEHÍCULOS ACUMULADOS
35	3	0.8
40	9	2.4
43	15	4.0
45	21	5.6
48	25	6.7
53	31	8.3
55	43	11.6
56	67	18.0
58	91	24.5
60	127	34.1
62	145	39.0
64	186	50.0
67	239	64.2
70	281	75.5
72	313	84.1
75	338	90.9
78	354	95.2
82	372	100.0

Tabla 5.10 Resumen de las velocidades de punto.



Gráfica 5.3. Resumen de velocidades de punto.

Uso de los percentiles.

La velocidad correspondiente al percentil 50 (P_{50}) es utilizada como una medida de calidad de flujo vehicular, y es aproximadamente igual a la velocidad media. El percentil 85 (P_{85}), se refiere a la velocidad crítica a la cual debe establecerse el límite máximo de velocidad en conexión de los dispositivos del control del tránsito que la deben restringir. El percentil 15 (P_{15}), se refiere al límite inferior de la velocidad. El percentil 98 (P_{98}), se utiliza para establecer la velocidad de proyecto.

Como se puede apreciar el percentil 85 (P_{85}) es de 72 km. Estos datos serán tomados en cuenta para diseñar las alternativas.

5.4 ALTERNATIVAS.

ALTERNATIVA 1.

- Conservando el Grado de Curvatura que mantienen las curvas que es de 06°00'00"; replantear las curvas para una velocidad de proyecto de 70 km/h, dándoles los sobreamchos y las sobreelevaciones para un camino tipo B.
- La base se encuentra estabilizada con cemento, por lo que no será necesario tratamiento alguno.
- Formación de carpeta de concreto asfáltico de 10 cms. de espesor.
- Reubicar el señalamiento y cambiar el que se encuentre en mal estado.
- El tiempo de ejecución será aproximadamente de 1 mes.

ALTERNATIVA 2.

- Replantear las curvas con nuevos grados de curvatura de 04°45'00" y 04°30'00" respectivamente, para velocidad de diseño de 80 km/hr, calculando sobreamchos y sobreelevaciones para un camino tipo B, sin acotamiento y ancho de carril de 4.5 m.
- En las ampliaciones se deberá abrir caja para alojar la capa subrasante de 30 cms. y sobre esta se tenderá la base hidráulica de 20 cms. y base asfáltica de 10 cms.
- Formación de carpeta de concreto asfáltico de 10 cms. de espesor.
- Reubicar el señalamiento y cambiar el que se encuentre en mal estado.
- El tiempo de ejecución será aproximadamente de 3 meses.

ALTERNATIVA 3.

- Replantear las curvas con nuevos grados de curvatura de 04°00'00", para velocidad de diseño de 90 km/hr, calculando sobreamchos y sobreelevaciones para un camino tipo B, con ancho de corona de 9.0 m, sin acotamientos, con lo que se apega a las velocidades reales de tránsito en el tramo.
- En las ampliaciones se deberá abrir caja para alojar la capa Subrasante de 30cms. y sobre esta se tenderá la base hidráulica de 20 cm y base asfáltica de 10 cms.
- Formación de carpeta de concreto asfáltico de 10 cms. de espesor.
- Reubicar el señalamiento y cambiar el que se encuentre en mal estado.
- El tiempo de ejecución será aproximadamente de 3 meses.

5.5 COSTOS CONSIDERADOS ALTERNATIVA 1.

SAN LUIS POTOSÍ		RELACIÓN DE CONCEPTOS DE TRABAJO Y CANTIDADES DE OBRA PARA EXPRESIÓN DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPUESTA					
ALTERNATIVA No.1		HOJA 1 DE 2					
		OBRA: TRABAJOS DE ATENCIÓN A PUNTOS DE CONFLICTO, MEDIANTE RENOVACIÓN CON CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO DE 10 cm. DE ESPESOR.					
		CARRETERA CD. VALLES - TAMPICO.					
		TRAMO: CD. VALLES - LIMS. EDOS S.L.P. / VER.					
		SUBTRAMO: DEL KM 32+000 AL KM 33+000					
O B R A							
C O N C E P T O S							
No.	NORMA O ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	LUGAR Y FECHA : SAN LUIS POTOSI, S.L.P. ABRIL 2011		
					PRECIO UNITARIO		
					CON LETRA	CON NÚMERO	
							IMPORTE (\$)
	NoCTR•CAR•1•04	PAVIMENTOS					
	006/06	CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN CALIENTE (CLAUSULA 006/06•J)					
	•A•	Carpetas de concreto asfáltico, P.U.O.T.					
	a)	Compactadas al noventa y cinco por ciento (95%), incluye acarrees, barrido de la superficie y materiales asfálticos (ECR-65 y AC-20).					
1	1)	Con material del banco de Materiales Pétreos	818.20	m ²	Mil seiscientos cincuenta pesos M.N.	1,750.00	1,431,850.00
	NoCTR•CAR•1•07	SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD					
	001/00	MARCAS EN EL PAVIMENTO (CLAUSULA 001/00•J)					
	•A•	Marcas en el pavimento, P.U.O.T.					
	a)	Raya separadora de sentidos de circulación, color amarillo, P.U.O.T. (M-1.3)	731	ml	Diez pesos M.N.	10.00	7,310.00
3	b)	Raya separadora de sentidos de circulación, color amarillo, P.U.O.T. (M-1.5)	269	ml	Diez pesos M.N.	10.00	2,690.00
4	b)	Raya lateral, color blanco P.U.O.T.. (M-3.1)	2,000	ml	Diez pesos M.N.	10.00	20,000.00
	004/02	VIALETAS Y BOTONES (CLAUSULA 004/02•I)					
	•A•	Suministro y colocación de vialetes y botones, P.U.O.T.					
5	a)	DH-1.3 de 10 x 10 x 2 cm, dos caras reflejantes color amarillo @ 15 m, P.U.O.T.	49	Pza.	Cincuenta y dos pesos M.N.	52.00	2,548.00
6	b)	DH-1.6 de 10 x 10 cm, dos caras reflejantes color amarillo @ 30 m, P.U.O.T.	9	Pza.	Cincuenta y dos pesos M.N.	52.00	468.00
7	c)	DH-1.10 de 10 x 10 cm, dos caras reflejantes color blanco @ 15 m, P.U.O.T.	67	Pza.	Cincuenta y dos pesos M.N.	52.00	3,484.00
	005/00	SEÑALES VERTICALES BAJAS (CLAUSULA 005/00•I)					
	•A•	Señalamiento preventivo, restrictivo, informativo y de protección de obra.					
	a)	Suministro y colocación de señalamiento permanente					
8		de 86 x 86 cm, P.U.O.T.	4	Pza.	Seiscientos cincuenta pesos M.N.	750.00	3,000.00
9		de 86 x 300 cm, P.U.O.T.	4	Pza.	Mil doscientos pesos M.N.	1,200.00	4,800.00
10		de 71 x 178 cm, P.U.O.T.	2	Pza.	Ochocientos cincuenta pesos M.N.	850.00	1,700.00
11		de 76 x 30 cm, P.U.O.T.	2	Pza.	Seiscientos cincuenta pesos M.N.	650.00	1,300.00
12		de 76 x 60 cm, P.U.O.T.	26	Pza.	Seiscientos cincuenta pesos M.N.	650.00	16,900.00
13		DH-12 (REFLEJANTE EN DEFENSA METALICA)	90	Pza.	Cuarenta y cinco pesos M.N.	45.00	4,050.00
14		OD-4 (DEFENSA METALICA DE TRES CRESTAS)	1,347	M	Mil trescientos pesos ;M.N.	1,300.00	1,751,100.00
	b)	Suministro y colocación de señalamiento de protección de obra.					
15		SPH-7 de 71 x 178	12.00	Pza.	Ochocientos cincuenta pesos M.N.	850.00	10,200.00
16		SPR-18 de 86 x 86	4.00	Pza.	Seiscientos cincuenta pesos M.N.	750.00	3,000.00
						TOTAL EN ESTA HOJA: \$	3,264,400.00
						TOTAL ACUMULADO: \$	3,264,400.00

COSTOS CONSIDERADOS ALTERNATIVA 2.

SAN LUIS POTOSÍ		RELACIÓN DE CONCEPTOS DE TRABAJO Y CANTIDADES DE OBRA PARA EXPRESIÓN DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICIÓN				HOJA 1 DE 3	
ALTERNATIVA No.2		TRABAJOS DE ATENCIÓN A PUNTOS DE CONFLICTO, MEDIANTE CORTE, EXCAVACIÓN EN CAJA, OBRA: CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO DE 10 cm. DE ESPESOR, BASE ASFÁLTICA DE 10 cm, BASE HIDRÁULICA DE 20 cm. Y SUBRASANTE DE 30 cm.					
		CARRETERA CD. VALLES - TAMPICO. TRAMO: CD. VALLES - LIMS. EDOS S.L.P. / VER. SUBTRAMO: DEL KM 32+000 AL KM 33+000					
O B R A				LUGAR Y FECHA : SAN LUIS POTOSI, S.L.P. ABRIL DEL 2011			
C O N C E P T O S		CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO		IMPORTE (\$)	
No.	NORMA O ESPECIFICACIÓN			DESCRIPCIÓN			CON LETRA
	NoCTR•CAR•1•01			TERRACERIAS			
1	001/00	0.50	Ha.	Dos mil cuatrocientos sesenta pesos M.N.		1,230.00	
	002/00			DESMONTE, P.U.O.T. (CLAUSULA 001/00•I)			
	•A•			DESPALMES (CLAUSULA 003/00•J)			
				Despalme, P.U.O.T.			
2	1)	1,031.20	m ³	Ocho pesos M.N.		8,249.60	
3	2)	26.00	m ³	Ocho pesos M.N.		208.00	
	003/00			CORTES (CLAUSULA 003/00•J)			
	•A•			Excavaciones, P.U.O.T.			
	a)			En cortes y adicionales abajo de la subrasante			
4	2)	2,661.40	m ³	Cuarenta y seis pesos M.N.		122,424.40	
	009/00			TERRAPLENES (CLAUSULA 009/00•J)			
	•A•			Compactación P.U.O.T.			
	a)			Del terreno natural en el área de despalme de los terraplenes			
5	1)	1,988.00	m ³	Treinta y seis pesos M. N.		71,568.00	
	•B•			Formación y compactación, P.U.O.T.			
	a)			De terraplenes adicionados con sus cuñas de sobreebanco			
6	1)	1,826.20	m ³	Cuarenta y seis pesos M.N.		84,005.20	
	•D•			Mezclado, tendido y compactación de la capa sub-rasante, formada con el material seleccionado, P.U.O.T.			
7	1)	1,412.70	m ³	Cuarenta pesos M.N.		56,508.00	
	013/00			ACARREOS (CLAUSULA 013/00•G)			
	•A•			Sobrecarreo de los materiales producto de las excavaciones de cortes, adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebajes de la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalme, préstamos de banco, derrumbes, canales y del agua empleada en compactaciones			
	d)			Para distancia mayor de mil (1000) metros, es decir, mayor de un (1) kilómetro material de desperdicio			
8		26,614.00	m ³ km	Cuarenta pesos 25/100 M.N.		113,109.50	
TOTAL EN ESTA HOJA: \$						457,302.70	
TOTAL ACUMULADO: \$						457,302.70	

SAN LUIS POTOSÍ

RELACIÓN DE CONCEPTOS DE TRABAJO Y CANTIDADES DE OBRA PARA
EXPRESIÓN DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICIÓN

HOJA 2 DE 3

OBRA: TRABAJOS DE ATENCIÓN A PUNTOS DE CONFLICTO, MEDIANTE CORTE, EXCAVACIÓN EN CAJA, CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO DE 10 cm. DE ESPESOR, BASE ASFÁLTICA DE 10 cm., BASE HIDRÁULICA DE 20 cm. Y SUBRASANTE DE 30 cm.

CARRETERA CD. VALLES - TAMPICO.

TRAMO: CD. VALLES - LIMS. EDÓS S.L.P. / VER.

SUBTRAMO: DEL KM 32+000 AL KM 33+000

ALTERNATIVA No.2

C O N C E P T O S

No.	NORMA O ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO		IMPORTE (\$)
					CON LETRA	CON NUMERO	
LUGAR Y FECHA : SAN LUIS POTOSÍ, S.L.P. ABRIL DEL 2011							
	NoCTR•CAR•1•04	PAVIMENTOS					
	002/03	SUB-BASE Y BASE (CLAUSULA 002/03•J)					
	•B•	Base hidráulica, P.U.O.T. (incluye acarreos).					
9	a)	Compactada al cien por ciento 100% del banco de Materiales Pétreos	1,079.20	m ³	Trescientos sesenta y cinco pesos M.N.	365.00	393,908.00
		Base asfáltica, P.U.O.T. (incluye acarreos).					
10		Compactada al cien por ciento 100% del banco de Materiales Pétreos	626.50	m ³	Cuatrocientos tres pesos M.N.	403.00	252,479.50
	004/00	RIEGO DE IMPREGNACION (CLAUSULA 004/00•J)					
11	•A•	Emulsión catiónica de impregnación (ECI-60) en riego de impregnación en la base	7,650.00	lt	Cuatro pesos M.N.	4.00	30,600.00
	006/06	CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN CALIENTE (CLAUSULA 006/06•J)					
	•A•	Carpetas de concreto asfáltico, P.U.O.T.					
	a)	Compactadas al noventa y cinco por ciento (95%), incluye acarreos, barrido de la superficie y materiales asfálticos (ECR-65 y AC-20).					
12	1)	Con material del banco de Materiales Pétreos	997.50	m ³	Mil setecientos cincuenta pesos M.N.	1,750.00	1,745,625.00
	NoCTR•CAR•1•07	SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD					
	001/00	MARCAS EN EL PAVIMENTO (CLAUSULA 001/00•J)					
	•A•	Marcas en el pavimento, P.U.O.T.					
13	a)	Raya separadora de sentidos de circulación, color amarillo, P.U.O.T. (M-1.3)	731	ml	Diez pesos M.N.	10.00	7,310.00
14	b)	Raya separadora de sentidos de circulación, color amarillo, P.U.O.T. (M-1.5)	269	ml	Diez pesos M.N.	10.00	2,690.00
15	b)	Raya lateral, color blanco P.U.O.T.. (M-3.1)	2,000	ml	Diez pesos M.N.	10.00	20,000.00
	004/02	VIALETAS Y BOTONES (CLAUSULA 004/02•I)					
	•A•	Suministro y colocación de vialetas y botones, P.U.O.T.					
16	a)	DH-1.3 de 10 x 10 x 2 cm, dos caras reflejantes color amarillo @ 15 m, P.U.O.T.	49	Pza.	Cincuenta y dos pesos M.N.	52.00	2,548.00
17	b)	DH-1.6 de 10 x 10 cm, dos caras reflejantes color amarillo @ 30 m, P.U.O.T.	9	Pza.	Cincuenta y dos pesos M.N.	52.00	468.00
18	c)	DH-1.10 de 10 x 10 cm, dos caras reflejantes color blanco @ 15 m, P.U.O.T.	67	Pza.	Cincuenta y dos pesos M.N.	52.00	3,484.00
19	EP	RETIRO DE SEÑALAMIENTO EXISTENTE	1.00	Lote	Doce mil pesos M.N.	12,000.00	12,000.00
TOTAL EN ESTA HOJA: \$							2,471,112.50
TOTAL ACUMULADO: \$							2,928,415.20

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO CARRETERO: CD. VALLES-TAMPICO DEL KM 32 AL 33, EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

SAN LUIS POTOSÍ				RELACIÓN DE CONCEPTOS DE TRABAJO Y CANTIDADES DE OBRA PARA EXPRESIÓN DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICIÓN			
ALTERNATIVA No.2				HOJA 3 DE 3			
				TRABAJOS DE ATENCIÓN A PUNTOS DE CONFLICTO, MEDIANTE CORTE, EXCAVACIÓN EN CAJA, CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO DE 10 cm. DE ESPESOR, BASE ASFÁLTICA DE 10 cm, BASE HIDRÁULICA DE 20 cm. Y SUBRASANTE DE 30 cm.			
O B R A				CARRETERA CD. VALLES - TAMPICO.			
C O N C E P T O S				TRAMO: CD. VALLES - LIMS. EDOS S.L.P. / VER.			
D E S C R I P C I O N				SUBTRAMO: DEL KM 32+000 AL KM 33+000			
				LUGAR Y FECHA : SAN LUIS POTOSI, S.L.P. ABRIL DEL 2011			
No.	NORMA O ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO		IMPORTE (\$)
					CON LETRA	CON NUMERO	
	005/00	SEÑALES VERTICALES BAJAS (CLAUSULA 005/00-1)					
	A	Señalamiento preventivo, restrictivo, informativo y de proteccion de obra.					
	a)	Suministro y colocación de señalamiento permanente					
20		de 86 x 86 cm, P.U.O.T.	4	Pza.	Setecientos cincuenta pesos M.N.	750.00	3,000.00
21		de 86 x 300 cm, P.U.O.T.	4	Pza.	Mil doscientos pesos M.N.	1,200.00	4,800.00
22		de 71 x 178 cm, P.U.O.T.	2	Pza.	Ochocientos cincuenta pesos M.N.	850.00	1,700.00
23		de 76 x 30 cm, P.U.O.T.	2	Pza.	Seiscientos cincuenta pesos M.N.	650.00	1,300.00
24		de 76 x 60 cm, P.U.O.T.	26	Pza.	Seiscientos cincuenta pesos M.N.	650.00	16,900.00
25		DH-12 (REFLEJANTE EN DEFENSA METALICA)	90	Pza.	Cuarenta y cin co pesos M.N.	45.00	4,050.00
26		OD-4 (DEFENSA METALICA DE TRES CRESTAS)	1,347	MI	Mil trescientos pesos M.N	1,300.00	1,751,100.00
	b)	Suministro y colocación de señalamiento de proteccion de obra.					
27		SPH-7 de 71 x 178	12.00	Pza.	Ochocientos cincuenta pesos M.N.	850.00	10,200.00
28		SPR-18 de 86 x 86	4.00	Pza.	Setecientos cincuenta pesos M.N.	750.00	3,000.00
29		SPR-9 de 86 x 86	8.00	Pza.	Setecientos cincuenta pesos M.N.	750.00	6,000.00
30		TA 35 x 86 (Tablero Adicional)	8.00	Pza.	Seiscientos cincuenta pesos M.N.	650.00	5,200.00
31		SPP de 86 x 86	4.00	Pza.	Setecientos cincuenta pesos M.N.	750.00	3,000.00
32		TA 35 x 122 (Tablero Adicional)	8.00	Pza.	MI pesos MN.	1,000.00	8,000.00
33		SPP-21 de 86 x 86	4.00	Pza.	Setecientos cincuenta pesos M.N.	750.00	3,000.00
34		SPH-8 de 71 x 178	2.00	Pza.	Ochocientos cincuenta pesos M.N.	850.00	1,700.00
35		ODP-5 de 122 x 30	260.00	Pza.	Doscientos cincuenta pesos M.N.	250.00	65,000.00
36		SPI-9 de 71 x 178	2.00	Pza.	Ochocientos cincuenta pesos M.N.	850.00	1,700.00
37		LD-12V (Lampara de destello)	264	Pza.	Setenta y cinco pesos M.N.	75.00	19,800.00
TOTAL EN ESTA HOJA: \$							1,909,450.00
TOTAL ACUMULADO: \$							4,837,865.20
IVA							774,058.43
TOTAL							5,611,923.63

COSTOS CONSIDERADOS ALTERNATIVA 3.

SAN LUIS POTOSÍ			RELACIÓN DE CONCEPTOS DE TRABAJO Y CANTIDADES DE OBRA PARA EXPRESIÓN DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICIÓN				
ALTERNATIVA No.3			HOJA 1 DE 3 TRABAJOS DE ATENCIÓN A PUNTOS DE CONFLICTO, MEDIANTE CORTE, EXCAVACIÓN EN CAJA, OBRA: CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO DE 10 cm. DE ESPESOR, BASE ASFÁLTICA DE 10 cm, BASE HIDRÁULICA DE 20 cm. Y SUBRASANTE DE 30 cm. CARRETERA: CD. VALLES - TAMPICO. TRAMO: CD. VALLES - LIMS. EDOS S.L.P. / VER. SUBTRAMO: DEL KM 32+000 AL KM 33+000				
O B R A			LUGAR Y FECHA : SAN LUIS POTOSI, S.L.P. ABRIL DEL 2011				
C O N C E P T O S			CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO		IMPORTE (\$)
No.	NORMA O ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN			CON LETRA	CON NUMERO	
	NoCTRoCARo1o01	TERRACERIAS					
1	001/00	DESMONTE, P.U.O.T. (CLAUSULA 001/00+I)	0.50	Ha.	Dos mil cuatrocientos sesenta pesos M.N.	2,460.00	1,230.00
	002/00	DESPALMES (CLAUSULA 003/00+J)					
	A	Despalmes, P.U.O.T.					
2	1)	Despalme en cortes	2,000.77	m²	Ocho pesos M.N.	8.00	16,006.16
	003/00	CORTES (CLAUSULA 003/00+J)					
	A	Excavaciones, P.U.O.T.					
	a)	En cortes y adicionales abajo de la subrasante					
3	2)	Cuando el material se desperdicie	7,275.16	m²	Cuarenta y seis pesos M.N.	46.00	334,657.36
	009/00	TERRAPLENES (CLAUSULA 009/00+J)					
	A	Compactación P.U.O.T.					
	a)	Del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes					
4	1)	Para noventa por ciento (90%)	3,730.07	m²	Treinta pesos M.N.	36.00	134,282.52
	B	Formación y compactación, P.U.O.T.					
	a)	De terraplenes adicionados con sus cuñas de sobreancho					
5	1)	Para noventa por ciento (90%)	9,151.33	m²	Cuarenta y seis pesos M.N.	46.00	420,961.18
	D	Mezclado, tendido y compactación de la capa sub-rasante, formada con el material seleccionado, P.U.O.T.					
6	1)	Para noventa y cinco por ciento (95%)	1,522.91	m²	Cuarenta pesos M.N.	40.00	60,916.40
	013/00	ACARREOS (CLAUSULA 013/00+G)					
	A	Sobreacarreo de los materiales producto de las excavaciones de cortes, adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebajes de la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, préstamos de banco, derrumbes, canales y del agua empleada en compactaciones					
	d)	Para distancia mayor de mil (1000) metros, es decir, mayor de un (1) kilómetro					
7		material de desperdicio	72,752.00	m³ km	Cuatro pesos 25/100 M.N.	4.25	309,196.00
TOTAL EN ESTA HOJA: \$							1,277,249.62
TOTAL ACUMULADO: \$							1,277,249.62

SAN LUIS POTOSÍ

RELACIÓN DE CONCEPTOS DE TRABAJO Y CANTIDADES DE OBRA PARA EXPRESIÓN DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICIÓN

HOJA 2 DE 3

TRABAJOS DE ATENCIÓN A PUNTOS DE CONFLICTO, MEDIANTE CORTE, EXCAVACIÓN EN CAJA, OBRA: CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO DE 10 cm. DE ESPESOR, BASE ASFÁLTICA DE 10 cm, BASE HIDRÁULICA DE 20 cm. Y SUBRASANTE DE 30 cm.

CARRETERA CD. VALLES - TAMPICO.

TRAMO: CD. VALLES - LIMS. EDOS S.L.P. / VER.

SUBTRAMO: DEL KM 32+000 AL KM 33+000

ALTERNATIVA No.3

C O N C E P T O S

No.	NORMA O ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	LUGAR Y FECHA : SAN LUIS POTOSÍ, S.L.P. ABRIL DEL 2011		
					CON LETRA	CON NUMERO	(\$)
No.CTR.CAR.1.04		PAVIMENTOS					
	002/03	SUB-BASE Y BASE (CLAUSULA 002/03•J)					
	•B•	Base hidráulica, P.U.O.T. (incluye acarreo).					
8	a)	Compactada al cien por ciento 100% del banco de Materiales Pétreos	978.47	m ²	Trecientos sesenta y cinco pesos M.N.	365.00	357,141.55
		Base asfáltica, P.U.O.T. (incluye acarreo).					
9		Compactada al cien por ciento 100% del banco de Materiales Pétreos	519.97	m ²	Cuatrocientos tres pesos M.N.	403.00	209,547.91
	004/00	RIEGO DE IMPREGNACION (CLAUSULA 004/00•J)					
10	•A•	Emulsión catiónica de impregnación (ECI-60) en riego de impregnación en la base	6,800.00	lt	Cuatro pesos M.N.	4.00	27,200.00
	006/06	CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN CALIENTE (CLAUSULA 006/06•J)					
	•A•	Carpetas de concreto asfáltico, P.U.O.T.					
	a)	Compactadas al noventa y cinco por ciento (95%), incluye acarreo, barrido de la superficie y materiales asfálticos (ECR-65 y AC-20).					
11	1)	Con material del banco de Materiales Pétreos	993.28	m ²	Mil seletientos cincuenta pesos M.N.	1,750.00	1,738,240.00
	No.CTR.CAR.1.07	SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD					
	001/00	MARCAS EN EL PAVIMENTO (CLAUSULA 001/00•J)					
	•A•	Marcas en el pavimento, P.U.O.T.					
12	a)	Raya separadora de sentidos de circulación, color amarillo, P.U.O.T. (M-1.3)	731	ml	Diez pesos M.N.	10.00	7,310.00
13	b)	Raya separadora de sentidos de circulación, color amarillo, P.U.O.T. (M-1.5)	269	ml	Diez pesos M.N.	10.00	2,690.00
14	b)	Raya lateral, color blanco P.U.O.T. (M-3.1)	2,000	ml	Diez pesos M.N.	10.00	20,000.00
	004/02	VIALETAS Y BOTONES (CLAUSULA 004/02•I)					
	•A•	Suministro y colocación de vialtes y botones, P.U.O.T.					
15	a)	DH-1.3 de 10 x 10 x 2 cm, dos caras reflejantes color amarillo @ 15 m, P.U.O.T.	49	Pza.	Cincuenta y dos pesos M.N.	52.00	2,548.00
16	b)	DH-1.6 de 10 x 10 cm, dos caras reflejantes color amarillo @ 30 m, P.U.O.T.	9	Pza.	Cincuenta y dos pesos M.N.	52.00	468.00
17	c)	DH-1.10 de 10 x 10 cm, dos caras reflejantes color blanco @ 15 m, P.U.O.T.	67	Pza.	Cincuenta y dos pesos M.N.	52.00	3,484.00
18	EP	RETRO DE SEÑALAMIENTO EXISTENTE	1.00	Lote	Doce mil pesos M.N.	12,000.00	12,000.00

TOTAL EN ESTA HOJA: \$ 2,380,629.46
 TOTAL ACUMULADO: \$ 3,657,879.08

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO CARRETERO: CD. VALLES-TAMPICO DEL KM 32 AL 33, EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

5.6 ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO.

CONSIDERACIONES RELEVANTES DE LOS ESTUDIOS ECONÓMICOS.

Dado que el beneficiario es el usuario, la reducción en los costos de operación tanto de proyecto como de comodidad proporcionado por el ISA (índice de servicio actual) ahora se convierten en un beneficio.

Los análisis correspondientes aparecen en los costos de las diferentes alternativas propuestas considerando la inversión inicial en el año cero y los costos de conservación en los años 4, 8 y 12 trasladados al año cero considerando una tasa del 10%; cantidades en millones de pesos.

Para la conservación rutinaria se estimó un costo de \$15,000.00/Km-año durante 15 años y también se trasladaron al año cero considerando una tasa del 10% y regresándolos al año cero.

Relación beneficio-costo (B/C).

Si la relación beneficio-costo es mayor que la unidad, esto representa que la inversión en la rehabilitación de la carretera se justifica.

Tasa interna de retorno (TIR).

Si la TIR es mayor al 12% se justifica la inversión a realizar.

En la alternativa 1 no se consideran los beneficios de tiempo que acarreará la modificación, debido a que no se cambiará la velocidad de proyecto.

ALTERNATIVA No.1, 2 y 3.

				TASA B.M. =	12%
Carretera:	CD. VALLES - TAMPICO				
Tramo:	CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.				
Subtramo:	Km 32+000 al 33+000				
TDPA =	5,475	Tasa de crecimiento =	3.40%	Anual	
Tipo A =	83.47%	Longitud del tramo=	1.0	km.	
Tipo B =	3.65%	Tasa =	10.00%		
Tipo C =	6.23%				
Tipo ART =	6.65%				
\$ COSTO DE CONSTRUCCIÓN:	A1	\$ 3,918,248.00	Cb = Vehículo ligero	=	4.190
	A2	\$ 5,611,923.63	Cb = Autobús foráneo	=	13.590
	A3	\$ 6,458,101.73	Cb = Camión ligero	=	8.380
\$ CONSERVACIÓN RUTINARIA:	\$	15,000.00	Km/año	Cb = Camión articulado	= 16.270
\$ ESTRAT. DE CONSERV.:	\$	150,000.00			

Los costos de conservación para las tres alternativas se presentan en el cuadro que sigue.

Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
 Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
 Subtramo: Km 32+000 al 33+000

ALTERNATIVA No.1, 2 y 3.

AÑO	CONSERVACIÓN RUTINARIA			ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN	
	COSTO DE CONSTRUCCIÓN RUTINARIA	TRASLADO AL AÑO	COSTO TRASLADADO	COSTO DE CONSTRUCCIÓN ESTRATEGIAS	COSTO TRASLADADO
0	15,000.00	1.00	15,000.00	-	-
1	15,000.00	0.91	13,636.36	-	-
2	15,000.00	0.83	12,396.69	-	-
3	15,000.00	0.75	11,269.72	-	-
4	15,000.00	0.68	10,245.20	150,000.00	102,452.02
5	15,000.00	0.62	9,313.82	-	-
6	15,000.00	0.56	8,467.11	-	-
7	15,000.00	0.51	7,697.37	-	-
8	15,000.00	0.47	6,997.61	150,000.00	69,976.11
9	15,000.00	0.42	6,361.46	-	-
10	15,000.00	0.39	5,783.15	-	-
11	15,000.00	0.35	5,257.41	-	-
12	15,000.00	0.32	4,779.46	150,000.00	47,794.62
13	15,000.00	0.29	4,344.97	-	-
14	15,000.00	0.26	3,949.97	-	-
15	15,000.00	0.24	3,590.88	-	-
			\$ 129,091.19		\$ 220,222.75
			\$ 0.13		\$ 0.22

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO CARRETERO: CD. VALLES-TAMPICO DEL KM 32 AL 33,
 EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

ALTERNATIVA 1.

Los beneficios y costos anuales para sacar la TIR de la alternativa 1 se enuncian a continuación.

**BENEFICIOS
ALTERNATIVA No.1**

Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
Subtramo: Km 32+000 al 33+000

TDPA = 5,475 vehículos
Tipo A = 83.47%
veh. A = 4,571 vehículos

Tasa de crecimiento: 3.40% ANUAL
Longitud del tramo: 1.0 km
Tasa: 10.00%

TABLA A1.1 (VEHÍCULO LIGERO)

AÑO	ISA rehabilitado	ISA actual	Fb rehabilitado	Fb actual	CB	TDPA	DÍAS	C.O.A / Km rehabilitado	C.O.A / Km actual	BENEFICIOS	1/(1+i) ⁿ	VP
0	4.20	3.00	1.040	1.140	4.19	4,571	365.00	7,270,257.37	7,969,320.58	699,063.21	1.000	699,063.21
1	4.10	3.00	1.060	1.140	4.19	4,726	365.00	7,662,012.39	8,240,277.48	578,265.09	0.909	525,695.53
2	4.00	3.00	1.070	1.166	4.19	4,887	365.00	7,997,261.58	8,714,772.89	717,511.32	0.826	592,984.56
3	3.87	3.00	1.075	1.175	4.19	5,053	365.00	8,307,809.44	9,080,628.93	772,819.48	0.751	580,630.72
4	3.75	3.00	1.080	1.175	4.19	5,225	365.00	8,630,229.73	9,389,370.31	759,140.58	0.683	518,503.23
5	3.63	3.00	1.086	1.229	4.19	5,403	365.00	8,973,233.42	10,154,791.78	1,181,558.36	0.621	733,654.78
6	3.50	3.00	1.090	1.229	4.19	5,586	365.00	9,312,497.66	10,500,054.70	1,187,557.04	0.564	670,344.99
7	3.43	3.00	1.100	1.229	4.19	5,776	365.00	9,717,463.15	10,857,056.56	1,139,593.41	0.513	584,791.61
8	3.30	3.00	1.110	1.327	4.19	5,973	365.00	10,139,201.05	12,121,369.19	1,982,168.13	0.467	924,696.06
9	3.20	3.00	1.120	1.377	4.19	6,176	365.00	10,578,383.74	13,005,745.01	2,427,361.27	0.424	1,029,438.13
10	3.10	3.00	1.350	1.380	4.19	6,386	365.00	13,184,255.24	13,477,238.69	292,983.45	0.386	112,957.80
11	3.00	3.00	1.140	1.390	4.19	6,603	365.00	11,511,905.71	14,036,446.43	2,524,540.73	0.350	884,836.12
12	2.88	3.00	1.150	1.400	4.19	6,827	365.00	12,007,725.51	14,618,100.62	2,610,375.11	0.319	831,745.96
13	2.75	3.00	1.160	1.490	4.19	7,060	365.00	12,523,953.29	16,086,802.07	3,562,848.78	0.290	1,032,030.38
14	2.60	3.00	1.170	1.590	4.19	7,300	365.00	13,061,403.63	17,750,112.62	4,688,708.99	0.263	1,234,683.62
15	2.50	3.00	1.180	1.600	4.19	7,548	365.00	13,620,922.90	18,469,048.00	4,848,125.10	0.239	1,160,602.60

Totales : 164,498,515.80 194,471,135.85 29,972,620.05 10,956,056.71

**BENEFICIOS
ALTERNATIVA No.1**

Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
Subtramo: Km 32+000 al 33+000

TDPA = 5,475 vehiculos
 Tipo B = 3.65%
 # veh. B = 201 vehiculos

tasa crecimiento = 3.40% ANUAL
 longitud del tramo: 1.0 km
 tasa = 10.00%

TABLA A1.2 (AUTOBÚS FORÁNEO)

AÑO	ISA rehabilitado	ISA actual	Fb rehabilitado	Fb actual	CB	TDPA	DÍAS	C.O.A / Km rehabilitado	C.O.A / Km actual	BENEFICIOS	1/(1+i) ⁿ	VP
0	4.20	3.00	1.100	1.170	13.59	201	365.00	1,095,846.72	1,165,582.42	69,735.70	1.000	69,735.70
1	4.10	3.00	1.110	1.190	13.59	208	365.00	1,143,406.47	1,225,814.14	82,407.67	0.909	74,916.07
2	4.00	3.00	1.120	1.210	13.59	215	365.00	1,192,933.48	1,288,794.21	95,860.73	0.826	79,223.74
3	3.87	3.00	1.125	1.230	13.59	222	365.00	1,238,999.89	1,354,639.88	115,639.99	0.751	86,882.04
4	3.75	3.00	1.130	1.240	13.59	230	365.00	1,286,819.78	1,412,085.42	125,265.64	0.683	85,558.12
5	3.63	3.00	1.135	1.260	13.59	237	365.00	1,336,459.13	1,483,646.26	147,187.13	0.621	91,391.63
6	3.50	3.00	1.140	1.280	13.59	245	365.00	1,387,986.40	1,558,440.87	170,454.47	0.564	96,217.10
7	3.43	3.00	1.150	1.300	13.59	254	365.00	1,447,767.22	1,636,606.42	188,839.20	0.513	96,904.37
8	3.30	3.00	1.155	1.320	13.59	262	365.00	1,503,499.96	1,718,285.67	214,785.71	0.467	100,199.12
9	3.20	3.00	1.160	1.340	13.59	271	365.00	1,561,348.92	1,803,627.20	242,278.28	0.424	102,749.64
10	3.10	3.00	1.165	1.360	13.59	281	365.00	1,621,393.55	1,892,785.60	271,392.05	0.386	104,633.38
11	3.00	3.00	1.170	1.380	13.59	290	365.00	1,683,716.30	1,985,921.79	302,205.49	0.350	105,921.18
12	2.88	3.00	1.850	1.400	13.59	300	365.00	2,752,804.19	2,083,203.17	-669,601.02	0.319	-213,355.52
13	2.75	3.00	1.950	1.420	13.59	310	365.00	3,000,258.97	2,184,803.97	-815,455.00	0.290	-236,208.27
14	2.60	3.00	1.210	1.430	13.59	321	365.00	1,924,996.93	2,274,996.37	349,999.44	0.263	92,165.79
15	2.50	3.00	1.220	1.440	13.59	332	365.00	2,006,896.80	2,368,796.22	361,899.42	0.239	86,635.84

Totales : 26,185,134.71 27,438,029.62 1,252,894.91 736,934.09

**BENEFICIOS
ALTERNATIVA No.1**

Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
Subtramo: Km 32+000 al 33+000

TDPA = 5,475 vehiculos
 Tipo C = 6.23%
 # veh. C = 351 vehiculos

tasa crecimiento = 3.40% ANUAL
 longitud del tramo: 1.0 km
 TASA = 10.00%

TABLA A1.3 (CAMIÓN LIGERO)

AÑO	ISA rehabilitado	ISA actual	Fb rehabilitado	Fb actual	CB	TDPA	DÍAS	C.O.A / Km rehabilitado	C.O.A / Km actual	BENEFICIOS	1/(1+i) ⁿ	VP
0	4.20	3.00	1.110	1.310	8.38	351	365.00	1,191,700.11	1,406,420.85	214,720.74	1.000	214,720.74
1	4.10	3.00	1.150	1.350	8.38	363	365.00	1,276,622.16	1,498,643.40	222,021.25	0.909	201,837.50
2	4.00	3.00	1.180	1.390	8.38	375	365.00	1,354,462.81	1,595,511.27	241,048.47	0.826	199,213.61
3	3.87	3.00	1.950	1.430	8.38	388	365.00	2,314,409.63	1,697,233.73	-617,175.90	0.751	-463,693.39
4	3.75	3.00	1.210	1.480	8.38	401	365.00	1,484,948.95	1,816,301.20	331,352.25	0.683	226,318.04
5	3.63	3.00	1.250	1.520	8.38	415	365.00	1,586,195.47	1,928,813.70	342,618.22	0.621	212,738.96
6	3.50	3.00	1.240	1.540	8.38	429	365.00	1,627,005.11	2,020,635.38	393,630.27	0.564	222,194.02
7	3.43	3.00	1.250	1.580	8.38	444	365.00	1,695,890.41	2,143,605.48	447,715.07	0.513	229,748.62
8	3.30	3.00	1.270	1.630	8.38	459	365.00	1,781,607.49	2,286,630.09	505,022.60	0.467	235,596.77
9	3.20	3.00	1.280	1.670	8.38	474	365.00	1,856,687.52	2,422,397.00	565,709.48	0.424	239,916.04
10	3.10	3.00	1.290	1.710	8.38	490	365.00	1,934,813.45	2,564,752.71	629,939.26	0.386	242,868.86
11	3.00	3.00	1.310	1.730	8.38	507	365.00	2,031,614.12	2,682,971.31	651,357.20	0.350	228,296.72
12	2.88	3.00	1.330	1.760	8.38	524	365.00	2,132,760.58	2,822,299.72	689,539.14	0.319	219,708.42
13	2.75	3.00	1.360	1.780	8.38	542	365.00	2,255,017.48	2,951,419.93	696,402.46	0.290	201,722.99
14	2.60	3.00	1.380	1.810	8.38	561	365.00	2,365,977.60	3,103,202.50	737,224.90	0.263	194,134.36
15	2.50	3.00	1.400	1.830	8.38	580	365.00	2,481,876.21	3,244,166.76	762,290.55	0.239	182,486.30

Totales: 29,371,589.10 36,185,005.03 6,813,415.94 2,605,322.26

**BENEFICIOS
ALTERNATIVA No.1**

Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
Subtramo: Km 32+000 al 33+000

TDPA = 5,475 vehiculos
 Tipo ART = 6.65%
 # veh. ART = 543 vehiculos

tasa crecimiento = 3.40% ANUAL
 longitud del tramo: 1.0 km
 TASA = 10.00%

TABLA A1.4 (CAMIÓN ARTICULADO)

AÑO	ISA rehabilitado	ISA actual	Fb rehabilitado	Fb actual	CB	TDPA	DIAS	C.O.A / Km rehabilitado	C.O.A / Km actual	BENEFICIOS	1/(1+i) ⁿ	VP
0	4.20	3.00	1.100	1.270	16.27	543	365.00	3,547,095.92	4,095,283.47	548,187.55	1.000	548,187.55
1	4.10	3.00	1.130	1.300	16.27	561	365.00	3,767,725.28	4,334,551.21	566,825.93	0.909	515,296.30
2	4.00	3.00	1.160	1.330	16.27	581	365.00	3,999,257.00	4,585,355.01	586,098.01	0.826	484,378.52
3	3.87	3.00	1.170	1.360	16.27	600	365.00	4,170,880.29	4,848,202.73	677,322.44	0.751	508,882.37
4	3.75	3.00	1.180	1.390	16.27	621	365.00	4,349,550.82	5,123,623.42	774,072.60	0.683	528,702.00
5	3.63	3.00	1.190	1.410	16.27	642	365.00	4,535,549.41	5,374,054.34	838,504.93	0.621	520,645.59
6	3.50	3.00	1.200	1.440	16.27	664	365.00	4,729,167.82	5,675,001.38	945,833.56	0.564	533,898.39
7	3.43	3.00	1.210	1.470	16.27	686	365.00	4,930,709.19	5,990,200.42	1,059,491.23	0.513	543,686.53
8	3.30	3.00	1.220	1.510	16.27	710	365.00	5,140,488.45	6,362,407.84	1,221,919.39	0.467	570,034.41
9	3.20	3.00	1.230	1.540	16.27	734	365.00	5,358,832.80	6,709,432.94	1,350,600.14	0.424	572,786.30
10	3.10	3.00	1.250	1.570	16.27	759	365.00	5,631,131.22	7,072,700.81	1,441,569.59	0.386	555,787.48
11	3.00	3.00	1.270	1.600	16.27	784	365.00	5,915,751.12	7,452,914.79	1,537,163.68	0.350	538,766.49
12	2.88	3.00	1.280	1.630	16.27	811	365.00	6,165,051.12	7,850,807.28	1,685,756.16	0.319	537,133.87
13	2.75	3.00	1.300	1.660	16.27	839	365.00	6,474,266.96	8,267,140.89	1,792,873.93	0.290	519,331.71
14	2.60	3.00	1.310	1.690	16.27	867	365.00	6,745,887.36	8,702,709.65	1,956,822.29	0.263	515,292.47
15	2.50	3.00	1.320	1.710	16.27	897	365.00	7,028,493.69	9,105,094.10	2,076,600.41	0.239	497,121.63

Totales: 82,489,838.43 101,549,480.27 19,059,641.84 7,992,809.99

CARRETERA: CD. VALLES - TAMPICO
TRAMO: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
SUBTRAMO: Km 32+000 al 33+000

RESUMEN DE BENEFICIOS DE COSTOS DE OPERACIÓN POR ISA

Datos de partida:

ISA actual = 3.0
 ISA al reconstruirlo = 4.2
 ISA con la estrategia de conservación al año 4: 3.75
 ISA con la estrategia de conservación al año 8: 3.30
 ISA con la estrategia de conservación al año 12: 2.88

TABLA A1.5

TIPO DE VEHÍCULO	BENEFICIOS / km A 15 AÑOS	VP
A	29,972,620.05	10,956,056.71
B	1,252,894.91	736,934.09
C	6,813,415.94	2,605,322.26
ART.	19,059,641.84	7,992,809.99

BENEFICIOS TOTALES DEL SUBTRAMO = 57,098,572.73 22,291,123.04

Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
 Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
 Subtramo: Km 32+000 al 33+000

BENEFICIOS ANUALES PARA EL AÑO i SIN FUTURIZARLOS

TABLA A1.6

S U B T R A M O: Km 32+000 al 33+000					
AÑO	VEHÍCULO TIPO A	VEHÍCULO TIPO B	VEHÍCULO TIPO C	VEHÍCULOS ARTICULADOS	BENEFICIOS/AÑO
0	699,063.21	69,735.70	214,720.74	548,187.55	1,531,707.20
1	578,265.09	82,407.67	222,021.25	566,825.93	1,449,519.93
2	717,511.32	95,860.73	241,048.47	586,098.01	1,640,518.52
3	772,819.48	115,639.99	-617,175.90	677,322.44	948,606.01
4	759,140.58	125,265.64	331,352.25	774,072.60	1,989,831.07
5	1,181,558.36	147,187.13	342,618.22	838,504.93	2,509,868.64
6	1,187,557.04	170,454.47	393,630.27	945,833.56	2,697,475.34
7	1,139,593.41	188,839.20	447,715.07	1,059,491.23	2,835,638.91
8	1,982,168.13	214,785.71	505,022.60	1,221,919.39	3,923,895.83
9	2,427,361.27	242,278.28	565,709.48	1,350,600.14	4,585,949.17
10	292,983.45	271,392.05	629,939.26	1,441,569.59	2,635,884.36
11	2,524,540.73	302,205.49	651,357.20	1,537,163.68	5,015,267.09
12	2,610,375.11	-669,601.02	689,539.14	1,685,756.16	4,316,069.39
13	3,562,848.78	-815,455.00	696,402.46	1,792,873.93	5,236,670.16
14	4,688,708.99	349,999.44	737,224.90	1,956,822.29	7,732,755.63
15	4,848,125.10	361,899.42	762,290.55	2,076,600.41	8,048,915.48

Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
Subtramo: Km 32+000 al 33+000

COSTOS ANUALES PARA EL AÑO i SIN FUTURIZARLOS

TABLA A1.7

SUBTRAMO: Km 32+000 al 33+000			
AÑO	CONSTRUCCIÓN	CONSERVACIÓN RUTINARIA	ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN
0	3,918,248.00	15,000.00	0.00
1	0.00	15,000.00	0.00
2	0.00	15,000.00	0.00
3	0.00	15,000.00	0.00
4	0.00	15,000.00	150,000.00
5	0.00	15,000.00	0.00
6	0.00	15,000.00	0.00
7	0.00	15,000.00	0.00
8	0.00	15,000.00	150,000.00
9	0.00	15,000.00	0.00
10	0.00	15,000.00	0.00
11	0.00	15,000.00	0.00
12	0.00	15,000.00	150,000.00
13	0.00	15,000.00	0.00
14	0.00	15,000.00	0.00
15	0.00	15,000.00	0.00

Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
 Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
 Subtramo: Km 32+000 al 33+000

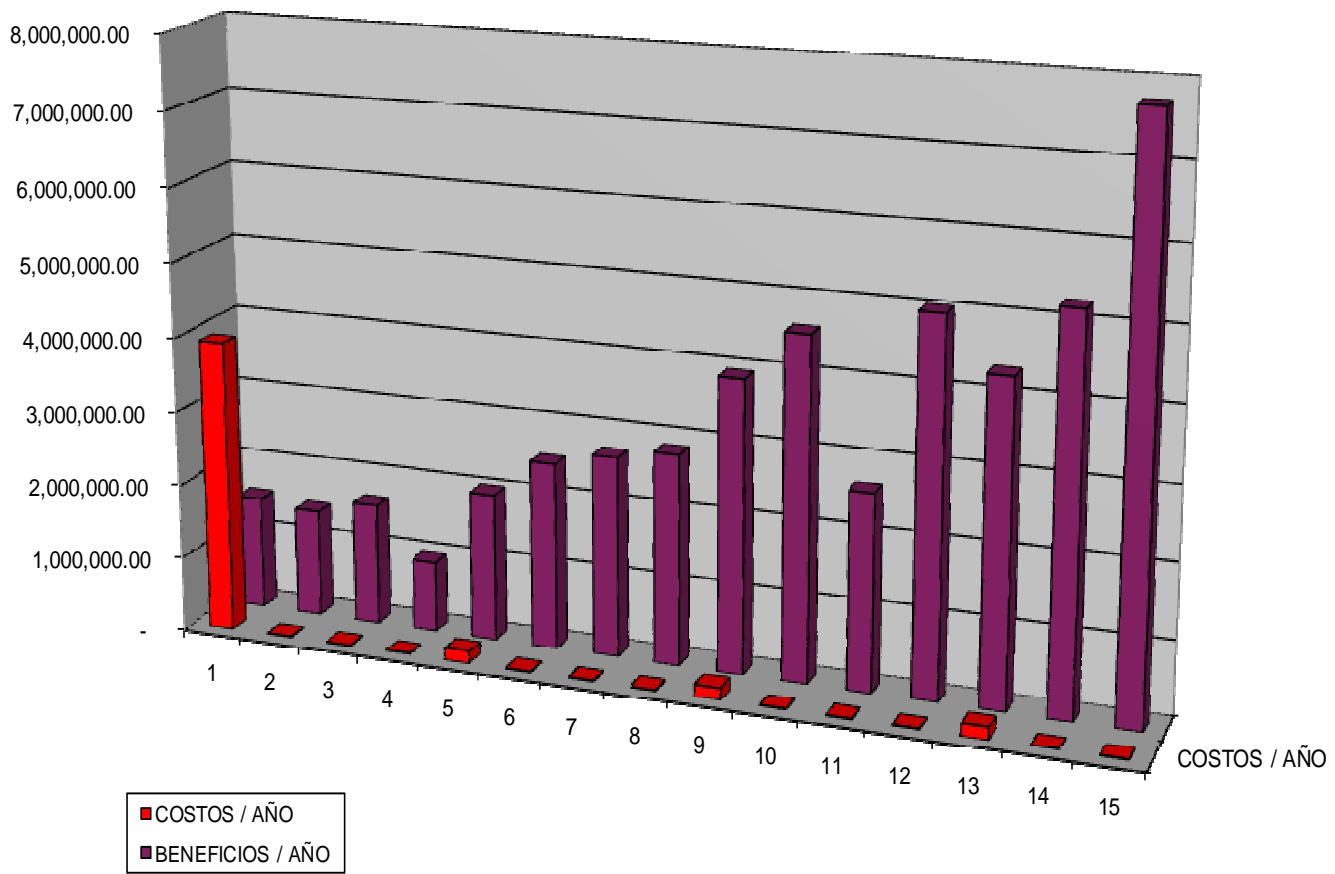
TASA INTERNA DE RETORNO (TABLA A1.8)

i (B.M.)= 12.00%

COSTOS/AÑO	n	V.P. ANUAL	$1/(1+i)^n$	VP	$1/(1+j)^n$	$V/(1+j)^n$
3,933,248.00	0	-2,401,540.80	1.000	-2,401,540.80	1.000	-2,780,871.63
15,000.00	1	1,442,519.93	0.893	1,287,964.23	0.801	1,031,786.16
15,000.00	2	1,625,518.52	0.797	74,853.41	0.642	48,037.83
15,000.00	3	933,606.01	0.712	664,522.32	0.514	-558,361.13
165,000.00	4	1,824,831.07	0.636	1,159,713.13	0.412	477,632.84
15,000.00	5	2,494,868.64	0.567	532,180.98	0.330	175,585.58
15,000.00	6	2,682,475.34	0.507	1,359,025.49	0.264	372,391.24
15,000.00	7	2,820,638.91	0.452	1,275,913.80	0.212	270,160.99
165,000.00	8	3,758,895.83	0.404	1,518,154.98	0.170	257,515.46
15,000.00	9	4,570,949.17	0.361	1,648,330.09	0.136	223,984.15
15,000.00	10	2,620,884.36	0.322	843,854.62	0.109	91,860.04
15,000.00	11	5,000,267.09	0.287	1,437,457.30	0.087	125,354.48
165,000.00	12	4,151,069.39	0.257	1,065,476.12	0.070	74,434.54
15,000.00	13	5,221,670.16	0.229	1,196,672.03	0.056	66,971.78
15,000.00	14	7,717,755.63	0.205	1,579,205.71	0.045	70,801.31
15,000.00	15	8,033,915.48	0.183	1,467,766.32	0.036	52,716.36
SUMA =				14,709,549.73		0.00

TASA INTERNA DE RETORNO j = 24.82860010%
 VALOR PRESENTE ANUAL i EN EL AÑO CERO = BENEFICIOS ANUALES i - COSTOS ANUALES i EN QUE i e[0 Y 15]
 La relación de los beneficios y los costos por año i aparecen en la tablas A1.6 y A1.7
 LA TASA INTERNA DE RETORNO DEBE SATISFACER LA ECUACION:
 $0 = V/(1+j)^n$

GRÁFICA A 1. BENEFICIO-COSTOS ALTERNATIVA No.1



ALTERNATIVA 2.

Los beneficios y costos anuales para sacar la TIR de la alternativa 2 se enuncian a continuación.

**BENEFICIOS
ALTERNATIVA No.2**

Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
Subtramo: Km 32+000 al 33+000

TDPA = 5,475 vehículos
 Tipo A = 83.47%
 # veh. A = 4,571 vehículos

Tasa de crecimiento: 3.40% ANUAL
 Longitud del tramo: 1.0 km
 Tasa: 10.00%

TABLA A 2.1 (VEHÍCULO LIGERO)

AÑO	ISA	ISA	Fb	Fb	CB	TDPA	DÍAS	C.O.A / Km	C.O.A / Km	BENEFICIOS	1/(1+i) ⁿ	VP
	rehabilitado	actual	rehabilitado	actual				rehabilitado	actual			
0	4.20	3.00	1.040	1.140	4.19	4,571	365.00	7,270,257.37	7,969,320.58	699,063.21	1.000	699,063.21
1	4.10	3.00	1.060	1.140	4.19	4,726	365.00	7,662,012.39	8,240,277.48	578,265.09	0.909	525,695.53
2	4.00	3.00	1.070	1.166	4.19	4,887	365.00	7,997,261.58	8,714,772.89	717,511.32	0.826	592,984.56
3	3.87	3.00	1.075	1.175	4.19	5,053	365.00	8,307,809.44	9,080,628.93	772,819.48	0.751	580,630.72
4	3.75	3.00	1.080	1.175	4.19	5,225	365.00	8,630,229.73	9,389,370.31	759,140.58	0.683	518,503.23
5	3.63	3.00	1.086	1.229	4.19	5,403	365.00	8,973,233.42	10,154,791.78	1,181,558.36	0.621	733,654.78
6	3.50	3.00	1.090	1.229	4.19	5,586	365.00	9,312,497.66	10,500,054.70	1,187,557.04	0.564	670,344.99
7	3.43	3.00	1.100	1.229	4.19	5,776	365.00	9,717,463.15	10,857,056.56	1,139,593.41	0.513	584,791.61
8	3.30	3.00	1.110	1.327	4.19	5,973	365.00	10,139,201.05	12,121,369.19	1,982,168.13	0.467	924,696.06
9	3.20	3.00	1.120	1.377	4.19	6,176	365.00	10,578,383.74	13,005,745.01	2,427,361.27	0.424	1,029,438.13
10	3.10	3.00	1.350	1.380	4.19	6,386	365.00	13,184,255.24	13,477,238.69	292,983.45	0.386	112,957.80
11	3.00	3.00	1.140	1.390	4.19	6,603	365.00	11,511,905.71	14,036,446.43	2,524,540.73	0.350	884,836.12
12	2.88	3.00	1.150	1.400	4.19	6,827	365.00	12,007,725.51	14,618,100.62	2,610,375.11	0.319	831,745.96
13	2.75	3.00	1.160	1.490	4.19	7,060	365.00	12,523,953.29	16,086,802.07	3,562,848.78	0.290	1,032,030.38
14	2.60	3.00	1.170	1.590	4.19	7,300	365.00	13,061,403.63	17,750,112.62	4,688,708.99	0.263	1,234,683.62
15	2.50	3.00	1.180	1.600	4.19	7,548	365.00	13,620,922.90	18,469,048.00	4,848,125.10	0.239	1,160,602.60
Totales :								164,498,515.80	194,471,135.85	29,972,620.05		10,956,056.71

TABLA A 2.2 (VEHÍCULO LIGERO)

BENEFICIOS TIEMPO	$1/(1+i)^n$	VP BENEFICIOS TIEMPO	TOTAL	VP TOTAL
26,836.96	1.00	26,836.96	725,900.17	725,900.17
27,749.42	0.91	25,226.74	606,014.50	550,922.28
28,692.90	0.83	23,713.14	746,204.22	616,697.70
29,668.46	0.75	22,290.35	802,487.94	602,921.07
30,677.18	0.68	20,952.93	789,817.76	539,456.16
31,720.21	0.62	19,695.75	1,213,278.57	753,350.53
32,798.70	0.56	18,514.01	1,220,355.74	688,859.00
33,913.85	0.51	17,403.17	1,173,507.26	602,194.78
35,066.92	0.47	16,358.98	2,017,235.06	941,055.04
36,259.20	0.42	15,377.44	2,463,620.47	1,044,815.57
37,492.01	0.39	14,454.79	330,475.46	127,412.60
38,766.74	0.35	13,587.51	2,563,307.46	898,423.63
40,084.81	0.32	12,772.25	2,650,459.92	844,518.21
41,447.69	0.29	12,005.92	3,604,296.47	1,044,036.30
42,856.91	0.26	11,285.56	4,731,565.91	1,245,969.19
44,314.05	0.24	10,608.43	4,892,439.15	1,171,211.03
558,345.99		281,083.94	30,530,966.04	12,397,743.25

**BENEFICIOS
ALTERNATIVA No.2**

Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
Subtramo: Km 32+000 al 33+000

TDPA = 5,475 vehiculos
 Tipo B = 3.65%
 # veh. B = 201 vehiculos

tasa crecimiento = 3.40% ANUAL
 longitud del tramo: 1.0 km
 tasa = 10.00%

TABLA A 2.3 (AUTOBÚS FORÁNEO)

AÑO	ISA	ISA	Fb	Fb	CB	TDPA	DÍAS	C.O.A / Km	C.O.A / Km	BENEFICIOS	1/(1+i) ⁿ	VP
	rehabilitado	actual	rehabilitado	actual				rehabilitado	actual			
0	4.20	3.00	1.100	1.170	13.59	201	365.00	1,095,846.72	1,165,582.42	69,735.70	1.000	69,735.70
1	4.10	3.00	1.110	1.190	13.59	208	365.00	1,143,406.47	1,225,814.14	82,407.67	0.909	74,916.07
2	4.00	3.00	1.120	1.210	13.59	215	365.00	1,192,933.48	1,288,794.21	95,860.73	0.826	79,223.74
3	3.87	3.00	1.125	1.230	13.59	222	365.00	1,238,999.89	1,354,639.88	115,639.99	0.751	86,882.04
4	3.75	3.00	1.130	1.240	13.59	230	365.00	1,286,819.78	1,412,085.42	125,265.64	0.683	85,558.12
5	3.63	3.00	1.135	1.260	13.59	237	365.00	1,336,459.13	1,483,646.26	147,187.13	0.621	91,391.63
6	3.50	3.00	1.140	1.280	13.59	245	365.00	1,387,986.40	1,558,440.87	170,454.47	0.564	96,217.10
7	3.43	3.00	1.150	1.300	13.59	254	365.00	1,447,767.22	1,636,606.42	188,839.20	0.513	96,904.37
8	3.30	3.00	1.155	1.320	13.59	262	365.00	1,503,499.96	1,718,285.67	214,785.71	0.467	100,199.12
9	3.20	3.00	1.160	1.340	13.59	271	365.00	1,561,348.92	1,803,627.20	242,278.28	0.424	102,749.64
10	3.10	3.00	1.165	1.360	13.59	281	365.00	1,621,393.55	1,892,785.60	271,392.05	0.386	104,633.38
11	3.00	3.00	1.170	1.380	13.59	290	365.00	1,683,716.30	1,985,921.79	302,205.49	0.350	105,921.18
12	2.88	3.00	1.850	1.400	13.59	300	365.00	2,752,804.19	2,083,203.17	-669,601.02	0.319	-213,355.52
13	2.75	3.00	1.950	1.420	13.59	310	365.00	3,000,258.97	2,184,803.97	-815,455.00	0.290	-236,208.27
14	2.60	3.00	1.210	1.430	13.59	321	365.00	1,924,996.93	2,274,996.37	349,999.44	0.263	92,165.79
15	2.50	3.00	1.220	1.440	13.59	332	365.00	2,006,896.80	2,368,796.22	361,899.42	0.239	86,635.84
Totales :								26,185,134.71	27,438,029.62	1,252,894.91	736,934.09	

TABLA A 2.4 (AUTOBÚS FORÁNEO)

BENEFICIOS TIEMPO	$1/(1+i)^n$	VP BENEFICIOS TIEMPO	TOTAL	VP TOTAL
1,315.346	1.000	1,315.346	71,051.046	71,051.046
1,360.068	0.909	1,236.425	83,767.741	76,152.492
1,406.310	0.826	1,162.240	97,267.036	80,385.980
1,454.124	0.751	1,092.505	117,094.114	87,974.541
1,503.565	0.683	1,026.955	126,769.207	86,585.074
1,554.686	0.621	965.338	148,741.815	92,356.965
1,607.545	0.564	907.417	172,062.016	97,124.522
1,662.202	0.513	852.972	190,501.404	97,757.342
1,718.717	0.467	801.794	216,504.426	101,000.912
1,777.153	0.424	753.686	244,055.433	103,503.328
1,837.576	0.386	708.465	273,229.629	105,341.850
1,900.054	0.350	665.957	304,105.543	106,587.138
1,964.656	0.319	626.000	-667,636.365	-212,729.521
2,031.454	0.290	588.440	-813,423.549	-235,619.828
2,100.523	0.263	553.133	352,099.965	92,718.925
2,171.941	0.239	519.945	364,071.364	87,155.790
27,365.92		13,776.62	1,280,260.83	837,346.56

**BENEFICIOS
ALTERNATIVA No.2**

Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
Subtramo: Km 32+000 al 33+000

TDPA = 5,475 vehiculos
Tipo C = 6.23%
veh. C = 351 vehiculos

tasa crecimiento = 3.40% ANUAL
longitud del tramo: 1.0 km
TASA = 10.00%

TABLA A2.5 (CAMIÓN LIGERO)

AÑO	ISA	ISA	Fb	Fb	CB	TDPA	DÍAS	C.O.A / Km	C.O.A / Km	BENEFICIOS	1/(1+i) ⁿ	VP
	rehabilitado	actual	rehabilitado	actual				rehabilitado	actual			
0	4.20	3.00	1.110	1.310	8.38	351	365.00	1,191,700.11	1,406,420.85	214,720.74	1.000	214,720.74
1	4.10	3.00	1.150	1.350	8.38	363	365.00	1,276,622.16	1,498,643.40	222,021.25	0.909	201,837.50
2	4.00	3.00	1.180	1.390	8.38	375	365.00	1,354,462.81	1,595,511.27	241,048.47	0.826	199,213.61
3	3.87	3.00	1.950	1.430	8.38	388	365.00	2,314,409.63	1,697,233.73	-617,175.90	0.751	-463,693.39
4	3.75	3.00	1.210	1.480	8.38	401	365.00	1,484,948.95	1,816,301.20	331,352.25	0.683	226,318.04
5	3.63	3.00	1.250	1.520	8.38	415	365.00	1,586,195.47	1,928,813.70	342,618.22	0.621	212,738.96
6	3.50	3.00	1.240	1.540	8.38	429	365.00	1,627,005.11	2,020,635.38	393,630.27	0.564	222,194.02
7	3.43	3.00	1.250	1.580	8.38	444	365.00	1,695,890.41	2,143,605.48	447,715.07	0.513	229,748.62
8	3.30	3.00	1.270	1.630	8.38	459	365.00	1,781,607.49	2,286,630.09	505,022.60	0.467	235,596.77
9	3.20	3.00	1.280	1.670	8.38	474	365.00	1,856,687.52	2,422,397.00	565,709.48	0.424	239,916.04
10	3.10	3.00	1.290	1.710	8.38	490	365.00	1,934,813.45	2,564,752.71	629,939.26	0.386	242,868.86
11	3.00	3.00	1.310	1.730	8.38	507	365.00	2,031,614.12	2,682,971.31	651,357.20	0.350	228,296.72
12	2.88	3.00	1.330	1.760	8.38	524	365.00	2,132,760.58	2,822,299.72	689,539.14	0.319	219,708.42
13	2.75	3.00	1.360	1.780	8.38	542	365.00	2,255,017.48	2,951,419.93	696,402.46	0.290	201,722.99
14	2.60	3.00	1.380	1.810	8.38	561	365.00	2,365,977.60	3,103,202.50	737,224.90	0.263	194,134.36
15	2.50	3.00	1.400	1.830	8.38	580	365.00	2,481,876.21	3,244,166.76	762,290.55	0.239	182,486.30
Totales:								29,371,589.10	36,185,005.03	6,813,415.94		2,605,322.26

TABLA A2.6 (CAMIÓN LIGERO)

BENEFICIOS TIEMPO	1/(1+i)ⁿ	VP BENEFICIOS TIEMPO	TOTAL	VP TOTAL
633.315	1.000	633.315	215,354.055	215,354.055
654.848	0.909	595.316	222,676.093	202,432.812
677.113	0.826	559.597	241,725.578	199,773.205
700.134	0.751	526.021	-616,475.766	-463,167.368
723.939	0.683	494.460	332,076.185	226,812.503
748.553	0.621	464.792	343,366.775	213,203.752
774.004	0.564	436.905	394,404.272	222,630.930
800.320	0.513	410.691	448,515.388	230,159.312
827.531	0.467	386.049	505,850.127	235,982.818
855.667	0.424	362.886	566,565.145	240,278.929
884.759	0.386	341.113	630,824.022	243,209.968
914.841	0.350	320.646	652,272.038	228,617.370
945.946	0.319	301.407	690,485.082	220,009.826
978.108	0.290	283.323	697,380.563	202,006.308
1011.364	0.263	266.324	738,236.268	194,400.682
1045.750	0.239	250.344	763,336.301	182,736.641
13,176.19		6,633.19	6,826,592.13	2,794,441.74

**BENEFICIOS
ALTERNATIVA No.2**

Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
Subtramo: Km 32+000 al 33+000

TDPA = 5,475 vehiculos
 Tipo ART = 6.65%
 # veh. ART = 543 vehiculos

tasa crecimiento = 3.40% ANUAL
 longitud del tramo: 1.0 km
 TASA = 10.00%

TABLA A2.7 (CAMIÓN ARTICULADO)

AÑO	ISA	ISA	Fb	Fb	CB	TDPA	DÍAS	C.O.A / Km	C.O.A / Km	BENEFICIOS	1/(1+i) ⁿ	VP
	rehabilitado	actual	rehabilitado	actual				rehabilitado	actual			
0	4.20	3.00	1.100	1.270	16.27	543	365.00	3,547,095.92	4,095,283.47	548,187.55	1.000	548,187.55
1	4.10	3.00	1.130	1.300	16.27	561	365.00	3,767,725.28	4,334,551.21	566,825.93	0.909	515,296.30
2	4.00	3.00	1.160	1.330	16.27	581	365.00	3,999,257.00	4,585,355.01	586,098.01	0.826	484,378.52
3	3.87	3.00	1.170	1.360	16.27	600	365.00	4,170,880.29	4,848,202.73	677,322.44	0.751	508,882.37
4	3.75	3.00	1.180	1.390	16.27	621	365.00	4,349,550.82	5,123,623.42	774,072.60	0.683	528,702.00
5	3.63	3.00	1.190	1.410	16.27	642	365.00	4,535,549.41	5,374,054.34	838,504.93	0.621	520,645.59
6	3.50	3.00	1.200	1.440	16.27	664	365.00	4,729,167.82	5,675,001.38	945,833.56	0.564	533,898.39
7	3.43	3.00	1.210	1.470	16.27	686	365.00	4,930,709.19	5,990,200.42	1,059,491.23	0.513	543,686.53
8	3.30	3.00	1.220	1.510	16.27	710	365.00	5,140,488.45	6,362,407.84	1,221,919.39	0.467	570,034.41
9	3.20	3.00	1.230	1.540	16.27	734	365.00	5,358,832.80	6,709,432.94	1,350,600.14	0.424	572,786.30
10	3.10	3.00	1.250	1.570	16.27	759	365.00	5,631,131.22	7,072,700.81	1,441,569.59	0.386	555,787.48
11	3.00	3.00	1.270	1.600	16.27	784	365.00	5,915,751.12	7,452,914.79	1,537,163.68	0.350	538,766.49
12	2.88	3.00	1.280	1.630	16.27	811	365.00	6,165,051.12	7,850,807.28	1,685,756.16	0.319	537,133.87
13	2.75	3.00	1.300	1.660	16.27	839	365.00	6,474,266.96	8,267,140.89	1,792,873.93	0.290	519,331.71
14	2.60	3.00	1.310	1.690	16.27	867	365.00	6,745,887.36	8,702,709.65	1,956,822.29	0.263	515,292.47
15	2.50	3.00	1.320	1.710	16.27	897	365.00	7,028,493.69	9,105,094.10	2,076,600.41	0.239	497,121.63

Totales: 82,489,838.43 101,549,480.27 19,059,641.84 7,992,809.99

TABLA A2.8 (CAMIÓN ARTICULADO)

BENEFICIOS TIEMPO	$1/(1+i)^n$	VP BENEFICIOS TIEMPO	TOTAL	VP TOTAL
1,195.167	1.000	1,195.167	549,382.717	549,382.717
1,235.802	0.909	1,123.457	568,061.730	516,419.754
1,277.820	0.826	1,056.049	587,375.828	485,434.569
1,321.266	0.751	992.686	678,643.706	509,875.061
1,366.189	0.683	933.125	775,438.792	529,635.129
1,412.639	0.621	877.138	839,917.571	521,522.730
1,460.669	0.564	824.509	947,294.232	534,722.898
1,510.332	0.513	775.039	1,061,001.562	544,461.565
1,561.683	0.467	728.537	1,223,481.069	570,762.948
1,614.780	0.424	684.824	1,352,214.918	573,471.126
1,669.683	0.386	643.735	1,443,239.275	556,431.217
1,726.452	0.350	605.111	1,538,890.127	539,371.602
1,785.151	0.319	568.804	1,687,541.315	537,702.669
1,845.846	0.290	534.676	1,794,719.774	519,866.390
1,908.605	0.263	502.595	1,958,730.893	515,795.063
1,973.498	0.239	472.440	2,078,573.907	497,594.067
24,865.58		12,517.89	19,084,507.42	8,502,449.51

CARRETERA: CD. VALLES - TAMPICO
TRAMO: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. /VER.
SUBTRAMO: Km 32+000 al 33+000

RESUMEN DE BENEFICIOS DE COSTOS DE OPERACIÓN POR ISA

Datos de partida:

ISA actual = 3.0
 ISA al reconstruirlo = 4.2
 ISA con la estrategia de conservación al año 4: 3.75
 ISA con la estrategia de conservación al año 8: 3.30
 ISA con la estrategia de conservación al año 12: 2.88

TABLA A 2.9

TIPO DE VEHÍCULO	BENEFICIOS / km A 15 AÑOS	V
A	29,972,620.05	10,956,056.71
B	1,252,894.91	736,934.09
C	6,813,415.94	2,605,322.26
ART.	19,059,641.84	7,992,809.99

BENEFICIOS TOTALES DEL SUBTRAMO = 57,098,572.73 22,291,123.04

CARRETERA: CD. VALLES - TAMPICO
TRAMO: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
SUBTRAMO: Km 32+000 al 33+000

RESUMEN DE BENEFICIOS DE COSTOS DE OPERACIÓN POR TIEMPO

Datos de partida: Ver Anexo 3

TABLA A 2.10

TIPO DE VEHÍCULO	BENEFICIOS / km A 15 AÑOS	V
A	558,345.99	281,083.94
B	27,365.92	13,776.62
C	13,176.19	6,633.19
ART.	24,865.58	12,517.89

623,753.68

314,011.64

Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
 Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
 Subtramo: Km 32+000 al 33+000

BENEFICIOS ANUALES PARA EL AÑO i SIN FUTURIZARLOS

TABLA A 2.11

S U B T R A M O: Km 32+000 al 33+000					
AÑO	VEHÍCULO TIPO A	VEHÍCULO TIPO B	VEHÍCULO TIPO C	VEHÍCULOS ARTICULADOS	BENEFICIOS/AÑO
0	725,900.169	71,051.05	215,354.05	549,382.72	1,561,687.99
1	606,014.504	83,767.74	222,676.09	568,061.73	1,480,520.07
2	746,204.217	97,267.04	241,725.58	587,375.83	1,672,572.66
3	802,487.939	117,094.11	-616,475.77	678,643.71	981,749.99
4	789,817.762	126,769.21	332,076.18	775,438.79	2,024,101.95
5	1,213,278.568	148,741.82	343,366.78	839,917.57	2,545,304.73
6	1,220,355.736	172,062.02	394,404.27	947,294.23	2,734,116.26
7	1,173,507.257	190,501.40	448,515.39	1,061,001.56	2,873,525.61
8	2,017,235.055	216,504.43	505,850.13	1,223,481.07	3,963,070.68
9	2,463,620.467	244,055.43	566,565.15	1,352,214.92	4,626,455.96
10	330,475.459	273,229.63	630,824.02	1,443,239.27	2,677,768.38
11	2,563,307.463	304,105.54	652,272.04	1,538,890.13	5,058,575.17
12	2,650,459.917	-667,636.36	690,485.08	1,687,541.32	4,360,849.95
13	3,604,296.471	-813,423.55	697,380.56	1,794,719.77	5,282,973.26
14	4,731,565.907	352,099.96	738,236.27	1,958,730.89	7,780,633.03
15	4,892,439.147	364,071.36	763,336.30	2,078,573.91	8,098,420.72

Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
 Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
 Subtramo: Km 32+000 al 33+000

COSTOS ANUALES PARA EL AÑO i SIN FUTURIZARLOS

TABLA A 2.12

SUBTRAMO: Km 32+000 al 33+000

AÑO	CONSTRUCCIÓN	CONSERVACIÓN RUTINARIA	ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN
0	5,611,923.63	15,000.00	0.00
1	0.00	15,000.00	0.00
2	0.00	15,000.00	0.00
3	0.00	15,000.00	0.00
4	0.00	15,000.00	150,000.00
5	0.00	15,000.00	0.00
6	0.00	15,000.00	0.00
7	0.00	15,000.00	0.00
8	0.00	15,000.00	150,000.00
9	0.00	15,000.00	0.00
10	0.00	15,000.00	0.00
11	0.00	15,000.00	0.00
12	0.00	15,000.00	150,000.00
13	0.00	15,000.00	0.00
14	0.00	15,000.00	0.00
15	0.00	15,000.00	0.00

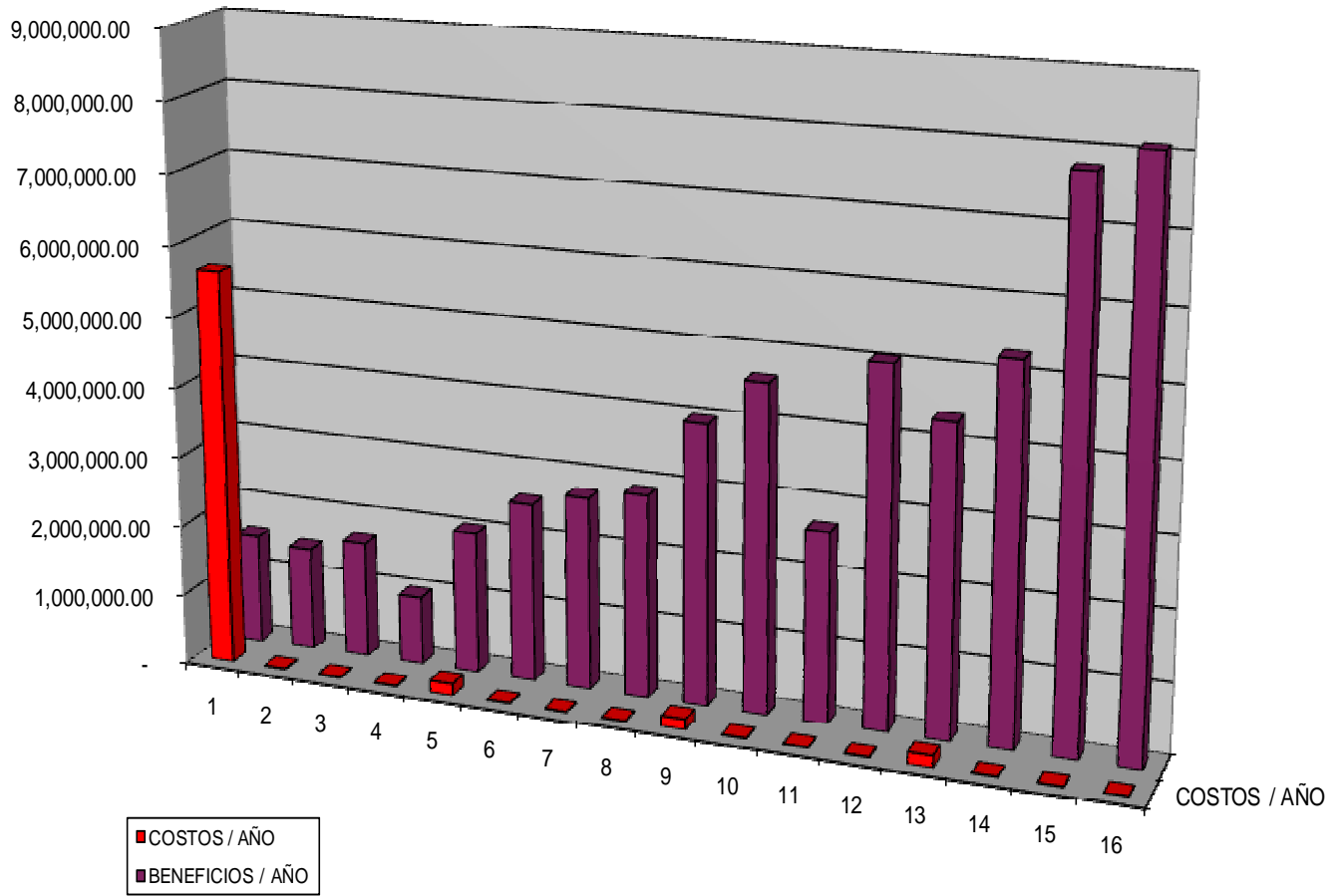
Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
 Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
 Subtramo: Km 32+000 al 33+000

TASA INTERNA DE RETORNO (TABLA 2 A.13)

i (B.M.)= 12.00%						
COSTOS/AÑO	n	V.P. ANUAL	$1/(1+i)^n$	VP	$1/(1+j)^n$	$V/(1+j)^n$
5,626,923.63	0	-4,065,235.64	1.000	-4,065,235.64	1.000	-4,444,566.47
15,000.00	1	1,473,520.07	0.893	1,315,642.92	0.853	1,122,375.48
15,000.00	2	1,657,572.66	0.797	100,406.78	0.728	73,074.07
15,000.00	3	966,749.99	0.712	688,113.55	0.621	-472,771.19
165,000.00	4	1,859,101.95	0.636	1,181,492.90	0.530	625,794.40
15,000.00	5	2,530,304.73	0.567	552,288.37	0.452	249,555.18
15,000.00	6	2,719,116.26	0.507	1,377,588.92	0.385	544,217.46
15,000.00	7	2,858,525.61	0.452	1,293,051.82	0.329	425,223.15
165,000.00	8	3,798,070.68	0.404	1,533,977.04	0.281	430,348.19
15,000.00	9	4,611,455.96	0.361	1,662,937.25	0.239	397,994.54
15,000.00	10	2,662,768.38	0.322	857,340.16	0.204	175,046.95
15,000.00	11	5,043,575.17	0.287	1,449,907.34	0.174	252,546.75
165,000.00	12	4,195,849.95	0.257	1,076,970.18	0.149	160,031.45
15,000.00	13	5,267,973.26	0.229	1,207,283.51	0.127	153,042.16
15,000.00	14	7,765,633.03	0.205	1,589,002.38	0.108	171,840.88
15,000.00	15	8,083,420.72	0.183	1,476,810.74	0.092	136,247.00
SUMA =				13,297,578.19		-0.00

TASA INTERNA DE RETORNO j = 17.2194989%
 VALOR PRESENTE ANUAL i EN EL AÑO CERO = BENEFICIOS ANUALES i - COSTOS ANUALES i EN QUE i e[0 Y 15]
 La relación de los beneficios y los costos por año i aparecen en la tablas A2.11 y A2.12
 LA TASA INTERNA DE RETORNO DEBE SATISFACER LA ECUACION:
 $0 = V/(1+j)^n$

GRÁFICA A2. BENEFICIO-COSTOS ALTERNATIVA No 2



ALTERNATIVA 3.

Los beneficios y costos anuales para sacar la TIR de la alternativa 3 se enuncian a continuación.

**BENEFICIOS
ALTERNATIVA No.3**

Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
Subtramo: Km 32+000 al 33+000

TDPA = 5,475 vehículos
Tipo A = 83.47%
veh. A = 4,571 vehículos

Tasa de crecimiento: 3.40% ANUAL
Longitud del tramo: 1.0 km
Tasa: 10.00%

TABLA A 3.1 (VEHÍCULO LIGERO)

AÑO	ISA rehabilitado	ISA actual	Fb rehabilitado	Fb actual	CB	TDPA	DÍAS	C.O.A / Km rehabilitado	C.O.A / Km actual	BENEFICIOS	1/(1+i) ⁿ	VP
0	4.20	3.00	1.040	1.140	4.19	4,571	365.00	7,270,257.37	7,969,320.58	699,063.21	1.000	699,063.21
1	4.10	3.00	1.060	1.140	4.19	4,726	365.00	7,662,012.39	8,240,277.48	578,265.09	0.909	525,695.53
2	4.00	3.00	1.070	1.166	4.19	4,887	365.00	7,997,261.58	8,714,772.89	717,511.32	0.826	592,984.56
3	3.87	3.00	1.075	1.175	4.19	5,053	365.00	8,307,809.44	9,080,628.93	772,819.48	0.751	580,630.72
4	3.75	3.00	1.080	1.175	4.19	5,225	365.00	8,630,229.73	9,389,370.31	759,140.58	0.683	518,503.23
5	3.63	3.00	1.086	1.229	4.19	5,403	365.00	8,973,233.42	10,154,791.78	1,181,558.36	0.621	733,654.78
6	3.50	3.00	1.090	1.229	4.19	5,586	365.00	9,312,497.66	10,500,054.70	1,187,557.04	0.564	670,344.99
7	3.43	3.00	1.100	1.229	4.19	5,776	365.00	9,717,463.15	10,857,056.56	1,139,593.41	0.513	584,791.61
8	3.30	3.00	1.110	1.327	4.19	5,973	365.00	10,139,201.05	12,121,369.19	1,982,168.13	0.467	924,696.06
9	3.20	3.00	1.120	1.377	4.19	6,176	365.00	10,578,383.74	13,005,745.01	2,427,361.27	0.424	1,029,438.13
10	3.10	3.00	1.350	1.380	4.19	6,386	365.00	13,184,255.24	13,477,238.69	292,983.45	0.386	112,957.80
11	3.00	3.00	1.140	1.390	4.19	6,603	365.00	11,511,905.71	14,036,446.43	2,524,540.73	0.350	884,836.12
12	2.88	3.00	1.150	1.400	4.19	6,827	365.00	12,007,725.51	14,618,100.62	2,610,375.11	0.319	831,745.96
13	2.75	3.00	1.160	1.490	4.19	7,060	365.00	12,523,953.29	16,086,802.07	3,562,848.78	0.290	1,032,030.38
14	2.60	3.00	1.170	1.590	4.19	7,300	365.00	13,061,403.63	17,750,112.62	4,688,708.99	0.263	1,234,683.62
15	2.50	3.00	1.180	1.600	4.19	7,548	365.00	13,620,922.90	18,469,048.00	4,848,125.10	0.239	1,160,602.60
Totales :								164,498,515.80	194,471,135.85	29,972,620.05		10,956,056.71

TABLA A 3.2 (VEHÍCULO LIGERO)

BENEFICIOS TIEMPO	$1/(1+i)^n$	VP BENEFICIOS	TOTAL	VP TOTAL
53,673.922	1.000	53,673.922	752,737.130	752,737.130
55,498.835	0.909	50,453.486	633,763.921	576,149.019
57,385.795	0.826	47,426.277	774,897.114	640,410.838
59,336.912	0.751	44,580.701	832,156.395	625,211.417
61,354.367	0.683	41,905.858	820,494.946	560,409.088
63,440.416	0.621	39,391.507	1,244,998.776	773,046.287
65,597.390	0.564	37,028.017	1,253,154.431	707,373.006
67,827.701	0.513	34,806.336	1,207,421.107	619,597.943
70,133.843	0.467	32,717.955	2,052,301.977	957,414.019
72,518.394	0.424	30,754.878	2,499,879.663	1,060,193.011
74,984.019	0.386	28,909.585	367,967.469	141,867.388
77,533.476	0.350	27,175.010	2,602,074.201	912,011.134
80,169.614	0.319	25,544.510	2,690,544.724	857,290.465
82,895.381	0.290	24,011.839	3,645,744.161	1,056,042.221
85,713.824	0.263	22,571.129	4,774,422.818	1,257,254.749
88,628.094	0.239	21,216.861	4,936,753.194	1,181,819.464
1,116,691.98		562,167.87	31,089,312.03	12,678,827.18

**BENEFICIOS
ALTERNATIVA No.3**

Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
Subtramo: Km 32+000 al 33+000

TDPA = 5,475 vehiculos
 Tipo B = 3.65%
 # veh. B = 201 vehiculos

tasa crecimiento = 3.40% ANUAL
 longitud del tramo: 1.0 km
 tasa = 10.00%

TABLA A 3.3 (AUTOBÚS FORÁNEO)

AÑO	ISA rehabilitado	ISA actual	Fb rehabilitado	Fb actual	CB	TDPA	DÍAS	C.O.A / Km rehabilitado	C.O.A / Km actual	BENEFICIOS	1/(1+i) ⁿ	VP
0	4.20	3.00	1.100	1.170	13.59	201	365.00	1,095,846.72	1,165,582.42	69,735.70	1.000	69,735.70
1	4.10	3.00	1.110	1.190	13.59	208	365.00	1,143,406.47	1,225,814.14	82,407.67	0.909	74,916.07
2	4.00	3.00	1.120	1.210	13.59	215	365.00	1,192,933.48	1,288,794.21	95,860.73	0.826	79,223.74
3	3.87	3.00	1.125	1.230	13.59	222	365.00	1,238,999.89	1,354,639.88	115,639.99	0.751	86,882.04
4	3.75	3.00	1.130	1.240	13.59	230	365.00	1,286,819.78	1,412,085.42	125,265.64	0.683	85,558.12
5	3.63	3.00	1.135	1.260	13.59	237	365.00	1,336,459.13	1,483,646.26	147,187.13	0.621	91,391.63
6	3.50	3.00	1.140	1.280	13.59	245	365.00	1,387,986.40	1,558,440.87	170,454.47	0.564	96,217.10
7	3.43	3.00	1.150	1.300	13.59	254	365.00	1,447,767.22	1,636,606.42	188,839.20	0.513	96,904.37
8	3.30	3.00	1.155	1.320	13.59	262	365.00	1,503,499.96	1,718,285.67	214,785.71	0.467	100,199.12
9	3.20	3.00	1.160	1.340	13.59	271	365.00	1,561,348.92	1,803,627.20	242,278.28	0.424	102,749.64
10	3.10	3.00	1.165	1.360	13.59	281	365.00	1,621,393.55	1,892,785.60	271,392.05	0.386	104,633.38
11	3.00	3.00	1.170	1.380	13.59	290	365.00	1,683,716.30	1,985,921.79	302,205.49	0.350	105,921.18
12	2.88	3.00	1.850	1.400	13.59	300	365.00	2,752,804.19	2,083,203.17	-669,601.02	0.319	-213,355.52
13	2.75	3.00	1.950	1.420	13.59	310	365.00	3,000,258.97	2,184,803.97	-815,455.00	0.290	-236,208.27
14	2.60	3.00	1.210	1.430	13.59	321	365.00	1,924,996.93	2,274,996.37	349,999.44	0.263	92,165.79
15	2.50	3.00	1.220	1.440	13.59	332	365.00	2,006,896.80	2,368,796.22	361,899.42	0.239	86,635.84

Totales : 26,185,134.71 27,438,029.62 1,252,894.91 736,934.09

TABLA A 3.4 (AUTOBÚS FORÁNEO)

BENEFICIOS TIEMPO	$1/(1+i)^n$	VP BENEFICIOS	TOTAL	VP TOTAL
2,630.692	1.000	2,630.692	72,366.392	72,366.392
2,720.135	0.909	2,472.850	85,127.809	77,388.917
2,812.620	0.826	2,324.479	98,673.346	81,548.220
2,908.249	0.751	2,185.010	118,548.238	89,067.046
3,007.129	0.683	2,053.910	128,272.771	87,612.029
3,109.372	0.621	1,930.675	150,296.501	93,322.302
3,215.090	0.564	1,814.835	173,669.561	98,031.940
3,324.403	0.513	1,705.945	192,163.606	98,610.315
3,437.433	0.467	1,603.588	218,223.142	101,802.706
3,554.306	0.424	1,507.373	245,832.586	104,257.014
3,675.152	0.386	1,416.930	275,067.206	106,050.315
3,800.107	0.350	1,331.914	306,005.597	107,253.095
3,929.311	0.319	1,252.000	-665,671.709	-212,103.521
4,062.908	0.290	1,176.880	-811,392.095	-235,031.388
4,201.047	0.263	1,106.267	354,200.488	93,272.059
4,343.882	0.239	1,039.891	366,243.305	87,675.735
54,731.84		27,553.24	1,307,626.74	851,123.18

**BENEFICIOS
ALTERNATIVA No.3**

Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. /VER.
Subtramo: Km 32+000 al 33+000

TDPA = 5,475 vehiculos tasa crecimiento = 3.40% ANUAL
 Tipo C = 6.23% longitud del tramo: 1.0 km
 # veh. C = 351 vehiculos TASA = 10.00%

TABLA A 3.5 (CAMIÓN LIGERO)

AÑO	ISA rehabilitado	ISA actual	Fb rehabilitado	Fb actual	CB	TDPA	DÍAS	C.O.A / Km rehabilitado	C.O.A / Km actual	BENEFICIOS	1/(1+i) ⁿ	VP
0	4.20	3.00	1.110	1.310	8.38	351	365.00	1,191,700.11	1,406,420.85	214,720.74	1.000	214,720.74
1	4.10	3.00	1.150	1.350	8.38	363	365.00	1,276,622.16	1,498,643.40	222,021.25	0.909	201,837.50
2	4.00	3.00	1.180	1.390	8.38	375	365.00	1,354,462.81	1,595,511.27	241,048.47	0.826	199,213.61
3	3.87	3.00	1.950	1.430	8.38	388	365.00	2,314,409.63	1,697,233.73	-617,175.90	0.751	-463,693.39
4	3.75	3.00	1.210	1.480	8.38	401	365.00	1,484,948.95	1,816,301.20	331,352.25	0.683	226,318.04
5	3.63	3.00	1.250	1.520	8.38	415	365.00	1,586,195.47	1,928,813.70	342,618.22	0.621	212,738.96
6	3.50	3.00	1.240	1.540	8.38	429	365.00	1,627,005.11	2,020,635.38	393,630.27	0.564	222,194.02
7	3.43	3.00	1.250	1.580	8.38	444	365.00	1,695,890.41	2,143,605.48	447,715.07	0.513	229,748.62
8	3.30	3.00	1.270	1.630	8.38	459	365.00	1,781,607.49	2,286,630.09	505,022.60	0.467	235,596.77
9	3.20	3.00	1.280	1.670	8.38	474	365.00	1,856,687.52	2,422,397.00	565,709.48	0.424	239,916.04
10	3.10	3.00	1.290	1.710	8.38	490	365.00	1,934,813.45	2,564,752.71	629,939.26	0.386	242,868.86
11	3.00	3.00	1.310	1.730	8.38	507	365.00	2,031,614.12	2,682,971.31	651,357.20	0.350	228,296.72
12	2.88	3.00	1.330	1.760	8.38	524	365.00	2,132,760.58	2,822,299.72	689,539.14	0.319	219,708.42
13	2.75	3.00	1.360	1.780	8.38	542	365.00	2,255,017.48	2,951,419.93	696,402.46	0.290	201,722.99
14	2.60	3.00	1.380	1.810	8.38	561	365.00	2,365,977.60	3,103,202.50	737,224.90	0.263	194,134.36
15	2.50	3.00	1.400	1.830	8.38	580	365.00	2,481,876.21	3,244,166.76	762,290.55	0.239	182,486.30
Totales:								29,371,589.10	36,185,005.03	6,813,415.94		2,605,322.26

TABLA A3.6 (CAMIÓN LIGERO)

BENEFICIOS TIEMPO	$1/(1+i)^n$	VP BENEFICIOS	TOTAL	VP TOTAL
1,266.630	1.000	1,266.630	215,987.370	215,987.370
1,309.695	0.909	1,190.632	223,330.941	203,028.128
1,354.225	0.826	1,119.194	242,402.691	200,332.802
1,400.269	0.751	1,052.043	-615,775.632	-462,641.346
1,447.878	0.683	988.920	332,800.124	227,306.963
1,497.106	0.621	929.585	344,115.328	213,668.545
1,548.007	0.564	873.810	395,178.276	223,067.835
1,600.639	0.513	821.381	449,315.707	230,570.003
1,655.061	0.467	772.098	506,677.658	236,368.867
1,711.333	0.424	725.772	567,420.812	240,641.815
1,769.519	0.386	682.226	631,708.781	243,551.081
1,829.682	0.350	641.292	653,186.879	228,938.016
1,891.891	0.319	602.815	691,431.027	220,311.234
1,956.216	0.290	566.646	698,358.671	202,289.631
2,022.727	0.263	532.647	739,247.631	194,667.006
2,091.500	0.239	500.688	764,382.051	182,986.986
26,352.38		13,266.38	6,839,768.32	2,801,074.93

**BENEFICIOS
ALTERNATIVA No.3**

Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
Subtramo: Km 32+000 al 33+000

TDPA = 5,475 vehiculos
Tipo ART = 6.65%
veh. ART = 543 vehiculos

tasa crecimiento = 3.40% ANUAL
longitud del tramo: 1.0 km
TASA = 10.00%

TABLA A 3.7 (CAMIÓN ARTICULADO)

AÑO	ISA rehabilitado	ISA actual	Fb rehabilitado	Fb actual	CB	TDPA	DÍAS	C.O.A / Km rehabilitado	C.O.A / Km actual	BENEFICIOS	$1/(1+i)^n$	VP
0	4.20	3.00	1.100	1.270	16.27	543	365.00	3,547,095.92	4,095,283.47	548,187.55	1.000	548,187.55
1	4.10	3.00	1.130	1.300	16.27	561	365.00	3,767,725.28	4,334,551.21	566,825.93	0.909	515,296.30
2	4.00	3.00	1.160	1.330	16.27	581	365.00	3,999,257.00	4,585,355.01	586,098.01	0.826	484,378.52
3	3.87	3.00	1.170	1.360	16.27	600	365.00	4,170,880.29	4,848,202.73	677,322.44	0.751	508,882.37
4	3.75	3.00	1.180	1.390	16.27	621	365.00	4,349,550.82	5,123,623.42	774,072.60	0.683	528,702.00
5	3.63	3.00	1.190	1.410	16.27	642	365.00	4,535,549.41	5,374,054.34	838,504.93	0.621	520,645.59
6	3.50	3.00	1.200	1.440	16.27	664	365.00	4,729,167.82	5,675,001.38	945,833.56	0.564	533,898.39
7	3.43	3.00	1.210	1.470	16.27	686	365.00	4,930,709.19	5,990,200.42	1,059,491.23	0.513	543,686.53
8	3.30	3.00	1.220	1.510	16.27	710	365.00	5,140,488.45	6,362,407.84	1,221,919.39	0.467	570,034.41
9	3.20	3.00	1.230	1.540	16.27	734	365.00	5,358,832.80	6,709,432.94	1,350,600.14	0.424	572,786.30
10	3.10	3.00	1.250	1.570	16.27	759	365.00	5,631,131.22	7,072,700.81	1,441,569.59	0.386	555,787.48
11	3.00	3.00	1.270	1.600	16.27	784	365.00	5,915,751.12	7,452,914.79	1,537,163.68	0.350	538,766.49
12	2.88	3.00	1.280	1.630	16.27	811	365.00	6,165,051.12	7,850,807.28	1,685,756.16	0.319	537,133.87
13	2.75	3.00	1.300	1.660	16.27	839	365.00	6,474,266.96	8,267,140.89	1,792,873.93	0.290	519,331.71
14	2.60	3.00	1.310	1.690	16.27	867	365.00	6,745,887.36	8,702,709.65	1,956,822.29	0.263	515,292.47
15	2.50	3.00	1.320	1.710	16.27	897	365.00	7,028,493.69	9,105,094.10	2,076,600.41	0.239	497,121.63

Totales: 82,489,838.43 101,549,480.27 19,059,641.84 7,992,809.99

TABLA A3.8 (CAMIÓN ARTICULADO)

BENEFICIOS TIEMPO	1/(1+i)ⁿ	VP BENEFICIOS	TOTAL	VP TOTAL
2,390.334	1.000	2,390.334	550,577.884	550,577.884
2,471.605	0.909	2,246.914	569,297.532	517,543.211
2,555.639	0.826	2,112.099	588,653.648	486,490.618
2,642.531	0.751	1,985.373	679,964.971	510,867.747
2,732.377	0.683	1,866.250	776,804.981	530,568.254
2,825.278	0.621	1,754.275	841,330.210	522,399.867
2,921.338	0.564	1,649.019	948,754.901	535,547.408
3,020.663	0.513	1,550.078	1,062,511.893	545,236.604
3,123.366	0.467	1,457.073	1,225,042.751	571,491.485
3,229.560	0.424	1,369.649	1,353,829.698	574,155.950
3,339.365	0.386	1,287.470	1,444,908.957	557,074.952
3,452.903	0.350	1,210.222	1,540,616.579	539,976.712
3,570.302	0.319	1,137.608	1,689,326.466	538,271.473
3,691.692	0.290	1,069.352	1,796,565.620	520,401.066
3,817.210	0.263	1,005.191	1,960,639.498	516,297.658
3,946.995	0.239	944.879	2,080,547.405	498,066.507
49,731.16		25,035.78	19,109,372.99	8,514,967.40

CARRETERA: CD. VALLES - TAMPICO
TRAMO: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
SUBTRAMO: Km 32+000 al 33+000

RESUMEN DE BENEFICIOS DE COSTOS DE OPERACIÓN POR ISA

Datos de partida:

ISA actual = 3.0
 ISA al reconstruirlo = 4.2
 ISA con la estrategia de conservación al año 4: 3.75
 ISA con la estrategia de conservación al año 8: 3.30
 ISA con la estrategia de conservación al año 12: 2.88

TABLA A 3.9

TIPO DE VEHÍCULO	BENEFICIOS / km A 15 AÑOS	V
A	29,972,620.05	10,956,056.71
B	1,252,894.91	736,934.09
C	6,813,415.94	2,605,322.26
ART.	19,059,641.84	7,992,809.99

BENEFICIOS TOTALES DEL SUBTRAMO = **57,098,572.73** **22,291,123.04**

CARRETERA: CD. VALLES - TAMPICO
TRAMO: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
SUBTRAMO: Km 32+000 al 33+000

RESUMEN DE BENEFICIOS DE COSTOS DE OPERACIÓN POR TIEMPO

Datos de partida: Ver Anexo 3

TABLA A 3.10

TIPO DE VEHÍCULO	BENEFICIOS /km A 15 AÑOS	V
A	1,116,691.98	562,167.87
B	54,731.84	27,553.24
C	26,352.38	13,266.38
ART.	49,731.16	25,035.78

1,247,507.36

628,023.27

Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
 Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
 Subtramo: Km 32+000 al 33+000

BENEFICIOS ANUALES PARA EL AÑO i SIN FUTURIZARLOS

TABLA A 3.11

S U B T R A M O: Km 32+000 al 33+000

AÑO	VEHÍCULO TIPO A	VEHÍCULO TIPO B	VEHÍCULO TIPO C	VEHÍCULOS ARTICULADOS	BENEFICIOS/AÑO
0	752,737.130	72,366.39	215,987.37	550,577.88	1,591,668.78
1	633,763.921	85,127.81	223,330.94	569,297.53	1,511,520.20
2	774,897.114	98,673.35	242,402.69	588,653.65	1,704,626.80
3	832,156.395	118,548.24	-615,775.63	679,964.97	1,014,893.97
4	820,494.946	128,272.77	332,800.12	776,804.98	2,058,372.82
5	1,244,998.776	150,296.50	344,115.33	841,330.21	2,580,740.82
6	1,253,154.431	173,669.56	395,178.28	948,754.90	2,770,757.17
7	1,207,421.107	192,163.61	449,315.71	1,062,511.89	2,911,412.31
8	2,052,301.977	218,223.14	506,677.66	1,225,042.75	4,002,245.53
9	2,499,879.663	245,832.59	567,420.81	1,353,829.70	4,666,962.76
10	367,967.469	275,067.21	631,708.78	1,444,908.96	2,719,652.41
11	2,602,074.201	306,005.60	653,186.88	1,540,616.58	5,101,883.26
12	2,690,544.724	-665,671.71	691,431.03	1,689,326.47	4,405,630.51
13	3,645,744.161	-811,392.09	698,358.67	1,796,565.62	5,329,276.36
14	4,774,422.818	354,200.49	739,247.63	1,960,639.50	7,828,510.44
15	4,936,753.194	366,243.30	764,382.05	2,080,547.40	8,147,925.95

Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
 Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
 Subtramo: Km 32+000 al 33+000

COSTOS ANUALES PARA EL AÑO i SIN FUTURIZARLOS

TABLA A 3.12

SUBTRAMO: Km 32+000 al 33+000			
AÑO	CONSTRUCCIÓN	CONSERVACIÓN RUTINARIA	ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN
0	6,458,101.73	15,000.00	0.00
1	0.00	15,000.00	0.00
2	0.00	15,000.00	0.00
3	0.00	15,000.00	0.00
4	0.00	15,000.00	150,000.00
5	0.00	15,000.00	0.00
6	0.00	15,000.00	0.00
7	0.00	15,000.00	0.00
8	0.00	15,000.00	150,000.00
9	0.00	15,000.00	0.00
10	0.00	15,000.00	0.00
11	0.00	15,000.00	0.00
12	0.00	15,000.00	150,000.00
13	0.00	15,000.00	0.00
14	0.00	15,000.00	0.00
15	0.00	15,000.00	0.00

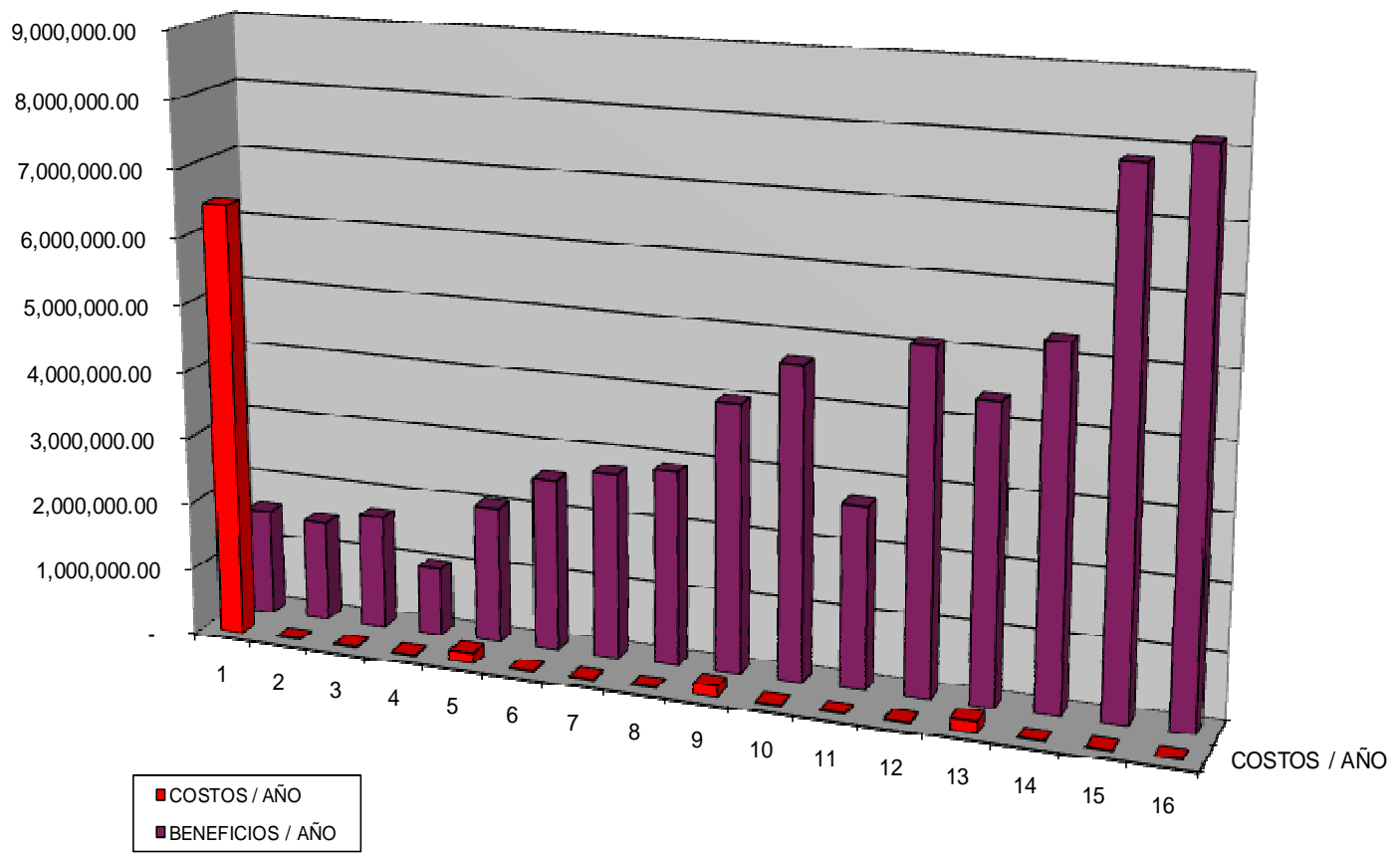
Carretera: CD. VALLES - TAMPICO
 Tramo: CD. VALLES -LIMS. EDOS S.L.P. / VER.
 Subtramo: Km 32+000 al 33+000

TASA INTERNA DE RETORNO (TABLA A 3.13)

i (B.M.)= 12.00%						
COSTOS/AÑO	n	V.P. ANUAL	$1/(1+i)^n$	VP	$1/(1+j)^n$	$V/(1+j)^n$
6,473,101.73	0	-4,881,432.95	1.000	-4,881,432.95	1.000	-5,260,763.78
15,000.00	1	1,504,520.20	0.893	1,343,321.61	0.870	1,168,841.60
15,000.00	2	1,689,626.80	0.797	125,960.14	0.757	95,364.00
15,000.00	3	999,893.97	0.712	711,704.78	0.659	-431,157.63
165,000.00	4	1,893,372.82	0.636	1,203,272.66	0.573	689,710.25
15,000.00	5	2,565,740.82	0.567	572,395.75	0.499	285,479.35
15,000.00	6	2,755,757.17	0.507	1,396,152.34	0.434	619,065.92
15,000.00	7	2,896,412.31	0.452	1,310,189.84	0.378	494,724.97
165,000.00	8	3,837,245.53	0.404	1,549,799.11	0.329	509,190.94
15,000.00	9	4,651,962.76	0.361	1,677,544.41	0.286	479,573.25
15,000.00	10	2,704,652.41	0.322	870,825.69	0.249	216,614.64
15,000.00	11	5,086,883.26	0.287	1,462,357.38	0.216	316,508.78
165,000.00	12	4,240,630.51	0.257	1,088,464.23	0.188	204,984.99
15,000.00	13	5,314,276.36	0.229	1,217,894.98	0.164	199,569.14
15,000.00	14	7,813,510.44	0.205	1,598,799.04	0.143	227,957.08
15,000.00	15	8,132,925.95	0.183	1,485,855.17	0.124	184,336.50
SUMA =				12,733,104.17		0.00

TASA INTERNA DE RETORNO j = 14.9276012%
 VALOR PRESENTE ANUAL i EN EL AÑO CERO = BENEFICIOS ANUALES i - COSTOS ANUALES i EN QUE i e[0 Y 15]
 La relación de los beneficios y los costos por año i aparecen en la tablas 2.1 y 2.2
 LA TASA INTERNA DE RETORNO DEBE SATISFACER LA ECUACION:
 $0 = V/(1+j)^n$

BENEFICIO-COSTOS ALTERNATIVA No.3



Se realizó el análisis de las tres alternativas de solución planteadas, basándose en los resultados de los estudios técnicos y de tránsito, con lo cual se obtuvieron los indicadores económicos convencionales para comparar las alternativas de solución planteadas.

La alternativa No.1 contempla un costo de construcción de \$3'918,248.00 y arroja una Tasa Interna de Retorno de 24.82860010%.

El costo de construcción de la alternativa No.2 es de \$5'611,923.63, con una Tasa Interna de Retorno de 17.2194989%

Para la alternativa No.3, la Tasa Interna de Retorno es de 14.9276012% y el costo de construcción oscila en \$6'458,101.73.

ESTUDIO DE COSTOS

ALTERNATIVA No.1

Conservando el grado de curvatura que mantienen las curvas que es de 06°00'00"; replantear las curvas para una velocidad de proyecto de 70 km/h, dándoles los sobreamanchos y las sobreelevaciones para un camino tipo B.

I.- CONSIDERACIONES

1.- EL TRAMO EN ESTUDIO

Tramo: del km 32+000 al 33+000

Nº. De carriles: 2

Calificación ISA: 3.0 (promedio)

Costo de reconstrucción: \$ 3'918,248.00

Velocidad de operación: 70 Km/hr

2.- Escenario de comparación: **NO HACER NADA**

3.- Beneficios:

Dado que el beneficiario es el usuario, la reducción en los costos de operación tanto de proyecto como de comodidad proporcionado por el ISA ahora se convierten en un beneficio.

CONCEPTO	TRAMO
Costos de operación por tiempo	NO
Costos de operación por ISA	SI

Los costos por reducción de tiempo no se toman en cuenta porque la velocidad de operación será la misma con la rehabilitación, pues no se mejoran los alineamientos vertical y horizontal.

Por lo anterior se llega a lo siguiente:

II.- BENEFICIOS

Cantidades en millones de pesos \$ trasladados al año cero considerando una tasa del 10%.

SUBTRAMO	32+000 – 33+000
Costos de operación por tiempo	0.00
Costos de operación del estado superficial	22.29
	B = 22.29

III.- COSTOS

Los análisis correspondientes aparecen en los costos de las diferentes alternativas propuestas considerando la inversión inicial en el año cero y los costos de conservación en los años 4, 8 y 12 trasladados al año cero considerando una tasa del 10%; cantidades en millones de pesos.

SUBTRAMO	32+000 – 33+000
Construcción (año 0)	3.91
Conservación rutinaria	0.13
Estrategia de conservación a los años 4, 8 y 12, trasladados al año cero considerando una tasa del 10%	0.22
C = 4.26	

Para la conservación rutinaria se estimó un costo de \$15.000.00/Km-año durante 15 años y también se trasladaron al año cero considerando una tasa del 10% y regresándolos al año cero.

IV.-ANÁLISIS

A.- RELACIÓN BENEFICIO - COSTO

$$B/C = \frac{22.29 \times 10^6}{4.26 \times 10^6} = 5.24 > 1.0$$

Se observa que la relación beneficio/costo es mayor que la unidad, esto representa que la inversión en la rehabilitación de la carretera se justifica.

B.- VALOR PRESENTE NETO (cantidades en millones de pesos); definido como:

$$VPN = \text{BENEFICIOS} - \text{COSTOS}$$

$$VPN = 22.29 - 4.26 = 18.03$$

C.- TASA INTERNA DE RETORNO (TIR "j")

$$TIR = 24.82860010\%$$

JUSTIFICACIÓN:

Dado que la TIR es mucho mayor al 12% se justifica la inversión a realizar.

ESTUDIO DE COSTOS

ALTERNATIVA No.2

Replantear las curvas con nuevos grados de curvatura de 04°45'00" y 04°30'00" respectivamente, para velocidad de diseño de 80km/hr, utilizando espirales de transición, calculando sobreelevaciones y sobreelevaciones para un camino tipo B, sin acotamiento y ancho de carril de 4.5m.

I.- CONSIDERACIONES

1.- EL TRAMO EN ESTUDIO

Tramo: del km 32+000 al 33+000

Nº. De carriles: 2

Calificación ISA: 3.0 (promedio)

Costo de reconstrucción: \$ 5'611,923.63

Velocidad de operación: 80 Km/hr

2.- Escenario de comparación: **NO HACER NADA**

3.- Beneficios:

Dado que el beneficiario es el usuario, la reducción en los costos de operación tanto de proyecto como de comodidad proporcionado por el ISA ahora se convierten en un beneficio.

CONCEPTO	TRAMO
Costos de operación por tiempo	SI
Costos de operación por ISA	SI

Por lo anterior se llega a lo siguiente:

II.- BENEFICIOS

Cantidades en millones de pesos \$ trasladados al año cero considerando una tasa del 10%.

SUBTRAMO	32+000 – 33+000
Costos de operación de proyecto por tiempo	.314
Costos de operación del estado superficial	22.29
	B = 22.604

III.- COSTOS

Los análisis correspondientes aparecen en los costos de las diferentes alternativas propuestas considerando la inversión inicial en el año cero y los costos de conservación en los años 4, 8 y 12 trasladados al año cero considerando una tasa del 10%; cantidades en millones de pesos.

SUBTRAMO	32+000 – 33+000
Construcción (año 0)	5.61
Conservación rutinaria	0.13
Estrategia de conservación a los años 4, 8 y 12, trasladados al año cero considerando una tasa del 10%	0.22
	C = 5.96

Para la conservación rutinaria se estimó un costo de \$15.000.00/Km-año durante 15 años y también se trasladaron al año cero considerando una tasa del 10% y regresándolos al año cero.

IV.- ANÁLISIS

A.- RELACIÓN BENEFICIO - COSTO

$$B/C = \frac{22.604 \times 10^6}{5.96 \times 10^6} = 3.79 > 1.0$$

Se observa que la relación beneficio/costo es mayor que la unidad, esto representa que la inversión en la rehabilitación de la carretera se justifica.

B.- VALOR PRESENTE NETO (cantidades en millones de pesos); definido como:

$$\text{VPN} = \text{BENEFICIOS} - \text{COSTOS}$$

$$\text{VPN} = 22.604 - 5.96 = 16.64$$

C.- TASA INTERNA DE RETORNO (TIR "j")

$$\text{TIR} = 17.2194989\%$$

JUSTIFICACIÓN:

Dado que la TIR es mucho mayor al 12% se justifica la inversión a realizar.

ESTUDIO DE COSTOS

ALTERNATIVA No.3

Replantear las curvas con nuevos grados de curvatura de 04°00'00", para velocidad de diseño de 90km/hr, utilizando espirales de transición, calculando sobreelevaciones y sobreelevaciones para un camino tipo B, con ancho de corona de 9.0 m., sin acotamientos, con lo que se apega a las velocidades reales de tránsito en el tramo.

I.- CONSIDERACIONES

1.- EL TRAMO EN ESTUDIO

Tramo: del km 32+000 al 33+000

Nº. De carriles: 2

Calificación ISA: 3.0 (promedio)

Costo de reconstrucción: \$ 6'458,101.73

Velocidad de operación: 90 Km/hr

2.- Escenario de comparación: **NO HACER NADA**

3.- Beneficios:

Dado que el beneficiario es el usuario, la reducción en los costos de operación tanto de proyecto como de comodidad proporcionado por el ISA ahora se convierten en un beneficio.

CONCEPTO	TRAMO
Costos de operación por tiempo	SI
Costos de operación por ISA	SI

Por lo anterior se llega a lo siguiente:

II.- BENEFICIOS

Cantidades en millones de pesos \$ trasladados al año cero considerando una tasa del 10%.

SUBTRAMO	32+000 – 33+000
Costos de operación de proyecto	.628
Costos de operación del estado superficial	22.29
	B = 22.918

III.- COSTOS

Los análisis correspondientes aparecen en los costos de las diferentes alternativas propuestas considerando la inversión inicial en el año cero y los costos de conservación en los años 4, 8 y 12 trasladados al año cero considerando una tasa del 10%; cantidades en millones de pesos.

SUBTRAMO	32+000 – 33+000
CONSTRUCCION (año 0)	6.45
Conservación rutinaria	0.13
Estrategia de conservación a los años 4, 8 y 12, trasladados al año cero considerando una tasa del 10%	0.22
C = 6.80	

Para la conservación rutinaria se estimó un costo de \$15.000.00/Km-año durante 15 años y también se trasladaron al año cero considerando una tasa del 10% y regresándolos al año cero.

IV.- ANÁLISIS

A.- RELACIÓN BENEFICIO – COSTO

$$B/C = \frac{22.918 \times 10^6}{6.80 \times 10^6} = 3.37 > 1.0$$

Se observa que la relación beneficio / costo es mayor que la unidad, esto representa que la inversión en la rehabilitación de la carretera se justifica.

B.- VALOR PRESENTE NETO (cantidades en millones de pesos); definido como:

$$VPN = \text{BENEFICIOS} - \text{COSTOS}$$

$$VPN = 22.918 - .680 = 16.11$$

C.- TASA INTERNA DE RETORNO (TIR "j")

$$TIR = 14.9276012\% \%$$

JUSTIFICACIÓN:

Dado que la TIR es mayor a 12% se justifica la inversión a realizar.

CONCLUSIONES

A manera de conclusión, se puede decir que, al analizar los resultados de los estudios económicos de las tres propuestas, se observa que arrojan resultados positivos y que cualquiera de ellas podría ser la seleccionada, sin embargo considerando las ventajas económicas y de operación, se consideró que la propuesta No.1 es la más adecuada para la realización de la obra ya que aumenta las condiciones de seguridad y comodidad en el tramo en estudio, permitiendo más ventajas que cualquiera de las otras dos alternativas.

Los cálculos representativos de situaciones reales permiten afirmar que el gasto adicional por kilómetro, debido a la ausencia de una conservación eficaz (falta de conservación, o conservación inadecuada), cubre con suficiencia los montos necesarios para mantener índices de servicio altos (rugosidades bajas), por periodos razonablemente prolongados. En otras palabras, un supuesto ahorro aplicando acciones de conservación baratas, que no atacan los problemas de raíz pero que alcanzan para "hacer algo" en el mayor número de kilómetros, significaría varios millones de pesos al país por el costo adicional de operación que implica a los usuarios recorrer caminos que rápidamente alcanzarían índices de servicio bajos (rugosidades altas). Es conveniente, en términos generales, aplicar diseños con periodos útiles prolongados, cada vez que sea posible pues por alto que sea su costo, rápidamente será recuperado por el país al bajar los costos de operación de los usuarios.

Es importante comentar que en términos de diseño y construcción iniciales, resulta conveniente gastar más en la construcción de carreteras para contar con estructuras estables y pavimentos resistentes, y con ello caminos más durables, con menos interrupciones al tránsito para su conservación y, por tanto, más seguros y acumulativamente más económicos para los usuarios y la nación en general, que gastar menos en la inversión inicial, buscando un ahorro fugaz que

repercute en altos costos de conservación a la dependencia responsable, y de operación a los usuarios y, por ende, al país en su conjunto durante toda la vida útil de la carpeta asfáltica.

Habrán casos, sin duda, en los que la conclusión no será favorable al realizar una mayor inversión inicial en construcción o en conservación; la recuperación o justificación de ésta, gracias a la reducción de costos de operación puede variar en forma importante, e incluso no darse en el periodo de vida útil de un camino. Ello dependerá, por supuesto, de las magnitudes del tránsito; de su composición; su crecimiento anual; los ritmos de deterioro de los caminos; y del tamaño de los montos de inversión implicados.

El transporte en México es, potencialmente, uno de los activos competitivos más importantes del país. La razón es simple: México es, junto con Canadá, el país más cercano a Estados Unidos, la primera economía del mundo. Sin embargo, la ventaja de la distancia se ve contrarrestada por el costo por kilómetro y tonelada transportada, que en el caso de México, es uno de los más caros. Esta realidad, provoca que para las empresas tanto nacionales como extranjeras que exportan a Estados Unidos y, para las que el tiempo de respuesta es una limitante, México no sea un país que presente ventajas competitivas.

Actualmente los servicios por el transporte y manejo de mercancías en nuestro país representan uno de los costos más elevados que se le integran a un producto, considerando que somos grandes proveedores de materias primas y de productos de bajo costo. Una de las claves para el servicio logístico optimizado es la intermodalidad.

En México la infraestructura es insuficiente o de mala calidad, de ahí que el autotransporte, sea el medio de transporte más utilizado, aún en los tramos en

donde es el medio más caro. Por lo anterior, el gobierno mexicano debe establecer políticas públicas que permitan un mejor desarrollo de los prestadores de servicio, que como consecuencia se vean reflejadas en beneficios para los usuarios y para el consumidor final. Mejores políticas nos permitirán un aumento en la oferta de servicios de calidad y a mejores precios, lo cual redundará en el crecimiento de nuestra competitividad en los mercados interno y externo.

Asimismo, debemos procurar el crecimiento de nuestra infraestructura, enfatizando el desarrollo de corredores estratégicos en todo el país, para conectar efectivamente la infraestructura que ya tenemos y ofrecer un desarrollo sustentable a las empresas en general, al ofertarle transporte y servicios oportunos y de calidad que consecuentemente reducirán sus costos.


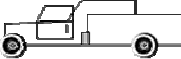
ANEXO 1. CLASIFICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS.




La SCT en su norma Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008, sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal clasifican los vehículos de la siguiente manera:







Atendiendo a su clase.




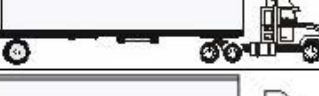


CLASE	NOMENCLATURA
AUTOBUS	B
CAMION UNITARIO	C
CAMION REMOLQUE	C-R
TRACTOCAMION ARTICULADO	T-S
TRACTOCAMION DOBLEMENTE ARTICULADO	T-S-R y T-S-S


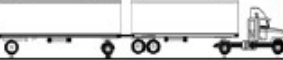





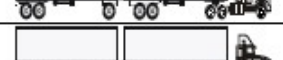

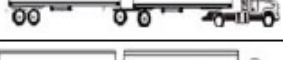

Atendiendo a su clase, nomenclatura, número de ejes y llantas.

AUTO (A) Y CAMIONETA (A2)			
NOMENCLATURA	NÚMERO DE EJES	NÚMERO DE LLANTAS	CONFIGURACIÓN DEL VEHÍCULO
A	2	4	
A2	2	4	

AUTOBUS (B)			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
B2	2	6	
B3	3	8 o 10	
B4	4	10	

CAMION UNITARIO (C)			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
C2	2	6	
C3	3	8-10	
CAMION-REMOLQUE (C-R)			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
C2-R2	4	14	
C3-R2	5	18	
C2-R3	5	18	
C3-R3	6	22	

TRACTOCAMION ARTICULADO			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
T2-S1	3	10	
T2-S2	4	14	
T2-S3	5	18	
T3-S1	4	14	
T3-S2	5	18	
T3-S3	6	22	

TRACTOCAMION SEMIRREMOLQUE-REMOLQUE (T-S-R)			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
T2-S1-R2	5	18	
T2-S2-R2	6	22	
T2-S1-R3	6	22	
T3-S1-R2	6	22	
T3-S1-R3	7	26	
T3-S2-R2(1)	7	26	
T3-S2-R3	8	30	
T3-S2-R4(1)	9	34	
T2-S2-S2	6	22	
T3-S2-S2	7	26	
T3-S3-S2	8	30	

- (1) Las configuraciones T3-S2-R2 y T3-S2-R4 podrán comprender un semirremolque de tres ejes con eje retráctil, siempre y cuando no se exceda el número máximo de ejes autorizado ni el peso bruto vehicular máximo para el T3-S2-R2 y T3-S2-R4 respectivamente. En todo caso, dicho eje retráctil deberá estar levantado durante la circulación del vehículo.

TIPO DE VEHÍCULO	NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	TIPO DE CARRETERA															
			ET4 Y ET2			A4 Y A2			B4 Y B2			C			D			
			Dimensiones (m)			Dimensiones (m)			Dimensiones (m)			Dimensiones (m)			Dimensiones (m)			
Ancho Max.	Largo Max.	Alto* Max.	Ancho Max.	Largo Max.	Alto* Max.	Ancho Max.	Largo Max.	Alto* Max.	Ancho Max.	Largo Max.	Alto* Max.	Ancho Max.	Largo Max.	Alto* Max.	Ancho Max.	Largo Max.	Alto* Max.	
Vehículos Ligeros																		
Automóvil particular	Ap	2	2.10	5.80	1.30	2.10	5.80	1.30	2.10	5.80	1.30	2.10	5.80	1.30	2.10	5.80	1.30	
Autobús																		
Autobús integral 2 ejes	B2	2	2.60	14.00	4.25	2.60	14.00	4.25	2.60	14.00	4.25	2.60	14.00	4.25	2.60	12.50	4.25	
Autobús integral 3 ejes	B3	3	2.60	14.00	4.25	2.60	14.00	4.25	2.60	14.00	4.25	2.60	14.00	4.25	2.60	12.50	4.25	
Autobús integral 4 ejes	B4	4	2.60	14.00	4.25	2.60	14.00	4.25	2.60	14.00	4.25	2.60	14.00	4.25	2.60	12.50	4.25	
Camión Unitario																		
Camión de 2 ejes	C2	2	2.60	14.00	4.25	2.60	14.00	4.25	2.60	14.00	4.25	2.60	14.00	4.25	2.60	12.50	4.25	
Camión de 3 ejes	C3	3	2.60	14.00	4.25	2.60	14.00	4.25	2.60	14.00	4.25	2.60	14.00	4.25	2.60	12.50	4.25	
Camión-Remolque																		
Camión de 2 ejes con remolque de 2 ejes	C2-R2	4	2.60	28.50	4.25	2.60	28.50	4.25	2.60	28.50	4.25	2.60	22.50	4.25				
Camión de 2 ejes con remolque de 3 ejes	C2-R3	5	2.60	28.50	4.25	2.60	28.50	4.25	2.60	28.50	4.25	2.60	22.50	4.25				
Camión de 3 ejes con remolque de 2 ejes	C3-R2	5	2.60	28.50	4.25	2.60	28.50	4.25	2.60	28.50	4.25	2.60	22.50	4.25				
Camión de 3 ejes con remolque de 3 ejes	C3-R3	6	2.60	28.50	4.25	2.60	28.50	4.25	2.60	28.50	4.25	2.60	22.50	4.25				
Tractocamión-Semiremolque																		
Tractor de 2 ejes con semiremolque de 1 eje	T2-S1	3	2.60	23.00	4.25	2.60	20.80	4.25	2.60	20.80	4.25	2.60	18.50	4.25				
Tractor de 2 ejes con semiremolque de 2 ejes	T2-S2	4	2.60	23.00	4.25	2.60	20.80	4.25	2.60	20.80	4.25	2.60	18.50	4.25				
Tractor de 3 ejes con semiremolque de 2 ejes	T3-S2	5	2.60	23.00	4.25	2.60	20.80	4.25	2.60	20.80	4.25	2.60	18.50	4.25				
Tractor de 3 ejes con semiremolque de 3 ejes	T3-S3	6	2.60	23.00	4.25	2.60	20.80	4.25	2.60	20.80	4.25	2.60	18.50	4.25				
Tractocamión-Semiremolque-Semiremolque																		
Tractor de 3 ejes con semiremolque de 3 ejes y remolque de 2 ejes	T3-S3-S2	8	2.60	31.00	4.25	2.60	25.00	4.25	2.60	25.00	4.25							
Tractocamión-Semiremolque-Remolque																		
Tractor de 2 ejes con semiremolque de 1 eje y remolque de 2 ejes	T2-S1-R2	5	2.60	31.00	4.25	2.60	31.00	4.25	2.60	28.50	4.25							
Tractor de 3 ejes con semiremolque de 1 eje y remolque de 2 ejes	T3-S1-R2	6	2.60	31.00	4.25	2.60	31.00	4.25	2.60	28.50	4.25							
Tractor de 3 ejes con semiremolque de 2 ejes y remolque de 2 ejes	T3-S2-R2	7	2.60	31.00	4.25	2.60	31.00	4.25	2.60	28.50	4.25							
Tractor de 3 ejes con semiremolque de 2 ejes y remolque de 3 ejes	T3-S2-R3	8	2.60	31.00	4.25	2.60	31.00	4.25	2.60	28.50	4.25							
Tractor de 3 ejes con semiremolque de 2 ejes y remolque de 4 ejes	T3-S2-R4	9	2.60	31.00	4.25	2.60	31.00	4.25	2.60	28.50	4.25							

* Podrá permitirse hasta 4.50 m, siempre y cuando el transportista seleccione la ruta adecuada, tomando en cuenta los galibos de los puentes, peraltes de curvas, señalización y cableado, entre otros. En este caso, el transportista será responsable de los daños causados por la carga y el vehículo.

Tabla A.1. Dimensiones máximas autorizadas a los vehículos que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal, México (SCT, PROY-NOM-012-2-2002)

ANEXO 2.

AFOROS.

Para realizar los estudios de los proyectos carreteros, es necesario conocer los volúmenes de tránsito tanto en número como en composición, los cuales nos permiten conocer las necesidades de los conductores de los vehículos, así como de los peatones.

El volumen vehicular, lo definiremos como el número de vehículos que pasan por un punto dado, de un camino o un carril en particular, durante un periodo específico.

Existen diversos tipos de volúmenes, los cuales son usados para diferentes proyectos o investigaciones, de acuerdo a su importancia, como:

Volúmenes totales anuales, usados para:

- Medir y establecer tendencias en los volúmenes de tránsito.
- Determinar viajes anuales en vehículos/kilómetro, para justificar erogaciones.
- Establecer índices de accidentes.
- Para análisis de Beneficio-Costo.

Volúmenes diarios anuales, usados para:

- Planeación, como la construcción de una vía rápida, el uso de determinadas arterias principales para darle fluidez al tránsito de largos recorridos.
- Programación de nuevas construcciones o mejoramientos.
- Medición de la demanda existente en un camino.
- Determinación del servicio ofrecido por una calle o una red de calles.

Volúmenes horarios del proyecto, usados para:

Analizar la composición vehicular de los diferentes vehículos que transitan por el lugar, para dar los lineamientos de:

- Proyecto geométrico, en lo que respecta al número y anchura de los carriles, radios de giro en el proyecto de intersecciones, canalizaciones, accesos y demás elementos complementarios de un camino.
- Justificar señalamiento vertical y horizontal.
- De un solo sentido de circulación, carriles exclusivos para autobuses, carriles reversibles congruentes con la demanda vehicular durante las horas pico.

- Establecimiento de normas y reglamentos, por ejemplo, la prohibición de estacionamiento en la calle durante las horas pico, restricciones de vueltas a la izquierda o derecha.
- Planear vigilancia.
- Clasificar caminos.
- Saber si el camino está operando en un nivel de servicio aceptable.
- Justificar la instalación de semáforos
- Realizar programas de operación vehicular como hacer implementaciones en calles.

Durante los aforos en periodos cortos es necesario tener información de los recuentos cortos dentro de la hora u horas analizadas, por ejemplo, intervalos de flujo vehicular, así como las variaciones durante esas horas, también sirven para determinar las limitaciones de capacidad, características de los periodos pico, etc.

Los volúmenes de cordón.

Estos conteos se realizan en un área limitada imaginariamente, para determinar la acumulación de vehículos y personas, durante un periodo de tiempo específico. Este tipo de conteos se realizan principalmente para determinar los espacios de estacionamiento.

Para recabar la información de los volúmenes de tránsito se pueden usar varios métodos de medición, los cuales pueden realizarse manualmente, mediante contadores, métodos abordaje de un automóvil, mediante técnicas fotográficas y son usados de acuerdo a los resultados que se requieran en función del proyecto.

MÉTODOS DE MEDICIÓN.

Conteos manuales.

Estos son realizados por personas llamadas aforadores de tránsito y es usado cuando los datos específicos como número de ocupantes y clasificación de vehículos no pueden obtenerse por contadores automáticos u otra técnica a causa del factor climático.

Este método se utiliza principalmente para el recuento de volúmenes de corta duración y se puede determinar:

- Clasificación vehicular
- Movimientos direccionales

- Índices de ocupación vehicular.
- Conteo de peatones.

Los datos obtenidos son vaciados en hojas de campo, en donde los aforadores registran los datos que pueden ser recuentos de 5, 15, 30 ó 60 minutos. Los aforadores deben tener cuidado en la clasificación de la información para tener un mayor exactitud e información correcta.

Método de vehículo en movimiento.

Este método se emplea para obtener volúmenes de tránsito en un tramo de la vía urbana, sirviendo además para determinar tiempos y velocidades de recorrido medias. Para aplicar este método se emplea un vehículo y su conductor, que recorre el tramo de vía considerado a la velocidad media de la corriente de tránsito, acompañado de uno o más observadores que deben registrar el tiempo que tarda el tramo de la vía considerado, los vehículos que se cruzan con él y están en sentido contrario, los vehículos pasados y los que se adelantan a él, en el mismo sentido.

DISPOSITIVOS MECÁNICOS.

Estos dispositivos son usados para recuentos de volúmenes de tránsito en manera continua, registrando las diferentes variaciones horarias, diarias, semanales y mensuales, año con año. Por medio de ésta técnica podemos conocer las tendencias de crecimiento de tránsito. Los dispositivos utilizados son:

- Dispositivos de contacto eléctrico.
- Dispositivos fotoeléctricos.
- Radar.
- Magnético.
- Ultrasónico.
- Infrarrojo.
- Técnicas fotográficas.

PERIODOS USADOS EN EL AFORO VEHICULAR.

La selección del periodo, depende del método que será empleado y el propósito por el cual es realizado. Se recomienda que se eviten hacer aforos cuando se presenten eventos extraordinarios en la carretera, si no se desea estudiar el comportamiento de éste.

Cuando se realiza un aforo por medio de contadores, los volúmenes registrados son por 24 horas. Los aforos manuales se realizan para conocer situaciones específicas y por lo general son realizados en horas de mayor demanda de tránsito u horas pico, con el fin de establecer las regulaciones o cambios geométricos de las vías en las que se presenta una deficiente circulación vehicular.

MÉTODOS CORTOS DE MEDICIÓN DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO.

Este tipo de aforos son realizados en los casos donde se carece de personal, tiempo y recursos necesarios para hacer conteos largos. La ventaja que presentan los conteos manuales sobre los aforos por medios mecánicos, en el sentido de que se puede obtener la clasificación vehicular y los movimientos direccionales; otra ventaja es que el personal puede efectuar las mediciones en diferentes horas del día y en distintos lugares, presentan un panorama general de toda el área.

Método corto No. 1.

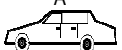


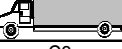



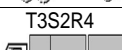
Es éste método corto se hacen recuentos cortos de 5, 6, 10 o 12 minutos en cada lugar donde se establece una estación, dando oportunidad a los aforadores de tomar mediciones en diferentes puntos en una hora. La precisión de éste método depende de la magnitud del volumen del tránsito. A mayores volúmenes, más grande la precisión del recuento. Si el tránsito no es muy bajo o no muy errático, conteos de 5 ó 6 minutos de duración son satisfactorios.

Método corto No. 2.

En éste método se realizan mediciones de volúmenes de tránsito en un periodo de media hora entre las 9:00 y las 11:00 horas, y entre las 14:00 y las 16:00 horas en un día y en la misma estación. Las horas en que se realizan las mediciones corresponden generalmente a las horas pico, y se supone que es cuando existe menos variación del tránsito. El volumen obtenido es expandido mediante factores apropiados adquiridos de las estaciones de control. La teoría en la que se apoya éste método es que el porcentaje del tránsito diario durante cualquier periodo del día en un valor constante en cualquier punto de las rutas con igual clasificación.

En esta tesis los aforos fueron realizados por medio del método corto No.2. A continuación se presentan los aforos realizados por tres días en cada rama.

FECHA: 14-07-09









TIPO DE VEHICULO	SENTIDO UNO						SENTIDO DOS						TOTAL	%
	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA		
	7 A 8	8 A 9	9 A 10	17 A 18	18 A 19	19 A 20	7 A 8	8 A 9	9 A 10	17 A 18	18 A 19	19 A 20		
A 	149	127	94	76	82	129	136	66	62	164	87	69	1241	52.61
A'2 	88	75	55	44	48	75	80	39	37	96	51	40	728	30.86
B 	11	9	6	5	6	9	10	4	4	12	6	4	86	3.65
C2 	12	10	7	6	6	10	11	5	4	13	6	5	95	4.03
C3 	6	6	4	3	3	6	6	2	2	7	4	3	52	2.20
T3S2 	11	9	7	5	6	10	10	4	4	13	6	5	90	3.82
T3S3 	5	4	3	2	2	4	4	2	2	5	2	2	37	1.57
T3S2R4 	4	8	2	0	0	2	2	0	1	6	4	1	30	1.27
TOTAL	286	248	178	141	153	245	259	122	116	316	166	129	2359	100

VEHICULOS SENTIDO UNO = 1251
 VEHICULOS SENTIDO DOS = 1108
 FACTOR DE DIRECCIONAL = 0.53

VH AMBOS SENTIDOS =	545	370	294	457	319	374	2359
---------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------------

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO CARRETERO: CD. VALLES-TAMPICO DEL KM 32 AL 33, EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

FECHA: 15-07-09

TIPO DE VEHICULO	SENTIDO UNO						SENTIDO DOS						TOTAL	%
	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA		
	7 A 8	8 A 9	9 A 10	17 A 18	18 A 19	19 A 20	7 A 8	8 A 9	9 A 10	17 A 18	18 A 19	19 A 20		
 A	133	78	71	132	78	98	100	92	71	59	72	89	1073	53.15
 A2	77	46	42	77	46	57	58	54	42	34	42	52	627	31.05
 B	10	5	5	10	5	7	7	6	5	4	5	6	75	3.71
 C2	10	6	5	10	6	7	8	7	5	4	5	6	79	3.91
 C3	6	3	3	6	3	4	4	4	3	2	3	4	45	2.23
 T3S2	10	6	5	10	6	7	7	6	5	4	5	6	77	3.81
 T3S3	4	2	2	4	2	3	3	3	2	2	2	2	31	1.54
 T3S2R4	1	0	2	2	1	0	0	2	0	0	1	3	12	0.59
TOTAL	251	146	135	251	147	183	187	174	133	109	135	168	2019	100








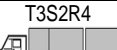
VEHICULOS SENTIDO UNO = 1113
 VEHICULOS SENTIDO DOS = 906

FACTOR DE DIRECCIONAL = 0.55

VH AMBOS SENTIDOS =	438	320	268	360	282	351	2019
---------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------------

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO CARRETERO: CD. VALLES-TAMPICO DEL KM 32 AL 33, EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

FECHA: 16-07-09

TIPO DE VEHICULO	SENTIDO UNO						SENTIDO DOS						TOTAL	%
	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA		
	7 A 8	8 A 9	9 A 10	17 A 18	18 A 19	19 A 20	7 A 8	8 A 9	9 A 10	17 A 18	18 A 19	19 A 20		
 A	85	79	59	78	117	102	92	106	88	78	133	99	1116	53.12
 A'2	50	46	34	46	69	60	54	62	51	46	77	57	652	31.03
 B	6	6	4	5	8	7	6	8	6	5	10	7	78	3.71
 C2	6	6	4	6	9	8	7	8	6	6	10	7	83	3.95
 C3	4	3	2	3	5	4	4	4	4	3	6	4	46	2.19
 T3S2	6	6	4	6	8	7	6	8	6	6	10	7	80	3.81
 T3S3	2	2	2	2	4	3	3	3	2	2	4	3	32	1.52
 T3S2R4	0	0	1	2	2	2	0	3	1	2	1	0	14	0.67
TOTAL	159	148	110	148	222	193	172	202	164	148	251	184	2101	100

VEHICULOS SENTIDO UNO = 980
 VEHICULOS SENTIDO DOS = 1121
 FACTOR DE DIRECCIONAL = 0.53

VH AMBOS SENTIDOS =	331	350	274	296	473	377	2101
---------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------------

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO CARRETERO: CD. VALLES-TAMPICO DEL KM 32 AL 33, EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

ANEXO 3.

COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR.

Los costos de operación de los vehículos son información utilizada en estudios de planeación, para determinar los costos aproximados de operación vehicular en las carreteras, con la finalidad de poder evaluar diferentes alternativas de solución, como son la modernización de carreteras, construcción de acortamientos y libramientos; plantear necesidades de crecimiento en las carreteras en diferentes horizontes de proyecto, etc.

El objetivo de este anexo es aportar información y un procedimiento sencillo para la estimación de costos de operación básicos de vehículos representativos del tránsito interurbano, en función del alineamiento geométrico y del estado superficial de las carreteras.

El desarrollo de este trabajo tiene como antecedentes la Publicación Técnica 202 elaborada en el Instituto Mexicano del Transporte. Tomándola como base, se trabajó para obtener Costos de Operación Vehicular actualizados de los vehículos más representativos que transitan por las carreteras nacionales y que son de utilidad para los responsables de la construcción y conservación de carreteras y para los especialistas en su planeación.

El procedimiento utilizado toma como referencia los modelos matemáticos desarrollados por el Banco Mundial en 1987, con los cuales se estructuró un programa de cómputo denominado Vehicle Operating Costs (VOC por sus siglas en inglés), el Instituto Mexicano del Transporte realizó la adaptación de dicho programa de cómputo a las características técnicas de los vehículos que operan en México denominada VOCMEX.

El programa VOCMEX calcula los diversos componentes de los costos de operación de los vehículos usando información de la carretera, las características del vehículo, los neumáticos y los costos unitarios. El modelo requiere de datos de entrada, el usuario sólo debe proporcionarle algunos de esos datos, ya que el programa cuenta con valores predeterminados, tales datos de entrada pueden ser sobre las características de la carretera (Tipo de Superficie, Índice Internacional de Rugosidad, Pendiente, etc.), del vehículo (Peso, Carga Útil, Potencia, Velocidad, Área Frontal Proyectada, Número de Kilómetros Conducidos por Año, Vida Útil Promedio de Servicio, Costos Unitarios, etc.) y de los neumáticos (Número de Llantas por Vehículo, Costo de la Llanta Nueva, Costo del Renovado de la Llanta, etc.) para siete tipos de vehículos, y se calculan los respectivos costos de operación para condiciones ideales. Siempre que sea posible contar con información detallada se pueden modificar estos valores para obtener resultados más precisos.

A partir de éstos y de otros datos y coeficientes originales de los modelos, cuyo listado se presenta para cada vehículo en este anexo, se calcularon costos de operación para rugosidades de 2 a 12 m/km representativas de un trazo totalmente plano y recto, en terreno sensiblemente plano, en lomerío y en terreno montañoso.

Procedimiento realizado para la actualización de los costos de operación vehicular.

1. Selección del vehículo.

Para la actualización de los costos de operación vehicular, se trató de dar continuidad a la selección realizada por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT), con el objeto de aprovechar la información investigada y recopilada por éste organismo, dada a conocer en su Publicación Técnica No. 202, "Estado superficial y Costos de operación en carreteras" del año 2002, sólo en caso de no encontrarse en el mercado actual el mismo vehículo, se seleccionó el más parecido en sus características técnicas y de uso (**Tabla A 3.1**).

CLASIFICACIÓN	VEHÍCULO SELECCIONADO POR EL IMT	VEHÍCULO SELECCIONADO PARA LA ACTUALIZACIÓN
A	Volkswagen Panel Mod. 2001 Con llantas Goodyear convencionales.	NISSAN Urvan 2010 Con llantas BF convencionales R15.
B2	Busscar Volvo Mod. 2001 Con Motor Cummings ISM, sin aire acondicionado, con llantas 1100-2200 normal.	Volvo 9700 2010 Con Motor Volvo D13C, con aire acondicionado, llantas 305/75 R24.5" normal.
C2	Dina 551 Mod. 2001 Motor Caterpillar con carrocería de "estacas" 2.44 x 2.10 m x 21 pies, llantas 11.00-20.00 normal.	International 4300 Mod. 2010 Motor Maxxforce DT con carrocería de "estacas" 2.50 x 2.10 x 21 pies, llantas 11 R22.5".
C3	Dina 661 Mod. 2001 Motor Caterpillar con carrocería de "estacas" 2.44 x 2.10 x 21 pies, llantas 11.00-20.00 normal.	International 7400 Mod. 2010 Motor Maxxforce 9 con carrocería de "estacas" 2.50 x 2.10 x 21 pies, llantas 11 R22.5".
T3S2	International 9200i Mod. 2001 Con semiremolque de 2 ejes tipo caja de aluminio de 40 pies, llantas 1100-20.00 normal.	International 9200i Mod. 2010 Con semiremolque de 2 ejes tipo caja de aluminio de 40 pies, llantas 11R22.5" normal.
T3S3	International 9200i Mod. 2001 Con semiremolque de 3 ejes tipo caja de aluminio de 40 pies, llantas 11.00-20.00 normal.	International 9200i Mod. 2010 Con semiremolque de 3 ejes tipo caja de aluminio de 40 pies, llantas 11R22.5" normal.
T3S2R4	International 9200i Mod. 2001 Con semiremolque de 2 ejes y remolque de 4 ejes tipo caja de aluminio de 40 pies, llantas 11.00-20.00 normal.	International 9200i Mod. 2010 Con semiremolque de 2 ejes y remolque de 4 ejes tipo caja de aluminio de 40 pies, llantas 11R22.5" normal.

Tabla A 3.1. Vehículos seleccionados para la actualización de los costos de operación vehicular.

2. Características de los vehículos.

La **Tabla A 3.2** se proporciona con la intención de ofrecer las características técnicas de los vehículos utilizados para realizar los cálculos mediante el programa VOCMEX.

UNIDAD	VEHÍCULO LIGERO	AUTOBÚS	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4
MARCA DEL VEHÍCULO	NISSAN Urvan	VOLVO 9700	International 4300	International 7400	International 9200i	International 9200i	International 9200i
PESO DEL VEHÍCULO VACÍO (KG)	1,775	13,026	5,101.6	7,173.6	15,531	19,436	24,531
CARGA ÚTIL (KG)	1325	4,474	12,398.4	17,326.4	25,969	28,564	41,969
EQUIPO DE CARGA	Sin equipo de carga adicional	Cabina de Equipaje	Carrocería tipo Estacas 21 pies	Carrocería tipo Estacas 21 pies	Semiremol. 2 ejes 40 pies	Semiremol. 3 ejes 40 pies	Semirem. y Rem. 2 y 4 ejes 40 pies
TIPO DE LLANTAS	195/70 R15	305/75 R24.5"	11R22.5"	11R22.5"	11R22.5"	11R22.5"	11R22.5"
COSTO DE LA LLANTA NUEVA (\$)	\$1330	\$6,656.28	\$5,584	\$5,584	\$5,584	\$5,584	\$5,584
PRECIO DEL VEHÍCULO NUEVO (\$)	\$269,600	\$3,089,000	\$632,511.548	\$875,865.192	\$1,377,373.24	\$1,422,497.35	\$1,847,951.5

Tabla A 3.2. Características técnicas de los vehículos seleccionados para la actualización de los costos de operación vehicular.

La información técnica fue extraída de las fichas técnicas proporcionadas por fabricantes y distribuidores de los vehículos y la información de costos se basa en los precios de mercado vigentes a Marzo 2011.

2.1 Indicadores del estado superficial.

Los estados de la superficie de rodamiento están representados por el Índice de Servicio y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI). El primero corresponde a la valuación de la comodidad del viaje en una escala de 0 a 5, que realizan cuatro personas en un vehículo en buenas condiciones de suspensión y alineación, circulando a velocidad normal de operación.

El Índice Internacional constituye una medida de la rugosidad, la cual puede definirse como las variaciones de altura de un camino, en relación a una referencia absolutamente lisa, que provoca vibraciones en un vehículo como consecuencia del movimiento relativo entre el chasis y el sistema de suspensión.

La rugosidad es, por tanto, una característica del perfil longitudinal de la superficie recorrida y el Índice Internacional de Rugosidad puede definirse como la suma de las irregularidades verticales (en valor absoluto) a lo largo de la zona de rodadura de un tramo homogéneo de carretera, entre la longitud del mismo; su unidad de medida es m/km (suma de irregularidades verticales por kilómetro).

En la **Figura A 3.1** se muestra gráficamente la escala de dicho Índice con una breve descripción del estado cualitativo del pavimento correspondiente a ciertos rangos. Por último, cabe mencionar que además del equipo móvil, generalmente caro, existe un método muy accesible para realizar estimaciones de la rugosidad en campo, a través del mismo procedimiento utilizado para controlar las tolerancias a las irregularidades de una superficie (Paterson, 1987). El método consiste en colocar manualmente una regla de dos o tres metros de largo, longitudinalmente, sobre una de las huellas de camino, medir la desviación máxima bajo la regla en mm y repetir la operación a distancias convenientemente espaciadas.

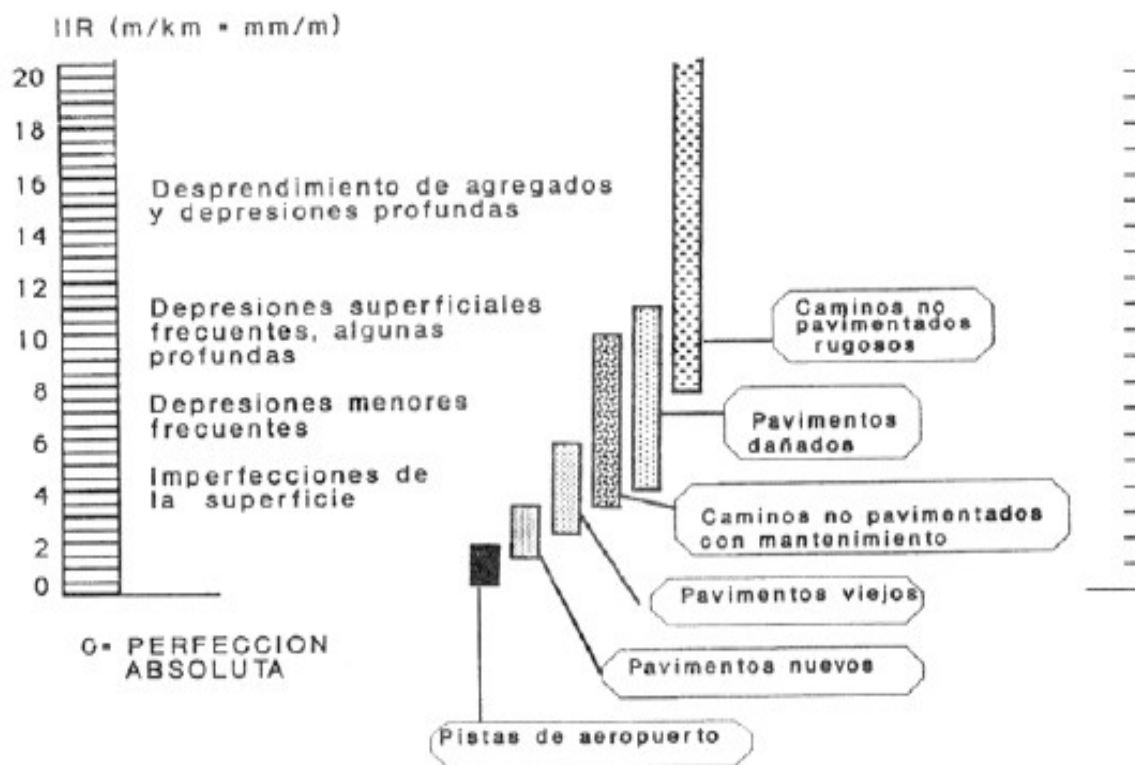


Figura A 3.1. Escala del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

Fuente: Adaptado de Sayers, M.W., T.D. Gillespie and W.D.O. Paterson (1986).
Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements. Technical Paper 46.
The World Bank. Washington, D.C.

3. Costos unitarios.

Los costos unitarios no incluyen impuestos o derechos como el IVA, el Impuesto sobre la Adquisición de Automóviles Nuevos (ISAN), etc. Esto se debe a que, desde una perspectiva nacional, interesan los costos y beneficios que la construcción y operación de los caminos representa para el país en su conjunto y en este sentido, los impuestos son sólo transferencias de dinero que el país no gasta, pues no forman parte del costo de producción de los insumos o de los vehículos. Para los combustibles y llantas, se toma el precio sin IVA.

3.1 Precio del vehículo nuevo.

Estos precios fueron proporcionados por los distribuidores de los vehículos (Tabla A 3.3).

VEHÍCULO TIPO	DESCRIPCIÓN	PRECIO DEL DISTRIBUIDOR	TOTALES EN PESOS
A	Panel NISSAN Urvan Modelo 2010 con llantas BF convencionales R15	\$269,600 M.N.	\$269,600.00
B2	VOLVO 9700 Modelo 2010 con Motor Volvo D13C, con aire acondicionado, llantas 305/75 R24.5" normal.	\$250,000 USD	\$2,922,500.00
C2	International 4300 Modelo 2010 con Motor Maxxforce DT con carrocería de estacas de 2.50 x 2.10 x 21 pies, llantas 11R22.5"	\$49,500 USD + Caja 5854.65 USD	\$647,095.86
C3	International 7400 Modelo 2010 con Motor Maxxforce 9 con carrocería de estacas de 2.50 x 2.10 x 21 pies, llantas 11R22.5"	\$76998 USD + Caja \$6207.51 USD	\$972,672.41
T3S2	International 9200i Modelo 2010 con semiremolque de 2 ejes tipo caja de aluminio de 40 pies, llantas 11R22.5" normal	Tracto 103506 USD + semi 2 ejes \$24528.73 USD	\$1,496,725.99
T3S3	International 9200i Modelo 2010 con semiremolque de 2 ejes tipo caja de aluminio de 40 pies, llantas 11R22.5".	Tracto 103506 USD + semi 3 ejes 28180.64 USD	\$1,539,416.82
T3S2R4	International 9200i Modelo 2010 con semiremolque de 2 ejes tipo caja de aluminio de 40 pies, llantas 11R22.5".	Tracto 103506 USD + semi 2 ejes 24528.73 USD + rem 38,084.9 USD	\$1,655,197.62

Tabla A 3.3. Precio de los vehículos seleccionados para la actualización de los costos de operación vehicular.

Tipo de cambio \$ 11.69 M.N por dólar al 29 Mayo 2011.

3.2 Costo de combustible y lubricantes.

Estos precios fueron consultados directamente en gasolineras y comparados con los publicados en el Banco de Información Económica del Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI).

Tomando en consideración que los precios utilizados para la actualización son de vehículos nuevos y que para estos modelos se debe utilizar gasolina tipo Premium, es el costo de éste tipo de gasolina el que se aplica para la actualización de los costos de operación vehicular.

Precio de combustible: Precios obtenidos el día 1 de Mayo de 2011.

GASOLINA	PRECIO
Premium	\$9.16
Magna	\$10.30
Diesel	\$9.52

Precio de Lubricantes:

MARCA	PRESENTACIÓN	PRECIO (\$)
Quaker State	950 ml	28.48
Bardahl	950 ml	29.7
Mobil Oil	950 ml	35.78
Esso	950 ml	32.8

Promedio (\$) = 31.69

3.3 Costo por llanta nueva

Estos precios fueron consultados directamente con distribuidores y son, para el caso de los tractocamiones, el promedio resultante de tres marcas diferentes.

TIPO DE VEHÍCULO	TIPO DE LLANTA	COSTO POR LLANTA
A	BF 195/70 R15	\$ 1,330.00
B2	305/75 R24.5	\$6,656.28
C2	11 R24.5	\$5,584.00
C3	11 R24.5	\$5,584.00
T3S2	11 R24.5	\$5,584.00
T3S3	11 R24.5	\$5,584.00
T3S2R4	11 R24.5	\$5,584.00

3.4 Tiempo de los operarios (\$/hora).

Con el objeto de dar continuidad a la metodología establecida por el Instituto Mexicano del Transporte, se consideran los costos manejados en la Publicación Técnica No. 202 "Elementos de proyecto y costos de operación en carreteras" del año 2002, y se utiliza un factor de actualización determinado mediante la variación del salario mínimo profesional publicado por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos entre los años 2006 y 2011.

Salario mínimo para el Chofer de camión de carga en general.

	ZONA A	ZONA B	ZONA C	PROMEDIO
Chofer de camión de carga en general 2006	72.56	70.51	68.38	70.48
Chofer de camión de carga en general 2011	85.69	83.49	81.31	83.50

Factor del incremento del salario = 1.18462994

TIPO DE VEHÍCULO	TIEMPO DE LOS OPERARIOS (\$/hr) 2006	FACTOR	TIEMPO DE LOS OPERARIOS (\$/hr) 2011
A	\$23.42	1.185	\$27.75
B2	\$68.87	1.185	\$81.61
C2	\$48.21	1.185	\$57.13
C3	\$48.21	1.185	\$57.13
T3S2	\$55.10	1.185	\$65.29
T3S3	\$55.10	1.185	\$65.29
T3S2R4	\$55.10	1.185	\$65.29

3.5 Mano de obra de mantenimiento (\$/hora).

Análogamente al caso del tiempo de los operarios, para la mano de obra de mantenimiento se utiliza un factor de actualización determinado mediante la variación del salario mínimo profesional publicado por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos entre los años 2006 y 2011.

Salario mínimo para el Mecánico en reparación de automóviles y camiones.

	ZONA A	ZONA B	ZONA C	PROMEDIO
Mecánico en reparación de automóviles y camiones 2006	63.7	60.85	57.95	60.83
Mecánico en reparación de automóviles y camiones 2011	86.82	84.72	82.49	84.68

Factor de incremento del salario = 1.89400757

TIPO DE VEHÍCULO	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO (\$/hr) 2006	FACTOR	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO (\$/hr) 2011
A	\$20.86	1.394	\$29.08
B2	\$55.40	1.394	\$77.23
C2	\$36.51	1.394	\$50.89
C3	\$36.51	1.394	\$50.89
T3S2	\$36.51	1.394	\$50.89
T3S3	\$36.51	1.394	\$50.89
T3S2R4	\$36.51	1.394	\$50.89

3.6 Retención de la carga (\$/hora).

Para obtener éste valor se requeriría una investigación de tipos de carga, tiempos y movimientos de ésta, por lo tanto al no contar con datos concretos se indicará igual a cero.

3.7 Tasa de interés anual real (%).

De acuerdo a los siguientes datos obtenidos en el Banco de información económica del Instituto Nacional de Geografía e Informática, se tiene:

PERIODO	TASA DE INTERÉS INTERBANCARIA DE EQUILIBRIO (TIIE)
2010/03	7.64
2010/04	6.68
2010/05	5.78
2010/06	5.26
2010/07	4.92
2010/08	4.89
2010/09	4.91
2010/10	4.91
2010/11	4.93
2010/12	4.93
2011/01	4.91
2011/02	4.92
2011/03	4.92

Tasa anual promedio = 5.39

PERIODO	INFLACIÓN VARIACIÓN PORCENTUAL ANUAL
2010/03	6.044
2010/04	6.173
2010/05	5.978
2010/06	5.736
2010/07	5.436
2010/08	5.082
2010/09	4.894
2010/10	4.499
2010/11	3.861
2010/12	3.574
2011/01	4.457
2011/02	4.83
2011/03	4.97

Promedio = 5.05

La tasa de interés real se obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa de interés Anual Real} = \text{Tasa de Interés Bancaria Anual} - \text{Tasa de Inflación Anual}$$

TIIE = 5.39 % en el periodo 2010/03 al 2011/03

Tasa de inflación = 5.05% en el periodo 2010/03 al 2011/03

Tasa de Interés Real = 5.39% - 5.05% = 0.34%

3.8 Costos Indirectos del Vehículo (\$).

Para el caso de los costos indirectos, se decidió manejar el mismo porcentaje utilizado en la metodología de la Publicación Técnica No. 202 "Elementos de proyecto y costos de operación en carreteras" del Instituto Mexicano del Transporte.

4. Cálculo de los Costos de Operación.

Una vez obtenidos los costos unitarios, se resume en dos tablas la información que se utilizó para realizar las corridas en el programa VOCMEX.

En el resumen de datos de entrada, se establecen las características de cada tipo de vehículo y los costos unitarios determinados anteriormente, en lo referente a los coeficientes que requiere el programa y no fueron incluidos en la tabla, se considera que serán los coeficientes originales del programa y se manejaron los valores indicados por default.

En el resumen de las características de la carretera y tipo de terreno, se indican las características de la carretera de acuerdo a como se han considerado en actualizaciones anteriores.

CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO	TIPO DE VEHÍCULO						
	A	B2	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4
Peso del vehículo vacío (kg)	1,775	13,026	5,101.60	7,173.60	15,531	19,436	29,531
Carga transportada (kg)	1,325	4,474	12,398.40	17,326.40	25,969	28,564	41,969
Potencia máxima en operación(HPmétricos)	45.642	281.349	133.070	190.101	326.973	326.973	326.973
Potencia máxima del freno (HPmétricos)	42.935	286.163	218.270	347.232	996.134	996.134	996.134
Velocidad deseada (km/hora)	110	95	90	90	100	100	100
Area frontal proyectada (m ²)	2.941	7.722	6.999	6.999	9.136	9.136	9.136
Velocidad calibrada del motor (RPM)	3700	1700	2100	2100	1700	1700	1700
Factor de eficiencia energética (adimens.)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.65	0.65	0.65
Número de llantas por vehículo (#)	4	6	6	10	18	22	34
Costo de renovación de llanta (fracción)	0.435	0.472	0.446	0.446	0.446	0.446	0.446
Número de km conducidos por año (km)	20,000	240,000	150,000	150,000	240,000	240,000	240,000
Número de horas conducidas por año (horas)	1,716	2,860	2,860	2,860	2,860	2,860	2,860
Vida útil promedio de servicio (años)	6	8	8	8	8	8	8
¿Usar vida útil constante? Código: 1-Si 0-No	1	1	1	1	1	1	1
Edad del vehículo en kilómetros (km)	70,000	750,000	500,000	500,000	600,000	600,000	600,000
Número de pasajeros por vehículo (#)	2	23	0	0	0	0	0
Precio del vehículo nuevo (\$)	\$269,600.00	\$3,089,000.00	\$632,511.55	\$875,865.19	\$1,377,373.24	\$1,422,497.35	\$1,847,951.50
Costo del combustible (\$/litro)	\$10.30	\$9.16	\$9.16	\$9.16	\$9.16	\$9.16	\$9.16
Costo de los lubricantes (\$/litro)	\$31.69	\$31.69	\$31.69	\$31.69	\$31.69	\$31.69	\$31.69
Costo por llanta nueva (\$/llanta)	\$1,330.00	\$6,656.28	\$5,584.00	\$5,584.00	\$5,584.00	\$5,584.00	\$5,584.00
Tiempo de los operarios (\$/hora)	\$27.75	\$81.61	\$57.13	\$57.13	\$65.29	\$65.29	\$65.29
Tiempo de los pasajeros (\$/hora)	0	0	0	0	0	0	0
Mano de obra de mantenimiento (\$/hora)	\$29.08	\$77.23	\$50.89	\$50.89	\$50.89	\$50.89	\$50.89
Retención de la carga (\$/hora)	0	0	0	0	0	0	0
Tasa de interés anual real (%)	0.34%	0.34%	0.34%	0.34%	0.34%	0.34%	0.34%
Costos indirectos por vehiculo-km (\$)	0.202	0.617	0.326	0.469	0.687	0.751	0.938

Nota: Los datos en negrillas fueron definidos por los autores de la publicación técnica No. 202 del año 2010 perteneciente al Instituto Mexicano del Transporte.

Resumen de las características de la carretera y tipo de terreno.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETERA		TIPO DE TERRENO		
		PLANO	LOMERÍO	MONTAÑOSO
Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1	1	1
Rugosidad promedio (IIR)	m/km	2 a 20	2 a 20	2 a 20
Pendiente media ascendente	%	1.50	3.50	5.00
Pendiente media descendente	%	1.50	3.50	5.00
Proporción de viaje ascendente	%	50.00	50.00	50.00
Curvatura horizontal promedio	grados/km	200	400	600
Sobrelevación promedio (peralte)	fracción	0.02	0.05	0.07
Altitud del terreno	m	1000	1000	1000
Número efectivo de carriles de uno	Código: 1-Uno 0-Más de uno	0	0	0

A partir de la información de los dos cuadros anteriores y de los coeficientes originales del modelo VOCMEX (todos aquellos requeridos por el programa que no se incluyen en los dos cuadros anteriores), se calcularon costos de operación para rugosidades de 2 a 12 m/km en terreno sensiblemente plano, en lomerío y en terreno montañoso.

En las tablas siguientes se presentan los costos de operación vehicular resultantes para cada uno de los siete vehículos seleccionados (A-Ligero, B2-Autobús, C2-Camión de carga de dos ejes, C3-Camión de carga de tres ejes, T3S2-Tractocamión con semiremolque de dos ejes, T3S3-Tractocamión con semiremolque de tres ejes y T3S2R4-Tractocamión con semiremolque de dos ejes y remolque de cuatro ejes), para los tres tipos de terreno (plano, lomerío y montañoso) y de acuerdo con el Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (\$/km)
TIPO DE TERRENO: PLANO

IRI	TIPO DE VEHÍCULO						
	A	B2	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4
2.00	3.77	12.49	6.78	9.79	13.97	15.12	19.68
2.50	3.83	12.66	7.05	10.10	14.35	15.51	20.17
3.00	3.89	12.83	7.32	10.40	14.72	15.91	20.67
3.50	3.96	13.01	7.59	10.70	15.10	16.3	21.17
4.00	4.03	13.20	7.85	11.00	15.49	16.7	21.67
4.50	4.10	13.39	8.12	11.30	15.88	17.1	22.18
5.00	4.19	13.59	8.38	11.59	16.27	17.52	22.69
5.50	4.28	13.80	8.65	11.89	16.68	17.94	23.21
6.00	4.37	14.01	8.91	12.20	17.09	18.37	23.74
6.50	4.48	14.24	9.18	12.50	17.52	18.81	24.28
7.00	4.59	14.47	9.45	12.80	17.96	19.25	24.83
7.50	4.71	14.72	9.71	13.11	18.40	19.71	25.39
8.00	4.84	14.97	10	13.42	18.86	20.18	25.96
8.50	4.99	15.24	10.27	13.73	19.32	20.66	26.53
9.00	5.14	15.53	10.56	14.04	19.80	21.14	27.12
9.50	5.31	15.83	10.84	14.36	20.28	21.62	27.71
10.00	5.48	16.14	11.13	14.69	20.77	22.14	28.31
10.50	5.65	16.47	11.42	15.01	21.26	22.64	28.91
11.00	5.83	16.81	11.71	15.34	21.77	23.15	29.52
11.50	6.00	17.17	12.01	15.67	22.27	23.67	30.14
12.00	6.18	17,54	12.31	16.01	22.78	24.19	30.76

Nota: Actualización 2011

COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (\$/km)
TIPO DE TERRENO: LOMERIO

IRI	TIPO DE VEHÍCULO						
	A	B2	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4
2.00	3.99	14.97	8.83	13.19	18.12	20.04	26.91
2.50	4.04	15.14	9.11	13.50	18.50	20.43	27.41
3.00	4.10	15.33	9.38	13.80	18.88	20.83	27.91
3.50	4.16	15.51	9.65	14.11	19.26	21.22	28.41
4.00	4.23	15.7	9.92	14.42	19.64	21.62	28.91
4.50	4.31	15.9	10.19	14.73	20.03	22.02	29.42
5.00	4.39	16.11	10.46	15.03	20.42	22.43	29.93
5.50	4.48	16.33	10.74	15.34	20.81	22.84	30.44
6.00	4.57	16.56	11.01	15.65	21.22	23.26	30.96
6.50	4.67	16.799	11.29	15.97	21.61	23.68	31.49
7.00	4.78	17.04	11.57	16.28	22.04	24.11	32.02
7.50	4.90	17.29	11.85	16.60	22.46	24.55	32.56
8.00	5.03	17.56	12.13	16.92	22.89	24.99	33.10
8.50	5.17	17.84	12.42	17.24	23.33	25.44	33.65
9.00	5.32	18.13	12.7	17.56	23.77	25.90	34.21
9.50	5.49	18.43	12.99	17.89	24.22	26.36	34.77
10.00	5.65	18.74	13.29	18.22	24.67	26.82	35.34
10.50	5.82	19.07	13.58	18.55	25.13	27.29	35.91
11.00	5.99	19.41	13.88	18.88	25.59	27.76	36.49
11.50	6.16	19.77	14.18	19.21	26.06	28.24	37.07
12.00	6.33	20.14	14.48	19.55	26.53	28.73	37.66

Nota: Actualización 2011

COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (\$/km)
TIPO DE TERRENO: MONTAÑOSO

IRI	TIPO DE VEHICULO						
	A	B2	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4
2.00	4.32	18.04	11.29	16.94	22.71	25.36	34.39
2.50	4.38	18.22	11.57	17.26	23.10	25.77	34.91
3.00	4.44	18.41	11.85	17.58	23.49	26.18	35.44
3.50	4.50	18.61	12.12	17.89	23.88	26.59	35.96
4.00	4.56	18.81	12.4	18.21	24.27	27.00	36.48
4.50	4.64	19.02	12.67	18.53	24.67	27.41	37.01
5.00	4.71	19.24	12.94	18.85	25.07	27.83	37.53
5.50	4.80	19.46	13.22	19.17	25.47	28.25	38.07
6.00	4.89	19.7	13.5	19.49	25.88	28.68	38.60
6.50	4.99	19.94	13.78	19.82	26.30	29.11	39.14
7.00	5.10	20.19	14.05	20.14	26.72	29.55	39.69
7.50	5.21	20.45	14.34	20.47	27.14	29.99	40.24
8.00	5.34	20.72	14.62	20.80	27.57	30.44	40.80
8.50	5.48	21.01	14.91	21.13	28.01	30.89	41.37
9.00	5.63	21.3	15.19	21.46	28.45	31.35	41.94
9.50	5.79	21.61	15.48	21.80	28.90	31.82	42.51
10.00	5.95	21.93	15.77	22.13	29.36	32.29	43.09
10.50	6.11	22.26	16.07	22.47	29.81	32.76	43.68
11.00	6.28	22.61	16.36	22.82	30.28	33.24	44.27
11.50	6.45	22.96	16.66	23.16	30.75	33.73	44.87
12.00	6.61	23.33	16.96	23.50	31.22	34.22	45.47

Nota: Actualización 2011

CÁLCULO DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN BASE.

Para que el uso común de la información contenida en las gráficas no dependa de la variación de los costos unitarios de los consumos y de los vehículos se decidió, como ha sido mencionado, el uso de factores de un costo base.

El costo de operación base se define en este anexo como el costo de operación por kilómetro de un vehículo que transita sobre una carretera recta y plana; esto es, con curvatura y pendiente iguales a cero y con pavimento en muy buenas condiciones (Índice de Rugosidad Internacional igual a 2 m/km, Índice de Servicio igual a 4.3). Dicho costo se calcula como la suma de los productos de los diferentes consumos del vehículo en un kilómetro de recorrido, por sus respectivos costos unitarios.

Con el uso de este concepto, bastará actualizar los costos unitarios periódicamente, utilizando precios promedio nacionales de los vehículos y consumos que se indican más adelante, para actualizar el costo base. Multiplicando éste por el factor leído en las gráficas, se obtendrá el costo de operación buscado.

Los costos unitarios no deberán de incluir impuestos o derechos como el IVA, el Impuesto Sobre Automóviles Nuevos (ISAN), etc. Esto se debe a que, desde una perspectiva nacional, interesan los costos y beneficios que la construcción y operación de los caminos representa para el país en su conjunto y en este sentido, los impuestos son sólo transferencias de dinero que el país no gasta, pues no forman parte del costo de producción de los insumos o de los vehículos. Para los combustibles se toma el precio en bomba sin IVA.

En la aplicación de esta metodología, se puede decir que la aproximación a la realidad de los resultados de este trabajo ha sido buena, ya que se ha tomado como referencia información real que valida los mismos. Desde luego, siempre será importante desarrollar estudios de campo más completos y conocer más sobre las prácticas de utilización de los vehículos por parte de las empresas transportistas.

COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (\$/km)
TIPO DE TERRENO: CASO BASE

IRI	TIPO DE VEHÍCULO						
	A	B2	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4
2.00	3.63	11.43	6.15	8.76	12.78	13.51	17.17
2.50	3.79	11.6	6.42	9.07	13.16	13.90	17.66
3.00	3.75	11.77	6.69	9.37	13.53	14.30	18.16
3.50	3.82	11.95	6.96	9.67	13.91	14.69	18.66
4.00	3.89	12.14	7.22	9.95	14.30	15.09	19.16
4.50	3.96	12.33	7.48	10.25	14.69	15.49	19.67
5.00	4.05	12.53	7.73	10.54	15.08	15.91	20.18
5.50	4.14	12.74	8.00	10.84	15.49	16.33	20.7
6.00	4.23	12.95	8.26	11.05	15.78	16.63	21.12
6.50	4.34	13.13	8.53	11.35	16.21	17.07	21.66
7.00	4.45	13.4	8.8	11.65	16.65	17.51	22.21
7.50	4.57	13.65	9.06	11.96	17.09	17.96	22.77
8.00	4.70	13.9	9.35	12.27	17.55	18.44	23.34
8.50	4.85	14.17	9.62	12.58	18.01	18.92	24.08
9.00	5.00	14.46	9.91	12.89	18.51	19.40	24.67
9.50	5.17	14.76	10.19	13.21	19.12	19.88	25.26
10.00	5.34	15.07	10.47	13.54	19.61	20.40	25.86
10.50	5.51	15.39	10.76	13.89	20.10	21.01	26.46
11.00	5.69	15.73	11.05	14.19	20.61	21.52	27.07
11.50	5.86	16.09	11.35	14.52	21.11	22.04	27.69
12.00	6.04	16.46	11.65	14.89	21.62	22.56	28.31

Nota: Actualización 2011

FACTOR DE COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR (\$/km)
TIPO DE TERRENO: CASO BASE

IRI	TIPO DE VEHÍCULO						
	A	B2	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4
2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2.50	1.02	1.01	1.04	1.3	1.2	1.2	1.2
3.00	1.03	1.02	1.7	1.5	1.5	1.5	1.5
3.50	1.05	1.04	1.10	1.8	1.7	1.8	1.7
4.00	1.06	1.05	1.13	1.10	1.09	1.09	1.09
4.50	1.08	1.07	1.17	1.12	1.11	1.11	1.10
5.00	1.10	1.08	1.20	1.14	1.13	1.13	1.12
5.50	1.12	1.09	1.23	1.16	1.16	1.17	1.16
6.00	1.13	1.10	1.26	1.18	1.19	1.19	1.18
6.50	1.16	1.11	1.30	1.20	1.22	1.23	1.22
7.00	1.19	1.13	1.33	1.22	1.25	1.26	1.25
7.50	1.21	1.15	1.36	1.24	1.28	1.28	1.27
8.00	1.24	1.16	1.39	1.27	1.32	1.30	1.28
8.50	1.28	1.18	1.42	1.29	1.35	1.34	1.32
9.00	1.32	1.21	1.57	1.32	1.38	1.37	1.35
9.50	1.36	1.22	1.50	1.36	1.42	1.40	1.38
10.00	1.40	1.23	1.54	1.38	1.46	1.43	1.40
10.50	1.44	1.25	1.58	1.40	1.49	1.48	1.46
11.00	1.48	1.27	1.63	1.43	1.53	1.51	1.49
11.50	1.53	1.30	1.66	1.47	1.57	1.53	1.50
12.00	1.57	1.33	1.71	1.49	1.60	1.56	1.52

Nota: Actualización 2011

FACTOR DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (\$/km)
TIPO DE TERRENO: PLANO

IRI	TIPO DE VEHÍCULO						
	A	B2	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4
2.00	1.04	1.10	1.11	1.13	1.10	1.13	1.16
2.50	1.06	1.11	1.14	1.16	1.12	1.15	1.18
3.00	1.07	1.12	1.18	1.19	1.16	1.18	1.20
3.50	1.09	1.14	1.22	1.21	1.18	1.21	1.23
4.00	1.10	1.15	1.25	1.23	1.21	1.23	1.26
4.50	1.12	1.16	1.28	1.26	1.24	1.25	1.28
5.00	1.14	1.17	1.31	1.29	1.27	1.28	1.30
5.50	1.16	1.19	1.35	1.31	1.29	1.30	1.33
6.00	1.18	1.21	1.38	1.33	1.31	1.32	1.35
6.50	1.20	1.22	1.41	1.35	1.34	1.35	1.37
7.00	1.23	1.24	1.45	1.38	1.37	1.37	1.39
7.50	1.27	1.26	1.49	1.41	1.40	1.40	1.42
8.00	1.29	1.27	1.52	1.43	1.43	1.43	1.45
8.50	1.33	1.29	1.55	1.45	1.46	1.47	1.47
9.00	1.37	1.31	1.59	1.47	1.50	1.51	1.50
9.50	1.41	1.33	1.63	1.50	1.53	1.54	1.53
10.00	1.45	1.34	1.67	1.53	1.56	1.56	1.56
10.50	1.48	1.36	1.70	1.57	1.60	1.59	1.59
11.00	1.52	1.39	1.74	1.60	1.64	1.63	1.63
11.50	1.56	1.41	1.79	1.62	1.68	1.67	1.66
12.00	1.62	1.44	1.83	1.64	1.71	1.69	1.68

Nota: Actualización 2011

FACTOR DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (\$/km)
TIPO DE TERRENO: LOMERIO

IRI	TIPO DE VEHÍCULO						
	A	B2	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4
2.00	1.15	1.36	1.39	1.47	1.38	1.46	1.55
2.50	1.17	1.37	1.41	1.50	1.40	1.49	1.57
3.00	1.19	1.39	1.45	1.53	1.43	1.51	1.59
3.50	1.20	1.40	1.49	1.56	1.47	1.53	1.62
4.00	1.21	1.41	1.53	1.58	1.49	1.56	1.65
4.50	1.23	1.43	1.57	1.60	1.51	1.59	1.67
5.00	1.25	1.44	1.61	1.63	1.54	1.61	1.69
5.50	1.27	1.45	1.65	1.66	1.57	1.63	1.72
6.00	1.29	1.47	1.68	1.69	1.60	1.66	1.75
6.50	1.31	1.49	1.71	1.71	1.63	1.68	1.77
7.00	1.34	1.51	1.75	1.75	1.66	1.71	1.79
7.50	1.37	1.53	1.78	1.77	1.68	1.74	1.81
8.00	1.40	1.54	1.82	1.79	1.71	1.77	1.85
8.50	1.43	1.56	1.86	1.82	1.74	1.81	1.89
9.00	1.46	1.58	1.90	1.86	1.77	1.85	1.92
9.50	1.49	1.60	1.94	1.88	1.80	1.87	1.94
10.00	1.56	1.62	1.97	1.90	1.84	1.89	1.96
10.50	1.60	1.65	2.00	1.93	1.87	1.91	1.99
11.00	1.64	1.67	2.05	1.96	1.91	1.94	2.02
11.50	1.68	1.69	2.09	1.98	1.95	1.98	2.04
12.00	1.72	1.71	2.13	2.02	1.98	2.01	2.07

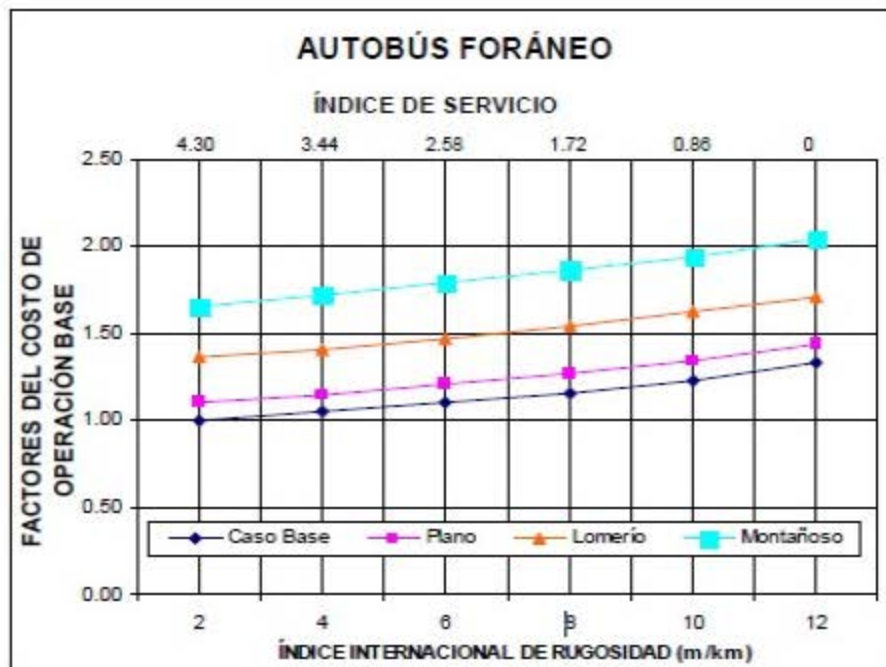
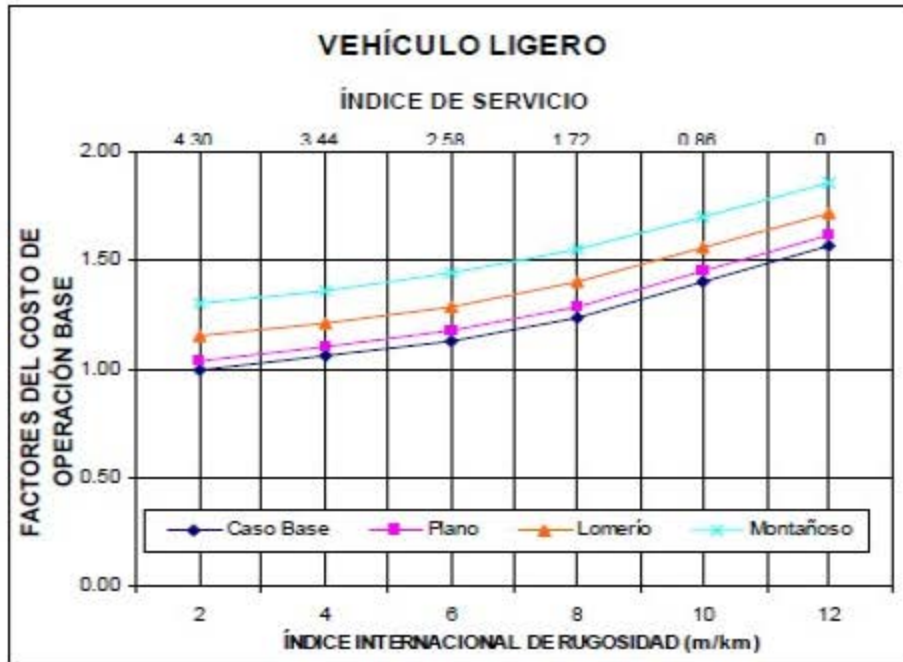
Nota: Actualización 2011

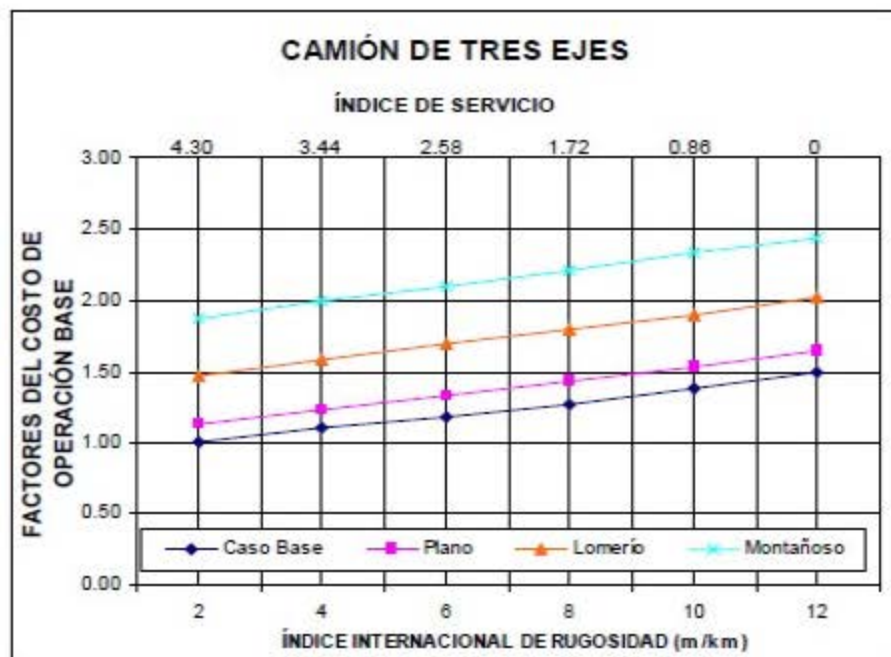
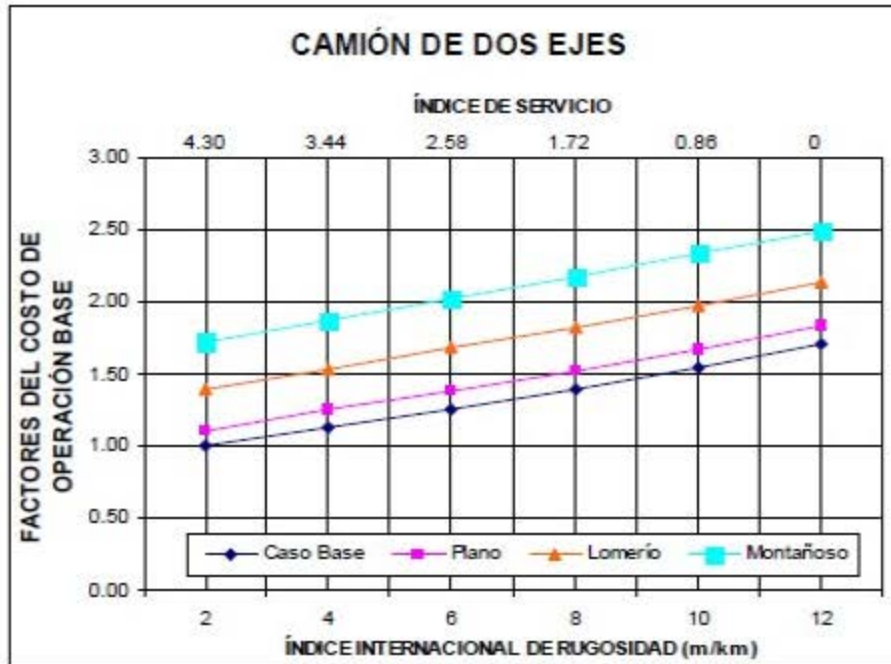
**FACTOR DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (\$/km)
TIPO DE TERRENO: MONTAÑOSO**

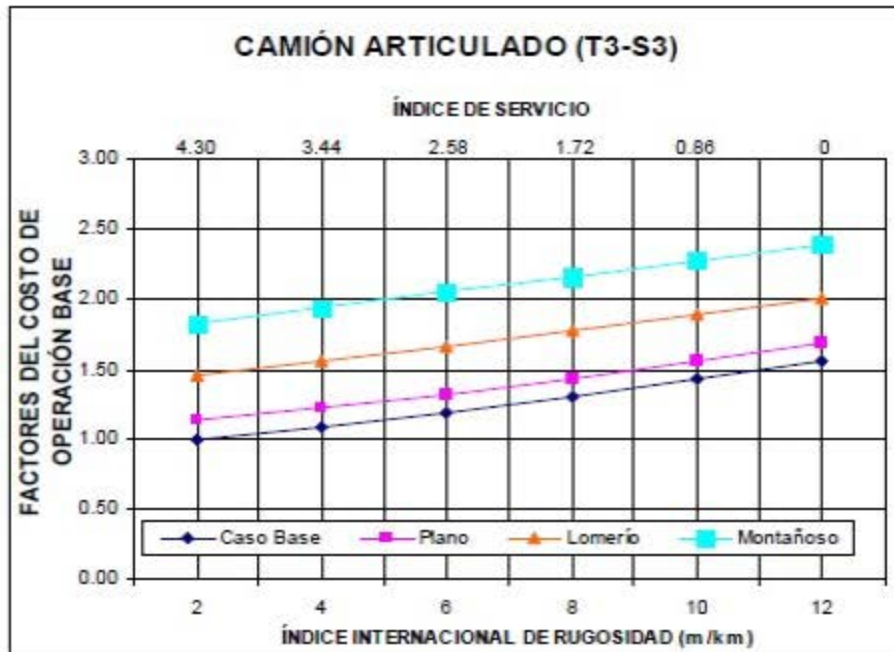
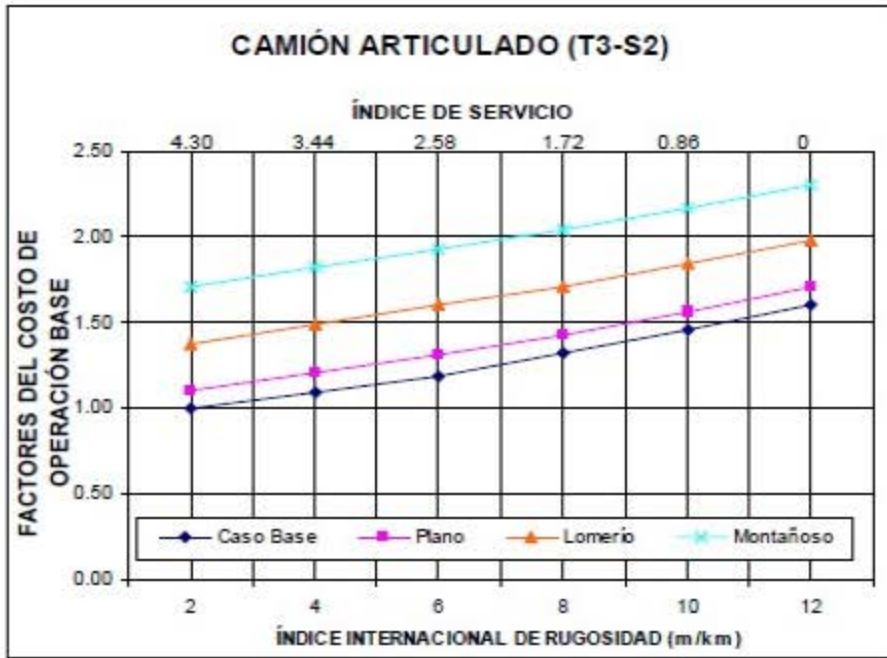
IRI	TIPO DE VEHICULO						
	A	B2	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4
2.00	1.30	1.66	1.72	1.87	1.71	1.83	1.98
2.50	1.32	1.68	1.76	1.89	1.74	1.86	2.00
3.00	1.34	1.70	1.80	1.91	1.79	1.89	2.04
3.50	1.35	1.71	1.84	1.95	1.81	1.92	2.06
4.00	1.36	1.72	1.87	1.99	1.82	1.94	2.08
4.50	1.38	1.74	1.90	2.02	1.84	1.97	2.10
5.00	1.40	1.76	1.94	2.05	1.88	1.99	2.12
5.50	1.42	1.78	1.98	2.08	1.92	2.03	2.15
6.00	1.44	1.79	2.02	2.10	1.93	2.05	2.19
6.50	1.46	1.81	2.05	2.13	1.97	2.07	2.21
7.00	1.49	1.82	2.09	2.16	1.99	2.09	2.24
7.50	1.52	1.84	2.14	2.18	2.02	2.13	2.27
8.00	1.55	1.86	2.17	2.21	2.04	2.16	2.29
8.50	1.58	1.88	2.20	2.24	2.07	2.19	2.31
9.00	1.61	1.91	2.25	2.27	2.10	2.21	2.35
9.50	1.66	1.92	2.28	2.30	2.14	2.25	2.38
10.00	1.70	1.94	2.33	2.33	2.17	2.27	2.40
10.50	1.73	1.96	2.37	2.36	2.19	2.30	2.43
11.00	1.77	2.00	2.41	2.39	2.22	2.34	2.47
11.50	1.81	2.02	2.45	2.41	2.26	2.38	2.59
12.00	1.86	2.04	2.49	2.44	2.30	2.39	2.52

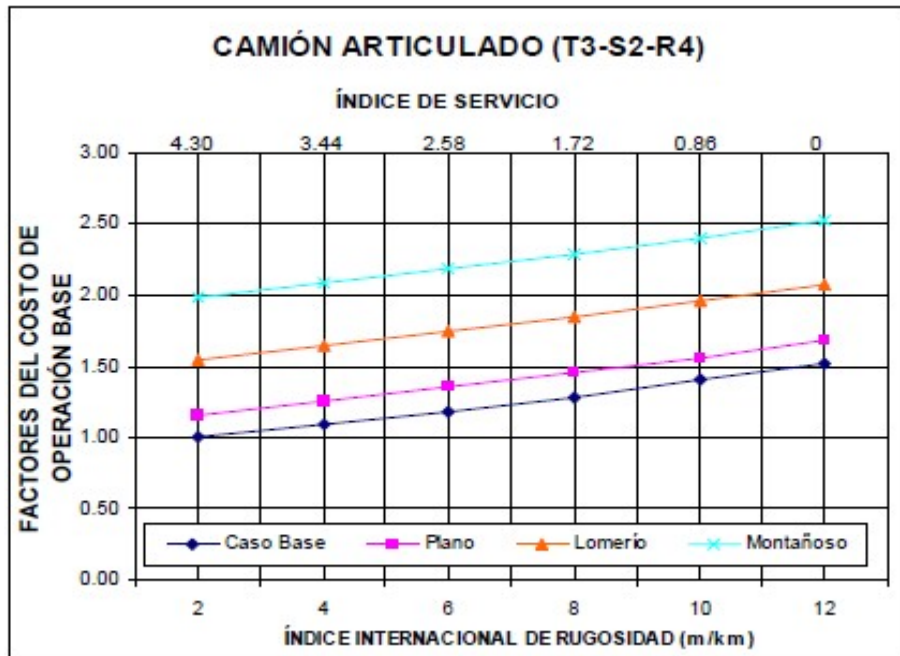
Nota: Actualización 2011

Las siguientes gráficas relacionan para los siete tipos de vehículos y tres tipos de terreno, la rugosidad y el índice de servicio con el costo de operación, el cual se considera como 1 en un tramo recto de pendiente 0% y pavimento nuevo (Índice de Rugosidad Internacional = 1-2 m/km; Índice de Servicio = 4.5-5).









Los datos obtenidos del programa VOCMEX, se utilizarán para calcular **los costos de operación anual por kilómetro**, para cada tipo de vehículo, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{COA} = \text{Fb} \times \text{CB} \times \text{TDPA} \times 365$$

donde:

COA es el costo de operación anual por kilómetro para todos los vehículos de un mismo tipo

Fb es el Factor del Costo de Operación Base que se lee de las gráficas para el tipo de vehículo, tipo de terreno y estado superficial deseados

CB es el Costo de Operación Base del vehículo, que se obtiene en el apartado correspondiente de este Anexo,

TDPA es el Tránsito Diario Promedio Anual del vehículo

365 corresponde al número de días en el año.

BIBLIOGRAFÍA.

Anteproyecto de normas SCT de proyecto, construcción y conservación de la infraestructura del transporte. Parte 2.01 Proyecto Geométrico. Tomo I. Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila, Qro.1992.

Blank, Leland y Tarquin, Anthony, Ingeniería Económica, Quinta edición, Edit. Mc. Graw Hill, México, 2004.

Baca, Urbina Gabriel, Evaluación de proyectos, Cuarta edición. Edit Mc. Graw Hill, México, 2003.

Bolívar, Héctor, Elementos para la evaluación de proyectos de inversión, UNAM Facultad de Ingeniería, México, 2001.

Cal y Mayor, r. Rafael, Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones, Séptoma edición. Edit. Alfaomega, México 1999.

Chías, Becerril Luis, Apuntes de Transporte y Configuración del Territorio, Posgrado de Ingeniería, UNAM, 2010.

De Buen, Oscar Richacarday, Evaluación de Proyectos de Transporte III, Curso Internacional de Gestión de Proyectos de Inversión, centro de educación continua, UNAM, México 1989.

Diagnóstico general sobre la plataforma logística de transporte de carga en México, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, Publicación Técnica no. 233, Sanfandila, Qro, 2003.

El Sector Carretero en México: La Red Nacional de Carreteras; Dirección General de Desarrollo Carretero, Subsecretaría de Infraestructura, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México, 2009.

Fontaine, R. Ernesto, Evaluación social de proyectos, Doceava edición, Edit. Alfaomega, Chile, 2005.

Guido, Radelat Egües, Manual de Ingeniería de Tránsito, International Road Federation, The Reuben H. Donnelly Corporation, Chicago Illinois, 1964.

Lazo, Morgain Leonardo, Una fisonomía de la Ingeniería de Tránsito, Tercera edición, Edit. Porrúa, 1981.

Libro 2, Normas de Servicios Técnicos. Parte 2.01. Proyecto Geométrico, Título. 2.01.01 Carreteras. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, SCT. México, D.F., 1984.

Paterson, Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements. Technical Paper 46. The World Bank. Washington, D.C 1987

Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-012-2-2002. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Subsecretaría de Transporte. Diario Oficial de la Federación, México. 25 de Enero de 2002.

Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-012-2-2008. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Subsecretaría de Transporte. Diario Oficial de la Federación, México. 23 de Marzo de 2008.

Reglamento Sobre el Peso, Dimensiones y Capacidad de los Vehículos de Autotransporte que Transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal.

Sapag, Nassir y Sapag, Chain, Preparación y Evaluación de Proyectos, Cuarta Edición, Edit Mc. Graw Hill, Colombia, 2003.

Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. (SAHOP), México, D.F., 1977.

Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras., México, D.F., 2009.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras., 1ª, edición, 4ª. Reimpresión, S.C.T., México, D.F., 1991.

SITIOS WEB.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, <http://www.inegi.gob.mx>

Banxico, <http://www.banxico.org.mx>

PEMEX, <http://www.comercialrefinacion.pemex.com/portal/>

DIRECTORIO DE DISTRIBUIDORES.

Distribuidor VOLKSWAGEN.

CRESTA Iztapalapa

<http://www.vw.com.mx>

Eje 5 Oriente Av. Javier Rojo Gómez No. 472, Esq. Con Eje 6 Sur, Col. Industrial Iztapalapa Del. Iztapalapa C.P. 0900

Tel. 56-86-24-23 y 56-86-73-99

Distribuidor Grupo DINA S.A. de C.V.

<http://www.dina.com.mx>

Poniente 134 #680 Col. Industrial Vallejo

Del. Azcapotzalco C.P. 02300

Distribuidor VOLVO.

<http://www.volvo.com>

Lago de Guadalupe #289 Tultitlán Estado de México.

Teléfono: 50-90-37-00 (VOLVO Autobuses, centro de atención a clientes)

Distribuidor INTERNATIONAL Cía.

<http://www.international.com.mx>

Calzada Vallejo #820 Esq. Poniente 140.

Teléfono: 53-33-60-02 (Informes y ventas)

OTRAS FUENTES CONSULTADAS.

Comisión Nacional de Salarios Mínimos.
Av. Cuauhtémoc No. 14 Col Doctores 06720 México D.F.
Tel. 57-61-57-78
<http://www.conasami.gob.mx>

Continental de llantas S.A.
Av. Universidad No. 217 Col. Narvarte, Del Benito Juárez C.P. 03020
Teléfonos: 55-43-13-17 y 55-23-04-99
<http://www.continentaldellantas.com>
<http://www.llantas.com.mx>