

E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DPTO. DE CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN
TÉCNICO-ECONÓMICA, PARA
SELECCIONAR EL TIPO DE PAVIMENTO A
CONSTRUIR EN UNA CARRETERA**

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO CÍVIL

ELAVORADO POR:

DIEGO DYRON ESTACIO CACERES

SANGOLQUÍ, 12 de Enero del 2009

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. DIEGO BYRON ESTACIO CÁCERES como requerimiento parcial a la obtención del título de INGENIERO CIVIL.

_____ 12 de Enero del 2009 _____

Fecha

ING. MILTON TORRES

ING. ESTUARDO ESCOBAR

REVISADO POR

ING. JORGE ZUÑIGA

DEDICATORIA

El presente trabajo esta especialmente dedicado a mis Padres queridos Guido y Lupe, mi Esposa linda, mi hijita Emily y nuestro bebe que esta próximo a acompañarnos y con gran cariño a mis hermanos Alfredo, Milton, Jhonny, que con esfuerzo y sacrificio me han permitido superar las barreras que se han mostrado la vida día a día, ellos que con su forma de pensar y de afrontar la vida me han ilustrado, que nada es imposible que todo lo que nos proponemos lo podemos lograr.

AGRADECIMIENTOS

El presente agradecimiento es principalmente para Dios por permitirme estar aquí junto a todas las personas que me han ayudado de forma desinteresada, un especial agradecimiento al Ing. Milton Torres E. Ing. Estuardo Escobar E. Director y Codirector del proyecto de Tesis, al Ing. Jorge Zúñiga Coordinador de la Carrera de Ingeniería Civil, a cada Ing. Profesor que me impartió sus conocimientos en cada uno de los niveles cursados, a mis compañeros y amigos por su apoyo irrelevante Cristian, Luís, Cesar, Darío, Galo, Gabriela, Sofía, Arturo, Marco, Bladimir, Erick, Edwin, Wilian, Xavier, Wilson, Miguel, Patricio, entre otros.

A todos y cada uno de ellos un gran abrazo por respaldar mi sacrificio y esfuerzo realizado a lo largo de los años mil y mil veces gracias a todos quienes conforman la Carrera de Ingeniería Civil.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CAPÍTULO I	- 18 -
ANTECEDENTES GENERALIDADES OBJETIVOS	
1.1.-ANTECEDENTES.....	- 18 -
1.2.-GENERALIDADES.....	- 20 -
1.2.1.- DIFERENCIAS BÁSICAS.....	- 22 -
1.3.-OBJETIVOS.....	- 24 -
1.3.1.- OBJETIVO GENERAL	- 24 -
1.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	- 24 -
CAPÍTULO II.....	- 25 -
DEFINICIONES	
2.1.-DEFINICIONES.....	- 25 -
CAPÍTULO III.....	- 32 -
EVALUACIÓN ECONÓMICA PARÁMETROS DE ANÁLISIS	
3.1.- CONSIDERACIONES EN TORNO A LOS ESTUDIOS DE RENTABILIDAD EN CARRETERAS.....	- 32 -
3.2.- IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROYECTO Y DE SU ZONA DE INFLUENCIA.....	- 34 -
3.2.1.- RAMIFICACIÓN.....	- 34 -
3.2.2.-CARACTERÍSTICAS DE LOS TRAMOS	- 35 -
3.2.- ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	- 36 -

E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

3.3.-PREVISIÓN DE COSTES Y BENEFICIOS. VIDA ÚTIL.....	- 38 -
3.3.1.-VIDA ÚTIL.....	- 38 -
3.3.2.- COSTES DE PROYECTO.....	- 38 -
3.3.2.1.- GASTOS DE PRIMERA INVERSIÓN	- 39 -
3.3.2.2.- GASTOS DE REHABILITACIÓN Y CONSERVACIÓN	- 39 -
3.4.-BENEFICIOS DE CADA ALTERNATIVA	- 42 -
3.3.1.- COSTOS DE FUNCIONAMIENTO.....	- 43 -
3.3.1.1.- GASTOS DE AMORTIZACIÓN	- 43 -
3.3.1.2 GASTOS DE CONSERVACIÓN.....	- 45 -
3.3.1.3. CONSUMO DE COMBUSTIBLE	- 48 -
3.3.1.4.- GASTOS DE LUBRICANTES	- 54 -
3.3.1.5.- GASTOS DE NEUMÁTICOS	- 55 -
3.3.2. COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO	- 58 -
3.4.-CRITERIOS E INDICADORES DE RENTABILIDAD ECONÓMICA. TASA DE ACTUALIZACIÓN	- 61 -
3.5.- TASA DE ACTUALIZACIÓN O DESCUENTO	- 62 -
3.6.- INDICADORES ECONÓMICOS.....	- 62 -
3.6.1. INDICADORES QUE VARÍAN CON UNA TASA DE ACTUALIZACIÓN.....	- 63 -
3.6.1.1. VAN. VALOR ACTUAL NETO.....	- 63 -
3.6.1.2. B/C. RELACIÓN BENEFICIO-COSTOS.....	- 64 -
3.6.1.3. PRI. PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.....	- 64 -

E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

3.6.2. INDICADORES INDEPENDIENTES DE LA TASA DE ACTUALIZACIÓN.....	64 -
3.6.2.1. TIR. TASA INTERNA DE RETORNO.....	64 -
3.7.-CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	65 -
CAPÍTULO IV.....	67 -
FUNDAMENTO TEÓRICO ADOPTADO	
4.1.-INTRODUCCIÓN.....	67 -
4.2.-PAVIMENTAR UNA CARRETERA SIGNIFICA.....	68 -
4.3.-CRITERIO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD DE PAVIMENTAR UNA CARRETERA.....	69 -
4.2.1.-COSTOS DE PAVIMENTACIÓN.-.....	71 -
4.2.2.-DIFERENCIA C EN LOS COSTOS DE CONSERVACIÓN.-.....	71 -
4.3.-LA ECONOMÍA (E) EN LOS FLETES VIALES.-.....	74 -
4.4.-TRÁFICO FUTURO PROBABLE.-.....	74 -
4.4.-CRITERIO PARA ESCOGER EL TIPO DE PAVIMENTO.....	76 -
4.5.-CÁLCULO DE LOS DIFERENTES FACTORES.....	77 -
4.6.-CÁLCULO DE LA ECONOMÍA (E).-.....	78 -
4.7.-ECONOMÍA POR VEHÍCULOS.....	79 -
4.7.1.-CRITERIO ADOPTADO.....	79 -
4.8.-CÁLCULO DE P.....	82 -
4.9.-CÁLCULO DE C.-.....	83 -

E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

4.10.-CÁLCULO DE E.....	- 84 -
4.11.- CRITERIO PARA ESCOGER EL TIPO DE PAVIMENTO.....	- 95 -
CAPÍTULO V	- 96 -
ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE EVALUACIÓN – TÉCNICO ECONÓMICO	
5.1.- DIAGRAMA DE FLUJO.-.....	- 97 -
CAPÍTULO VI.....	- 98 -
APLICACIÓN PRÁCTICA	
6.1.- IMPORTANCIA.-.....	- 98 -
6.2.- PARÁMETROS CONSIDERADOS.....	- 99 -
6.2.1-COSTOS DE CONSTRUCCIÓN	- 99 -
6.2.1.1.-COSTOS DE CONSTRUCCIÓN:.....	- 99 -
6.2.1.1.2.- RUBROS QUE CONFORMAN EL PAVIMENTO RÍGIDO.....	- 99 -
6.2.1.1.3. RUBROS QUE CONFORMAN EL PAVIMENTO FLEXIBLE. ...	- 100 -
6.2.2.-T.P.D.A.....	- 101 -
-	
6.2.3.- TASAS DE CRECIMIENTO.....	- 103 -
6.3.- COSTOS DE OPERACIÓN DE VEHÍCULOS CONSIDERADOS EN EL ANÁLISIS.....	- 103 -

E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

6.3.1.- CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN CARRETERAS DE TIERRA.....	103 -
6.3.2.-COSTOS DE OPERACIÓN DE VEHÍCULOS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS	104 -
6.3.3.-PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	105 -
6.4.-COSTOS DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO.....	106 -
6.4.1.-ESTRATÉGIAS DE MANTENIMIENTO.-.....	106 -
6.4.1.1.-PAVIMENTO RÍGIDO.-	107 -
6.4.1.2.-PAVIMENTO FLEXIBLE.-.....	109 -
6.4.1.3.-CARRETERAS EN TIERRA.-.....	112 -
6.5.-VIDA ÚTIL DEL VEHÍCULO.-.....	112 -
6.6.-TASA DE INTERÉS REFERENCIAL.....	112 -
6.7.-DESARROLLO DEL EJERCICIO PRÁCTICO.....	113 -
6.7.1.-DETERMINACIÓN Y PROYECCIÓN DEL TRÁFICO FUTURO. ...	113 -
6.7.2.-EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS....	114 -
6.7.3.-ECONOMIA UNITARIA PARA CADA GÉNERO DE VEHÍCULO QUE CIRCULA SOBRE EL PAVIMENTO RÍGIDO.....	119 -
6.7.4.-ECONOMIA POR GÉNERO DE VEHÍCULO EN PAVIMENTO RÍGIDO.	121 -
6.5.-EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	126 -
6.5.1. DETERMINACIÓN DEL TRÁFICO FUTURO.....	126 -

E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

6.5.2.- DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	126 -
6.5.3.-ECONOMIA UNITARIA PARA CADA GÉNERO DE VEHÍCULO QUE CIRCULA SOBRE EL PAVIMENTO FLEXIBLE.	129 -
6.5.4.-ECONOMIA POR GÉNERO DE VEHÍCULO EN PAVIMENTO FLEXIBLE.	129 -
6.6.- CRITERIO PARA ESCOGER EL TIPO DE PAVIMENTO.....	134 -
CAPÍTULO VII	141 -
7.1. CONCLUSIONES.-.....	141 -
7.2. RECOMENDACIONES.-.....	143 -
BIBLIOGRAFÍA	144 -
ANEXO 1	148 -
GUÍA DEL PROGRAMA DE EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICO	
ANEXO 2	157
PRESUPUESTOS REFERENCIALES	

LISTADO DE TABLAS

Tabla 3. 1 COSTOS DE REHABILITACIÓN	40 -
Tabla 3. 2 GASTOS DE CONSERVACIÓN.....	46 -
Tabla 3. 3 CAMBIO DE NEUMÁTICOS SEGÚN CARACTERÍSTICAS DE TRÁFICO Y LA CARRETERA.....	56 -
Tabla 3. 4 CAMBIO DE NEUMÁTICOS SEGÚN CARACTERÍSTICAS DE TRÁFICO Y LA CARRETERA.....	57 -

E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Tabla 4. 1 CONSUMO EN %, VERIFICADO EN LAS CARRETERAS PAVIMENTADAS EN RELACIÓN A LAS CARRETERAS DE TIERRA. - 88 -
Tabla 4. 2 CONSUMO DE VEHÍCULO POR KM. DE CARRETERA EN TIERRA- 92 -
Tabla 4. 3 CONSUMO DE VEHÍCULO POR KM. EN CARRETERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE- 93 -
Tabla 4. 4 CONSUMO DE VEHÍCULO POR KM. EN CARRETERA CON PAVIMENTO RÍGIDO- 93 -

Tabla 6. 1 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN PAVIMENTO RÍGIDO.....- 100 -
Tabla 6. 2 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN PAVIMENTO FLEXIBLE ...- 101 -
Tabla 6. 3 T.P.D.A.- 102 -
Tabla 6. 4 CLASIFICACIÓN DE T.P.D.A.- 102 -
Tabla 6. 5 TASAS DE CRECIMIENTO- 103 -
Tabla 6. 6 CONSUMO EN CARRETERAS PAVIMENTADAS CON RELACIÓN A LAS CARRETERAS EN TIERRA EN PORCENTAJE (%).....- 104 -
Tabla 6. 7 COSTOS DE OPERACIÓN EN PAVIMENTOS RÍGIDOS.- 105 -
Tabla 6. 8 COSTOS DE OPERACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.- 105 -
Tabla 6. 9 COSTOS DE MANTENIMIENTO PARA CARRETERAS.....- 108 -
Tabla 6. 10 COSTOS DE MANTENIMIENTO PARA CARRETERAS PAVIMENTOS FLEXIBLES- 111 -
Tabla 6. 11 CÁLCULO Y PROYECCIÓN DEL TRÁFICO FUTURO.....- 114 -
Tabla 6. 12.COSTOS DE MANTENIMIENTO PARA CARRETERAS PAVIMENTO RÍGIDO.....- 115 -
Tabla 6. 13. COSTOS DE MANTENIMIENTO A 25 AÑOS PAVIMENTO RÍGIDO- 117 -
Tabla 6. 14 ECONOMÍA UNITARIA PARA CADA GÉNERO DE VEHÍCULO PAVIMENTO RÍGIDO.- 121 -
Tabla 6. 15. ECONOMÍAS DE VEHÍCULOS ENTRE LOS AÑOS 1-5....- 122 -

Tabla 6. 16 ECONOMÍAS DE VEHÍCULOS ENTRE LOS AÑOS 11-15.- 123 -
Tabla 6. 17 ECONOMÍAS DE VEHÍCULOS ENTRE LOS AÑOS 16-20.- 123 -
Tabla 6. 18 ECONOMÍAS DE VEHÍCULOS ENTRE LOS AÑOS 21-23.- 124 -
Tabla 6. 19 ECONOMÍA GLOBAL PAVIMENTO RÍGIDO.- 125 -
Tabla 6. 20 COSTOS DE MANTENIMIENTO PARA CARRETERAS PAVIMENTO FLEXIBLE- 126 -
Tabla 6. 21 ECONOMÍA UNITARIA PARA CADA GÉNERO DE VEHÍCULO PAVIMENTO FLEXIBLE.- 127 -

Tabla 6. 22 ECONOMÍA UNITARIA PARA CADA GÉNERO DE VEHÍCULO PAVIMENTO FLEXIBLE	129 -
Tabla 6. 23 ECONOMÍAS DE VEHÍCULOS ENTRE LOS AÑOS 1-5.....	130 -
Tabla 6. 24 ECONOMÍAS DE VEHÍCULOS ENTRE LOS AÑOS 5-10...-	130 -
Tabla 6. 25 ECONOMÍAS DE VEHÍCULOS ENTRE LOS AÑOS 10-15.-	131 -
Tabla 6. 26 ECONOMÍAS DE VEHÍCULOS ENTRE LOS AÑOS 15-20.-	131 -
Tabla 6. 27 ECONOMÍAS DE VEHÍCULOS ENTRE LOS AÑOS 20-25.-	132 -
Tabla 6. 28 ECONOMÍA GLOBAL PAVIMENTO FLEXIBLE.	133 -

LISTADO DE FIGURAS

Fig. 1. 1DIFERENCIAS BÁSICAS ENTRE PAVIMENTOS.....	22 -
Fig. 2. 2 COMPOSICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.	26 -
Fig. 2. 3 ESQUEMA PAVIMENTO FLEXIBLE.....	28 -
Fig. 2. 4MAYOR CONSUMO DE ILUMINACIÓN (PAVIMENTO FLEXIBLE)	29 -
Fig. 2. 5COMPOSICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO.....	29 -
Fig. 2. 6ESQUEMA PAVIMENTO RÍGIDO.	30 -
Fig. 2. 7MENOR CONSUMO DE ILUMINACIÓN.....	31 -

Fig. 3. 1 COSTOS DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CAMIONES.....	47 -
Fig 3. 2 CURVAS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE PARA AUTOMÓVILES EN LLANO Y PENDIENTES	50 -
Fig 3. 3 CURVAS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE PARA CAMIONES CON CARGA MEDIA EN LLANO Y PENDIENTES.....	52 -
Fig. 4. 1 TRÁFICO FUTURO	75 -
FIG 5. 1 PROCESO DEL PROGRAMA DE EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICO.....	97 -
Fig. 6. 1 CICLO DE VIDA.....	109 -
Fig. 6. 2 VALOR ACTUAL DE LAS ALTERACIONES EN LOS COSTOS DE CONSERVACIÓN PAVIMENTO. RÍGIDO.....	118 -
Fig. 6. 3. COSTOS DE MANTENIMIENTO PAVIMENTO FLEXIBLE..	128 -

ABREVIATURAS

Km	Kilómetros
L	Vida útil del vehículo
Km/h	Kilómetros por hora
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials <i>(Asociación Americana de Estado de Carreteras y Transportes)</i>

E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Oficiales)

TIR	Tasa interna de retorno
VAN	Valor actual neto
B/C	Beneficio costo
Vi	Factor de reducción
i	Años
E	Economía por tipo de vehículo
P	Costos de construcción de un kilómetro de carretera
C	Costos de mantenimiento
m ³	Metro cúbico
m ³ /Km	Metro cúbico kilómetro
lt	Litro
ml	Metro lineal
Kg	Kilogramos
Ha	Hectáreas
u	unidad
m ²	Metro cuadrado
M.T.O.P.	Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador

RESUMEN

La necesidad de racionalizar los procesos de inversión en carreteras obliga a plantearse las siguientes preguntas; ¿Es necesario actuar en ese tramo?, ¿Qué alternativa es la que mejor resuelve la necesidad planteada?, antes de proceder a la aprobación de una actuación concreta.

De las fases generales de un proyecto de carreteras, entendiendo como una inversión pública, y que reseñamos a continuación de los cuales hay que extraer los puntos que inciden directamente en la evaluación y que no tienen que reducirse a los puntos estrictamente técnicos, dado que hay variables que no son tomadas en cuenta como la rentabilidad de los proyectos, un análisis cuantificable a lo largo de su vida útil.

En el Ecuador ha sucedido, que poca importancia se ha dado al Análisis Técnico Económico de las vías, basta con observar el monto de las inversiones realizadas en la ejecución de proyectos viales y observar que casi todos fueron realizados sin ningún estudio Técnico Económico adecuado.

En ese sentido la presente Tesis trata de dar una idea de los principales aspectos a tomar en cuenta para el Análisis Técnico Económico antes de construir una vía y dar una idea del tipo de pavimento que debe tener la misma.

ABSTRACT

The need to streamline the processes of investment in roads must raise these questions; ¿Is it necessary to act in that range?, ¿what is the alternative that best solves the need raised?, before making a wing adoption of concrete action.

In general stages of a road project, understood as a public investment, and that described below for which we must extract the points that directly impact assessment, and do not have to be reduced to the strictly technical, as there are variables are not taken into account as the profitability of projects, a quantifiable analysis throughout his life.

In Ecuador has happened, that little importance is given to the Economic Analysis of the tracks, just look at the amount of investments made in the implementation of road projects and noted that almost all were performed without any study Technical Economic appropriate.

In that sense this thesis tries to give an idea of the main aspects to take into account for the Economic Analysis before building a road and give an idea of the type of pavement should be the same.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES GENERALIDADES OBJETIVOS

1.1.-ANTECEDENTES

Las carreteras han sido durante décadas el principal medio de desplazamiento de viajeros, y la vía principal para la distribución de mercancías. Al conectar los pueblos y comunidades con las grandes ciudades, y al fortalecer la integración de los países, las carreteras han sido indispensables en el desarrollo de diversas actividades y regiones en todo el mundo

Actualmente, ante un mundo cada vez más integrado, que intercambia más bienes y servicios, la importancia de las carreteras se ha incrementado notablemente, convirtiéndose en verdaderas vías que impulsan la economía y, el desarrollo social de los pueblos. Es por tanto, indispensable contar con estas estructuras para asegurar una circulación segura, cómoda y fluida.

Dada la importancia de las carreteras dentro de la economía de un país, ya que los costes de transporte de viajeros y mercancías dependen en gran medida de los deterioros que presenten los pavimentos, es fundamental mantener las

características de las carreteras de la mejor manera posible, para evitar elevar los costos de operación de los vehículos que transitan por ellas.

Por lo tanto el tema de investigación presentado como tesis es de gran importancia para el país, puesto que en la actualidad no se cuenta con el debido análisis para la selección de los diferentes tipos de pavimentos a construirse en las vías del Ecuador.

Nuestro país selecciona la capa de rodadura de forma aleatoria la cual genera un alto costo económico al no tomar la mejor decisión, ya que elegir una de los dos alternativas de pavimentos, sin un análisis técnico adecuado hecho que influirá directamente la precaución de buenos pavimentos ayuda a mejorar la circulación, disminuir los tiempos de viaje y los costos de operación de los vehículos entre otros de los múltiples beneficios tangibles e intangibles que se obtiene con la provisión de este servicio.

Por lo que proponemos un Análisis Técnico Económico en la selección del tipo de pavimento a construirse en una carretera, con lo que conseguimos acceder a un óptimo alcance de los recursos económicos de nuestros gobiernos.

El presente proyecto pretende realizar estimativos a futuro de los costos, económicos de una manera técnica, de manera tal que se busque la mejor alternativa de menor costo total; analizando y realizando comparaciones en términos económicos como: La Comparación Neta entre Beneficio Costo, La Relación Beneficio Costo, y la Tasa Interna de Retorno.

A los que se incrementaran variables técnicas como son: el costo de operación de vehículos, costos de mantenimiento y el valor del tiempo de los usuarios.

Con el análisis de esta tesis se pretende optimizar los recursos monetarios realizados por organismos gubernamentales a fin de que cada dólar gastado sea en beneficio de la colectividad en la determinación adecuada del tipo de capa de rodadura en una carretera.

1.2.-GENERALIDADES.-

Está fuera de duda la importancia vital de las carreteras en el desarrollo económico de una nación.

Para la realización de una carretera grandes sumas de dinero son necesarias por lo que es adecuado que este capital sea preservado, un óptimo uso de los

recursos económicos, se desarrolla con un apropiado estudio que se debe realizar antes de tomar la decisión de que tipo de pavimento a colocar.

Si construyéramos una carretera y no ejecutamos su pavimentación, en poco tiempo ella se desintegrará bajo la acción de los siguientes factores:

El Tráfico.- produce la disgregación del material superficial, por el roce de los neumáticos o choques motivados por la repercusión de los resortes de los vehículos.

El Agua.- sea por el agua de infiltración por falta de drenaje subterráneo, sea por el agua de las lluvias, la superficie de rodamiento sufrirá los efectos de la erosión y disminución de resistencia mecánica, con sus consecuentes daños.

Es por estas y otras razones por la que se deben pavimentar las carreteras, lo que proponemos es una adecuada selección de la capa de rodadura en base a un criterio Técnico y a su vez Económico en función de dos tipos de pavimentos usados en nuestro país, cuyas diferencias básicas son:

1.2.1.- DIFERENCIAS BÁSICAS

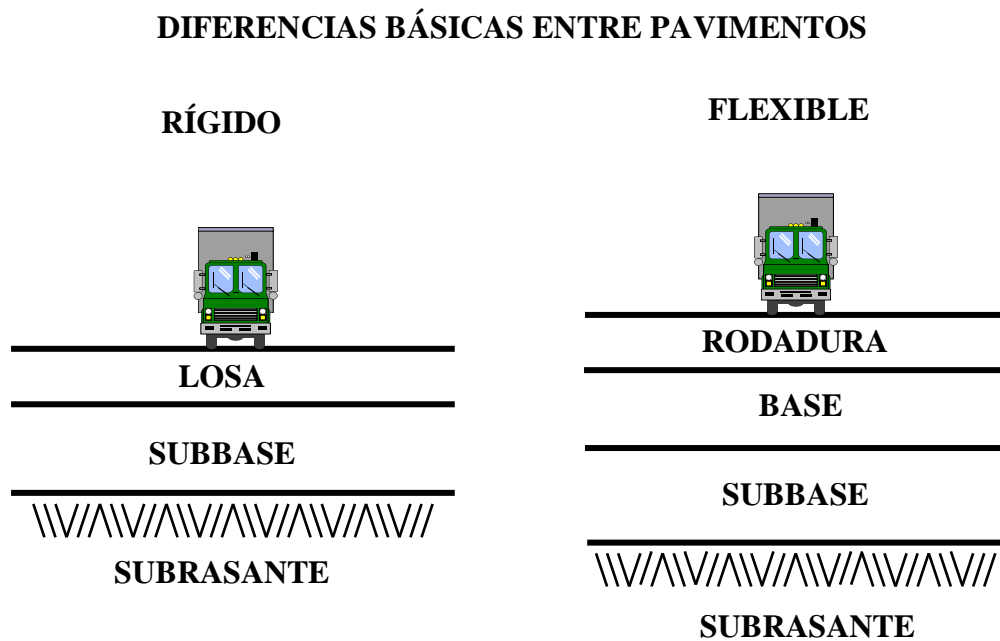


Fig. 1. 1Diferencias Básicas entre Pavimentos.

Los organismos de decisión vial reciben informes de factibilidad y son estos los que realizan las decisiones, posibilidades Técnico Económicas en las diferentes alternativas de solución de un proyecto.

En nuestro medio las soluciones el concreto hidráulico o el concreto asfáltico son las soluciones más frecuentes siendo la primera opción la más apetecida por

los usuarios de las vías por su mayor vida útil, sin tomar en cuenta factores que pueden cambiar el comportamiento de estas capas de rodadura.

Se precisa destacar tanto lo presente como futuro en donde se consideren los costos de construcción, mantenimiento e incluso el valor residual, pues si solo se toma uno de los dos, se realizaría una decisión errónea.

Algunos organismos de decisión vial consideran que construir una mayor longitud de caminos de “bajo costo“, permite incorporar a corto plazo mayores áreas de producción, sin pensar que, en la mayor parte de los casos, aquellos que incentivados por esos caminos aumentan su producción, se encuentran que cuando esto ocurre ya los caminos están intransitables, no pueden sacar sus productos, y lo que es peor, no hay presupuesto para su reconstrucción.

Un sistema de Evaluación Técnica Económica nos brindara un gran apoyo en la toma de decisiones, encontrar una óptima distribución de fondos destinados al mantenimiento y reconstrucción de pavimentos, de esta manera permitiremos que se haga un adecuado uso de los recursos existentes.

1.3.-OBJETIVOS

1.3.1.- OBJETIVO GENERAL

- Determinar el procedimiento Técnico – Económico para seleccionar el tipo de capa de rodadura a construirse en una carretera, que sea económicamente rentable para el organismo ejecutor de la obra.

1.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las alternativas del tipo de pavimento a seleccionar, a través de la comparación económica de las alternativas.
- Maximizar beneficios de los usuarios que utilizan las vías. Los beneficios los cuantificamos en términos económicos o en como mejorar la calidad de servicio o de seguridad de la vía.
- El valor de los recursos es fundamental en la conservación y en el sistema financiero en general. Este concepto puede interpretarse también como costos de oportunidad ya que el costo sufre al destinar determinado tipo de recursos a una actividad y dejar de aprovecharlos en otra.

CAPÍTULO II

DEFINICIONES

2.1.-DEFINICIONES

El pavimento es una estructura de cimentación que sirve para distribuir las cargas que le son impuestas por los cálculos tales como la subrasante que los vehículos circulen con comodidad, confort y seguridad, etc.

El pavimento es una estructura de cimentación que toma por objeto:

- Distribuir los esfuerzos a la subrasante.
- Proveer una superficie de rodadura que permite circular a los vehículos con comodidad y confort.
- Impermeabilizar

Existen generalmente dos tipos de pavimentos que se citan a continuación:

Pavimentos Flexibles.- (Concreto Bituminoso) que esta conformado en varios mantos, se denominan así porque la estructura acompaña a las deformaciones de la subrasante y están compuestas de las siguientes capas:

- ❖ Carpeta de rodadura.
- ❖ Base.
- ❖ Subbase.
- ❖ Mejoramiento.

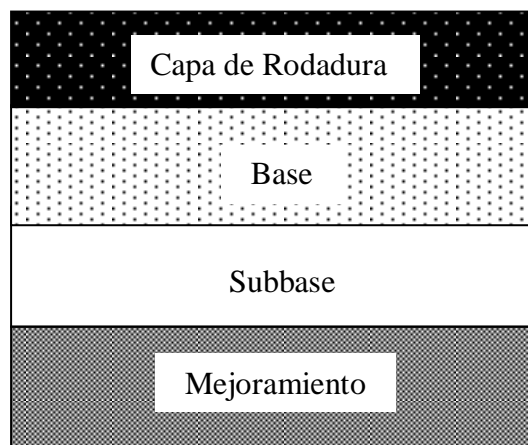


Fig. 1. 2 Composición del Pavimento Flexible.

Capa de rodadura o superficie: Capa superior de la calzada, de material especificado, designada para dar comodidad al tránsito. Debe tener características antideslizantes, ser impermeable y resistir la abrasión que produce el tráfico y los efectos desintegrantes del clima. A veces se la llama "Capa de Desgaste", y esta compuesta de mezclas asfálticas.

Base: Capa (o capas), de espesor definido, de materiales de buena resistencia sujetos a determinadas especificaciones, colocada sobre la

subbase o la subrasante para soportar las cargas que le son impuestas por los vehículos.

Subbase: Capa de material destinado a romper la capilaridad del agua de la subrasante

Material de Mejoramiento.- Capa de material granular que se coloca cuando el material de la subrasante es muy débil o esta saturada.

Los requerimientos de espesor dependen de algunos factores tales como:

1. Cantidad y clase de tráfico.
2. Condiciones climáticas.
3. Resistencia del suelo de la subrasante.
4. Materiales de construcción existentes.

Entre otras características que podemos mencionar a sus ventajas y desventajas:

Ventajas:

- Bajo costo de construcción.
- Comodidad para el usuario.
- Utilización inmediata después de su construcción.
- Facilidad de construcción.

Desventajas:

- Alto costo de mantenimiento y refuerzos
- Estructura soportante compleja.

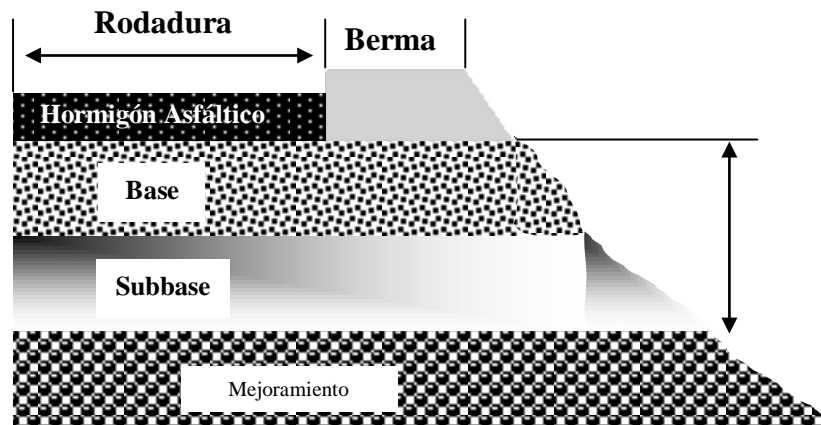


Fig. 1. 3 Esquema Pavimento Flexible.

- Mayor consumo de combustible al circular.

➤ Mayor consumo de Iluminación.

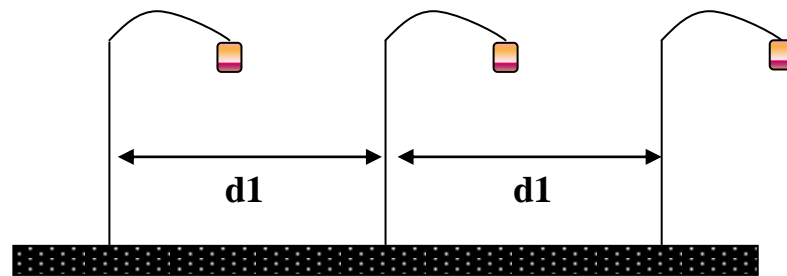


Fig. 1. 4 Mayor consumo de Iluminación (Pavimento Flexible)

$$d1 < d2$$

Pavimentos Rígidos.- (Cemento Pórtland), que se denominan así porque trabajan a flexión y su capa de rodadura no acompaña a las deformaciones de la subrasante.

- ❖ Capa de rodadura de concreto hidráulico.
- ❖ Subbase o Base.

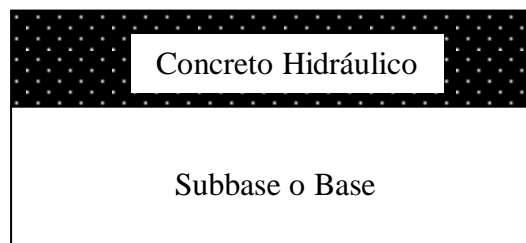


Fig. 1. 5 Composición del Pavimento Rígido

Al igual que en los pavimentos flexibles tenemos sus ventajas y desventajas en los pavimentos rígidos:

Ventajas:

- Costo de mantenimiento muy reducido.
- Superficie de rodadura con texturizado seguro.
- Mayor durabilidad.
- Estructura soportante sencilla.

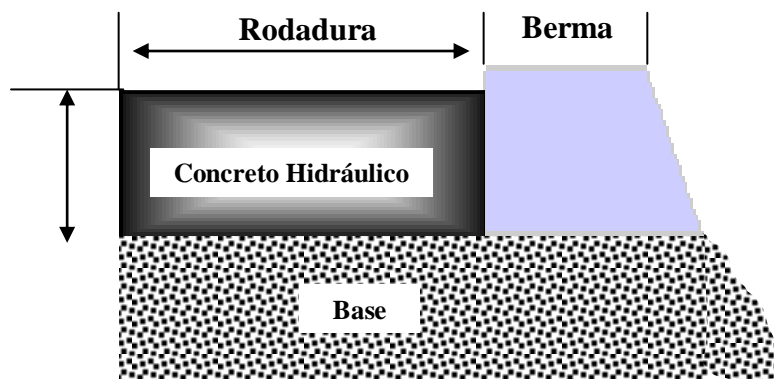


Fig. 1. 6Esquema Pavimento Rígido.

- Menor consumo de Iluminación

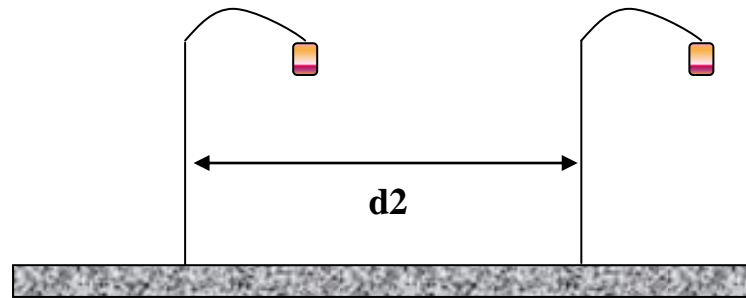


Fig. 1. 7 Menor Consumo de Iluminación

$$d2 > d1$$

- Reducción de consumo en combustible fósil hasta un 20%.
- Menor Distancia de Frenado.

Desventajas:

- Elevado costo de construcción
- Tiempo de espera por fraguado del hormigón
- Superficie incómoda y ruidosa por texturizado

Las características mencionadas en este análisis obedecen a condiciones particulares tanto del pavimento flexible como del rígido.

CAPÍTULO III

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y PARÁMETROS DE ANÁLISIS

3.1.- CONSIDERACIONES EN TORNO A LOS ESTUDIOS DE RENTABILIDAD EN CARRETERAS

Para el presente proyecto de tesis es de gran importancia extraer los aspectos más relevantes de la evaluación económica de proyectos en carreteras hasta que se produzca la aprobación definitiva.

La pauta teórica se encuentra recogida en «Metodología para la evaluación de proyectos de inversión en carreteras», publicada por el MOPU - Dirección General de Carreteras en el año 1980.

De las fases generales de un proyecto de carreteras, entendido aquí como una inversión pública, y que reseñamos a continuación, hay que extraer los puntos que inciden directamente en la evaluación y que no tienen que reducirse a los estrictamente económicos, dado que hay variables que no son cuantificables

monetariamente y que sobre proyectos con rentabilidades aceptables pueden ser relevantes a la hora de la decisión, la cual sería de tipo multicriterio.

Ese conjunto de datos, cuantitativos y cualitativos, puede acompañarse en un cuadro final afectando a cada una de las alternativas.

Las fases a las que hacemos mención son las siguientes:

1. Identificación y definición del proyecto y de su zona de influencia.
2. Análisis de la demanda. Estudio y previsión de tráfico.
3. Previsión de costos y beneficios.
4. Análisis de la rentabilidad económica y financiera del proyecto.
5. Incidencia del proyecto sobre otros objetivos de política económica, social y sobre el medio ambiente.

Salvo en el caso de autopistas de peaje donde es fundamental el análisis de rentabilidad financiera, para el resto de las obras, sólo hay que realizar el análisis de rentabilidad económica.

3.2.- IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROYECTO Y DE SU ZONA DE INFLUENCIA

Obtención para cada uno de los tramos homogéneos en que se divide la situación actual y cada una de las alternativas, del conjunto de características geométricas y territoriales precisas para realizar la evaluación, aunque directamente en la evaluación económica sólo inciden las primeras.

3.2.1.- RAMIFICACIÓN.

Es la división de cada alternativa incluida la situación actual, en el menor número posible de tramos homogéneos. Como tal debe considerarse:

- Zonas urbanas. Zonas interurbanas.
- Tramos en pendiente. Tramos en rampa. Tramos llanos (1).
- Tramos de circulación libre (sólo condicionada por el tráfico). Puntos de parada.
- Tramos con tráfico homogéneo.
- Tramos con características tipológicas homogéneas (doble calzada, una calzada más carril lento, una calzada).

(1) Como tramos llanos suele considerarse aquellos cuya inclinación media oscila entre -2% v +2%.

Por lo general, cada alternativa puede reducirse a dos o tres tramos.

Salvo que la composición y volumen del tráfico sea diferente en los dos sentidos de circulación, se tomará como característica la semisuma de los dos.

3.2.2.-CARACTERÍSTICAS DE LOS TRAMOS

Parte de la información geométrica tiene por único fin la determinación de la capacidad y velocidad específica. El porcentaje de vehículos pesados puede extraerse de estadísticas de tránsito realizadas M.T.O.P.

a) Geométricas

- Número de carriles.
- Anchura de sección, arcenes y carriles lentos.
- Pendiente media.
- Radios de curvatura y radio mínimo.
- Distancia media a obstáculos laterales.
- Distancia de visibilidad o % de longitud del tramo.
- Longitud.
- Velocidad de proyecto o en situación de libre circulación en el tramo.
- Tanto por ciento de vehículos pesados.

b) Tipológicas

- Tipo de carretera en cuanto a calzada: Sentidos, separados o no.
- Urbano - Interurbano.
- Sociales - Territoriales - Medio ambientales.

Como tal pueden recogerse en un cuadro la población directamente afectada, usos y tipo de zona pisada, impactos sociales y territoriales, cambios de actividad, problemas puntuales, interrelación con otros planeamientos (de la propia zona y con las zonas de borde en las que se engarza el proyecto).

3.2.- ANÁLISIS DE LA DEMANDA

El tráfico a considerar en cada año sería el normal (si no hubiese más actuación que la conservación y explotación) al que se añadiría el atraído o desviado de otros modos de transporte y el generado por la nueva actuación que o bien no se produciría antes o no utilizaría este itinerario.

- La fiabilidad del estudio de rentabilidad radica fundamentalmente en la bondad de la predicción de tráfico que se efectúe. Unas hipótesis no debidamente avaladas quitan toda validez a los resultados.

- Junto a la predicción de tráfico durante el período de vida útil del proyecto con viene igualmente hacer una hipótesis alta y baja de tráfico que permita conocer la sensibilidad de los resultados. (1)

- Es de gran importancia considerar como zona de afectación, en cuanto a tráfico, aquella que recoge tráficos que pertenecen al mismo corredor que el del proyecto, de manera que cualquier actuación sobre aquéllos redunde en una variación de carga sobre el del estudio. Para ello es preciso disponer de unas encuestas de Origen-Destino que nos permitan conocer la distribución de tráficos en el corredor y a continuación por medio de un modelo que contemple todas las actuaciones a realizar sobre el mismo, proceder a una reasignación del tráfico.

- A falta de estudios de detalle se ha recogido en el Apéndice 1 las estimaciones del: Crecimiento y predicción del tráfico, donde se analiza en el primer punto el crecimiento nacional y por corredores.

- Para obtener los costes de funcionamiento y consumo de tiempo hay que disponer de la estructura horaria del tráfico total, ya que dichas partidas son función de la velocidad de recorrido que a su vez depende de la intensidad de tráfico.

(1) Como hipótesis alta y baja se pueden tomar los crecimientos máximos y mínimos esperados en la vía.

3.3.-PREVISIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS. VIDA ÚTIL

La evaluación económica tiene por objeto obtener una relación entre los costos producidos por la realización y conservación de una obra (y afectan por tanto a la sociedad a través de la administración que invierte) y los beneficios derivados de la misma (obtenidos como disminución de los costes generales de transporte que afectan a los usuarios) a lo largo de la vida útil de la obra.

3.3.1.-VIDA ÚTIL.

Como período de análisis se suele tomar entre 20 y 30 años.

Se recomienda utilizar la última cifra (30 años), dado que para tasas de actualización bajas (6%) el valor residual de la obra puede despreciarse (<15%), mientras que con período de 20 años el valor residual es superior al 30%.

3.3.2.- COSTOS DEL PROYECTO.

Los costos monetarios primarios son los de inversión (primer establecimiento y reposición) que comprende proyecto, dirección, compra de terrenos y expropiaciones, reposición de servicios, costos de construcción, etc., los de rehabilitación y explotación que presentan un carácter cíclico (8 y 1 años, respectivamente).

3.3.2.1.- GASTOS DE PRIMERA INVERSIÓN

Pueden extraerse del proyecto o estudio previo, o bien de una estimación realizada a partir de los componentes y unidades según el tipo de obra.

De las tres cantidades distintas de costos (ejecución material, contrata y presupuestos para conocimiento de la administración), se utilizará la segunda, descontando un 12% de su valor (correspondiente a los impuestos que suponen una transferencia y no una movilización de recursos) y añadiendo los gastos de expropiaciones.

$$COSTOS\ OBRA = \frac{1}{1,12} COSTOS\ DE\ CONTRATACIÓN + EXPROPIACIONES \quad (1)$$

Este dato en dólares del año en que se efectuara el análisis se distribuirá entre los años de realización de la obra.

3.3.2.2.- GASTOS DE REHABILITACIÓN Y CONSERVACIÓN

Primer método

Se tratan independientemente los gastos de conservación de los de rehabilitación.

E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

a) Carreteras de una calzada.

Rehabilitación: 10. 10⁶ U.S.D. /Km. cada ocho años.

Conservación: 150.000 U.S.D./Km. en el primer año, creciendo linealmente hasta duplicarse el séptimo año.

Juntando uno y otro concepto tenemos para cada Km. De calzada la siguiente serie de costos (en U.S.D) (1)

Tabla 3. 1 Costos de Rehabilitación

COSTOS DE REHABILITACIÓN Y CONSERVACIÓN DE UNA CALZADA	
AÑO	COSTOS U.S.D *10⁶
1	0,12
2-10-18-26	0,13
3-11-19-27	0,15
4-12-20-28	0,16
5-13-21-29	0,18
6-14-22-30	0,20
7-15-23	0,21
8-16-24	0,23
9-17-25	7,81

Para el cálculo de los costos de una carretera actual habría que situar el primer año en el correspondiente al momento temporal desde la última rehabilitación.

(1)Jornadas sobre planificación de carreteras VITOR-GASTEIZ1988
La evaluación de proyecto de carreteras Ponente: D. Pedro M. Galan Beueno MOPU (España)

Segundo Método

Unir los conceptos de rehabilitación y conservación, considerando los siguientes costos (1):

- Seis primeros años: 1% del costo total de ejecución de la obra.
- Años restantes: 1.6% del costo de ejecución de la obra.

Caso de utilizar el segundo método el valor propio de la carretera actual deberá obtenerse a partir del costo / Km. De una carretera de la zona de similares características.

- Para todas las opciones, incluida la actual, deberá adoptarse el mismo método.
- Los costos totales para la evaluación de cada alternativa serán la diferencia entre las de inversión y conservación de la misma, menos los equivalentes de la alternativa actual.

3.4.-BENEFICIOS DE CADA ALTERNATIVA

Son los derivados por la disminución de los costos generales de transporte al efectuar una determinada actuación.

Se obtienen para cada año como diferencia entre los costos generales de transporte en la situación actual y cada una de las alternativas.

Los componentes de los costos de operación son las siguientes:

1. Costos de funcionamiento (1).
 - Amortización.
 - Mantenimiento.
 - Reparaciones y repuestos.
 - Consumo de combustibles.
 - Consumo de lubricantes.
 - Desgaste y reparación de cámaras y cubiertas.
2. Costos del tiempo recorrido.
3. Costo de los accidentes.

(1) En los costos de funcionamiento no se contemplan aquellos que son independientes de la longitud recorrida como seguros, garaje, etc.

3.3.1.- COSTOS DE FUNCIONAMIENTO

Los distintos componentes de este costo son los siguientes:

3.3.1.1.- GASTOS DE AMORTIZACIÓN

Salvo que haya diferencias de longitud, entre las distintas alternativas, puede eliminarse de la evaluación, ya que se utilizan valores medios.

La depreciación de un vehículo viene producida, entre otros, por los siguientes factores:

- a) Tiempo de posesión.
- b) Longitud recorrida.
- c) Características de los recorridos: Geometría y firme, urbana, interurbana, tipo de tráfico.
- d) Conservación y mantenimiento.

Según coinciden todos los autores, desde un punto de vista socioeconómico el primer aspecto (tiempo) y sobre todo los primeros años, es el factor más determinante de la depreciación (*).

(*) Corresponden a valores medios en enero 88. El precio inicial es, sin impuestos ni gastos adicionales, que representan en la realidad un precio final de 10.923 U.S.D.

El estado de conservación y mantenimiento debido a los recorridos se imputan directamente en otro apartado en función de las características geométricas.

Queda, por tanto la parte debida a la longitud y la correspondiente a la conservación global del vehículo, pero dado la inexistencia de estudios en detalle sólo se puede introducir en la evaluación con valores medios sin mayor precisión.

A modo de referencia se utilizarán las cifras obtenidas de los siguientes cálculos, efectuados sobre precios de mercado

a) Automóvil

Hipótesis:

- Recorrido medio anual: 10.000 km. (*).
- Vida útil: 10 años.
- Precio inicial: 7.973 U.S.D.
- Precio final vida útil: 1.196 (**).

CPK = 4,91 U.S.D. /Km.

(*) Corresponden a valores medios en enero 88. El precio inicial es, sin impuestos ni gastos adicionales, que representan en la realidad un precio final de 10.923 U.S.D.

(**) El precio final vida útil es el precio resultante de quitar un 15% (reparación + beneficio industrial) al precio de vehículos usados.

b) Camiones

Hipótesis:

Recorrido medio anual: 73.500 km.

Vida útil: 8 años.

Precio inicial = 52307 U.S.D.

Precio final: 7846 U.S.D.

CPK = 17,22 U.S.D./Km.

3.3.1.2. GASTOS DE CONSERVACIÓN

Como gastos de conservación tenemos los siguientes.

- Frenos.
- Lubricantes.
- Puesta a punto.
- Pequeñas reparaciones

a) Automóvil

El costo viene dado por:

$CPK = 0,13xV^{-0.44}$ U.S.D. /Km.

Siendo v la velocidad de recorrido en km. / h. (1) Tabulando la fórmula anterior tenemos:

Tabla 3.2 Gastos de conservación

VELOCIDAD	COSTO (CPK) U.S.D/Km.
30	3,86
40	3,40
50	3,08
60	2,84
70	2,66
80	2,50
90	2,38
100	2,27
110	2,18

Su costo oscila entre 2,18y 3,85 \$U.S.D./km, siendo un valor medio 2,5 (a 80 km./h.)

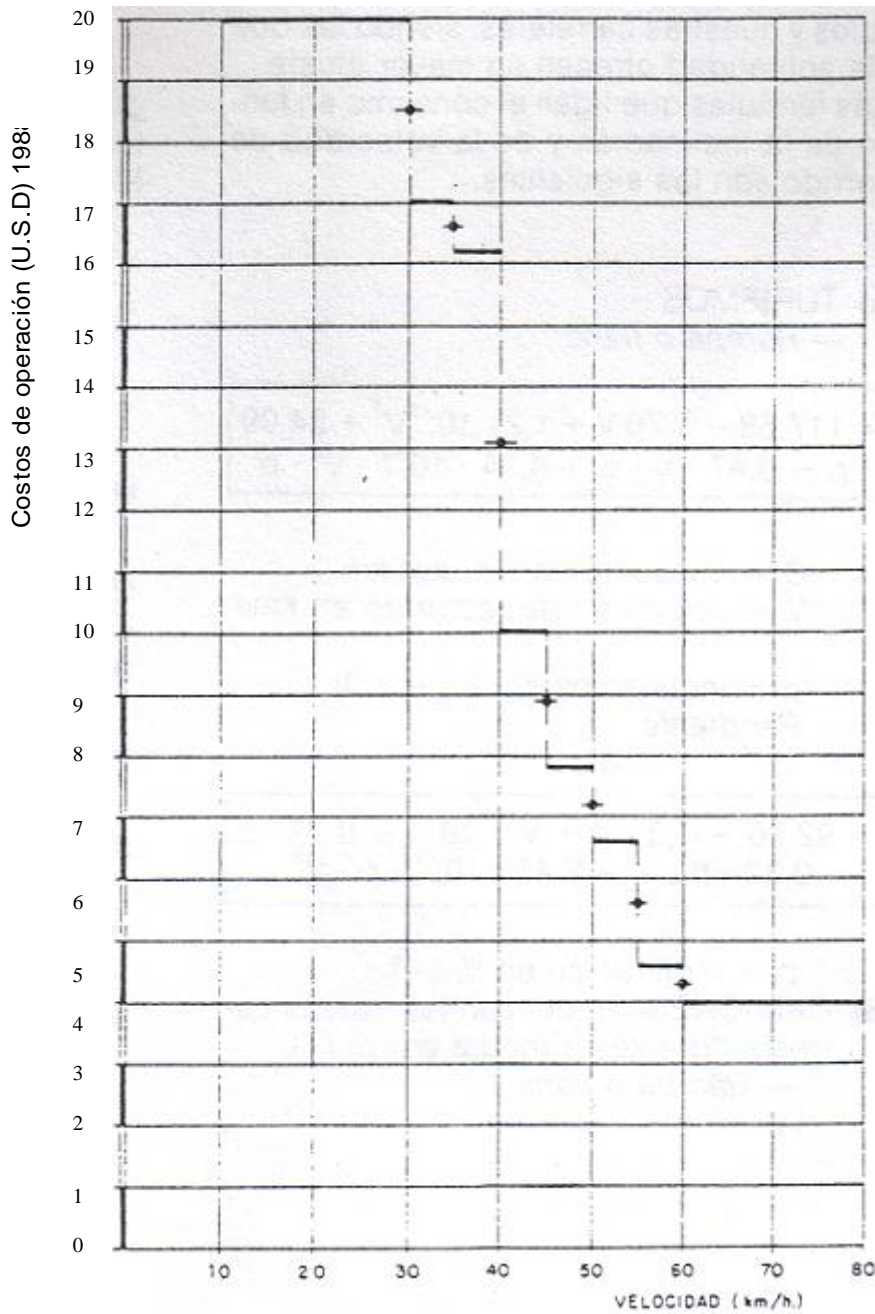
b) Pesados

Se utilizará la curva de la Figura 1 obtenida actualizando a enero de 1988 los datos de la encuesta y Diarios de operaciones realizada para el estudio de costos de funcionamiento de turismo y camiones en España (1).Su costo oscila entre 0,03 y 0,15.

(1) MOPU-SENDA 3. Coste de **funcionamiento** de vehículos en carretera.

(2) Velocidad de circulación de vehículos pesados excluyendo tiempos de parada y limitación de velocidad.

Fig. 3.1 COSTOS DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CAMIONES



Fuente: costos de funcionamiento de vehículos en carretera M.O.P.U-SENDA 3 1977

3.3.1.3. CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Es junto a la partida anterior, la que más variaciones presenta en función de la geometría.

De todos los estudios existentes adoptaremos las curvas del estudio mencionado de costos de funcionamiento en España, por cuanto son las primeras y únicas existentes, específicamente para nuestro parque de vehículos y nuestras carreteras, siendo las que en la actualidad ofrecen un mayor ajuste.

Las fórmulas que ligan el consumo en función de la inclinación y de la velocidad de recorrido son las siguientes:

a) Automóviles:

Terreno Llano

$$FL = 117.58 - 1.76 * V + 1,21 * 10^{-2} V^2 + 24.09 * p - 0.47 * V * p + 4,74 * 10^{-3} * p$$

Terreno montañoso

$$FL = 92,76 - 1,3 * V + V^2 * 10^{-2} - 6,77 * p + 0,33 * p * V - 2,45 * 10^{-3} * P * V^2$$

Donde:

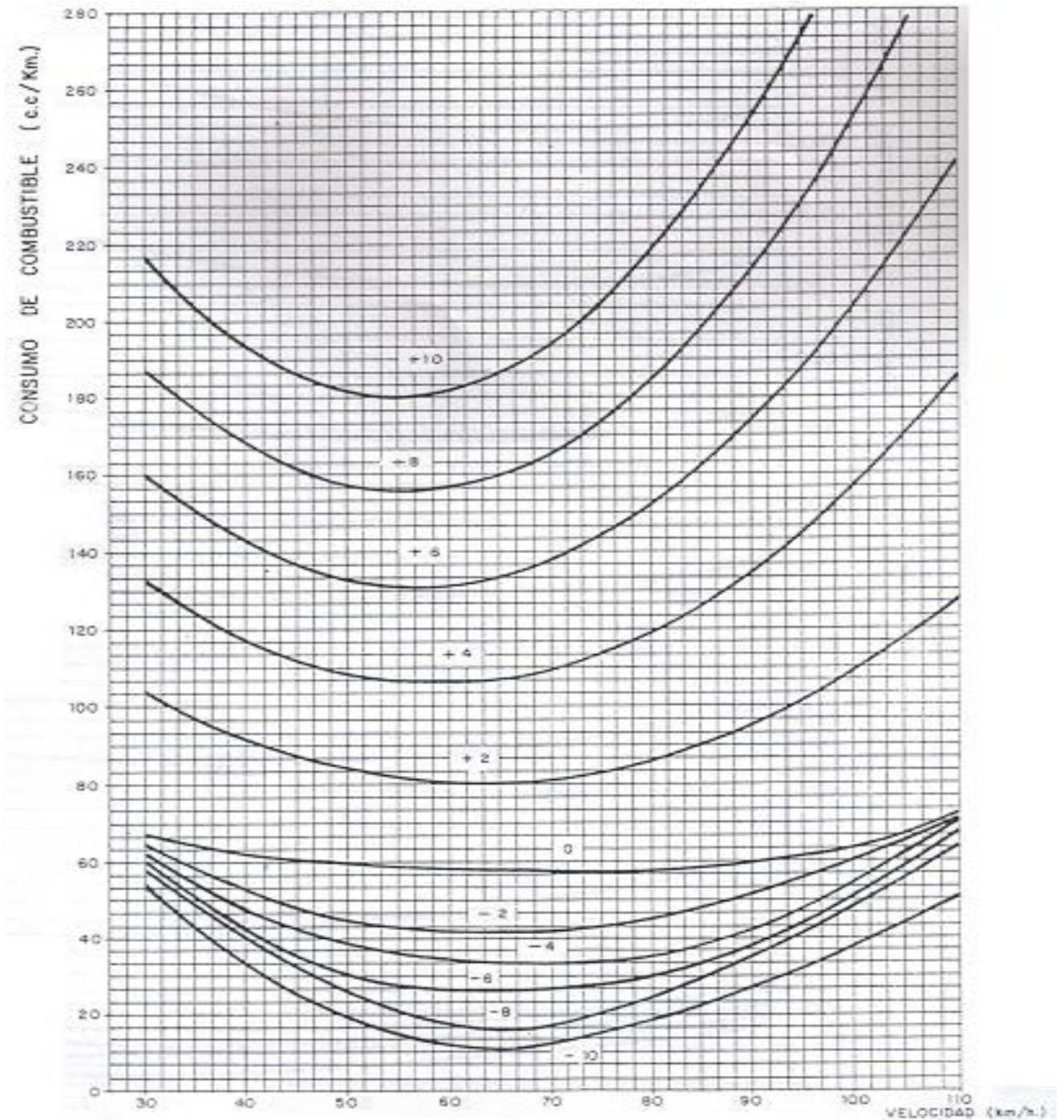
V = Velocidad, en Km./h.

p = inclinación en % (+ ó 0) pendiente

FL = Consumo de combustibles, por Km.

En la siguiente tabla podemos observar el consumo de combustible de acuerdo a sus pendientes.

Fig 3. 2 CURVAS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE PARA AUTOMÓVILES EN LLANO Y PENDIENTES



Fuente: Costos de funcionamiento de vehículos en carretera M.O.P.U-SENDA 3 1977

b) Camiones

Terreno Llano

$$FL = 388.18 - 7.32 * V + 7 * 10^{-2} V^2 + p * [6.08 + 1.99 * 10^{-2} * V + 7.85 * 10^{-3} * V^2]$$

Terreno montañoso

$$FL = 213.31 - 6.15 * V + 7.42 * 10^{-2} * V^2 + p [6.08 + 3.82 * 10^{-2} * V + 7.27 * 10^{-4} * V^2]$$

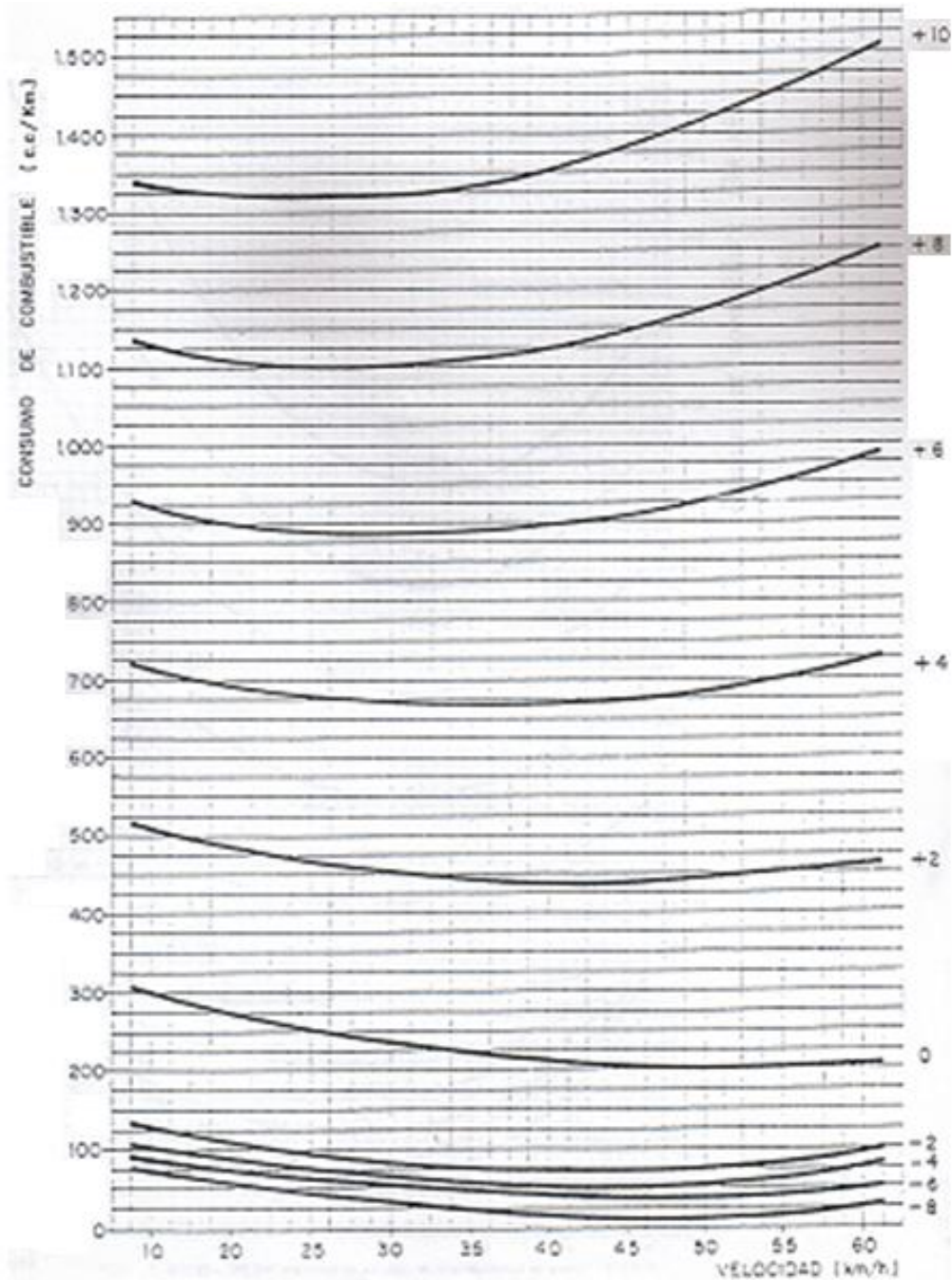
Donde:

V = Velocidad, en Km/h.

p = Inclinación en % (+ ó 0) pendiente

FL = Consumo de combustibles, por Km.

**Fig 3. 3 CURVAS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE PARA CAMIONES
CON CARGA MEDIA EN LLANO Y PENDIENTES**



Fuente: Costos de funcionamiento de vehículos en carretera M.O.P.U-SENDA 3 1977(España)

PRECIOS DE COMBUSTIBLES

Al igual que en el resto de los apartados el precio de los combustibles es sin impuestos (Impuesto sobre hidrocarburos e IVA), ya que dichos impuestos son meras transferencias entre sectores económicos y no suponen un consumo de recursos para la colectividad.

Los valores a aplicar en la actualidad (1) son los siguientes:

0,24 \$U.S.D../lt. (2) 0,26 \$U.S.D../lt

COSTOS DE COMBUSTIBLES

$CPK = C \times \text{Precio}$

$CPK = \text{Costo/Km.}$

Donde:

C = Consumo en c.c. según las formulas y gráficos anteriores.

P = Precio en U.S.D. / c.c.

(1) MOPU-SENDA 3. Coste de **funcionamiento** de vehículos en carretera.

Como órdenes de magnitudes señalaremos que los automóviles presentan un costo de 0,02. /km. (a 70 km./h. y pendiente 0%), pudiendo llegar a 0.05 U.S.D./Km. (90 km./h. y rampa del 6%).

Los camiones presentan un costo medio de 0,05 U.S.D. /Km. (0% de pendiente, media carga y velocidad entre 40 y 60 Km. / h.), pudiendo alcanzar las 0,58 U.S.D./km. (rampa de +6% y plena carga).

3.3.1.4.- GASTOS DE LUBRICANTES

El consumo de aceite está relacionado directamente con el consumo de combustible y empíricamente responde a:

a) Automóvil

$$LUV = 0,012 * C * PA$$

Donde:

C = Consumo de gasolina según 3.3.13 en litros.

PA = Precio de aceite sin impuestos 2,62 U.S.D. / lt.

LUV = Consumo de aceite por Km.

Camiones

$$LUV = 0.008 * C * PA$$

Donde:

C = Consumo de diesel según 3.3.1.3. en litros

PA = Precio de aceite sin impuestos 2,92 U.S.D. /lt

LUV = Consumo de aceite por Km.

Como órdenes de magnitud indicaremos que el costo de aceite del automóvil es 0.24 U.S.D./km. (a 90 km./h. y pendiente 0%) y en los camiones de 0,64 U.S.D./km. (a 40 km./h. media carga y pendiente 0%).

3.3.1.5.- GASTOS DE NEUMÁTICOS

Aunque pueden utilizarse valores medios (40.000 km.-automóviles y 65.000 km.-camiones), en la página siguiente se ha recogido para automóviles y para camiones (Tabla 3.3) el recorrido para el cambio de neumáticos (R) según la velocidad básica de la carretera el nivel de servicio y el tipo de terreno (1).

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

El costo por kilómetro viene dado por:

a) Automóviles

$$T = \frac{P_4}{R_t}$$

Donde:

R_t = Recorrido entre cambios de ruedas: ver tabla (3.3)

P₄ = Precio de las cuatro ruedas sin impuestos (80) U.S.D.

T = Consumo de llantas por Km.

Tabla 3. 3 Cambio de neumáticos según características de Tráfico y la carretera

Veloc. básica	Nivel de servicio	Cambio de neumáticos (km.) R _t			
		Recto y llano	Recto y ondulado	Curvas y accident.	Muchas curvas y muy accidentado
30	A	100.000	100.000	33.300	
	B-C	77.000	33.600	50.000	29.600
	D	50.000	43.500	28.600	15.900
40	A	100.000	77.000	30.300	
	B-C	77.000	55.600	43.500	25.000
	D	43.500	66.700	26.300	13.400
50	A	77.000	77.000	28.600	
	B-C	77.000	50.000	43.000	25.000
	D	50.000	67.000	30.000	17.200
60	A	66.700	66.700	23.000	
	B-C	66.700	43.500	40.000	22.000
	D	43.000	55.600	25.000	15.700
70	A	55.600	55.600	20.000	
	B-C	55.600	33.300	33.300	18.900
	D	40.000	50.000	23.250	13.300
80	A	50.000	43.500	13.900	
	B-C	50.000	28.600	28.600	13.900
	D	35.700	43.500	20.800	12.050
90	A	40.000	35.700	—	
	B-C	43.500	22.222	25.000	—
	D	33.300	40.000	20.000	—
100	A	28.600	26.300	—	
	B-C	33.300	—	—	—
	D	28.600	30.300	—	—

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Camiones

$$T = \frac{P_6}{R_c}$$

Donde:

R_c = Recorrido entre cambios de ruedas: ver tabla 3.3

P₆ = Precio de las seis ruedas sin impuestos (200) U.S.D.

T = Consumo de llantas por Km.

Tabla 3. 4 Cambio de neumáticos según características de Tráfico y la carretera

Veloc. básica	Nivel de servicio	Cambio de neumáticos (km.) R _c			
		Recto y llano	Recto y ondulado	Curvas y accident.	Muchas curvas y muy accidentado
30	A	166.700	125.000	41.700	
	B-C	142.900	71.400	66.700	37.000
	D	90.900	111.100	38.500	29.000
40	A	166.700	125.000	38.500	
	B-C	125.000	66.700	52.600	29.400
	D	76.900	90.900	32.300	18.900
50	A	142.900	111.100	34.500	
	B-C	125.000	58.800	52.600	30.300
	D	83.300	90.900	35.700	20.400
60	A	125.000	90.900	29.400	
	B-C	111.100	50.000	45.500	26.300
	D	71.400	83.300	32.300	18.500
70	A	100.000	76.900	24.400	
	B-C	90.900	41.700	40.000	22.700
	D	66.700	71.400	29.400	16.700

3.3.2. COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO

La disminución del tiempo de recorrido es el aspecto más relevante de la serie de beneficios generado por realizar un nuevo proyecto, pudiendo alcanzar, en ocasiones, el 70 - 80% de los mismos.

La expresión del costo es para cada alternativa la siguiente:

$$CPT = T \times P$$

Donde:

CPT = Costo por tiempo del tramo.

T= Tiempo de recorrido del tramo en horas.

P = Valor del tiempo en U.S.D. /hora.

El tiempo, como beneficio, es la consecuencia de las mejoras introducidas en cada una de las alternativas sobre la situación actual. Esa disminución del tiempo de recorrido se traduce en una mejora en unos casos directamente cuantificables (viajes de trabajo) y en el resto como la cantidad que los usuarios están dispuestos a pagar por los beneficios derivados. Estos no se reducen exclusivamente al tiempo, ya que su disminución es debido a un aumento en la calidad de la oferta que a su vez se traduce en un mejor nivel de servicio y por ende mayor comodidad y seguridad.

- El tiempo invertido (ligeros y pesados) se tiene en las características generales de cada alternativa.
- Como valor del tiempo se adoptarán las siguientes (1).

a) Automóviles

Las hipótesis para la determinación del valor del tiempo en cada vehículo de turismo son las siguientes:

- Porcentaje viajes negocio y/o transporte 38%
- Ocupación negocio y/o transporte 1.71 plazas/veh. (1).
- Porcentaje viajes recreo + ocio + desplazamiento trabajo - domicilio = 62% (1).
- Ocupación recreo + ocio + desplazamiento trabajo - domicilio = 2.26 plazas/veh. (1).
- Costo medio hora trabajada = 835,2
- Incremento costes a cargo de la patronal = 30,6%
- Precio virtual = disposición a pagar por una hora que no sea motivo de trabajo = 1,70 U.S.D. /hora

$$P = 1.70 \times 0.62 \times 2.26 + 0.38(6.421,306 + 0,71 \times 1,70)$$

$$P = 6,02 \text{ U.S.D. /veh-hora}$$

(1) Siendo el valor más determinante es, sin embargo, el que presenta una mayor dificultad su cuantificación y en particular el caso de los turismos. Por ello es importante proceder a un *análisis de sensibilidad sobre el valor del tiempo* ($\pm 20\%$) en los automóviles.

b) PESADOS

- Porcentaje camiones % sobre el total de pesados = 94,1% (1).
- Costo sin seguros del salario medio = 5,48 U.S.D./hora
- Incremento por seguros que paga el patrono = 30,6%
- Ocupación media del vehículo pesado = 1,19(1).
- Porcentaje de tráilers sobre el total de pesados = 5,9% (1).
- Ocupación media de los tráilers = 27,3 personas (1).
- Coste medio pasajero-hora (1988) — 167.36 (4).

$$P = 0,941 \times 5,48 \times 1,306 \times 1,19 + 0,059 \times ((712,9 \times 1,306 - 26,3 \times 167,4))$$

$$P = 10,44 \text{ U.S.D./ veh.-hora}$$

1) Siendo el valor más determinante es sin embargo, el que presenta una mayor dificultad su cuantificación y en particular el caso de los turismos. Por ello es importante proceder a un análisis de sensibilidad sobre el valor del tiempo ($\pm 20\%$) en los automóviles.

3.4.-CRITERIOS E INDICADORES DE RENTABILIDAD

ECONÓMICA. TASA DE ACTUALIZACIÓN

Para cada uno de los años de vida útil del proyecto se ha determinado, conforme a lo indicado en el punto 3, los costos y beneficios de cada alternativa.

El costo anual C , de cada alternativa es La diferencia entre el costo de inversión, conservación, etc., de ese año, entre la alternativa analizada y la opción cero (Alternativa o situación actual).

El beneficio anual b_i , de cada alternativa es la diferencia entre los costos generalizados de transporte (funcionamiento, tiempo y accidentes) para cada año entre la opción cero y la alternativa en estudio.

La serie de costos y beneficios se hacen en U.S.D. constantes del año en que se realiza o calcula el proyecto (1).

Pese a estar toda la serie (de costos y beneficios) en U.S.D. constantes (idéntico poder adquisitivo) hay que proceder a situar esas cantidades en su auténtico valor preferencia/ en el tiempo. Ello quiere decir que es preferible una liquidez

(1) Este año no tiene porqué coincidir con el año de puesta en servicio. Solamente habrá que indicar en qué año están referidas la unidad monetaria elegida

en el momento presente con una cantidad menor, que disponer de la cantidad completa al cabo de un tiempo. Por ello se procede a actualizar o descontar al año cero del proyecto todas las cantidades que constituyen la serie temporal.

3.5.- TASA DE ACTUALIZACIÓN O DESCUENTO

Dicho valor debiera ser determinado por el Ministerio de Economía, pero ante la ausencia del mismo, el valor a adoptar en proyectos de carreteras es del 6%.

TASA DE ACTUALIZACIÓN = 0,06 (6%)

La justificación de dicho valor es la siguiente:

1. En el mercado bursátil de Deudas del Estado las emisiones que se mantienen en paridad (100) son aquellas cuyo interés, restando la inflación del año, se aproximan al 6%

3.6.- INDICADORES ECONÓMICOS

Los indicadores de rentabilidad económica a utilizarse pueden dividirse en dos grandes grupos:

- 1) Los que dependen de la tasa de actualización:

- 2) Los que no dependen

3.6.1. INDICADORES QUE VARÍAN CON UNA TASA DE ACTUALIZACIÓN

Son las siguientes:

VAN = VALOR ACTUALIZADO NETO.

B/C = RELACIÓN BENEFICIO - COSTO.

PRI = PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.

3.6.1.1. VAN. VALOR ACTUAL NETO

El VAN se define como diferencias entre el beneficio actualizado neto y el costo actualizado neto.

BAN = Beneficio actualizado neto (de la alternativa frente a la opción cero).

CAN = Costo actualizado neto (de la alternativa frente a la opción cero).

n = vida útil (en general 20-25-30 años).

r = tasa de actualización (6%).

b_j = beneficios en el año i de la alternativa (tercer párrafo del punto).

C. = costos en el año i de la alternativa

El VAN se expresa en millones de dólares del año que se efectúa el análisis y actualizado en el año en que entra en funcionamiento la obra (1).

(1) Si se quiere referir la obra a! momento presente para *PROGRAMAR*, situarlo en el tiempo el momento óptimo de las inversiones, basta actualizar a! ano de análisis y no a! año de puesta en funcionamiento.

3.6.1.2. B/C. RELACIÓN BENEFICIO-COSTOS

Es la relación entre el beneficio actualizado neto y el costo actualizado neto.

Es una cantidad adimensional que expresa el rendimiento obtenido por cada U.S.D. invertido.

3.6.1.3. PRI. PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

En el año para el cual el conjunto de beneficios actualizados hasta la fecha iguala y supera a los costos actualizados.

3.6.2. INDICADORES INDEPENDIENTES DE LA TASA DE ACTUALIZACIÓN

La más importante es la tasa interna de Retorno (TIR).

3.6.2.1. TIR. TASA INTERNA DE RETORNO

El TIR es aquella tasa de actualización o descuento para la cual el VAN es nulo o lo que es lo mismo, se igual a el beneficio actualizado neto (BAN) con el costo actualizado neto (CAN).

3.7.-CRITERIOS DE SELECCIÓN

Para que una alternativa sea rentable económicamente:

$TIR > r$ siendo r la tasa de descuento mínima (6%)
 $VAN > 0$
 $B/C > 1$
 $PRI < n$ siendo n la vida útil (20-25-30 años)

Una vez excluidas las alternativas que no cumplan alguna de las condiciones anteriores se proceda a la jerarquización de las alternativas restantes (1).

1. El TIR presenta la ventaja que es independiente de la tasa de actualización. A mayor TIR mayor seguridad.

2. El VAN es el criterio óptimo siempre que existan recursos suficientes. Ahora bien, en una economía de recursos limitados donde existen muchas necesidades de inversión y no alcanzan los recursos es preferible utilizar la relación B/C, por cuanto para cada proyecto (necesidad de inversión) se optimiza el rendimiento de cada dólar.

En línea con lo anterior sucede igual con el PRI, período de recuperación de la inversión, en relación con el VAN (2y3).

En cualquier caso los criterios de rentabilidad económica permiten desechar aquellos proyectos o alternativas dentro de un proyecto, que no resulten rentables. Para el resto se puede proceder a una primera jerarquización estrictamente económica en base a los criterios arriba indicados. No obstante, razones de otra índole (territorial, impactos, socioeconómicas, etc.) pueden aconsejar seleccionar entre las alternativas una que siendo rentable económicamente no presente en cambio los mejores indicadores. La elección deberá acompañarse con la debida justificación y es por lo que resulta interesante cada alternativa en un cuadro con el conjunto de características e Impactos más relevantes.

(1) Esta fase es lógicamente posterior al *análisis de sensibilidad* efectuado en cada alternativa a as variables o parámetros más aleatorios (tráfico, valor de tiempo, etc.)

(2) Por lo general las alternativas presentan una alineación de los indicadores PRI y B/C frente al VAN Dado que la situación real, aún con los incrementos de inversión debido a los distintos planes de carreteras (Estado, autonómicas, etc.), es de recursos escasos, el beneficio global se consigue por medio del indicador B/C en cada proyecto

CAPÍTULO IV

FUNDAMENTO TEÓRICO ADOPTADO.-

4.1.-INTRODUCCIÓN

De la necesidad de la pavimentación está fuera de duda la importancia vital de las carreteras en el desarrollo económico de una nación

Para la realización de una carretera grandes sumas de dinero son necesarias por lo que es adecuado que este capital sea preservado, un óptimo uso de los recursos económicos es el adecuado estudio que se debe realizar antes de tomar la decisión de que tipo de pavimento colocar.

Al momento de construir una carretera y no ejecutar su pavimentación, en poco tiempo ella se desintegrará bajo la acción de los siguientes factores:

El Tráfico.- disgregación del material superficial, por el roce de los neumáticos o choques motivados por la repercusión de los resortes de los vehículos.

El Agua.- sea por el agua de infiltración por falta de drenaje subterráneo, sea por el agua de las lluvias, la superficie de rodamiento sufrirá los efectos de la erosión y disminución de resistencia mecánica, con sus consecuentes daños.

4.2.-PAVIMENTAR UNA CARRETERA SIGNIFICA.

1. Proporcionar mayor facilidad, seguridad y confort para el tráfico, menos pérdida de energía para el conductor y consecuente aumento de su eficiencia

2. Reducción del tiempo de recorrido- con su consecuente aumento de la capacidad de los sistemas de transporte (más viajes por año) y disminución de los gastos operación, por unidad de tiempo (intereses y salarios de los conductores y ayudantes).

3. Reducción del consumo de combustible, lubricantes, piezas o neumáticos.

Una de las consecuencias por las que se procede a pavimentar es el desgaste irregular de la capa de rodadura, ondulaciones que se forman en la superficie, estos factores entre otros provocan mayor desgaste, pérdida de energía, y menor duración del vehículo.

Otro de los factores por las que se procede a su pavimentación es que cuando llueve, la pista mojada provoca un deslizamiento excesivo, que no solo afecta la seguridad del tráfico, también provoca un mayor desgaste de neumáticos o un esfuerzo excesivo e improductivo del motor.

En el verano las carreteras que no están asfaltadas producen un aumento de polvo perjudicando la lubricación y el aumentando en el desgaste del vehículo, ya que este aumento sirve como esmeril entre las piezas metálicas en contacto.

4.3.-CRITERIO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD DE PAVIMENTAR UNA CARRETERA.

No hay duda que la pavimentación esta en función del volumen del tráfico. Los autores suelen citar que, cuando el número de vehículos circulan diariamente por una carretera sea superior a un determinado número de vehículos, la técnica aconseja que se proceda a la ejecución de un pavimento.

Este simple dato es vago; El número de vehículos en 24 horas no permite establecer un criterio adecuado, óptimo y conveniente, en la economía de una colectividad.

Por otro lado las cargas repetidas que soportan los pavimentos provienen de los diferentes tipos de vehículos que circulan sobre su superficie, pero se reconoce que los camiones pesados y los buses son de mayor importancia, para su diseño ya que es necesario traducir su daño provocado en la vida útil del pavimento.

Es por esto que proponemos un criterio racional y consistente al seleccionar el tipo de capa de rodadura a colocar en una vía con lo que se debe de examinar a la pavimentación como una inversión de capital y verificar si la Nación, obtendrá un lucro con su ejecución.

Dentro del criterio técnico económico que proponemos en la Tesis establecemos las siguientes cualidades en un kilómetro de carretera:

P el costo de la pavimentación de 1 kilómetro, para una duración de n años, en la vida útil del pavimento.

C los costos de la conservación de 1 Kilómetro de carretera pavimentada y los costos de conservación de 1 Kilómetro de carretera de tierra

E es la suma de las economías, reducidas a un valor actual, en los costos de los fletes viales, por Km., en los n años de duración del pavimento.

Dejando de parte los beneficios indirectos (valorización de las propiedades marginales, aumento de producción de la zona, etc. Podemos admitir la desigualdad:

$$P + C \leq E$$

Que significa que conviene económicamente al país pavimentar una carretera cuando:

- a. Los costos del pavimento sumados algebraicamente con los costos de conservación, sea igual o, menor que el valor, actual de las economías en los fletes viales.

4.2.1.-COSTOS DE PAVIMENTACIÓN.- El valor de P es de fácil cómputo el mismo que lo podemos obtener del órgano vial referente en nuestro país, en faz de las especificaciones técnicas y económicas de cada proyecto los mismos que serán acorde a cada región.

4.2.2.-DIFERENCIA C EN LOS COSTOS DE CONSERVACIÓN.- Son las diferencias, por Km. y por año, entre los costos de la conserva del pavimento y los costos de la conserva de la carretera no pavimentada son valores que irán a ocurrir en los años sucesivos, que componen el período de duración del pavimento (n años a contar a partir de la apertura al tráfico).

Estas diferencias nos son de difícil evaluación pues depende de la conservación de 1 Km. de carretera, los costos de conservación dependerán del volumen del tráfico, del clima, del tipo del pavimento y de los precios regionales.

La diferencia de precios entre el material de reposición, el equipamiento de conservación y la mano de obra determinan esta divergencia de precios que a primera vista puede parecer injustificable e inconveniente.

Estimados los valores, la diferencia C_i ; de los costos de conservación en el año i , es obtenido tomándose como término positivo, el costo de la conservación del pavimento que sería un término negativo, de la carretera no pavimentada.

Normalmente las diferencias C_i serán positivas, pero en algunos casos pueden ser negativas, esto se da cuando se es forzado a mantener bien conservada una pista en tierra, con tráfico muy pequeño, lo que resulta muy lujoso y un excesivo gasto de dinero.

Calculamos los valores $C_1, C_2, \dots, C_i, \dots, C_n$, que son los costos de conservación, para efecto de comparación precisamos reducirlos a valores actuales de la época en que fue abierta al tráfico (P) que se admite sea el día de la apertura del nuevo pavimento al tráfico.

$$C_i = c_i * V_i$$

$$V_i = \frac{1}{(1 + j)^i}$$

Donde:

C_i = Costos de conservación en los años de Estudio.

V_i = Factor de Reducción.

j = Tasa de Interés (1).

i = Años de Estudio del Pavimento.

Así, siendo C_i la diferencia de los costes de conservación en el año i, su valor actual C_i, referido al día de la apertura del pavimento al tráfico es el factor de reducción, a intereses compuestos, la tasa j (9 a 15%) al año

La suma C, de las diferencias de los gastos de conservación, será:

$$C = \sum C_i = \sum_{i=1}^{i=n} c_i * v_i = c_1 * V_1 + c_2 * V_2 + \dots c_i * V_i + \dots c_n * V_n$$

Donde:

C₁ = Costos de conservación en el primer año.

(1) Tasa de interés promedio dada por el B.C.E septiembre 2008

V1 = Factor de Reducción en el año 1.

Cabe acordarse, que una estimación errónea en el cálculo del valor de C no tendrá gran influencia en la fórmula (1), ya que es un valor inferior en relación a los costos de pavimentación P.

4.3.-LA ECONOMÍA (E) EN LOS FLETES VIALES.- La economía total e_i , en el año i (año de selección), y por Km. es una suma de varios tipos de economías correspondientes a las economías obtenidas por los diversos tipos de vehículos.

En función: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Del tráfico futuro probable} \\ \text{De la economía por vehículo} \end{array} \right\}$

4.4.-TRÁFICO FUTURO PROBABLE.-

El tráfico futuro probable, después de la pavimentación, puede ser obtenido extrapolando la curva representativa de crecimiento observado en años anteriores.

TRÁFICO FUTURO PROBABLE

$$TF = T_i(1 + i)^n$$

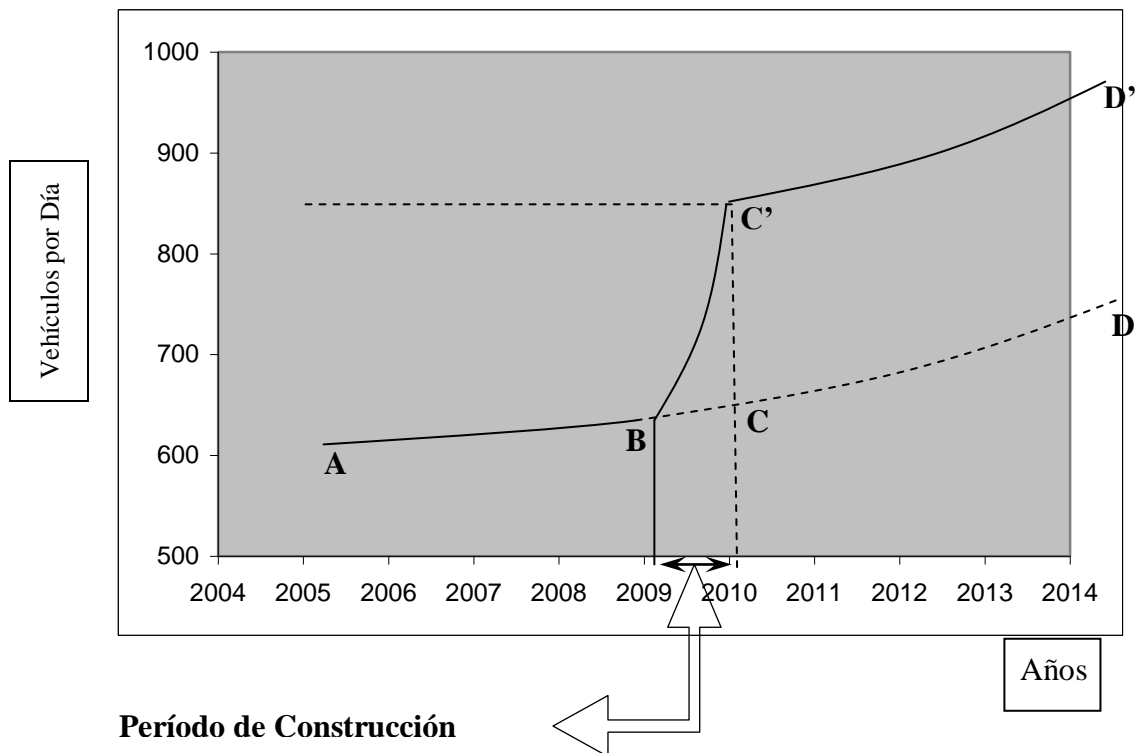


Fig. 4. 1 Tráfico Futuro.

Fuente: Escuela Nacional de Ingeniería de Brasil.

Conocida la curva representativa de la estadística hasta el año presente o sea PG podemos determinar GB por extrapolación.

Si la pavimentación por ejemplo en 2002 y termino 2007 notaremos una discontinuidad en la curva por rápido incremento en el tráfico, pero a partir del año 2007 la curva volverá a tener la misma tendencia de crecimiento que tenia

anteriormente o sea que el tramo C'D' de la nueva curva será aproximadamente paralelo al tramo BD'

4.4.-CRITERIO PARA ESCOGER EL TIPO DE PAVIMENTO.

La gran variedad de pavimentos existentes hoy en día permite a un ingeniero vial, una elección que atienda a un mismo tiempo los problemas técnicos y económicos, específicos de cada caso particular.

La fórmula $P + C < E$ hasta cierto punto, puede ser utilizada para una elección entre los varios tipos de pavimento.

De hecho, para el cálculo de E hay que estimar el tráfico probable futuro, el volumen de este tráfico es uno de los principales factores para la elección del tipo de pavimento, pero el sólo hecho de conocer este factor no es el mayor antecedente para la ejecución de la pavimentación, puesto que existen otros agentes que intervienen en el tráfico en los próximos años.

Dentro de el criterio para la selección del tipo de pavimento se procederá en base a la desigualdad señalada anteriormente, dentro del análisis que se realizara nos permitirá conocer las dos alternativas de pavimentos usadas con mayor frecuencia en nuestro país, aquella que tendrá una mayor desigualdad será la que

satisface con las necesidades Técnico Económicas en la selección del tipo del pavimento a colocar en una vía.

4.5.-CÁLCULO DE LOS DIFERENTES FACTORES.-

P = De fácil cómputo y depende de las especificaciones

C = Dependen del volumen de tráfico, del clima, del tipo de pavimento y de los precios regionales

$$C_i = C_p - C_t$$

Donde:

C_p = Costos de mantenimiento de la vía pavimentada.

C_t = Costos de mantenimiento de la vía en tierra.

$$C_i = C_i * V_i$$

Donde:

C_i = Valor actual en el año i.

c_i = Diferencia de los costos de conservación en el año i.

$$V_i = \frac{1}{(1 + j)^i} = \text{factor de reducción á interés compuesto y \% J (9 a 15\%) el año}$$

$$C = \sum_{i=1}^{i=n} C_i = \sum_{i=1}^{i=n} C_i * V_i = C_1 * V_1 + C_2 * V_2 + \dots + C_i * V_i + \dots + C_n * V_n$$

E = Es función del tráfico futuro probable y de la economía de los vehículos.

4.6.-CÁLCULO DE LA ECONOMÍA (E).-

Economías totales por tipo de vehículo por año y por kilómetro que será igual a la suma de los productos de las economías unitarias por el volumen de tráfico para cada tipo de vehículo, para el efecto de cálculo y comparación se precisa el valor actual referido al día de apertura del camino al tráfico.

$$E_i = E_i * V_i$$

$$E = \sum_{i=1}^{i=n} E_i = E_1 * V_1 + E_2 * V_2 + \dots + E_i * V_i + \dots + E_n * V_n$$

Donde:

E_i = Es la Economía de cada tipo de vehículo.

V_i = Factor de reducción en base a la tasa de interés.

E₁ = Es la suma de las economías por tipo de vehículo en cada año de estudio.

V₁ = Factor de reducción por año de estudio

4.7.-ECONOMÍA POR VEHÍCULO.

La economía en el flete por Km. en cada especie de vehículo, se compone de dos partes; la primera corresponde, a los gastos por función mantenimiento y la segunda, proveniente de la mayor durabilidad del vehículo que circula en las carreteras, pavimentadas.

La reducción de los gastos de funcionamiento es resultante del menor consumo de combustibles, lubricantes, neumáticos y piezas de conservación, el cuadro III, permite estimar estas economías en % para los diversos tipos de vehículos.

4.7.1.-CRITERIO ADOPTADO.

En base al argumento desarrollado se tiene:

$$E \geq P + C$$

Es la expresión que determina la conveniencia económica de pavimentar determinada carretera:

Donde:

E = valor actual de las economías en los fletes de transporte

P = costo de pavimento

C = valor actual de las alteraciones en los costos de conservación.

$$C = C_p - C_i \quad (27)$$

Donde:

C_p = costo de conservación del pavimento, transpuesto a la época actual.

C_i = costo de conservación de la superficie de rodadura en tierra, transpuesto a la época actual.

Influencia del tiempo sobre e_i y c_i :

Previsto el pavimento para una vida útil de n años en un año i cualquiera (siendo $i < n$) tendremos:

c_i diferencia de gasto, previsto para el año i , en la conservación de la carretera.

La diferencia total C en los gastos de conservación, será la suma de los, gastos anuales, reducidos en valor a una misma época.

Los factores principales que modifican el valor del capital a través del tiempo son:

- a). Interés.
- b). Depreciación o valorización.

Tendremos que llevar en cuenta estos dos factores a fin de traer el valor de c_i , calculado en determinado año a una misma época denominada época actual, para que tenga significado el estudio comparativo

Adoptamos como época actual, a la que serán transpuestos los valores c_i , la fecha de entrega del pavimento al tráfico:

1. Siendo el capital uno de los factores de la producción, juntamente con la naturaleza y el trabajo, su uso exige una remuneración, a esta remuneración del capital, función del tiempo durante el cual es empleado, se le denomina interés.

El valor del capital c_i , al ser transpuesto del año i al año inicial pasará a ser C_i siendo:

$$C_i = c_i * V_i$$

En el cual V_i es el factor de reducción de los intereses compuestos.

$$V_i = \frac{1}{(1 + j)^i}$$

Donde:

j = tasa anual de interés utilizada (1)

(1) Tasa de interés promedio dada por el B.C.E Ecuador septiembre 2008

2. La influencia de la valorización o depreciación del capital depende mucho de la estabilidad económica Nacional.

Pudiéndose decir que, habiendo estabilidad económica absoluta no habría valorización ni depreciación del capital, (evidentemente, esta es una imagen simplista, a título de ejemplo).

No sucediendo tal equilibrio estable, aparece el fenómeno de valorización o depreciación, su estudio es complejo y difícil prever su evolución, dadas esas circunstancias, los cálculos serían desarrollados sin considerar el factor valorización o depreciación del capital o mejor partiendo de una premisa de estabilidad económica absoluta.

4.8.-CÁLCULO DE P (COSTOS DE CONSTRUCCIÓN)

Utilizando el gráfico I, se verifica que la previsión del tráfico para el fin de la vida útil del pavimento, esto es para n años es de \mathbf{n} vehículos por día.

Un tráfico de este orden según la clase de vía, indica la necesidad de una capa de rodadura pavimentada.

Para la pavimentación de un kilómetro de carretera.

4.9.-CÁLCULO DE C.-

Considerando siempre para un kilómetro de carretera.

$$Cp = \sum_{i=1}^{i=n} C_{pi} = C_{p1} * V_1 + C_{p2} + \dots + C_{pi} + \dots + C_{pn}$$

Donde:

V_i = Factor de Reducción.

c_{pi} = Costo de conservación del pavimento durante el año i transpuesto a la época actual.

Suma de los costos de conservación de la carretera en tierra durante n años, transpuestos a la época actual.

En tanto que los valores c_{pi} , varían sensiblemente con i , la variación de c_{ti} , es relativamente menor, podemos sin error a equivocarnos tomar el valor medio para c_{ti} y aplicarlo en los cálculos durante los años n .

Consideremos apenas la influencia de los intereses sobre el capital conforme explicación anterior:

$$C_i = c_i * V_i = (c_{pi} - c_{ii}) * V_i$$

$$V_i = \frac{1}{(1 + j)^i}$$

Donde:

C_{ii} = Costos de mantenimiento del pavimento.

C_{pi} = Costo de mantenimiento de la vía en tierra.

V_i = Factor de Reducción.

Verificamos que el valor de C, es prácticamente despreciable en relación a los valores de P y E.

4.10.-CÁLCULO DE E. (ECONOMIAS)

La economía oriunda de la pavimentación de una carretera que se refleja de forma inmediata para el país con la rebaja en los precios de los fletes por carretera, puede ser calculada para cada vehículo separadamente, llevándose en cuenta las consideraciones relativas a la transposición de los valores obtenidos en cada año i a la época actual.

Tendremos:

$$E = E_a + E_b + E_c + E_d + E_f + E_g$$

a su vez:

$$E_a = E_{a1} + E_{a2} + \dots + E_{ai} + \dots + E_{an}$$

$$E_{ai} = e_{a1} * V_i$$

Idéntica consideración será hecha en relación con Eb, Ec, Ed, Ef y Eg.

Donde:

E_a = economía global con la pavimentación, obtenida en las motocicletas, transpuesta a la época actual.

E_b = economía global con la pavimentación, obtenida en los automóviles, transpuesta a la época actual

E_c = Economía global con la pavimentación, obtenida en los buses transpuesta a la época actual.

E_d = Economía global con la pavimentación obtenida en los camiones ligeros transpuesta a la época actual,

E_f = Economía global con la pavimentación obtenida en los camiones medios transpuesta a la época actual.

E_g = Economía global con la pavimentación, obtenida en los camiones pesados transpuesta a la época actual.

Consideramos apenas la influencia de los intereses en la transposición de los valores C_i , a la época actual conforma se realizó en el cálculo de C .

Otra forma para calcular E será la que adoptemos por ser más práctica es tomar:

$$E = \sum_{i=1}^{i=n} E_i = E_1 + E_2 + \dots E_i \dots + E_n$$

Siendo:

$$E_i = E_{ai} + E_{bi} + E_{ci} + E_{di} + E_{fi} + E_{gi}$$

Tendremos:

$$E_i = (e_{ai} + e_{bi} + e_{ci} + e_{di} + e_{fi} + e_{gi}) * V_i = e_i * V_i$$

Donde:

E_i = Es la suma de las economías de los vehículos a circular por la vía.

El valor de E_i es función de:

E_{ai} = economía en las motocicletas.

E_{bi} = economía en los automóviles.

E_{ci} = economía en los buses.

E_{di} = economía en los camiones ligeros.

E_{fi} = economía en los camiones medios.

E_{gi} = economía en los camiones pesados.

e_{ai} = economía unitaria en las motocicletas.

e_{bi} = economía unitaria en los automóviles.

e_{ci} = economía unitaria en los buses.

e_{di} = economía unitaria en los camiones ligeros.

e_{fi} = economía unitaria en los camiones medios.

e_{gi} = economía unitaria en los camiones pesados.

V_i = Factor de Reducción.

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

- a. El tráfico futuro probable de cada tipo de vehículo en la carretera pavimentada.
- b. Economía por vehículo de cada tipo, obtenida con la pavimentación:

Esta economía puede ser clasificada en:

- b-1 Economía en los gastos de funcionamiento.
- Combustible
 - Aceites
 - Neumáticos
 - Piezas sobresalientes.
- b-2 Economía debido a mayor duración del vehículo.

Tabla 4. 1 CONSUMO EN %, VERIFICADO EN LAS CARRETERAS PAVIMENTADAS EN RELACIÓN A LAS CARRETERAS DE TIERRA.

TIPO DE VEHÍCULO	COMBUSTIBLE	LUBRICANTE	NEUMÁTICOS	PIEZAS SOBRESALIENTES	AMORTIZACIÓN DEL VEHÍCULO
	P1	P2	P3	P4	P5
Automóvil	78	50	24	56	66
Bus	76	50	27	50	41
Camión 3ton	77	50	25	48	69
≤3ton					
Camiones	77	50	36	45	67
≤6ton					
Camiones >6ton	77	50	32	53	66

Fuente: Escuela de Ingeniería de Brasil.

La economía total, para un vehículo de cada género por kilómetro, viene dada por la fórmula:

$$e' = [(1 - p_1) * k_1 + (1 - p_2) * k_2 + (1 - p_3) * k_3 + (1 - p_4) * k_4] + \left[\frac{(1 - p_5) * k_5}{L} \right]$$

Donde:

K1, K2, K3, K4 son los valores medios de consumo por vehículo de cada género y por km. de carretera en tierra, respectivamente de combustible, aceites, neumáticos y piezas sobresalientes.

K5, es el valor total a amortizar por vehículo de cada especie, siendo la diferencia entre el costo del vehículo nuevo y su valor residual después de los L Kilómetros del vehículo de la vida útil del pavimento.

P1 = Consumo de Combustible en carreteras de tierra con relación a las carreteras pavimentadas.

P2 = Consumo de Lubricantes en carreteras de tierra con relación a las carreteras pavimentadas.

P3 = Consumo de Neumáticos en carreteras de tierra con relación a las carreteras pavimentadas.

P4 = Consumo de Piezas Sobresalientes en carreteras de tierra con relación a las carreteras pavimentadas.

P5 = Consumo de Amortización del Vehículo en carreteras de tierra con relación a las carreteras pavimentadas.

L es la vida útil del vehículo en Km. rodando en carreteras de tierra, siendo usual considerar:

L = 100.000 Km.

Fuente: C.F.N.

Los valores de **K** varían con **i**, siendo comprensible, que el consumo de ciertos elementos como combustible, aceites, etc. aumenten con el uso del vehículo, variando por lo tanto con el tiempo.

Utilizamos por lo tanto valores medios que consideraremos invariables con el tiempo, para facilidad del cálculo.

CONSUMO DE VEHÍCULO POR KM. DE CARRETERA EN TIERRA

- a. Gasolina U.S.D. 1.48 Extra el galón 0,39 litro, Diesel U.S.D. 1.03, el galón 0,27 litro.
- b. La columna de lubricantes, consta el aceite del carter grasas de pieza móviles, el precio de la lubricación periódica del chasis adóptese un U.S.D. 3.63 de lubricante.
- c. Considérese un cambio del aceite del carter cada 3000 Km. Y un incremento en el cambio para los vehículos más pesados.
- d. Neumáticos duración media de 20000 Km. Cada neumático.
 - d.1. Motocicleta.....cada neumático: U.S.D. 50
 - d.2. Automóvil.....cada neumático: U.S.D. 80
 - d.3. Bus.....cada neumático: U.S.D. 350
 - d.4. Camiones 3ton.....cada neumático: U.S.D. 130
 - d.5. $3\text{ton} \leq \text{Camión} \leq 6\text{ton}$cada neumático: U.S.D. 410
 - d.6. Camión $> 6 \text{ ton}$cada neumático: U.S.D. 410

Fuente: ERCO TYRES

- e. Considerar que el vehículo al final de su vida útil ha consumido un equivalente de su valor cuando era nuevo, en piezas sobresalientes.

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

f. Tomaremos los siguientes valores medios de vehículos nuevos:

- f.1. Motocicleta.....U.S.D. 1769
- f.2. Automóvil.....U.S.D. 13865
- f.3. Bus.....U.S.D. 80910
- f.4. Camiones 3ton..... U.S.D. 18270
- f.5. 3ton≤Camión≤6ton.....U.S.D. 50400
- f.6. Camión 6 3 ton.....U.S.D. 87200

Fuente: CHEVROLET, MOTOR UNO, MERCEDES BENZ

g. Se considera un 10% del valor del vehículo como valor residual
 Amortización del Vehículo.

Tabla 4. 2 CONSUMO DE VEHÍCULO POR KM. DE CARRETERA EN TIERRA

TIPO DE VEHÍCULO	COMBUSTIBLE	LUBRICANTE	NEUMÁTICO	PIEZAS SOBRESALIENTES	AMORTIZACIÓN DEL VEHÍCULO
	K1	K2	K3	K4	K5
	U.S.D./Km.	U.S.D./Km.	U.S.D./Km.	U.S.D./Km.	U.S.D./Km.
Motocicleta	1,08	0,6	0,3	200	14481
Automóvil	2,23	2,2	1,56	500	12478
Bus	2,97	2,2	4,44	700	72819
Camión 3ton	2,97	2,7	5,17	1000	16443
≤3ton					
Camiones	2,13	2,8	7,77	1500	45360
≤6ton					

Fuente: C.N.T.T.T

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Tabla 4. 3 CONSUMO DE VEHÍCULO POR KM. EN CARRETERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE

TIPO DE VEHÍCULO	COMBUSTIBLE	LUBRICANTE	NEUMÁTICO	PIEZAS SOBRESALIENTES	AMORTIZACIÓN DEL VEHÍCULO
	K1	K2	K3	K4	K5
	U.S.D./Km.	U.S.D./Km.	U.S.D./Km.	U.S.D./Km.	U.S.D./Km.
Motocicleta	0,92	0,6	0,27	135	14481
Automóvil	2,03	2,2	1,4	360	12478
Bus	0,63	2,2	3,96	522	72819
Camión 3ton	3,15	2,7	4,65	820	16443
≤3ton					
Camiones ≤6ton	2,52	2,8	6,99	1206	45360
≤6ton					

Fuente: C.N.T.T.T

Tabla 4. 4 CONSUMO DE VEHÍCULO POR KM. EN CARRETERA CON PAVIMENTO RÍGIDO

TIPO DE VEHÍCULO	COMBUSTIBLE	LUBRICANTE	NEUMÁTICO	PIEZAS SOBRESALIENTES	AMORTIZACIÓN DEL VEHÍCULO
	K1	K2	K3	K4	K5
	U.S.D./Km.	U.S.D./Km.	U.S.D./Km.	U.S.D./Km.	U.S.D./Km.
Motocicleta	1,15	0,6	0,3	150	14481
Automóvil	2,53	2,2	1,56	400	12478
Bus	3,16	2,2	4,44	580	72819
Camión 3ton	3,15	2,7	5,17	900	16443
≤3ton					
Camiones ≤6ton	2,57	2,8	7,77	1340	45360
≤6ton					

Fuente: C.N.T.T.T

Aplicando la fórmula general:

$$E_i = (e_{ai} + e_{bi} + e_{ci} + e_{di} + e_{fi} + e_{gi}) * V_i = e_i * V_i \quad (40)$$

Donde:

P1 = Consumo de Combustible en carreteras de tierra con relación a las carreteras pavimentadas.

P2 = Consumo de Lubricantes en carreteras de tierra con relación a las carreteras pavimentadas.

P3 = Consumo de Neumáticos en carreteras de tierra con relación a las carreteras pavimentadas.

P4 = Consumo de Piezas Sobresalientes en carreteras de tierra con relación a las carreteras pavimentadas.

P5 = Consumo de Amortización del Vehículo en carreteras de tierra con relación a las carreteras pavimentadas.

K1 = Consumo de Combustible en carreteras de tierra.

K2 = Consumo de Lubricantes en carreteras de tierra.

K3 = Consumo de Neumáticos en carreteras de tierra.

K4 = Consumo de Piezas Sobresalientes en carreteras de tierra.

K5 = Consumo de Amortización del Vehículo en carreteras de tierra

Tomando los valores de p y k de los cuadros 5.1 y 5.2 y tomando

$L = 100000 \text{ Km. tendremos:}$

Nota 1: Los valores de línea volumen de tráfico (anual, son obtenidos multiplicando los valores correspondientes al volumen de tráfico por 365 días.

Nota 2: La economía unitaria esta expresada en dólares y la economía total en miles de dólares. Se observa también que los valores considerados como economía unitaria, para cada género de vehículo son iguales, en caso se hiciera un cálculo más preciso, llevando en cuenta la eficiencia de la vida del vehículo en la economía, tendríamos valores medios para cada año.(1)

4.11.- CRITERIO PARA ESCOGER EL TIPO DE PAVIMENTO.-

La gran variedad de pavimentos existentes hoy en día permite el ingeniero vial escoger esos varios tipos, problema que tiene que atenerse tanto a la técnica como a la economía de cada caso particular.

La relación $P + C \leq E$ hasta cierto punto puede ser utilizada para escoger entre los varios tipos de pavimentos, dentro de los varios tipos capaces de satisfacer esta relación, el mas indicado será aquel que nos ofrece mayor desigualdad. (1)

(1) Escuela de Ingeniería de Brasil, apuntes de materia Prof. Leizazer L/ Brasil 1963

CAPITULO V

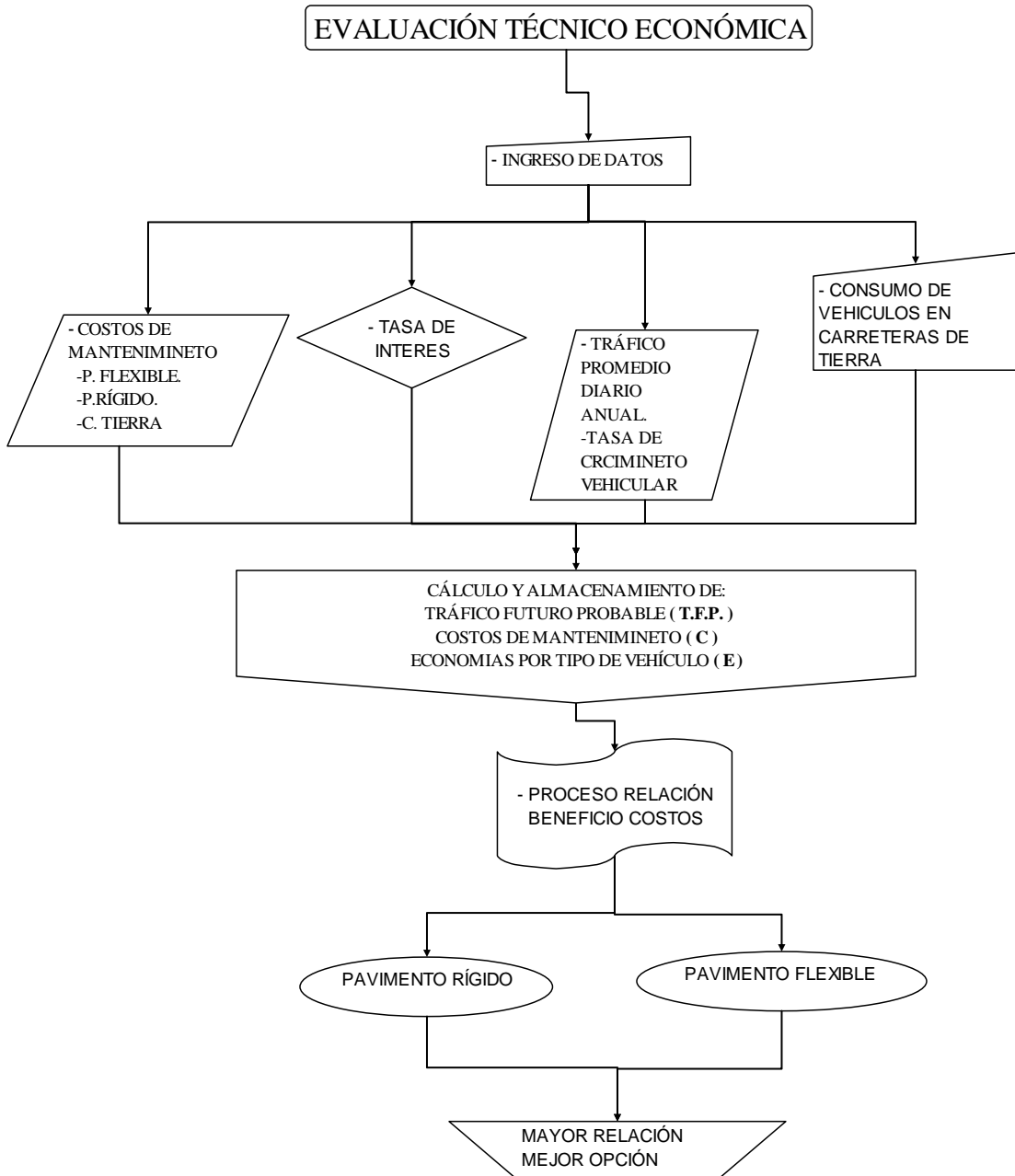
ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE EVALUACIÓN – TÉCNICO ECONÓMICO.-

El procedimiento de Evaluación Técnico Económico fue realizado en Microsoft Office Excel 2003 con las siguientes características detalladas a continuación:

- INGRESO DE DATOS:
- Tráfico Promedio Diario Anual de la vía a ser Evaluada
 - Tasa de crecimiento vehicular
 - Costos de las dos alternativas de pavimento:
 - Mantenimiento.
 - Consumo de combustible, lubricantes piezas sobresalientes, neumáticos y amortización del vehículo.
 - Tasa de interés referencial.
- CÁLCULO:
 - Economías por tipo de vehículo.
 - Costos de mantenimiento.
- EVALUACIÓN COSTOS BENEFICIO ENTRE LAS DOS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO.

5.1.- DIAGRAMA DE FLUJO.-

Fig 5. 1 Proceso del programa de evaluación técnico económico.



Nota: El funcionamiento del programa de selección del tipo de pavimento a construirse en una carretera, esta determinado en el anexo 1

CAPÍTULO VI

APLICACIÓN PRÁCTICA

6.1.- IMPORTANCIA.-

Éste trabajo se baso en la realización de la aplicación de los criterios de pavimentación realizados en la Escuela Nacional de Ingeniería de Brasil fundamentada por el Prof. Leizer Lerner y en base a estudios y experiencias realizados en México las cuales fueron presentadas en el III congreso nacional de Ingeniería de Transporte y Seminario Provia Nacional en Quito, Marzo 1996 Por el Ing. Enrique Dalhaus Parkman Ponente Mexicano.

Los costos de construcción de pavimento y mantenimiento del mismo son analizados en base a costos promedios de diferentes proyectos que se ejecutan en el país

6.2.- PARAMÉTROS CONSIDERADOS

6.2.1-COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

La determinación de los costos totales de construcción de una carretera corresponde al análisis derivado de estudios y estimaciones de los volúmenes de obra, relacionados con los costos unitarios de cada uno de los rubros que conforman su ejecución.

Con la conclusión final de los costos indirectos como son la utilidad, impuestos e imprevistos.

Para nuestro análisis solamente tomaremos en cuenta los rubros que conforman la estructura del pavimento como se desarrolla a continuación:

6.2.1.1.-COSTOS DE CONSTRUCCIÓN:

6.2.1.1.2.- RUBROS QUE CONFORMAN EL PAVIMENTO RÍGIDO.

Rubros considerados para nuestro análisis:

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Tabla 6. 1 Costos de construcción Pavimento Rígido.

RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
308-2 (1)	Acabado de la obra básica existente	m2	572.147,38	0,30	171.644,21
402-7 (1)	Geomalla Biaxial BX 1100	m2	434.981,19	3,28	1.426.738,30
402-7 (2)	Geotextil (separador) NT 1600	m2	434.981,19	1,38	600.274,04
403-1	Sub-base Clase 3	m3	121.927,12	6,02	734.001,26
309-6(5)E	Transporte de material de subbase (D = 30,00 km)	m3/km.	#####	0,28	1.024.187,81
405-8 (1)	Pavimento de hormigón de cemento Portland (e = 28,00 cm; f'c = 350 kg/cm2)	m3	161.771,85	127,08	20.557.966,70
405-8(4)E	Curador superficial	kg	144.650,84	0,93	134.525,28
405-8 (2)a	Acero de refuerzo (corrugado fy= 4200 kg/cm2, barras de unión D = 12 mm)	kg.	84.966,05	2,64	224.310,37
405-8 (2)b	Acero de refuerzo (corrugado fy= 4200 kg/cm2, pasadores D = 25 mm)	kg.	720.419,53	2,64	1.901.907,56
405-8 (3)	Juntas simuladas	ml.	242.122,84	2,11	510.879,19

Fuente: M.T.O.P. Subsecretaria de Obras y Comunicaciones Coordinación de Licitaciones Proyecto SANTO DOMINGO - EL CARMEN.
 Longitud: 29.368 Km.

Al dividir al Total de los costos de construcción para el número de kilómetros a construirse tendremos:

$$P = \frac{27\,286.434,73 \text{ U.S.D.}}{29,368 \text{ Km.}} = 929.121,3 \text{ U.S.D./ Km.}$$

6.2.1.1.3. RUBROS QUE CONFORMAN EL PAVIMENTO FLEXIBLE.

Rubros considerados para nuestro análisis:

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Tabla 6. 2 Costos de construcción Pavimento Flexible.

RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
308-2 (1)	Acabado de la obra básica existente	m2	572.147,38	0,29	165.922,74
402-7 (1)	Geomalla Biaxial BX 1100	m2	434.981,19	2,04	887.361,63
402-7 (2)	Geotextil no tejido(separador);equivale al clase 2 de las especificaciones AASHTO M288-00	m2	434.981,19	1,40	608.973,67
403-1	Sub-base Clase 3	m3	121.927,12	13,12	1.599.683,81
309-6(5)E	Transporte de material de subbase (D = 30,00 km)	m3/km.	3.657.813,60	0,25	914.453,40
404-5	Capa de base de hormigón asfáltico, mezclado en planta (e=12,5 cm)	m2	73.621,91	13,50	993.895,79
309-6(3)E	Transporte de mezcla asfáltica (base asfáltica) (D = 30 Km)	m3/km.	2.208.657,30	0,25	552.164,33
405-5	Capa de rodadura de hormigón asfáltico, mezclado en planta (e=10 cm)	m2	588.957,24	14,50	8.539.879,98
309-6(3)E	Transporte de mezcla asfáltica (capa asfáltica) (D = 30 Km)	m3/km.	1.766.925,60	0,25	441.731,40
405-1 (1)	Asfalto MC-250 para imprimación	Lt	883.462,86	0,48	424.062,17
405-2 (1)	Asfalto RC-250 para riego de adherencia	Lt	235.590,09	0,48	113.083,24

Fuente: M.T.O.P. Subsecretaria de Obras y Comunicaciones Coordinación de Licitaciones Proyecto SANTO DOMINGO - EL CARMEN.
 Longitud: 29.368 Km.

Con lo que podemos determinar el costo de construcción por kilómetro el cual detallamos a continuación:

$$P = \frac{15\ 241\ 212,15 \text{ U.S.D.}}{51,8 \text{ Km.}} = 518.973,5 \text{ U.S.D./ Km.}$$

6.2.2.-T.P.D.A.

El TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual), lo definimos como la intensidad máxima promedio para una duración de vida útil de un período de diseño

(1) Los Costos de construcción Pavimento Flexible y Pavimento Rígido están detallados en el anexo 2

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

determinado por el diseñador, donde se incluyen todas las clases de vehículos y los porcentajes promedios de vehículos del tránsito total.

El T.P.D.A. adoptado para el análisis fue el siguiente:

Tabla 6. 3 T.P.D.A.

DESCRIPCION	Ruta	Liviano	Bus	Pesados	Total
-------------	------	---------	-----	---------	-------

PROVINCIA: SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS

SANTO DOMINGO - EL CARMEN	E40	3129	1358	1048	5.536
---------------------------	-----	------	------	------	-------

Fuente: M.T.O.P. Subproceso de Planificación Institucional

ELABORACION: MOP, Proceso Asesor de Planificación-Estadística

Nota: Los datos están sujetos a revisión

Los mismos que se encuentran divididos en las siguientes categorías:

Tabla 6. 4 Clasificación de T.P.D.A.

	Autos	Bus	Camiónes			TPDA
	Livianos	L.2 Ejes	Ligeros	Medios	Pesados	
Vehículos	3129	1358	469	356	223	5535
%	56,53	24,53	8,47	6,43	4,03	100,00

Fuente: M.T.O.P. Subproceso de Planificación Institucional

ELABORACION: MOP, Proceso Asesor de Planificación-Estadística

Nota: Los datos están sujetos a revisión

6.2.3.- TASAS DE CRECIMIENTO.

Las tasas de crecimiento vehicular son analizadas por instituciones gubernamentales como es el M.T.O.P, u otros como el Consejo Provincial de cada provincia.

Tabla 6. 5 Tasas de crecimiento vehicular

TASAS DE CRECIMIENTO VEHICULAR		
Liv	Bus	Camiones
3,6	1,7	2,72

Fuente: M.T.O.P. Subproceso de Planificación Institucional
ELABORACION: MOP, Proceso Asesor de Planificación-Estadística
Nota: Los datos están sujetos a revisión

6.3.- COSTOS DE OPERACIÓN DE VEHÍCULOS CONSIDERADOS EN EL ANÁLISIS.

6.3.1.- CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN CARRETERAS DE TIERRA

Los valores son en base a estudios realizados en La Escuela de Ingeniería de Brasil, sobre el costo de operación en caminos en tierra los cuales están en

porcentaje en relación a los caminos pavimentado son los presentados en la tabla

7.6

Tabla 6. 6 Consumo en Carreteras Pavimentadas con relación a las Carreteras en Tierra en Porcentaje (%)

TIPO DE VEHÍCULO	COMBUSTIBLE	LUBRICANTE	NEUMÁTICOS	PIEZAS SOBRESALIENTES	AMORTIZACIÓN DEL VEHÍCULO
	P1	P2	P3	P4	P5
Automóvil	78	50	24	56	66
Bus	76	50	27	50	41
Camión Ligero	77	50	25	48	69
Camiones Medio	77	50	36	45	67
Camiones Pesados	77	50	32	53	66

Fuente: Escuela de Ingeniería de Brasil.

6.3.2.-COSTOS DE OPERACIÓN DE VEHÍCULOS EN PAVIMENTOS

RÍGIDOS

De acuerdo a experiencias mexicanas (1) se ha podido establecer que en pavimentos rígidos el consumo de combustible disminuye en un 20%, pero no así el consumo de neumáticos, lubricantes y de las piezas sobresalientes las cuales aumentan en un 10% en relación al pavimento flexible los mismos que han sido determinados en función de los costos de operación existentes.

(1) La consideración para el análisis de los costos de operación se encuentran en base a los estudios realizados por el Ingeniero DAHLHAUS PARKMAN "PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO ECXPERIENCIA EN MÉXICO", en el año de 1996.

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Tabla 6. 7 Costos de operación en pavimentos rígidos.

TIPO DE VEHÍCULO	COMBUSTIBLE	LUBRICANTE	NEUMÁTICO	PIEZAS SOBRESALIENTES	AMORTIZACIÓN DEL VEHÍCULO
	K1	K2	K3	K4	K5
	\$US.D./Km.	\$US.D./Km.	\$US.D./Km.	\$US.D./Km.	\$US.D./Km.
Automóvil	1,72	2,2	1,72	110	13865
Bus	2,14	2,2	4,66	220	80910
Camión Ligero	2,14	2,7	5,17	220	18270
Camiones Medio	1,8	2,8	8,20	275	50400
Camiones Pesados	2,01	2,9	8,55	330	87200

Fuente: C.N.T.T

6.3.3.-PAVIMENTOS FLEXIBLES

Estos valores han sido obtenidos en base al análisis de los costos de operación para pavimentos flexibles obtenidos en el análisis de los costos de operación para pavimentos rígidos obtenidas en el Consejo Nacional de Tránsito y Transporte.

Tabla 6. 8 Costos de operación en pavimentos flexibles.

TIPO DE VEHÍCULO	COMBUSTIBLE	LUBRICANTE	NEUMÁTICO	PIEZAS SOBRESALIENTES	AMORTIZACIÓN DEL VEHÍCULO
	K1	K2	K3	K4	K5
	\$US.D./Km.	\$US.D./Km.	\$US.D./Km.	\$US.D./Km.	\$US.D./Km.
Automóvil	2,53	2,2	1,56	100	13865
Bus	3,16	2,2	4,44	200	80910
Camión Ligero	3,15	2,7	5,17	200	18270
Camiones Medio	2,57	2,8	7,77	250	50400
Camiones Pesado	3,19	2,9	7,77	300	87200

Fuente: C.N.T.T

6.4.-COSTOS DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO

La estimación de los costos de conservación de una vía presenta tres objetivos básicos:

- **ECONÓMICO:** medir la influencia de los costos de conservación en la evaluación económica del proyecto.
- **FINANCIERO:** asignar los recursos necesarios para la conservación de la vía.
- **OPERACIONAL:** establecer el personal y la maquinaria necesaria para ejecutar la conservación. (1)

Para la determinación de los costos de mantenimiento para pavimentos rígidos y flexibles se ha considerado datos establecidos en el diseño de la vía MACHALA-PRIMAVERA-LA IBERIA, estos estudios fueron realizados A.E.T. “ASESORÍA Y ESTUDIO TÉCNICOS”.

Considerando las siguientes estrategias de mantenimiento:

(1) Tecnología de Conservación y Mantenimiento de Carreteras. Ing. Milton Torres Espinoza; Director del Centro Regional del Instituto Panamericano de Carreteras, 1996

6.4.1.-ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO.-

6.4.1.1.-PAVIMENTO RÍGIDO.-

Los costos de mantenimiento tomados para el análisis de estudio fueron los detallados a continuación en función a las siguientes tácticas de mantenimiento:

- Mantenimiento Rutinario. (cada año)
- Evaluación Funcional.
- Limpieza de Drenaje.
- Sellado de Juntas
- Sellado de Fisuras.
- Señalización.

Mantenimiento Periódico. (Cada cinco años)

- Reparación de Juntas.(2)
- Reparaciones Parciales.
- Reposición de losas falladas

(2)Pavimentos de Concreto Hidráulico Experiencia en México, III congreso Nacional de Ingeniería de Transporte y seminario Provia nacional.

E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

COSTOS DE MANTENIMIENTO PARA PAVIMENTOS
RÍGIDOS \$U.S.D./Km.

Tabla 6. 9 Costos de mantenimiento para carreteras

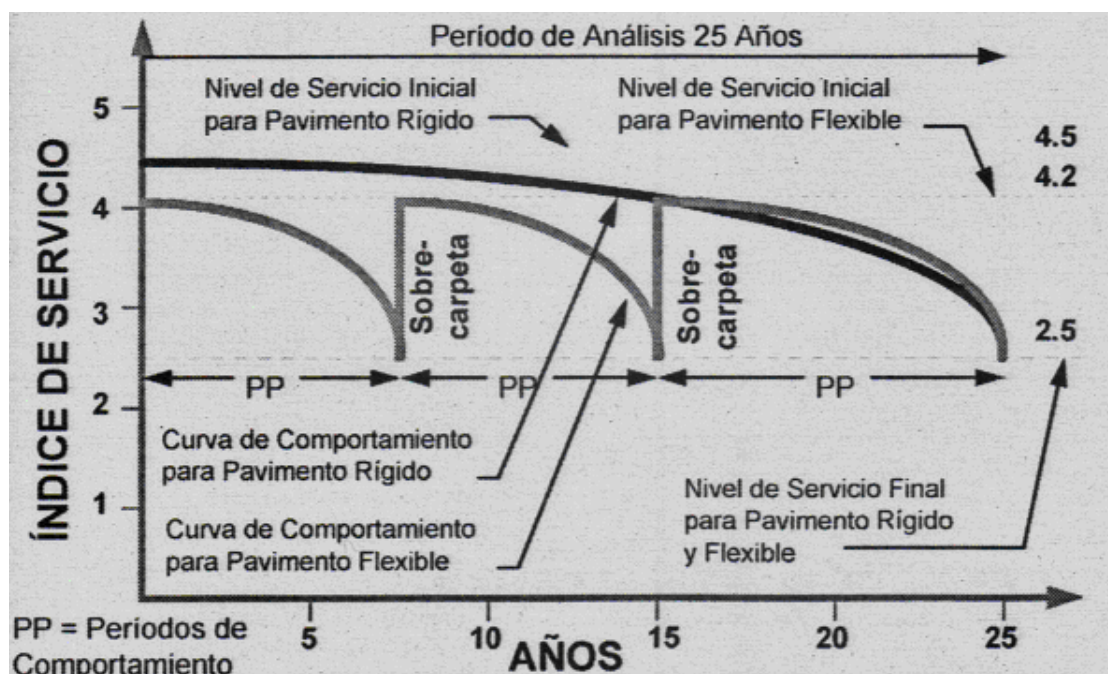
Años	\$U.S.D. / Km
1	3000
2	3000
3	3000
4	3000
5	3000
6	3000
7	3000
8	3000
9	3000
10	3000
11	3000
12	3000
13	3000
14	3000
15	3000
16	3000
17	3000
18	3000
19	3000
20	3000
21	3000
22	3000
23	100000
24	3000
25	3000

Colocación de refuerzo, Capa de rodadura asfáltica

Fuente: A.E.T Asesoría y Estudios Técnicos MACHALA-PRIMAVERA-LA IBERIA

Considerando el análisis realizado en México en pavimentos de concreto hidráulico (1) el mismo que nos da a conocer que el ciclo de vida útil del pavimento disminuye de 30 a 25 años la que podemos ver representada en la figura 6.1

Fig. 6. 1 Ciclo de Vida



Fuente: Pavimentos de concreto hidráulico experiencia en México, ponencia presentada por el Ing. Enrique Dalhaus Parkman, III congreso de ingeniería de transporte y seminario provincial nacional; Quito Ecuador, Marzo de 1996

6.4.1.2.-PAVIMENTO FLEXIBLE.-

Los costos de mantenimiento tomados para el análisis de estudio fueron los detallados a continuación en función a las siguientes tácticas de mantenimiento (1):

(1) Tecnología de Conservación y Mantenimiento de Carreteras. Ing. Milton Torres Espinoza; Director del Centro Regional del Instituto Panamericano de Carreteras, 1996

- Mantenimiento Rutinario. (cada año)
- Evaluación Funcional.
- Evaluación funcional.
- Mantenimiento lineal.(desbroce, limpieza de cunetas remoción de basuras, escombros, alcantarilla)
- Nivelación y compactación de espaldones
- Mantenimiento de señalización (verticales y horizontales)
- Reparación de fallas locales (bacheo menor)Sellado de Juntas
- Inspección de puentes.

Mantenimiento Periódico. (Cada cinco años)

- Evaluación funcional
- Evaluación estructural
- Reparación de fisuras
- Bacheo mayor
- Nivelación de la rasante
- Sello asfáltico (depende de las características funcionales de la superficie cada tres año)

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

- Reposición de señalización.(1)
- Refuerzo (cada 6 a 9 años) (depende de la evaluación estructural)
- Reparación de Puentes.

COSTOS DE MANTENIMIENTO PARA PAVIMENTOS

FLEXIBLES \$U.S.D./Km.

Tabla 6. 10 Costos de mantenimiento para carreteras pavimentos flexibles

Años	\$U.S.D. / Km	
1	3000	
2	3000	
3	3000	
4	3000	
5	25200	1er Refuerzo.
6	3000	
7	3000	
8	3000	
9	3000	
10	72000	2do Refuerzo.
11	3000	
12	3000	
13	3000	
14	3000	
15	25200	3er Refuerzo.
16	3000	
17	3000	
18	3000	
19	3000	
20	100000	Reconstrucción ó Refuerzo
21	3000	
22	3000	
23	3000	
24	3000	
25	25200	4to Refuerzo

Fuente: A.E.T Asesoría y Estudios Técnicos MACHALA-PRIMAVERA-LA IBERIA

(1)Tecnología de Conservación y Mantenimiento de Carreteras. Ing. Milton Torres Espinoza; Director del Centro Regional del Instituto Panamericano de Carreteras, 1996.

6.4.1.3.-CARRETERAS EN TIERRA.-

Las técnicas de mantenimiento para carreteras en tierra para este estudio fueron las siguientes:

- Mantenimiento Rutinario.
- Nivelación periódica.
- Recargo parcial del material.
- Recargo.(1)

$$C_{ti} = 1.354,12 \text{ U.S.D.}$$

6.5.-VIDA ÚTIL DEL VEHÍCULO.-

La vida útil del vehículo esta en función del kilometraje recorrido. La C.F.N. recomienda en este caso considerar como vida útil el siguiente valor:

VIDA ÚTIL DEL VEHÍCULO	L (Km.)	100000
------------------------	---------	---------------

Fuente: C.F.N.

(1) Tecnología de Conservación y Mantenimiento de Carreteras. Ing. Milton Torres Espinoza; Director del Centro Regional del Instituto Panamericano de Carreteras, 1996

6.6.-TASA DE INTERÉS REFERENCIAL

La tasa de interés es aquella que sirve para los casos en los que los proyectos son realizados con préstamos internacionales que provienen de: CAF “Corporación Andina de Fomento”, BM “Banco Mundial”, BID “Banco Interamericano de Desarrollo”; si así fuera el caso del proyecto, para nuestro análisis consideraremos las tasa de interés referenciales del Banco Central del Ecuador. Las cuales fluctúan entre **el 9% al 12%**. En los períodos de Septiembre – Octubre del 2008.

6.7.-DESARROLLO DEL EJERCICIO PRÁCTICO

6.7.1.-DETERMINACIÓN Y PROYECCIÓN DEL TRÁFICO FUTURO.

Para establecer el crecimiento de tráfico futuro los mismos que son utilizados tanto para pavimentos rígidos como para flexibles, se utiliza la siguiente expresión:

$$TF = T_i (1 + i)^n$$

Donde:

TF = Tráfico futuro.

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Ti = Tráfico inicial.

i = Tasas de crecimiento.

n = Número de años.

Con lo que se obtiene los siguientes valores representados en la tabla 7.11

Tabla 6. 11 Cálculo y proyección del tráfico futuro.

Vehículos		Años									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Livianos	Automóvil	3242	3480	3870	4458	5320	6578	8426	11181	15372	21894
Bus	L2 Ejes	79	82	86	92	100	111	125	143	166	196
Camión Dos Ejes	Ligero	482	509	552	615	703	826	997	1236	1574	2059
	Medio	366	386	418	465	532	625	754	935	1190	1556
Camión Pesado	Pesado	229	242	262	292	334	392	473	586	746	976

Vehículos		Años									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Livianos	Automóvil	32306	49386	78213	128326	218128	384121	700784	1324524	2593553	5261266
Bus	L2 Ejes	4129	5055	6294	7969	10262	13439	17899	24244	33397	46787
Camión Dos Ejes	Ligero	2766	3817	5410	7877	11781	18099	28562	46300	77095	131864
	Medio	2090	2884	4088	5952	8902	13676	21582	34985	58254	99638
Camión Pesado	Pesado	1311	1809	2564	3733	5583	8577	13535	21941	36534	62488

Vehículos		Años				
		21	22	23	24	25
Livianos	Automóvil	7763321	11867647	18794961	30837418	52417263
Bus	L2 Ejes	56319	68946	85838	108686	139955
Camión Dos Ejes	Ligero	231676	74410598	137943119	262675942	513801735
	Medio	175057	315929	585672	1115256	1959430
Camión Pesado	Pesado	109787	198135	367305	699435	1368115

Fuente: Programa de Evaluación Técnico Económico

6.7.2.-EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS

DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO EN

PAVIMENTOS RÍGIDOS

La determinación de C se desarrolla en base a la siguiente fórmula:

$$C_i = c_i * V_i = (c_{pi} - c_{ti}) * V_i$$

Donde:

C_{pi} = Costos de mantenimiento del pavimento.

C_{ti} = Costo de mantenimiento de la vía en tierra.

V_i = Factor de Reducción a valor actual

j = tasa de interés referencial.

i = años a realizar el análisis.

Tabla 6. 12.Costos de mantenimiento para carreteras pavimento rígido

Años	\$U.S.D. / Km
1	3000
2	3000
3	3000
4	3000
5	3000
6	3000
7	3000
8	3000
9	3000
10	3000
11	3000
12	3000
13	3000
14	3000
15	3000
16	3000
17	3000
18	3000
19	3000
20	3000
21	3000
22	3000
23	100000
24	3000
25	3000

Colocación de refuerzo, Capa de rodadura asfáltica

Considerando un valor medio referencial para el mantenimiento en carreteras de tierra tenemos:

$$C_{ti} = 1.354,12 \text{ U.S.D.}$$

Realizando la transposición del capital a época actual considerando siempre para un kilómetro de carretera dada por la fórmula:

$$C_i = C_i * V_i$$
$$C_i = (C_{pi} - C_{ti}) * V_i \quad V_i = \frac{1}{(1+j)^i}$$
$$C_i = \sum_{i=1}^{i=n} C_i = C_1 * V_1 + C_2 * V_2 + \dots + C_i * V_i + \dots + C_n * V_n$$

Donde:

C_i = Es la suma de los costos de conservación del pavimento en cada año de estudio.

C_{pi} = costo de conservación del pavimento durante el año i transpuesto a la época actual.

C_{ti} = costo de conservación de caminos en tierra.

V₁ = Factor de reducción por año de estudio.

j = tasa de interés referencial.

i = años de estudio.

Con la fórmula descrita anteriormente tenemos los siguientes resultados:

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Tabla 6. 13. Costos de mantenimiento a 25 años P. Rígidos

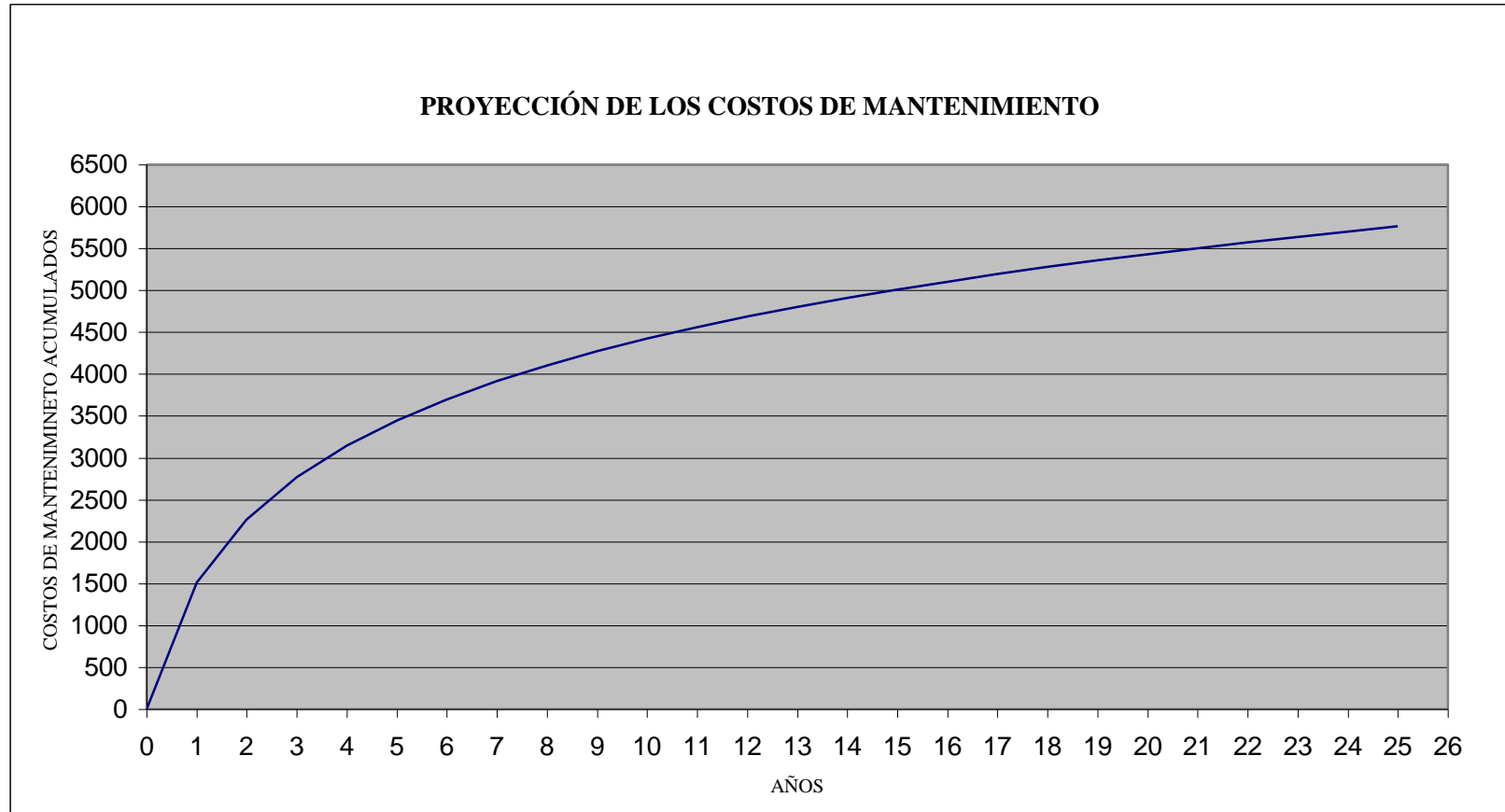
Valor Actual	U.S.D./Km	Valor Acumulado
C1	1509,98	1509,98
C2	754,99	2264,97
C3	503,33	2768,30
C4	377,50	3145,80
C5	302,00	3447,79
C6	251,66	3699,46
C7	215,71	3915,17
C8	188,75	4103,91
C9	167,78	4271,69
C10	151,00	4422,69
C11	137,27	4559,96
C12	125,83	4685,79
C13	116,15	4801,94
C14	107,86	4909,80
C15	100,67	5010,46
C16	94,37	5104,84
C17	88,82	5193,66
C18	83,89	5277,55
C19	79,47	5357,02
C20	75,50	5432,52
C21	71,90	5504,42
C22	68,64	5573,06
C23	65,65	5638,71
C24	62,92	5701,63
C25	60,40	5762,03

$$C = \sum_{i=1}^{i=n} C_i = C_1 + C_2 + \dots + C_i + \dots + C_n$$

C Total=	5573,06
-----------------	----------------

Con los resultados obtenidos aplicando la fórmula anteriormente indicada obtenemos los valores que se indican en la tabla 7.12 Que colocados en un gráfico AÑOS vs. Costos de mantenimiento nos muestra la variación lineal en la Fig.: 7.1

Fig. 6.2 Valor actual de las alteraciones en los costos de conservación Pavimento. Rígido.



Es importante señalar que este método tiene valores referenciales, siendo necesario complementar el estudio de los costos en base a los deterioros de cada proyecto, lo que nos permitirá establecer una gráfica de costos de mantenimiento por cada año con mayor exactitud.

6.7.3.-ECONOMÍA UNITARIA PARA CADA GÉNERO DE VEHÍCULO QUE CIRCULA SOBRE EL PAVIMENTO RÍGIDO.

La economía de una carretera se refleja de forma inmediata para el país con la rebaja en los precios de los fletes por carretera, puede ser calculada para cada vehículo separadamente, llevándose en cuenta las consideraciones relativas a la transposición de los valores obtenidos en cada año i a la época actual.

La economía unitaria, para un vehículo de cada género por Km. Viene dada por la fórmula:

$$e' = [(1 - p_1) * k_1 + (1 - p_2) * k_2 + (1 - p_3) * k_3 + (1 - p_4) * k_4] + \left[\frac{(1 - p_5) * k_5}{L} \right]$$

Donde:

K1, K2, K3, K4 son los valores medios de consumo por vehículo de cada género y por km. de carretera en tierra, respectivamente de combustible, aceites, neumáticos y piezas sobresalientes.

K5, es el valor total a amortizar por vehículo de cada especie, siendo la diferencia entre el costo del vehículo nuevo y su valor residual después de los **L** Kilómetros del vehículo de la vida útil del pavimento.

P1 = Consumo de Combustible en carreteras de tierra con relación a las carreteras pavimentadas.

P2 = Consumo de Lubricantes en carreteras de tierra con relación a las carreteras pavimentadas.

P3 = Consumo de Neumáticos en carreteras de tierra con relación a las carreteras pavimentadas.

P4 = Consumo de Piezas Sobresalientes en carreteras de tierra con relación a las carreteras pavimentadas.

P5 = Consumo de Amortización del Vehículo en carreteras de tierra con relación a las carreteras pavimentadas.

L es la vida útil del vehículo en Km. rodando en carreteras de tierra, siendo usual considerar:

L = 100.000 Km.

Fuente: C.F.N.

Los valores de P1,P2,P3,P4,P5; K1,K2,K3,K4,K5 y L, son valores que están determinados anteriormente en las tablas 7.6 y 7.7 respectivamente por lo que al proceder a realizar las economías para cada tipo de vehículo con la fórmula expuesta obtenemos los siguientes resultados que se indican en la tabla 7.13.

Tabla 6. 14 Economía unitaria para cada género de vehículo Pavimento Rígido.

TIPO DE VEHÍCULO	Economía por vehículo
Automóvil	46,54
Bus	105,54
Camiones Liviano	109,70
Camiones Ligero	144,49
Camiones Pesado	148,81

Los valores de K varían con i, siendo comprensible, pues que el consumo de ciertos elementos como combustible, aceites, etc. aumente con el uso del vehículo, variando por lo tanto con el tiempo.

6.7.4.-ECONOMÍA POR GÉNERO DE VEHÍCULO EN PAVIMENTO RÍGIDO.

- Los valores de la línea de tráfico anual, son obtenidos multiplicando los valores correspondientes de la tabla 7.11 de proyección de tráfico futuro por 365 días.

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

- Así como los valores de las Economías Totales, son obtenidos multiplicando las economías unitarias en cada kilómetro por el volumen de tráfico en el año i.

En la que tenemos las siguientes tablas:

Tabla 6. 15. Economías de Vehículos entre los años 1-5

AÑO	TIPO VEHÍCULO	Autos	Buses	C. Ligero	C. Medio	C. Pesado	Total
1	Economía Unitaria	46,54	105,54	109,70	144,49	148,81	159314
	Volumen de Tráfico	1183330	504065	175930	133590	83585	
	Economía Total	55077	53197	19300	19302	12439	
2	Economía Unitaria	46,54	105,54	109,70	144,49	148,81	168010
	Volumen de Tráfico	1270200	521220	185785	140890	88330	
	Economía Total	59120	55007	20381	20357	13145	
3	Economía Unitaria	46,54	105,54	109,70	144,49	148,81	181982
	Volumen de Tráfico	1412550	548230	201480	152570	95630	
	Economía Total	65746	57858	22103	22045	14231	
4	Economía Unitaria	46,54	105,54	109,70	144,49	148,81	202646
	Volumen de Tráfico	1627170	586555	224475	169725	106580	
	Economía Total	75735	61902	24625	24523	15860	
5	Economía Unitaria	46,54	105,54	109,70	144,49	148,81	232060
	Volumen de Tráfico	1941800	638020	256595	194180	121910	
	Economía Total	90379	67334	28149	28057	18142	

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Tabla 6. 16. Economías de Vehículos entre los años 11-15

AÑO	TIPO VEHÍCULO	Autos	Buses	C. Ligero	C. Medio	C. Pesado	Total
11	Economía Unitaria	46,54	105,54	109,70	144,49	148,81	1.000.068,23
	Volumen de Tráfico	11.791.690,00	1.507.085,00	1.009.590,00	762.850,00	478.515,00	
	Economía Total	548.831,72	159.051,07	110.753,37	110.222,91	71.209,15	
12	Economía Unitaria	46,54	105,54	109,70	144,49	148,81	1.436.909,37
	Volumen de Tráfico	18.025.890,00	1.845.075,00	1.393.205,00	1.052.660,00	660.285,00	
	Economía Total	838.995,96	194.721,04	152.836,45	152.097,07	98.258,85	
13	Economía Unitaria	46,54	105,54	109,70	144,49	148,81	2.142.656,06
	Volumen de Tráfico	28.547.745,00	2.297.310,00	1.974.650,00	1.492.120,00	935.860,00	
	Economía Total	1.328.724,56	242.447,92	216.621,75	215.593,91	139.267,93	
14	Economía Unitaria	46,54	105,54	109,70	144,49	148,81	3.319.105,87
	Volumen de Tráfico	46.838.990,00	2.908.685,00	2.875.105,00	2.172.480,00	1.362.545,00	
	Economía Total	2.180.071,19	306.969,73	315.402,86	313.897,99	202.764,11	
15	Economía Unitaria	46,54	105,54	109,70	144,49	148,81	5.345.421,71
	Volumen de Tráfico	79.616.720,00	3.745.630,00	4.300.065,00	3.249.230,00	2.037.795,00	
	Economía Total	3.705.675,92	395.297,19	471.722,88	469.475,78	303.249,94	

Tabla 6. 17. Economías de Vehículos entre los años 16-20

AÑO	TIPO VEHÍCULO	Autos	Buses	C. Ligero	C. Medio	C. Pesado	Total
16	Economía Unitaria	46,54	105,54	109,70	144,49	148,81	8.955.155,15
	Volumen de Tráfico	140.204.165,00	4.905.235,00	6.606.135,00	4.991.740,00	3.130.605,00	
	Economía Total	6.525.654,38	517.676,77	724.701,84	721.248,13	465.874,03	
17	Economía Unitaria	46,54	105,54	109,70	144,49	148,81	15.611.797,44
	Volumen de Tráfico	255.786.160,00	6.533.135,00	10.425.130,00	7.877.430,00	4.940.275,00	
	Economía Total	11.905.295,94	689.478,12	1.143.650,70	1.138.196,63	735.176,06	
18	Economía Unitaria	46,54	105,54	109,70	144,49	148,81	28.326.324,40
	Volumen de Tráfico	483.451.260,00	8.849.060,00	16.899.500,00	12.769.525,00	8.008.465,00	
	Economía Total	22.501.726,92	933.890,58	1.853.897,74	1.845.047,21	1.191.761,94	
19	Economía Unitaria	46,54	105,54	109,70	144,49	148,81	53.490.721,71
	Volumen de Tráfico	946.646.845,00	12.189.905,00	28.139.675,00	21.262.710,00	13.334.910,00	
	Economía Total	44.060.674,90	1.286.468,56	3.086.959,97	3.072.213,25	1.984.405,03	
20	Economía Unitaria	46,54	105,54	109,70	144,49	148,81	105.112.314,66
	Volumen de Tráfico	1.920.362.090,00	17.077.255,00	48.130.360,00	36.367.870,00	22.808.120,00	
	Economía Total	89.381.219,82	1.802.257,82	5.279.964,84	5.254.732,44	3.394.139,74	

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Tabla 6. 18 Economías de Vehículos entre los años 21-23

AÑO	TIPO VEHÍCULO	Autos	Buses	C. Ligero	C. Medio	C. Pesado	Total
21	Economía Unitaria	46,54	105,54	109,70	144,49	148,81	158.528.909,61
	Volumen de Tráfico	2.833.612.165,00	20.556.435,00	84.561.740,00	63.895.805,00	40.072.255,00	
	Economía Total	131.887.477,42	2.169.435,06	9.276.535,94	9.232.197,52	5.963.263,67	
22	Economía Unitaria	46,54	105,54	109,70	144,49	148,81	3.211.167.243,48
	Volumen de Tráfico	4.331.691.155,00	25.165.290,00	27.159.868.270,00	115.314.085,00	72.319.275,00	
	Economía Total	201.613.977,55	2.655.833,20	2.979.473.861,96	16.661.538,41	10.762.032,36	
23	Economía Unitaria	46,54	105,54	109,70	144,49	148,81	5.896.822.303,49
	Volumen de Tráfico	6.860.160.765,00	31.330.870,00	50.349.238.435,00	213.770.280,00	134.066.325,00	
	Economía Total	319.298.917,90	3.306.521,19	5.523.378.773,25	30.887.308,62	19.950.782,53	
24	Economía Unitaria	46,54	105,54	109,70	144,49	148,81	11.142.681.153,25
	Volumen de Tráfico	11.255.657.570,00	39.670.390,00	95.876.718.830,00	407.068.440,00	255.293.775,00	
	Economía Total	523.882.661,85	4.186.637,18	10.517.804.242,82	58.816.635,02	37.990.976,37	
25	Economía Unitaria	46,54	105,54	109,70	144,49	148,81	21.646.661.258,00
	Volumen de Tráfico	19.132.300.995,00	51.083.575,00	187.537.633.275,00	715.191.950,00	499.361.975,00	
	Economía Total	890.492.688,71	5.391.134,15	20.573.129.108,08	103.336.883,33	74.311.443,73	

Realizando la transposición de las economías de los valores obtenidos en las tablas 7.15, 7.15, 7.17, 7.18, a época actual con la fórmula presentada a continuación obtenemos La Economía Global por especie de vehículo en la tabla

7.19:

$$E_i = E_i * V_i \quad V_i = \frac{1}{(1+j)^i}$$

Donde:

E_i = Economía de cada tipo de vehículo.

V_i = Factor de reducción en base a la tasa de interés.

E₁ = Es la suma de las economías por tipo de vehículo en cada año de estudio.

V₁ = Factor de reducción por año de estudio.

j = Tasa de interés referencial.

i = Años de estudio.

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Tabla 6. 19 Economía Global Pavimento Rígido.

Economía Global por tipos de vehículos	U.S.D./Km./AÑO
E1=	16.035,73
E2=	8.455,81
E3=	6.106,33
E4=	5.100,16
E5=	4.672,78
E6=	4.580,97
E7=	4.781,19
E8=	5.481,89
E9=	6.033,79
E10=	7.270,11
E11=	9.161,46
E12=	12.068,58
E13=	16.614,94
E14=	23.903,63
E15=	35.936,91
E16=	56.451,95
E17=	92.640,49
E18=	158.774,27
E19=	284.083,96
E20=	530.393,97
E21=	692.568,41
E22=	1.339.102,27
E23=	2.352.142,92
E24=	4.259.434,69
E25=	7.943.728,90

La economía total por tipo de vehículo por año y por Km. será igual a la suma de las economías globales:

$$E = \sum_{i=1}^{i=n} E_i = E_1 + E_2 + \dots + E_i + \dots + E_n$$

E Total=	17.875.526,12
-----------------	----------------------

U.S.D

6.5.-EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS

6.5.1. DETERMINACIÓN DEL TRÁFICO FUTURO

El tráfico futuro probable será el mismo que se tomo para pavimentos rígidos.

6.5.2.- DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

Tabla 6. 20 Costos de mantenimiento para carreteras pavimento flexible

Años	\$U.S.D. / Km	
1	3000	
2	3000	
3	3000	
4	3000	
5	25200	1er Refuerzo.
6	3000	
7	3000	
8	3000	
9	3000	
10	72000	2do Refuerzo.
11	3000	
12	3000	
13	3000	
14	3000	
15	25200	3er Refuerzo.
16	3000	
17	3000	
18	3000	
19	3000	
20	100000	Reconstrucción ó Refuerzo
21	3000	
22	3000	
23	3000	
24	3000	
25	25200	4to Refuerzo

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

El desarrollo para las economías unitarias es el mismo que se efectuó en pavimentos rígidos

Tabla 6. 21. Costos de mantenimiento a 25 años Pavimentos Flexibles

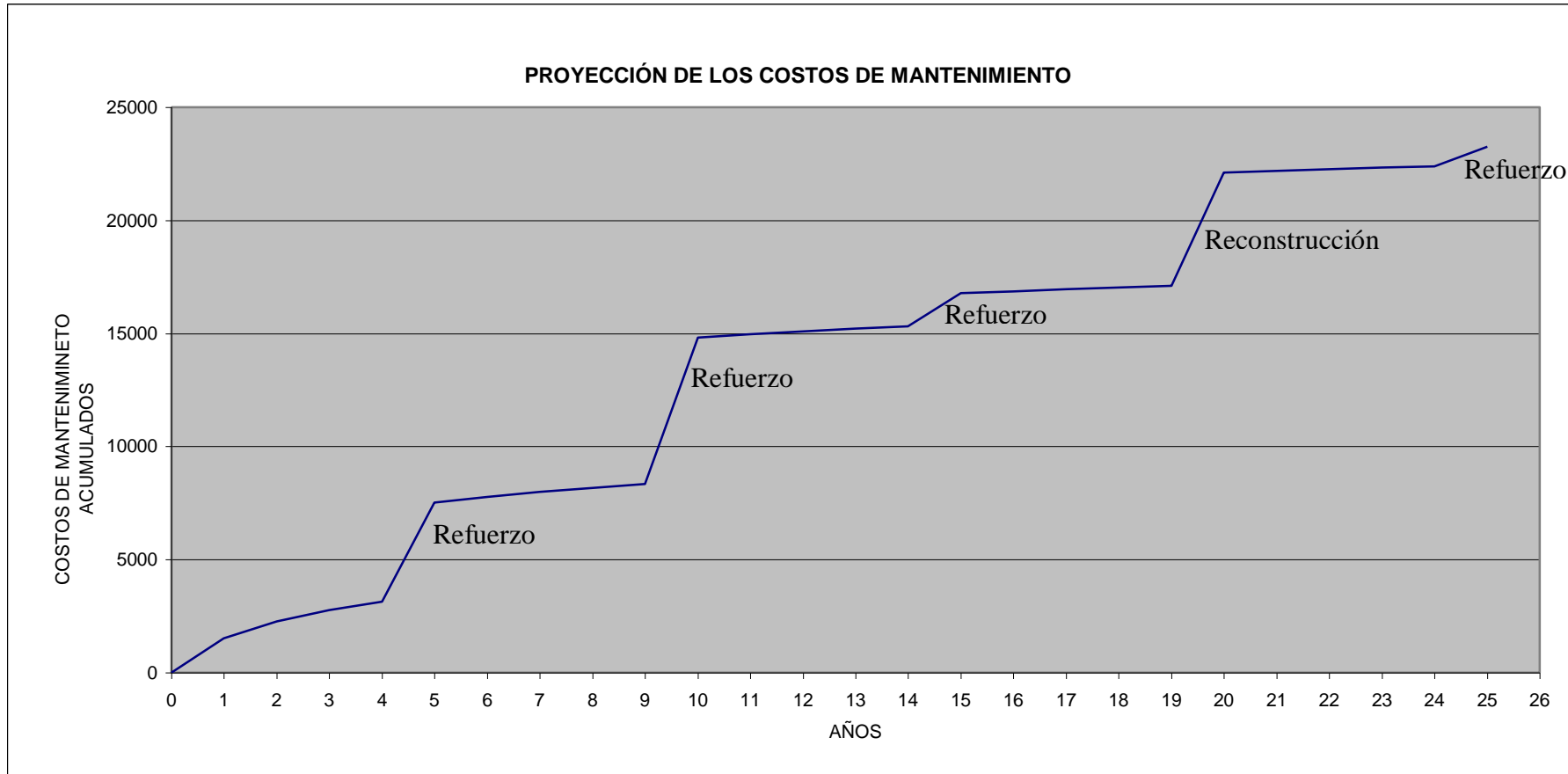
Valor Actual	U.S.D./Km/AÑO	Valor acumulado
C1	1509,98	1509,98
C2	754,99	2264,97
C3	503,33	2768,30
C4	377,50	3145,80
C5	4375,39	7521,19
C6	251,66	7772,85
C7	215,71	7988,56
C8	188,75	8177,31
C9	167,78	8345,08
C10	6481,27	14826,36
C11	137,27	14963,63
C12	125,83	15089,46
C13	116,15	15205,61
C14	107,86	15313,47
C15	1458,46	16771,93
C16	94,37	16866,31
C17	88,82	16955,13
C18	83,89	17039,02
C19	79,47	17118,49
C20	5000,00	22118,49
C21	78,38	22196,86
C22	68,64	22265,50
C23	65,65	22331,15
C24	62,92	22394,07
C25	875,08	23269,15

$$C = \sum_{i=1}^{i=n} C_i = C_1 + C_2 + \dots + C_i + \dots + C_n$$

C Total=	23.269,15
-----------------	------------------

Con los resultados obtenidos en la tabla 7.21 representamos en un gráfico AÑOS vs. Costos de mantenimiento el cual nos muestra la variación en los costos de mantenimiento representados en la Fig.: 7.2

Fig. 6. 3. Costos de mantenimiento Pavimento Flexible



**6.5.3.-ECONOMÍA UNITARIA PARA CADA GÉNERO DE VEHÍCULO
QUE CIRCULA SOBRE EL PAVIMENTO FLEXIBLE.**

Para la determinación de las economías unitarias para cada género de vehículo en pavimento flexible, la desarrolla de forma similar al del pavimento rígido.

Con la tabla 7.7 realizaremos lo mismos cálculos detallados en el proceso para pavimentos rígidos.

Tabla 6. 22. Economía unitaria para cada género de vehículo Pavimento Flexible

TIPO DE VEHÍCULO	Economía por vehículo
Automóvil	68,36
Bus	130,29
Camiones Ligeros	135,64
Camiones Medianos	172,03
Camiones Pesados	172,14

**6.5.4.-ECONOMÍA POR GÉNERO DE VEHÍCULO EN PAVIMENTO
FLEXIBLE.**

Con el mismo criterio adoptado desarrollamos las economías para pavimentos flexibles de esta forma tenemos las siguientes tablas:

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Tabla 6. 23. Economías de Vehículos entre los años 1-5

AÑO	TIPO VEHÍCULO	Autos	Buses	C. Ligero	C. Medio	C. Pesado	Total
1	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	207.800,95
	Volumen de Tráfico	1.183.330,00	504.065,00	175.930,00	133.590,00	83.585,00	
	Economía Total	80.895,68	65.673,10	23.862,36	22.981,52	14.388,29	
2	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	219.384,00
	Volumen de Tráfico	1.270.200,00	521.220,00	185.785,00	140.890,00	88.330,00	
	Economía Total	86.834,35	67.908,17	25.199,05	24.237,34	15.205,09	
3	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	238.029,22
	Volumen de Tráfico	1.412.550,00	548.230,00	201.480,00	152.570,00	95.630,00	
	Economía Total	96.565,79	71.427,23	27.327,85	26.246,65	16.461,71	
4	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	265.649,53
	Volumen de Tráfico	1.627.170,00	586.555,00	224.475,00	169.725,00	106.580,00	
	Economía Total	111.237,80	76.420,47	30.446,79	29.197,83	18.346,64	
5	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	305.066,23
	Volumen de Tráfico	1.941.800,00	638.020,00	256.595,00	194.180,00	121.910,00	
	Economía Total	132.746,77	83.125,69	34.803,40	33.404,83	20.985,54	

Tabla 6. 24. Economías de Vehículos entre los años 5-10

AÑO	TIPO VEHÍCULO	Autos	Buses	C. Ligero	C. Medio	C. Pesado	Total
6	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	360.874,65
	Volumen de Tráfico	2.400.970,00	705.910,00	301.490,00	228.125,00	143.080,00	
	Economía Total	164.136,89	91.970,87	40.892,76	39.244,39	24.629,73	
7	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	440.149,97
	Volumen de Tráfico	3.075.490,00	794.240,00	363.905,00	275.210,00	172.645,00	
	Economía Total	210.248,93	103.479,12	49.358,45	47.344,44	29.719,04	
8	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	576.051,27
	Volumen de Tráfico	4.081.065,00	908.850,00	451.140,00	341.275,00	341.275,00	
	Economía Total	278.992,79	118.411,31	61.190,62	58.709,61	58.746,94	
9	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	720.899,13
	Volumen de Tráfico	5.610.780,00	1.057.770,00	574.510,00	434.350,00	272.290,00	
	Economía Total	383.568,30	137.813,65	77.923,97	74.721,33	46.871,89	
10	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	970.381,33
	Volumen de Tráfico	7.991.310,00	1.251.950,00	751.535,00	567.940,00	356.240,00	
	Economía Total	546.307,86	163.112,77	101.934,85	97.702,84	61.323,00	

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Tabla 6. 25. Economías de Vehículos entre los años 10-15

AÑO	TIPO VEHÍCULO	Autos	Buses	C. Ligero	C. Medio	C. Pesado	Total
11	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	1.353.006,69
	Volumen de Tráfico	11.791.690,00	1.507.085,00	1.009.590,00	762.850,00	478.515,00	
	Economía Total	806.112,25	196.353,54	136.936,28	131.233,25	82.371,37	
12	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	1.956.407,10
	Volumen de Tráfico	18.025.890,00	1.845.075,00	1.393.205,00	1.052.660,00	660.285,00	
	Economía Total	1.232.299,25	240.389,23	188.968,11	181.089,33	113.661,18	
13	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	2.936.532,65
	Volumen de Tráfico	28.547.745,00	2.297.310,00	1.974.650,00	1.492.120,00	935.860,00	
	Economía Total	1.951.602,10	299.309,56	267.832,71	256.689,73	161.098,55	
14	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	4.579.252,04
	Volumen de Tráfico	46.838.990,00	2.908.685,00	2.875.105,00	2.172.480,00	1.362.545,00	
	Economía Total	3.202.041,74	378.963,75	389.966,41	373.732,21	234.547,92	
15	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	7.423.816,54
	Volumen de Tráfico	79.616.720,00	3.745.630,00	4.300.065,00	3.249.230,00	2.037.795,00	
	Economía Total	5.442.817,21	488.006,78	583.241,63	558.965,75	350.785,18	

Tabla 6. 26. Economías de Vehículos entre los años 15-20

AÑO	TIPO VEHÍCULO	Autos	Buses	C. Ligero	C. Medio	C. Pesado	Total
16	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	12.517.487,05
	Volumen de Tráfico	140.204.165,00	4.905.235,00	6.606.135,00	4.991.740,00	3.130.605,00	
	Economía Total	9.584.741,02	639.088,20	896.026,67	858.730,13	538.901,03	
17	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	21.957.016,35
	Volumen de Tráfico	255.786.160,00	6.533.135,00	10.425.130,00	7.877.430,00	4.940.275,00	
	Economía Total	17.486.243,01	851.182,36	1.414.018,11	1.355.156,02	850.416,86	
18	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	40.070.461,23
	Volumen de Tráfico	483.451.260,00	8.849.060,00	16.899.500,00	12.769.525,00	8.008.465,00	
	Economía Total	33.050.053,27	1.152.917,21	2.292.172,76	2.196.744,20	1.378.573,80	
19	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	76.073.593,27
	Volumen de Tráfico	946.646.845,00	12.189.905,00	28.139.675,00	21.262.710,00	13.334.910,00	
	Economía Total	64.715.373,08	1.588.185,77	3.816.739,93	3.657.828,68	2.295.465,81	
20	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	150.216.900,08
	Volumen de Tráfico	1.920.362.090,00	17.077.255,00	48.130.360,00	36.367.870,00	22.808.120,00	
	Economía Total	131.281.216,18	2.224.943,79	6.528.187,22	6.256.372,68	3.926.180,20	

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Tabla 6. 27. Economías de Vehículos entre los años 20-25

AÑO	TIPO VEHÍCULO	Autos	Buses	C. Ligero	C. Medio	C. Pesado	Total
21	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	225.751.337,69
	Volumen de Tráfico	2.833.612.165,00	20.556.435,00	84.561.740,00	63.895.805,00	40.072.255,00	
	Economía						
	Total	193.713.494,53	2.678.235,61	11.469.577,01	10.992.009,39	6.898.021,15	
22	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	4.015.534.824,57
	Volumen de Tráfico	4.331.691.155,00	25.165.290,00	27.159.868.270,00	115.314.085,00	72.319.275,00	
	Economía						
	Total	296.126.280,52	3.278.709,36	3.683.843.317,65	19.837.507,41	12.449.009,62	
23	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	7.362.060.459,53
	Volumen de Tráfico	6.860.160.765,00	31.330.870,00	50.349.238.435,00	213.770.280,00	134.066.325,00	
	Economía						
	Total	468.979.393,60	4.082.004,09	6.829.145.992,67	36.774.948,30	23.078.120,88	
24	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	4.015.534.824,57
	Volumen de Tráfico	4.331.691.155,00	25.165.290,00	27.159.868.270,00	115.314.085,00	72.319.275,00	
	Economía						
	Total	296.126.280,52	3.278.709,36	3.683.843.317,65	19.837.507,41	12.449.009,62	
25	Economía Unitaria	68,36	130,29	135,64	172,03	172,14	13.892.900.618,91
	Volumen de Tráfico	11.255.657.570,00	39.670.390,00	95.876.718.830,00	407.068.440,00	255.293.775,00	
	Economía						
	Total	769.467.603,24	5.168.534,87	13.004.290.244,31	70.028.073,29	43.946.163,21	

Tomando las economías totales de cada año y realizar el proceso de transposición del capital a época actual tenemos los siguientes valores representados en la tabla 2.23:

Tabla 6. 28. Economía Global Pavimento Flexible.

E1=	19.064,31
E2=	10.063,49
E3=	7.279,18
E4=	6.092,88
E5=	5.597,55
E6=	5.517,96
E7=	5.768,68
E8=	6.606,09
E9=	7.348,62
E10=	8.902,58
E11=	11.284,46
E12=	14.957,24
E13=	20.723,59
E14=	30.008,20
E15=	45.405,61
E16=	71.774,58
E17=	118.494,42
E18=	204.232,73
E19=	367.327,83
E20=	689.068,35
E21=	986.244,38
E22=	1.674.534,96
E23=	2.936.601,70
E24=	1.534.990,38
E25=	5.098.312,15

$$E = \sum_{i=1}^{i=n} E_i = E_1 + E_2 + \dots E_i \dots + E_n$$

E Total=	11.508.615,46
-----------------	----------------------

6.6.- CRITERIO PARA ESCOGER EL TIPO DE PAVIMENTO

La variedad existente de pavimentos permite escoger entre varios tipos, por lo que el desarrollo del proyecto debe atenderse en forma técnico económico a cada caso en particular, y el más indicado será aquel que tenga la mayor desigualdad en la relación:

La Relación:

$$E > P + C$$

Donde:

E = Economía de los vehículos ó costos de operación.

P = Costo de pavimento

C = Valor actual de las alteraciones en los costos de conservación.

Verificada la desigualdad juzgaremos económicamente si la pavimentación de la carretera es favorable para uno ú otro tipo de pavimento.

En la desigualdad serán sustituidos los valores calculados a partir de los 20 años de vida útil los mismos que están representados a continuación:

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Estudio realizado en La Vida útil de los pavimentos a 20 años

PAVIMENTO FLEXIBLE		
E=	1.655.518,33	Economía total de los vehículos
P=	518.973,50	Costo de construcción de 1 Km. de pavimento
C=	22.118,49	Costos de Mantenimiento
$E > P + C$		
1.655.518,33 > 541.091,99		
Et=	1.114.426,34	U.S.D.

PAVIMENTO RÍGIDO		
E=	117.174,95	Economía total de los vehículos
P=	929.121,30	Costo de construcción de 1 Km. de pavimento
C=	5.432,52	Costos de Mantenimiento por año
$E > P + C$		
E 117.174,95 > P+C 934.553,82		
Et=	-817.378,87	U.S.D.

- En este estudio podemos observar que las economías en el pavimento flexible son favorables en relación al pavimento rígido.
- Mientras que en pavimento rígido nos indica que no es factible.

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Estudio realizado en La Vida útil de los pavimentos a 21 años

PAVIMENTO FLEXIBLE		
E=	1.773.159,39	Economía total de los vehículos
P=	518.973,50	Costo de construcción de 1 Km. de pavimento
C=	22.196,86	Costos de Mantenimiento
$E > P + C$		
$1.773.159,39 > 541.170,36$		
Et=	1.231.989,03	U.S.D.

PAVIMENTO RÍGIDO		
E=	186.431,80	Economía total de los vehículos
P=	929.121,30	Costo de construcción de 1 Km. de pavimento
C=	5.504,42	Costos de Mantenimiento por año
$E > P + C$		
$\begin{matrix} E & & P+C \\ 186.431,80 & > & 934.625,72 \end{matrix}$		
Et=	-748.193,93	U.S.D.

- Las economías nos muestran que la construcción en pavimento rígido no es factible.
- Favoreciendo al pavimento flexible.

Estudio realizado en La Vida útil de los pavimentos a 22 años

PAVIMENTO FLEXIBLE

$$E > P + C$$

E=	1.938.711,23	Economía total de los vehículos
P=	518.973,50	Costo de construcción de 1 Km. de pavimento
C=	22.265,50	Costos de Mantenimiento

$$E > P + C$$

E	P+C	
1.938.711,23	> 541.239,00	

Et=	1.397.472,23
------------	--------------

PAVIMENTO RÍGIDO

$$E > P + C$$

E=	1.525.534,07	Economía total de los vehículos
P=	929.121,30	Costo de construcción de 1 Km. de pavimento
C=	5.573,06	Costos de Mantenimiento por año

$$E > P + C$$

E	P+C	
1.525.534,07	> 934.694,36	U.S.D.

Et=	590.839,71	U.S.D.
------------	------------	--------

- Las economías permanecen constantes favoreciendo al pavimento flexible en relación al pavimento rígido.
- Es viable la construcción de pavimento rígido pero mayor economía nos muestra el pavimento flexible.

Estudio realizado en La Vida útil de los pavimentos a 23 años

PAVIMENTO FLEXIBLE

$E > P + C$

E=	4.875.312,93	Economía total de los vehículos
P=	518.973,50	Costo de construcción de 1 Km. de pavimento
C=	22.331,15	Costos de Mantenimiento

$E > P + C$

E	P+C	
4.875.312,93	541.304,65	>

Et=	4.334.008,27
------------	---------------------

PAVIMENTO RÍGIDO

$E > P + C$

E=	3.877.676,99	Economía total de los vehículos
P=	929.121,30	Costo de construcción de 1 Km. de pavimento
C=	5.638,71	Costos de Mantenimiento por año

$E > P + C$

E	P+C		
3.877.676,99	934.760,01	>	U.S.D.

Et=	2.942.916,98	U.S.D.
------------	---------------------	---------------

- El estudio realizado en los 23 años demuestra que las economías favorecen al pavimento flexible en relación al pavimento rígido con una mínima diferencia alrededor de un 23% a favor del pavimento flexible.

Estudio realizado en La Vida útil de los pavimentos a 24 años

PAVIMENTO FLEXIBLE		
$E > P + C$		
E=	6.410.303,30	Economía total de los vehículos
P=	518.973,50	Costo de construcción de 1 Km. de pavimento
C=	22.394,07	Costos de Mantenimiento
$E > P + C$		
E	P+C	
6.410.303,30	> 541.367,57	
Et=	5.868.935,73	

PAVIMENTO RÍGIDO		
$E > P + C$		
E=	8.137.111,68	Economía total de los vehículos
P=	929.121,30	Costo de construcción de 1 Km. de pavimento
C=	5.701,63	Costos de Mantenimiento por año
$E > P + C$		
E	P+C	
8.137.111,68	> 934.822,93	U.S.D.
Et=	7.202.288,75	U.S.D.

- En este caso el estudio favorece al pavimento rígido determinando que las economías son propicias en los pavimentos de concreto hidráulico a partir de los 24 años

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Estudio realizado en La Vida útil de los pavimentos a 25 años

PAVIMENTO FLEXIBLE

$E > P + C$

E=	11.508.615,46	Economía total de los vehículos
P=	518.973,50	Costo de construcción de 1 Km. de pavimento
C=	23.269,15	Costos de Mantenimiento

$E > P + C$

E	P+C
11.508.615,46	> 542.242,65

Et=	10.966.372,81
------------	----------------------

PAVIMENTO RÍGIDO

$E > P + C$

E=	16.080.840,58	Economía total de los vehículos
P=	929.121,30	Costo de construcción de 1 Km. de pavimento
C=	5.762,03	Costos de Mantenimiento por año

$E > P + C$

E	P+C	
16.080.840,58	> 934.883,33	U.S.D.

Et=	15.145.957,25	U.S.D.
------------	----------------------	--------

- En este caso el estudio favorece al pavimento rígido determinando que las economías son favorables en los pavimentos rígidos a partir de los 24 años
- Determinados los estudios observamos que la prioridad de pavimentación hasta un periodo de vida útil de 23 años es el de hormigón asfáltico, el pavimento rígido es recomendado a partir de los 24 años.

CAPÍTULO VII

7.1. CONCLUSIONES.-

- Al observar los datos obtenidos en el Procedimiento de Evaluación Técnico Económico para seleccionar el tipo de Pavimento a construirse en una Carretera podemos determinar que las Economías favorecen al pavimento Flexibles.

- El tiempo en el que favorecen las Economías en estudio es un tiempo de 23 años para los pavimentos Flexibles en balance con los pavimentos Rígidos tomando en cuenta las experiencias realizadas en México.

- Es indispensable que organismos viales de nuestro país lleve un adecuado estudio de los pavimentos Rígidos puesto que se ha venido desarrollado este tipo de pavimento en los últimos años.

- La confiabilidad de los resultados pueden variar acorde a los datos de entrada como: mantenimiento, costos de construcción, costos de conservación, consumos de combustibles, etc.

- La información requerida para el análisis de la presente Tesis es insuficiente o a su vez no se encuentra actualizada.

- Consideremos que los valores de los costos de mantenimiento varían acorde al tipo de pavimento a colocar es así que para el pavimento flexible tenemos es de menos costo de construcción mientras que los costos de mantenimiento son altos considerando la relación con el pavimento rígido en la que tenemos que los costos de construcción son elevados no así los costos de mantenimiento que son bajos.

- Las economías en los pavimentos flexibles tienden a subir mientras que las economías en los pavimentos rígidos tienen una predisposición a bajar.

- Al analizar los costos de construcción de los pavimentos rígidos podemos observar que son elevados, de igual forma apreciamos que los costos de mantenimiento son bajos, mientras que en los pavimentos flexibles la relación es inversamente proporcional.

- El sistema de evaluación técnico económico adoptado en comparación con sistemas de proyección económico como el HDM4 (Highway Development and Management), de similar interés tomando en cuenta que son proyecciones de economías futuras.

7.2. RECOMENDACIONES.-

- Es indispensable que en el país se cree un banco de datos de: costos de mantenimiento, costos de construcción, costos de operación de vehículos y vida útil del vehículo; tanto para carreteras pavimentadas y no pavimentadas.
- Para obtener mayores beneficios con el método desarrollando es indispensable que se siga desplegando los esfuerzos para complementarla.
- Recomendar a instituciones gubernamentales como el Ministerio de Transporte y Obras publicas utilizar este sistema de evaluación técnico económico aquí adoptado.
- Proseguir con el tema de investigación actualizando de mejor forma las economías utilizadas en el desarrollo del Procedimiento de Evaluación Técnico Económico a seleccionarse en una carretera.
- Definir la relación de consumo de vehículos en carreteras en tierra con proporción a carreteras pavimentadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. MILTON TORRES E, “Tecnología de conservación y Mantenimiento de Carreteras”; Quito

2. ENRIQUE DAHLHAUS P, “III Congreso Nacional de Ingeniería de Transporte y Seminario Provincial Nacional”; Quito; 1996.

3. KNOLL E, HEIDE W, PFANNKUCHEN W, “Financiación de la conservación y renovación de carreteras con auxilio del proceso de datos”, Bol. Inf. Lab. Carret. Y Geot; 1984.

4. FREDY A. REYES L, “Diseño Racional de Pavimentos” Especificaciones Técnicas Ministerio de Obras Públicas, TOMO I

5. LEIZER, L; “Pavimentos “Escuela Nacional de Ingeniería de La Universidad Federal de Río de Janeiro”; Brasil/ 1963.

6. MILTON TORRES E; “Curso de diseño de pavimentos para carreteras y aeropuertos”, Sangolquí – Ecuador, 2008.

7. GARNICA, P; GÓMEZ, J.A; SESMA, J; “Mecánica de Materiales para Pavimentos” Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte, Publicación Técnica No. 190; Sanfandila, Qro., 2002
8. MILTON TORRES E; “Diseño de Pavimentos para carreteras y Aeropuertos” Editorial ESPE; Ecuador; 1989.
9. Especificaciones Técnicas Ministerio de Obras Públicas, TOMO I.
10. Especificaciones Técnicas Ministerio de Obras Públicas, TOMO II
11. IRF/ CEPAL/ GTZ,”boletín de Reforma de la conservación Vial”; Santiago - Chile; Julio 1998.
12. MILTON TORRES E. “Costos de Mantenimiento Vial”, “UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO D GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERIA,”III Seminario – Taller Provincial del Ecuador Mantenimiento Vial permanente”; Guayaquil 02-05 de Mayo 2000.
13. Kerali, H.; Robinson, R.; Paterson, W. “New Highway Development and Management Tools (HDM-4)”. Seventy Fifth Anniversary Annual Meeting.

Transportation Research Board and National Research Council. Washington
D.C., January 7-11, 1996

14. Watanatada, T. et al. "The Highway Design and Maintenance Standards Model" Volume I - Description of the HDM-III Model. The World Bank, The John Hopkins University Press. London. December 1987

15. MILTON TORRES E, "Tarifas y fletes de Transporte por Carretera"; Jefe del departamento de transporte, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones; Quito noviembre 24 de 1976.

16. E. KNOLL, W. HEIDE, W PFANNKUCHEN, "Conservación vial Financiación de la conservación y renovación de carreteras con auxilio del proceso de datos"; 1984.

17. Corporación Financiera Nacional, "Vida útil de los vehículos"; Quito octubre 16 de 2008.

18. Consejo Nacional de Transporte Terrestre y Telecomunicaciones, "Costos de operación de Vehículos en el Ecuador"; Quito junio 24 de 2008.

19. CAMINOS Y CANALES Cía. Ltda. Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones del Ecuador, “Carretera – (Loja-San Francisco)/Mantenimiento”; Loja abril de 2001.

20. Ponente D. PEDRO M. GALAN BUENO- Dirección General de carreteras. MOPU, “La evaluación de los proyectos de carreteras”; JORNADAS SOBRE PLANIFICACION DE CARRETERAS”, Vitoria-Gasteiz (España), junio 1988.

ANEXO 1

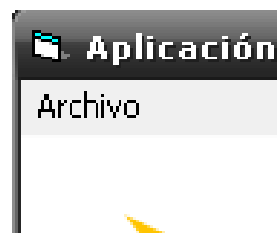
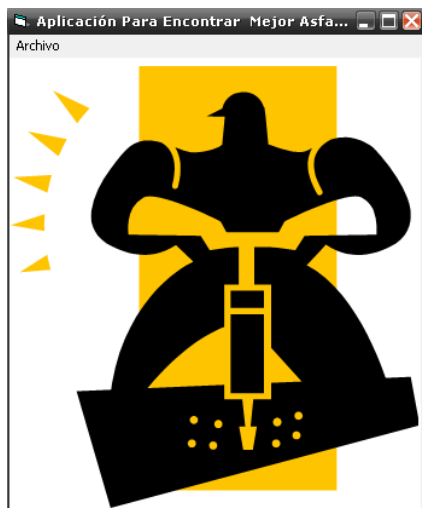
GUÍA DEL PROGRAMA DE EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICO

**GUÍA DE OPERACIÓN DEL PROGRAMA DE EVALUACIÓN
TÉCNICO ECONÓMICO.**

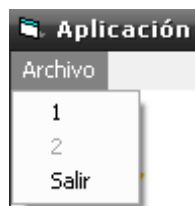
El funcionamiento del programa de evaluación técnico económico es de fácil acceso por lo que a continuación detallamos su funcionamiento:

- (1) Haga un clic en
[P.E.T.E/ Programa de
Evaluación Técnico
económico]

Cuando aparezca la pantalla
haga clic en [Archivo]



(2) Cuando aparezca la
pantalla que se muestra
anteriormente haga clic
en [1]



(3) Se despliega la ventana de cálculos de tráfico futuro

Form1

Criterio para determinar la prioridad de pavimentación entre varios caminos

La relación= E/P+C

$$T_F = T_i(1+i)^n$$

n = "Años de vida útil del pavimento"

Ingrese n no puede ser mayor a 50

Calcular

Cuadro No 5

" # en años "

Valores de línea volumen de tráfico anual

" # en años "

(3.1.) En la ventana ingresamos el número de años a realizar el estudio

n = "Años de vida útil del pavimento"

Ingrese n no puede ser mayor a 50

20-30 años ejm.

Presione enter

(3.2) enseguida se despliega la ventana en la que podemos elegir el tipo de vehículo e ingresar los siguientes datos:

$$T_F = T_i (1 + i)^n$$

Elegir para que tipo de automotor ingresar los datos

Donde:

Ingrese i y Ti para
Motocicleta

Ingrese i

Ingrese Ti

Tasa de crecimiento vehicular ejm: 3.1

Tráfico inicial ejm: 1324

Introduzca enter [←] en cada opción una vez que haya ingresado los valores.

(3.3.) Se desplegara en la pantalla [Desea calcular otro tipo de vehículo SI/NO]

Desea calcular para
otro tipo de
automotor S/N

La pantalla le mostrará nuevamente los tipos de vehículos a ser seleccionados.

(3.4.) Al seleccionar NO el programa le pedirá que calcule el tráfico futuro, y realizará lo mismo con el volumen de tráfico

Presione para calcular el Tráfico Futuro y Volumen de tráfico.



Tráfico futuro

" # en años "	Motocicleta						
1	437						
2	144						
3	47						
4	15						
5	5						
6	1						
7							

Volumen de Tráfico.

Valores de línea volumen de tráfico anual

" # en años "	Motocicleta						
1	159596						
2	52666						
3	17380						
4	5735						
5	1892						



(1)Al desplegarse la ventana

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

$E \geq P + C$

$V_i = \frac{1}{(1+j)^i}$

" Costo de Mantenimiento "

Ingresar Cpi

3000
3000

ELIMINAR

Ingresar K1 Ingresar K2 Ingresar K3 Ingresar K4 Ingresar K5

172	22	172	110	1254
-----	----	-----	-----	------

ELIMINAR ELIMINAR ELIMINAR ELIMINAR ELIMINAR

[] [] [] [] []

Calcular la otra relación

La relación es=

CERRAR

E= Valor actual de las economías en los fletes de transporte
 P= Costo de pavimento
 C= Valor actual de las alteraciones en los costos de conservación

Ingrese P:

Ingrese j: "Tasa de Interes "

Ingrese Cti: "Costo de mantenimiento en carreteras de tierra"

CALCULAR Economía unitaria

	Motocicleta			
1	206,57			

CALCULAR Economía Total

# de Años	Motocicleta			
1	2293,5467			
2	298,0805			

CALCULAR Valores para E

# de Años				
E =	177			

CALCULAR Valores para C

Donde:

P = Costo de construcción del pavimento a colocar.

i = Tasa de interés.

Cti = Costo de mantenimiento en carreteras en tierra.

Cpi = Costo de mantenimiento del pavimento a colocar, de acuerdo al número de años en estudio

K1= Consumo de combustible.

K2= Consumo de lubricante.

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

K3= consumo de neumáticos.

K4= piezas sobresalientes.

K5= amortización del vehículo.

(5) Los cálculos son realizados digitando [←] en CALCULAR.

El proceso será similar para el segundo pavimento se desplegara sólo la segunda ventana.

The screenshot shows a software interface with the following components:

- Formulas:**
 - $E \geq P + C$
 - $V_i = \frac{1}{(1+j)^i}$
- Legend:**
 - E= Valor actual de las economías en los fletes de transporte
 - P= Costo de pavimento
 - C= Valor actual de las alteraciones en los costos de conservación
- Input Fields:**
 - Ingreso P: 1234
 - Ingreso j: 12 ("Tasa de Interes")
 - Ingreso Ci: 1543 ("Costo de mantenimiento en cameteras de tierra")
 - "Costo de Mantenimiento": Ingresar Cpi (3000, 25000)
 - Ingresar K1: 253, K2: 22, K3: 156, K4: 100, K5: 1254
- Tables:**
 - Economía unitaria:**

# de Años	Motocicleta
1	206.57
 - Economía Total:**

# de Años	Motocicleta
1	2293.5467
2	298.0805
 - Valores para E:**

# de Años	E =
	177
 - Valores para C:** (Empty table)
- Buttons:** CALCULAR, ELIMINAR, "Calcular la otra relación", CERRAR.

En la que los valores que variaran serán:

Donde:

C_{pi} = Costo de mantenimiento del pavimento a colocar, de acuerdo al número de años en estudio

K₁ = Consumo de combustible.

K₂ = Consumo de lubricante.

K₃ = consumo de neumáticos.

K₄ = piezas sobresalientes.

K₅ = amortización del vehículo.

Ver tabla 7.6 y 7.7

El programa seleccionará la mejor opción una vez sustituidas las variables es así que escogerá entre ellas.

ANEXO 2

PRESUPUESTOS REFERENCIALES

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS

SUBSECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES

COORDINACION DE LICITACIONES

PRESUPUESTO REFERENCIAL

PROYECTO. REHABILITACION Y MANTENIMIENTO: SANTO DOMINGO - EL CARMEN

TRAMO : SANTO DOMINGO - EL CARMEN (PAVIMENTO RÍGIDO)

LONGITUD: 29,368 KM

PROVINCIA: PROVINCIA: SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS -MANABI

RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
SUMINISTRO DE VEHICULOS					
228-1(3)	Suministro de vehículos para fiscalización (camionetas doble cabina 2600 o más)	u	2,00	26.000,00	52.000,00
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
302-1	Desbroce, Desbosque y Limpieza	ha.	58,74	299,85	17.613,19
303-2 (2)	Excavación en suelo	m3	300.373,70	1,06	318.396,12
303-2 (5)	Excavación en fango	m3	15.809,14	1,88	29.721,18
304-1 (2)	Material de préstamo importado	m3	328.466,99	2,47	811.313,47
308-4 (1)	Limpieza de derrumbe	m3	17.874,06	1,20	21.448,87
309-4 (2)	Transporte de material de préstamo importado (D = 30,00 km)	m3/km.	9.854.009,70	0,28	2.759.122,72
402-2 (1)	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado (para conformación del terraplen y mejoramiento) (material granular de la mina Riter, a 30,00 km del C. G. del proyecto)	m3	86.544,72	4,17	360.891,48
309-6(2)E	Transporte de material de mejoramiento de la subrasante (D = 30,00 km)	m3/km.	2.596.341,60	0,28	726.975,65
406-8	Fresado de pavimento asfáltico	m3	58.287,68	12,10	705.280,93
OBRAS DE CALZADA					
308-2 (1)	Acabado de la obra básica existente	m2	572.147,38	0,30	171.644,21
402-7 (1)	Geomalla Biaxial BX 1100	m2	434.981,19	3,28	1.426.738,30
402-7 (2)	Geotextil (separador) NT 1600	m2	434.981,19	1,38	600.274,04
403-1	Sub-base Clase 3	m3	121.927,12	6,02	734.001,26
309-6(5)E	Transporte de material de subbase (D = 30,00 km)	m3/km.	3.657.813,60	0,28	1.024.187,81
405-8 (1)	Pavimento de hormigón de cemento Portland (e = 28,00 cm; f'c = 350 kg/cm2)	m3	161.771,85	127,08	20.557.966,70
405-8(4)E	Curador superficial	kg	144.650,84	0,93	134.525,28
405-8 (2)a	Acero de refuerzo (corrugado fy= 4200 kg/cm2, barras de unión D = 12 mm)	kg.	84.966,05	2,64	224.310,37
405-8 (2)b	Acero de refuerzo (corrugado fy= 4200 kg/cm2, pasadores D = 25 mm)	kg.	720.419,53	2,64	1.901.907,56
405-8 (3)	Juntas simuladas	ml.	242.122,84	2,11	510.879,19
OBRAS DE ARETE MENOR					
MR-123.E	Limpieza de alcantarillas	m3	141,00	13,70	1.931,70
301-2.06 (1)*	Remoción de alcantarillas de tubo (*)	m.	39,00	16,14	629,46
301-3 (1)	Remoción de hormigón	m3	168,00	17,40	2.923,20
307-2 (1)	Excavación y relleno para estructuras	m3	3.326,00	4,42	14.700,92
307-3 (1)	Excavación para cunetas y encauzamientos	m3	14.982,00	4,11	61.576,02
503 (2)	Hormigón estructural de cemento Portland, Clase B (f'c = 240 kg/cm2, cabezales)	m3	48,00	139,78	6.709,44
503 (3)	Hormigón estructural de cemento Portland, Clase C (f'c = 175 kg/cm2, cabezales)	m3	230,00	101,36	23.312,80
503 (5)	Hormigón Ciclópeo	m3	220,00	93,38	20.543,60
504 (1)	Acero de refuerzo en barras (fy = 4200 kg/cm2)	kg.	4.730,00	2,64	12.487,20
511-1 (1)	Escollera de Piedra Suelta	m3	10,00	11,25	112,50
511-1 (4)	Revestimiento de Hormigón Simple (f'c = 175 kg/cm2, cunetas laterales)	m3	10.488,00	92,59	971.083,92
602-(2A)*	Tubería de acero corrugado (D = 1200 mm, e = 2,5 mm)	m.	527,00	315,95	166.505,65
609-(5)	Marcos, tapa y parrillas de hierro (nuevos) (accesos vehicular lateral)	u.	132,00	80,00	10.560,00
609-(7)	Instalación de marcos, tapas o parrillas de hierro recuperados en la obra.(pozos de	u.	48,00	45,00	2.160,00

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES					
201-(1)aE	Letrín sanitaria prefabricada	u	2,00	411,62	823,24
201-(1)cE	Trampa de grasas y aceites	u	1,00	121,66	121,66
201-(1)dE	Fosa de desechos biodegradables	u	1,00	33,35	33,35
205-(1)	Agua para control de polvo	Miles de li	2.000,00	3,40	6.800,00
220-(1)	Charlas de concientización	cada una	4,00	232,37	929,48
220-(2)	Charlas de adiestramiento	cada una	2,00	140,03	280,06
220-(3)	Afiches	cada uno	100,00	0,55	55,00
220-(4)	Instructivos o Trípticos	cada uno	1.000,00	0,55	550,00
220-(5)	Comunicados radiales	cada uno	6,00	4,27	25,62
220-(6)E	Comunicados de prensa (1/8 de página)	u	4,00	1.154,23	4.616,92
310-(1)	Escombreras	m3	151.767,76	0,40	60.707,10
303-2 (2)	Excavación en suelo (calce de taludes)	m3	37.941,94	1,02	38.700,78
309-2 (2)	Transporte de material de excavación (transporte libre 500 m.) (a sitios de bote)	m3/km.	1.517.677,60	0,25	379.419,40
708-5 (1)a	Señales al lado de la carretera (concientiativa 2,40 x 4,80) m	cada una	5,00	879,02	4.395,10
708-5 (1)b	Señales al lado de la carretera (1,20 x 0,80) m	cada una	5,00	145,29	726,45
710(1)b	Cinta plástica (peligro)	m	5.000,00	0,10	500,00
201-(1)E	Basureros instalados	u	9,00	10,00	90,00
206(2)	Area plantada (Arboles y arbustos)	u.	1.500,00	1,11	1.665,00
206(5)	Hidrosiembras	m2	15.000,00	0,52	7.800,00
206(1)	Area sembrada	m2	44.500,00	0,60	26.700,00
229-(1)aE	Indemnizaciones	ha.	70,00	5.000,00	350.000,00
301-2.0(1)E	Reubicación de postes de alumbrado público	u	30,00	65,01	1.950,30
503-85) E	Viseras en paradas de buses para vías rurales	u	10,00	2.193,98	21.939,80
610-(1)	Bordillos de hormigón (20 x 15 x 45) cm (f'c = 175 kg/cm2)	m.	1.500,00	9,60	14.400,00
610-(2)	Aceras de hormigón e = 10.00 cm (f'c = 175 kg/cm2)	m2	1.500,00	10,13	15.195,00
SEÑALIZACION					
702 (1)	Mojones indicadores de kilometraje	cada uno	60,00	16,75	1.005,00
703 (1)	Guardacaminos (postes de hormigon armado 0.25 X 0.25) m	m.	2.150,00	81,25	174.687,50
705-(1)	Marcas de pavimento (Pintura)	m.	174.000,00	0,37	64.380,00
705-(4)	Marcas Sobresalidas de pavimento (bidireccionales)	cada una	4.835,00	3,21	15.520,35
707-4 (1)	Pórticos para señalización de carreteras (LUZ = 16,00) m	cada una	2,00	4.860,33	9.720,66
708-5 (1)a	Señales al lado de la carretera (0,75 x 0,75) m (preventivas)	cada una	111,00	112,37	12.473,07
708-5 (1)b	Señales al lado de la carretera (D = 0,75) m	cada una	22,00	112,37	2.472,14
708-5 (1)c	Señales al lado de la carretera (1,80 x 0,60) m	cada una	11,00	221,84	2.440,24
708-5 (1)d	Señales al lado de la carretera (2,40 x 0,60) m	cada una	3,00	240,46	721,38
708-5 (1)e	Señales al lado de la carretera (2,40 x 1,80) m	cada una	1,00	409,86	409,86
708-5 (1)f	Señales al lado de la carretera (2,40 x 4,80) m	cada una	2,00	879,02	1.758,04
708-5 (1)g	Señales al lado de la carretera (4,80 x 2,40) m	cada una	1,00	879,02	879,02
708-5 (1)h	Señales al lado de la carretera (4,80 x 1,20) m	cada una	1,00	590,91	590,91
708-5 (1)i	Señales al lado de la carretera (0,75 x 0,75) m (informativas)	cada una	35,00	112,37	3.932,95
708-5 (1)j	Señales al lado de la carretera (1,80 x 1,40) m	cada una	10,00	325,53	3.255,30

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

OBRAS COMPLEMENTARIAS (MUROS)					
307-2 (1)	Excavación y relleno para estructuras	m3	20.567,95	4,93	101.399,99
503 (2)	Hormigón estructural de cemento Portland, Clase C (f'c = 175 kg/cm2, replantillos)	m3	664,25	92,59	61.502,91
503 (3)	Hormigón estructural de cemento Portland, Clase C (f'c = 240 kg/cm2, muros)	m3	184,16	139,78	25.741,88
504 (1)	Acero de refuerzo en barras (fy = 4200 kg/cm2)	kg.	15.005,00	2,15	32.260,75
508 (3)	Gaviones	m3	15.328,75	35,07	537.579,26
309-2 (2)	Transporte de piedra para gaviones	m3/km.	459.862,50	0,25	114.965,63
607-6E	Tubería de PVC (d = 110,00 mm)	m	12,60	4,99	62,87
LICENCIA AMBIENTAL					
230 E	Licencia ambiental	u	1,00	36.490,62	36.490,62
MANTENIMIENTO RUTINARIO (4) CUATRO AÑOS					
226-1	Mantenimiento del proyecto durante el período de prueba (4) CUATRO años	km-mes	1.409,66	194,66	274.407,08
TOTAL U. S. DOLARES					36.801.516,43

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS

SUBSECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES

COORDINACION DE LICITACIONES

PRESUPUESTO REFERENCIAL

PROYECTO: REHABILITACION Y MANTENIMIENTO: SANTO DOMINGO - EL CARMEN

TRAMO : SANTO DOMINGO - EL CARMEN

LONGITUD: **29,368 KM**

PROVINCIA: PROVINCIA: SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS -MANABI

RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
SUMINISTRO DE VEHICULOS					
228-1(3)	Suministro de vehiculos para fiscalización (camionetas doble cabina 2600 o más)	u	2,00	26.000,00	52.000,00
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
302-1	Desbroce, Desbosque y Limpieza	ha.	58,74	299,85	17.613,19
303-2 (2)	Excavación en suelo	m3	300.373,70	1,06	318.396,12
303-2 (5)	Excavación en fango	m3	15.809,14	1,88	29.721,18
304-1 (2)	Material de préstamo importado	m3	328.466,99	2,47	811.313,47
308-4 (1)	Limpieza de derrumbe	m3	17.874,06	1,20	21.448,87
309-4 (2)	Transporte de material de préstamo importado (D = 30,00 km)	m3/km.	9.854.009,70	0,28	2.759.122,72
402-2 (1)	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado (para conformación del terraplen y mejoramiento) (material granular de la mina Riter, a 30,00 km del C. G. del proyecto)	m3	86.544,72	4,17	360.891,48
309-6(2)E	Transporte de material de mejoramiento de la subrasante (D = 30,00 km)	m3/km.	2.596.341,60	0,28	726.975,65
406-8	Fresado de pavimento asfáltico	m3	58.287,68	12,10	705.280,93
OBRAS DE CALZADA					
308-2 (1)	Acabado de la obra básica existente	m2	572.147,38	0,29	165.922,74
402-7 (1)	Geomalla Biaxial BX 1100	m2	434.981,19	2,04	887.361,63
402-7 (2)	Geotextil no tejido(separador);equivale al clase 2 de las especificaciones AASHTO M288-00	m2	434.981,19	1,40	608.973,67
403-1	Sub-base Clase 3	m3	121.927,12	13,12	1.599.683,81
309-6(5)E	Transporte de material de subbase (D = 30,00 km)	m3/km.	3.657.813,60	0,25	914.453,40
404-5	Capa de base de hormigón asfáltico, mezclado en planta (e=12,5 cm)	m2	73.621,91	13,50	993.895,79
309-6(3)E	Transporte de mezcla asfáltica (base asfáltica) (D = 30 Km)	m3/km.	2.208.657,30	0,25	552.164,33
405-5	Capa de rodadura de hormigón asfáltico, mezclado en planta (e=10 cm)	m2	588.957,24	14,50	8.539.879,98
309-6(3)E	Transporte de mezcla asfáltica (capa asfáltica) (D = 30 Km)	m3/km.	1.766.925,60	0,25	441.731,40
405-1 (1)	Asfalto MC-250 para imprimación	Lt	883.462,86	0,48	424.062,17
405-2 (1)	Asfalto RC-250 para riego de adherencia	Lt	235.590,09	0,48	113.083,24
OBRAS DE ARETE MENOR					
MR-123.E	Limpieza de alcantarillas	m3	141,00	13,70	1.931,70
301-2.06 (1)*	Remoción de alcantarillas de tubo (*)	m.	39,00	16,14	629,46
301-3 (1)	Remoción de hormigón	m3	168,00	17,40	2.923,20
307-2 (1)	Excavación y relleno para estructuras	m3	3.326,00	4,42	14.700,92
307-3 (1)	Excavación para cunetas y encauzamientos	m3	14.982,00	4,11	61.576,02
503 (2)	Hormigón estructural de cemento Portland, Clase B (f'c = 240 kg/cm2, cabezales)	m3	48,00	139,78	6.709,44
503 (3)	Hormigón estructural de cemento Portland, Clase C (f'c = 175 kg/cm2, cabezales d	m3	230,00	101,36	23.312,80
503 (5)	Hormigón Ciclópeo	m3	220,00	93,38	20.543,60
504 (1)	Acero de refuerzo en barras (fy = 4200 kg/cm2)	kg.	4.730,00	2,64	12.487,20
511-1 (1)	Escollera de Piedra Suelta	m3	10,00	11,25	112,50
511-1 (4)	Revestimiento de Hormigón Simple (f'c = 175 kg/cm2, cunetas laterales)	m3	10.488,00	92,59	971.083,92
602-(2A)*	Tubería de acero corrugado (D = 1200 mm, e = 2,5 mm)	m.	527,00	315,95	166.505,65
609-(5)	Marcos, tapa y parrillas de hierro (nuevos) (accesos vehicular lateral)	u.	132,00	80,00	10.560,00
609-(7)	Instalación de marcos, tapas o parrillas de hierro recuperados en la obra.(pozos d	u.	48,00	45,00	2.160,00

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES					
201-(1)aE	Letrina sanitaria prefabricada	u	2,00	411,62	823,24
201-(1)cE	Trampa de grasas y aceites	u	1,00	121,66	121,66
201-(1)dE	Fosa de desechos biodegradables	u	1,00	33,35	33,35
205-(1)	Agua para control de polvo	Miles de li	2.000,00	3,40	6.800,00
220-(1)	Charlas de concientización	cada una	4,00	232,37	929,48
220-(2)	Charlas de adiestramiento	cada una	2,00	140,03	280,06
220-(3)	Afiches	cada uno	100,00	0,55	55,00
220-(4)	Instructivos o Trípticos	cada uno	1.000,00	0,55	550,00
220-(5)	Comunicados radiales	cada uno	6,00	4,27	25,62
220-(6)E	Comunicados de prensa (1/8 de página)	u	4,00	1.154,23	4.616,92
310-(1)	Escombreras	m3	151.767,76	0,40	60.707,10
303-2 (2)	Excavación en suelo (calce de taludes)	m3	37.941,94	1,02	38.700,78
309-2 (2)	Transporte de material de excavación (transporte libre 500 m.) (a sitios de bote)	m3/km.	1.517.677,60	0,25	379.419,40
708-5 (1)a	Señales al lado de la carretera (concienciativa 2,40 x 4,80) m	cada una	5,00	879,02	4.395,10
708-5 (1)b	Señales al lado de la carretera (1,20 x 0,80) m	cada una	5,00	145,29	726,45
710(1)b	Cinta plástica (peligro)	m	5.000,00	0,10	500,00
201-(1)E	Basureros instalados	u	9,00	10,00	90,00
206(2)	Area plantada (Arboles y arbustos)	u.	1.500,00	1,11	1.665,00
206(5)	Hidrosembras	m2	15.000,00	0,52	7.800,00
206(1)	Area sembrada	m2	44.500,00	0,60	26.700,00
229-(1)aE	Indemnizaciones	ha.	70,00	5.000,00	350.000,00
301-2.0(1)E	Reubicación de postes de alumbrado público	u	30,00	65,01	1.950,30
503-85) E	Viseras en paradas de buses para vías rurales	u	10,00	2.193,98	21.939,80
610-(1)	Bordillos de hormigón (20 x 15 x 45) cm (f'c = 175 kg/cm2)	m.	1.500,00	9,60	14.400,00
610-(2)	Aceras de hormigón e = 10 .00 cm (f'c = 175 kg/cm2)	m2	1.500,00	10,13	15.195,00
SEÑALIZACION					
702 (1)	Mojones indicadores de kilometraje	cada uno	60,00	16,75	1.005,00
703 (1)	Guardacaminos (postes de hormigon armado 0.25 X 0.25) m	m.	2.150,00	81,25	174.687,50
705-(1)	Marcas de pavimento (Pintura)	m.	174.000,00	0,37	64.380,00
705-(4)	Marcas Sobresalidas de pavimento (bidireccionales)	cada una	4.835,00	3,21	15.520,35
707-4 (1)	Pórticos para señalización de carreteras (LUZ = 16,00) m	cada una	2,00	4.860,33	9.720,66
708-5 (1)a	Señales al lado de la carretera (0,75 x 0,75) m (preventivas)	cada una	111,00	112,37	12.473,07
708-5 (1)b	Señales al lado de la carretera (D = 0,75) m	cada una	22,00	112,37	2.472,14
708-5 (1)c	Señales al lado de la carretera (1,80 x 0,60) m	cada una	11,00	221,84	2.440,24
708-5 (1)d	Señales al lado de la carretera (2,40 x 0,60) m	cada una	3,00	240,46	721,38
708-5 (1)e	Señales al lado de la carretera (2,40 x 1,80) m	cada una	1,00	409,86	409,86
708-5 (1)f	Señales al lado de la carretera (2,40 x 4,80) m	cada una	2,00	879,02	1.758,04
708-5 (1)g	Señales al lado de la carretera (4,80 x 2,40) m	cada una	1,00	879,02	879,02
708-5 (1)h	Señales al lado de la carretera (4,80 x 1,20) m	cada una	1,00	590,91	590,91
708-5 (1)i	Señales al lado de la carretera (0,75 x 0,75) m (informativas)	cada una	35,00	112,37	3.932,95
708-5 (1)j	Señales al lado de la carretera (1,80 x 1,40) m	cada una	10,00	325,53	3.255,30

E S P E
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

OBRAS COMPLEMENTARIAS (MUROS)					
307-2 (1)	Excavación y relleno para estructuras	m3	20.567,95	4,93	101.399,99
503 (2)	Hormigón estructural de cemento Portland, Clase C (f'c = 175 kg/cm2, replantillos)	m3	664,25	92,59	61.502,91
503 (3)	Hormigón estructural de cemento Portland, Clase C (f'c = 240 kg/cm2, muros)	m3	184,16	139,78	25.741,88
504 (1)	Acero de refuerzo en barras (fy = 4200 kg/cm2)	kg.	15.005,00	2,15	32.260,75
508 (3)	Gaviones	m3	15.328,75	35,07	537.579,26
309-2 (2)	Transporte de piedra para gaviones	m3/km.	459.862,50	0,25	114.965,63
607-6E	Tubería de PVC (d = 110,00 mm)	m	12,60	4,99	62,87
LICENCIA AMBIENTAL					
230 E	Licencia ambiental	u	1,00	24.445,40	24.445,40
MANTENIMIENTO RUTINARIO (4) CUATRO AÑOS					
226-1	Mantenimiento del proyecto durante el período de prueba (4) CUATRO años	km-mes	1.409,66	194,66	274.407,08
TOTAL U. S. DOLARES					24.744.248,62

E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TOTAL DE COSTOS DE MANTENIMIENTO PARA LA CARRETERAS
MACHALA – PRIMAVERA – LA IBERIA.**

AÑO	COSTO US\$ / KM / AÑO
1	3.000
2	3.000
3	3.000
4	3.000
5	25.200
6	3.000
7	3.000
8	3.000
9	3.000
10	72.000
11	3.000
12	3.000
13	3.000
14	3.000
15	25.200
16	3.000
17	3.000
18	3.000
19	3.000
20	72.000
21	3.000
22	3.000
23	3.000
24	3.000
25	25.200
26	3.000
27	3.000
28	3.000
29	3.000
30	Reconstrucción

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ELABORADA POR

DIEGO BYRON ESTACIO CACERES

COORDINADOR DE LA CARRERA

ING. JORGE ZÚÑIGA

DIRECTOR DE LA UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO

AB. LAURA LÓPEZ

Sangolquí, 12 de Enero del 2009