

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**Tesis de Grado previo la obtención del título de Magíster en:**

**VÍAS TERRESTRES**

**TÍTULO DE LA TESIS:**

**SISTEMA INSTITUCIONAL DE GESTIÓN DE  
LAS CARRETERAS DE SEGUNDO ORDEN DEL  
ECUADOR, PARA DISMINUIR COSTOS DE  
MANTENIMIENTO VIAL Y DE OPERACIÓN DE  
VEHÍCULOS**

**AUTOR:**

**Ing. Galo Salazar Noboa**

**DIRECTOR:**

**Ing. M.Sc. Ibán Mariño R.**

**Ambato – Ecuador**

**Diciembre, 2008**

Al Consejo de Postgrado de la UTA:

El Tribunal de Defensa de la Tesis “SISTEMA INSTITUCIONAL DE GESTIÓN DE LAS CARRETERAS DE SEGUNDO ORDEN DEL ECUADOR, PARA DISMINUIR COSTOS DE MANTENIMIENTO VIAL Y DE OPERACIÓN DE VEHÍCULOS”, presentado por el Ing. Galo Salazar Noboa; y conformado por el Ing. M.Sc. Fausto Garcés, Ing. M.Sc. Francisco Pazmiño, Ing. M.Sc. Víctor Hugo Fabara, Director de Tesis Ing. M.Sc. Ibán Mariño R., Director Académico y Administrativo del Programa Ing. M.Sc. Ibán Mariño R. y presidido por el Ing. M.Sc. Jorge León Mantilla, una vez escuchada la defensa oral y revisada la tesis escrita en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas por el mismo, remite la presente Tesis para su uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

-----  
Ing. M.Sc. Luis Velásquez  
Director CEPOS – UTA

-----  
Ing. M.Sc. Ibán Mariño R.  
Director Académico Administrativo

-----  
Ing. M.Sc. Ibán Mariño R.  
Director de Tesis

-----  
Ing. M.Sc. Fausto Garcés  
Profesor

-----  
Ing. M.Sc. Francisco Pazmiño  
Profesor

-----  
Ing. M.Sc. Víctor Hugo Fabara  
Profesor

## **CERTIFICACIÓN**

En mi calidad de Director de la tesis “SISTEMA INSTITUCIONAL DE GESTIÓN DE LAS CARRETERAS DE SEGUNDO ORDEN DEL ECUADOR, PARA DISMINUIR COSTOS DE MANTENIMIENTO VIAL Y DE OPERACIÓN DE VEHÍCULOS”, trabajo elaborado por el Ing. Galo Salazar Noboa, certifico que la presente tesis es original del autor, todos los capítulos han sido revisados por mi persona y están de acuerdo a las especificaciones de diseño vigentes en el País.

---

Ing. M.Sc. Ibán Mariño R.

## **AUTORÍA**

El contenido del presente trabajo investigativo, así como sus ideas y opiniones, son de exclusiva responsabilidad de su autor

Ing. Galo Salazar Noboa

C.C.: 170385445-3

## **DEDICATORIA**

Al Señor, mi Dios; a mis amores: Gloria, Liz y Diego, por su apoyo y desprendimiento; a Mateo y Samantha, nietos queridos; a mi recordada Madre en el cielo y mi idolatrado Padre en la tierra, ejemplos de amor, fe y constancia,.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, representada por sus autoridades y profesores, por los conocimientos impartidos; al Ingeniero Ibán Mariño, Tutor de la Investigación realizada; al Ministerio de Transporte y Obras Públicas, al Gobierno de la provincia de Bolívar y a la Consultora INEXTEC Cía. Ltda., por el invaluable aporte de datos técnicos para el desarrollo de la investigación.

# ÍNDICE GENERAL

## A. PAGINAS PRELIMINARES

PORTADA .....	I
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR .....	II
AUTORÍA .....	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	IV
DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
ÍNDICE GENERAL .....	VII
RESUMEN EJECUTIVO .....	XVI

## B. TEXTO

INTRODUCCIÓN .....	XX
CAPITULO 1: EL PROBLEMA .....	2
1.1. Tema .....	2
1.2. Planteamiento del Problema .....	2
1.2.1. Contextualización .....	2
1.2.2. Análisis Crítico .....	5
1.2.3. Prognosis .....	6
1.2.4. Formulación del Problema .....	6
1.2.5 Interrogantes .....	6
1.2.6. Delimitación del Objeto de Investigación .....	7
1.2.6.1. Delimitación Temporal .....	7
1.2.6.2. Delimitación Espacial .....	7
1.3. Justificación de la Investigación .....	7
1.4. Objetivos .....	9
1.4.1. Objetivo General .....	9
1.4.2. Objetivos específicos .....	10

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO .....	12
2.1. Antecedentes Investigativos .....	12
2.1.1. El Modelo HDM-4 .....	18
2.1.2. Proyecto Nacional: Plan Maestro de Vialidad del MTOP.....	22
2.1.3. Proyecto Provincial .....	27
2.1.4. Costos de Operación de Vehículos .....	30
2.1.5. Concepto y Clasificación de Componentes Viales .....	35
2.1.5.1 Concepto de los Elementos Viales .....	35
2.1.5.2 Componentes del Mantenimiento Rutinario .....	38
2.1.5.3 Componentes del Mantenimiento Periódico .....	39
2.1.5.4 Indicadores y Procedimientos que involucran la Gestión y Administración Vial .....	40
2.1.6. Evaluación Vial y Renovación de Pavimentos .....	43
2.1.7. Tipos de Fallas en Pavimentos Flexibles .....	44
2.1.7.1 Fallas por Insuficiencia Estructural .....	45
2.1.7.2 Fallas por Defectos Constructivos .....	45
2.1.7.3 Fallas por Fatigal .....	45
2.1.8. Tipos de Fallas en Pavimentos Rígidos .....	47
2.1.8.1 Deficiencias de la propia losa .....	47
2.1.8.2 Comportamiento Estructural Inadecuado del conjunto: Losa, Sub-base, Subrasante y Rellenos .....	48
2.1.9. Conservación de los Pavimentos .....	48
2.1.9.1 Mantenimiento Menor .....	49
2.1.9.2 Mantenimiento Mayor .....	50
2.1.9.3 Impacto Económico del Mantenimiento Vial .....	50
2.2. Sistemas de Gestión y Administración Vial .....	53
2.2.1 Sistemas de Inventario, Auscultación y Monitoreo de carreteras .....	53
2.2.1.1 Medición de la Capacidad de Carga en Carreteras .....	55
2.2.1.2 Evaluación Funcional del Pavimento .....	57
2.2.1.3 Registro en Video .....	58

2.3.	Fundamentación Legal .....	59
2.4.	Categorías Fundamentales .....	60
2.5.	Hipótesis .....	60
2.6.	Señalamiento de Variables .....	60
CAPITULO 3: METODOLOGÍA .....		62
3.1.	Modalidad Básica de la Investigación .....	62
3.2.	Nivel y tipo de investigación .....	62
3.3.	Población y Muestra .....	62
3.4.	Operacionalización de Variables .....	64
3.5.	Plan de Recolección de Información .....	65
3.6.	Plan de Procesamiento de la Información .....	66
CAPITULO 4: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....		69
4.1.	Análisis de resultados .....	69
4.1.1.	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) .....	74
4.1.2.	Parámetros de Evaluación Funcional y Estructural .....	74
4.2.	Interpretación de Datos .....	77
CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		82
5.1.	Conclusiones .....	82
5.2.	Recomendaciones .....	84
CAPITULO 6: PROPUESTA .....		86
6.1.	Datos Informativos .....	86
6.2.	Antecedentes de la Propuesta .....	89
6.3.	Justificación .....	91
6.4.	Objetivos .....	91
6.5.	Análisis de Factibilidad .....	92
6.6.	Fundamentación .....	93
6.6.1.	Nivel de Servicio Actual y Proyectado .....	94
6.6.2.	Secciones Homogéneas y Espesores de refuerzo .....	101
6.6.3.	Evaluación Económica .....	102
6.6.4.	Ahorro en Costos de Operación de Vehículos .....	103
6.6.5.	Ahorro en Costos de Mantenimiento y Conservación .....	106
6.6.6.	Modelo de consignación de Datos de Información Histórica.....	108
6.6.6.1	Formatos de Salida .....	109

6.7.	Metodología. Modelo Operativo .....	127
6.8.	Administración .....	128
6.8.1.	Recursos Económicos .....	128
6.8.2.	Recursos Humanos y Técnicos .....	128
6.8.3.	Acciones de Administración y Gestión Vial .....	131
6.8.4.	Ventajas del Sistema .....	132
6.8.5.	Propuesta de Administración del Sistema .....	133
6.9.	Previsión de la Evaluación .....	133

### **C. MATERIALES DE REFERENCIA**

BIBLIOGRAFÍA .....	135
ANEXOS .....	138

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.	Objetivos del Plan Maestro de la Red vial del Ecuador, Periodo 2003 – 2016 .....	3
Tabla 1.2.	Distribución de la Red Vial del Ecuador .....	4
Tabla 2.1.	Costos de Mantenimiento Vial en Perú, año 2005 .....	14
Tabla 2.2.	Indicadores de Costo de Operación Vehicular en Colombia, 2001 .....	14
Tabla 2.3.	Participación de Insumos en Costos de Operación Vehicular 2001 .....	15
Tabla 2.4.	Indicadores de la Eficacia en la Gestión Vial .....	16
Tabla 2.5.	Tipos de Proyectos en la Administración Vial .....	17
Tabla 2.6.	Etapas de un Proyecto .....	18
Tabla 2.7.	Exigencias de Calidad MTOP a cumplir para la Recepción de Pavimentos .....	22
Tabla 2.8.	Rangos IRI para determinar tipos de Intervención Vial en carreteras de la Red Estatal del Ecuador .....	26
Tabla 2.9.	Alternativas de Intervención Utilizadas, Red Vial del Ecuador .....	26
Tabla 2.10.	Costos de las actividades modeladas, Red Vial del Ecuador .....	27
Tabla 2.11.	Red Vial Inventariada de la provincia de Pichincha .....	28
Tabla 2.12.	Normas de cantidad para Mantenimiento Rutinario en vías de la provincia de Pichincha .....	29
Tabla 2.13.	Parámetros referenciales de Conservación Periódica para vías de la provincia de Pichincha .....	29
Tabla 2.14.	Variables de la estructura de Costos Vehiculares .....	30
Tabla 2.15.	Composición de Costos de Operación Vehicular .....	31

Tabla 2.16.	Estudios requeridos para la implementación de un Sistema de Gestión Vial .....	44
Tabla 2.17.	Fallas más comunes en Pavimentos Flexibles .....	46
Tabla 2.18.	Sistemas de Monitoreo, Auscultación e Inventario Vial .....	54
Tabla 4.1.	Tráfico Promedio Diario Anual en la Vía Flores .....	74
Tabla 4.2.	Parámetros de evaluación funcional en la Vía Flores	75
Tabla 4.3.	Espesores y Valor Soporte del suelo en la Vía Flores	76
Tabla 4.4.	Comparación de Valores de T.P.D.A. Estudio con Estadísticas MTOP .....	79
Tabla 6.1.	Procesos de Descentralización de Competencias del MTOP a las entidades seccionales en el sector vial .....	90
Tabla 6.2.	Variación de índices de condición superficial Subtramo San Miguel de Bolívar – km. 131 .....	95
Tabla 6.3.	Variación de Índices de Condición Superficial Subtramo Montalvo – Babahoyo .....	96
Tabla 6.4.	Espesores de refuerzo requeridos para la Rehabilitación de la vía Ambato - Guaranda – Babahoyo .....	101
Tabla 6.5.	Ahorro estimado en Costos de Operación Vehicular por mejoras en una vía .....	103
Tabla 6.6.	Ahorro estimado en Tiempo de Viaje por mejoras en la Vía Flores .....	104
Tabla 6.7.	Factores del Costo de Operación Base para la vía Flores .....	104
Tabla 6.8.	Ahorro Anual en Costo de Operación Vehicular en Vía Flores .....	105
Tabla 6.9.	Costos Unitarios de Operaciones de Conservación Caminos pavimentados: Asfalto y Doble Tratamiento	106
Tabla 6.10.	Costos Unitarios de Operaciones de Conservación Caminos pavimentados: Hormigón .....	107
Tabla 6.11.	Costos Unitarios de Mantenimiento de elementos viales (costos en dólares) .....	107

Tabla 6.12.	Ahorro Anual en Costos de Mantenimiento en la Vía Flores .....	108
Tabla 6.13.	Cuadro de Especialistas para conformación del Departamento de Gestión Vial .....	129
Tabla 6.14.	Cuadro de Personal de Apoyo para conformación del Departamento de Gestión Vial .....	130
Tabla 6.15.	Cuadro de Equipo Mínimo requerido para conformación del Departamento de Gestión Vial .....	130

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.	Costos relativos de Mantenimiento Preventivo, Rehabilitación y Reconstrucción .....	8
Figura 2.1.	Principios básicos de la Gestión de Proyectos .....	12
Figura 2.2.	Esquema general de un Sistema de Gestión de Pavimentos .....	13
Figura 2.3.	Integración del hdm-4 en los sistemas de Gestión Vial .....	20
Figura 2.4.	Extrapolación lineal aplicada a los Modelos de Predicción .....	21
Figura 2.5.	Plan de Conservación Vial del MTOP: políticas Preliminares .....	25
Figura 2.6.	Relación de la regularidad (IRI) con costo de operación .....	33
Figura 2.7.	Relación de la regularidad (IRI) con Velocidad de operación .....	33
Figura 2.8.	Curvaturas típicas para diferentes tipos de terreno .....	34
Figura 2.9.	Deterioro de la vía y costos de intervención en Colombia .....	51
Figura 2.10	Variación de Parámetros a lo largo de su Periodo de Diseño .....	52
Figura 2.11	Toma de deflexiones en Tres Bolillo .....	57
Figura 6.1	Ubicación de la carretera Ambato – Guaranda – Babahoyo .....	87
Figura 6.2	Comparación de la variación del IRI para tres escenarios entre tramos de distinta condición inicial	97
Figura 6.3	Comparación de la variación del Fisuramiento de la calzada para tres escenarios entre tramos de distinta condición inicial .....	98

Figura 6.4	Comparación de la variación del Surco de Huella (Roderas) para tres escenarios entre tramos de distinta condición inicial .....	99
Figura 6.5	Comparación de la variación del número de baches para tres escenarios entre tramos de distinta condición inicial .....	100

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
MAESTRÍA EN VÍAS TERRESTRES**

**TEMA: SISTEMA INSTITUCIONAL DE GESTIÓN DE LAS CARRETERAS DE SEGUNDO ORDEN DEL ECUADOR, PARA DISMINUIR COSTOS DE MANTENIMIENTO VIAL Y DE OPERACIÓN DE VEHÍCULOS**

**AUTOR: Ing. Galo Salazar Noboa**

**Fecha: Diciembre - 2008**

**RESUMEN EJECUTIVO**

En la República del Ecuador, a nivel de carreteras de segundo orden, salvo pocas excepciones, la gestión vial es precaria. La construcción de las carreteras, que si bien se han ejecutado siguiendo especificaciones similares a las controladas por el actual Ministerio de Transporte y Obras Públicas, no han proporcionado información para la futura gestión y programación de intervenciones.

La mayoría de las administraciones seccionales en el Ecuador, no disponen de un sistema de información completo de las redes viales que administran; por ello, con frecuencia no pueden responder con oportunidad y exactitud cuando se requiere conocer sobre: la extensión, jerarquía, serviciabilidad y finalmente su condición y requerimientos de intervención para una adecuada gestión del mantenimiento.

El problema que se ha observado en las carreteras de segundo orden del Ecuador es la generación de un deterioro excesivo de los elementos viales, porque no se implementa un sistema de control, inventario, monitoreo y de provisión de datos para futuros planes y programas de intervención, aplicable a la realidad física, económica y social de las provincias, cantones y ciudades del país, con graves consecuencias: elevados costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos.

En las carreteras del país se observa con frecuencia la gran diferencia en costo que implica no intervenir a tiempo en una vía, dejando desarrollar su deterioro y

postergando su mantenimiento o rehabilitación. Este fenómeno desencadena en la necesidad de realizar costosas reconstrucciones luego de un prolongado periodo de operación con niveles de servicio muy por debajo de los estándares recomendados para proporcionar al usuario confort y seguridad en sus viajes.

Una rehabilitación puede costar alrededor de tres veces más que el oportuno mantenimiento preventivo, y una reconstrucción mucho más. De ahí la importancia de implantar el sistema más adecuado a las circunstancias, que permita optimizar recursos a las entidades involucradas a través del tiempo.

Para fundamentar la investigación, se decidió establecer a la carretera Ambato – Guaranda – Babahoyo como modelo de aplicación, por lo que se acudió a los gobiernos seccionales responsables de la vía asignada: Tungurahua, Bolívar y Los Ríos, para obtener datos de inventario y monitoreo existentes y se elaboró una lista de chequeo en el campo mediante recorrido a la carretera para verificar y complementar datos de drenaje, pavimento, señalización y otros elementos constitutivos, requeridos como insumo para el sistema a proponer. Las referencias de tráfico se tomaron de información histórica de las instituciones.

La investigación de campo se complementó con la información de otros Consejos Provinciales como: Pichincha en la Sierra, Manabí en la Costa y Napo en el Oriente, acerca de datos históricos disponibles del estado, las características y el sistema actual de gestión que tienen implementado para la atención y conservación de sus vías.

De igual manera, se consultó e investigó bibliográficamente, toda la información relacionada con experiencias internacionales y nacionales de: Administración y Gestión Vial; Sistemas de Concesión de carreteras; nuevas metodologías de fiscalización y control de calidad en la construcción y mantenimiento de carreteras; equipos de medición y tipos de información que entregan, control de calidad, inventario y monitoreo utilizados en el Ecuador; equipos utilizados actualmente en la región y el mundo; y, programas informáticos relacionados con la gestión de carreteras.

Se investigó sobre programas y técnicas de medición y control de calidad realizados en vías representativas del Ecuador mediante métodos destructivos y/o de bajo rendimiento, y, otros obtenidos con equipos de alto rendimiento y mayor precisión, que permitirán obtener información de los elementos viales, en lo posible sin destruir la capa del pavimento, espaldones, cunetas, etc.

Se realizó también consultas sobre costos de: construcción vial para diferentes tipos y regiones del país; costos de mantenimiento de carreteras; costos de mantenimiento de vehículos y de combustibles.

De la indagación acerca del estado, las características y el sistema actual de gestión que tienen implementado para la atención y conservación de las vías, se determinó las fortalezas y debilidades que tienen en la actualidad los Consejos Provinciales grandes, medianos y pequeños del Ecuador. Se estableció qué tipo de información mínima debe obtenerse y los procedimientos a seguir para reforzar o hacer realidad en corto plazo, la implementación de un sistema unificado o al menos similar de gestión y conservación de sus carreteras.

De los datos obtenidos en la investigación, se definió un sistema de procesamiento y se elaboró cuadros, los que se propone sirvan como modelos de presentación de datos de inventario, medición y monitoreo para que sean utilizados por las entidades seccionales como información histórica y a su vez como insumo para la programación de intervenciones de conservación de las carreteras.

Sobre los equipos de medición se hizo un análisis comparativo de rendimiento, eficiencia, precisión y datos de entrega para definir alternativas mínimas de grupos de dispositivos recomendables para implementar un sistema confiable de: fiscalización moderna con nuevos conceptos, monitoreo permanente y provisión inmediata de datos actualizados y administración de las vías.

Con la finalidad de tener una idea aproximada del ahorro que representará la implementación del sistema propuesto, se procesó los costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos con y sin la mejora propuesta.

Al concluir el trabajo de investigación, se presenta una propuesta del sistema que se espera permitirá optimizar el aprovechamiento de la información en entidades gubernamentales y seccionales, así como comprobar y actualizar información de manera permanente y organizada para reajustar el plan de gestión vial, trabajo que se entrega en cuadros, esquemas, cantidades y costos, métodos de aplicación y enunciados generales del sistema.

Para el éxito de la implementación de un sistema de Gestión Vial, resulta necesario contar con instrumentos que permitan difundir la importancia del monitoreo y la evaluación en las partes comprometidas con un proyecto. Para este fin se ha diseñado esta guía para el diseño del monitoreo y evaluación de experiencias de mantenimiento rutinario, con un sistema manual de recopilación histórica de las intervenciones que ha tenido una carretera, si es posible, desde su concepción y nacimiento.

# INTRODUCCIÓN

El propósito principal de la investigación es el de diseñar un Sistema de Gestión y Conservación Vial en las carreteras de segundo orden, con el objeto de disminuir costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos, para lo cual se tomó a la carretera Ambato – Guaranda Babahoyo, como modelo de aplicación.

En el capítulo 1 se formula el problema de la falta de programas de conservación de las carreteras de segundo orden en el país, base sobre la cual se propone la implantación de un sistema de gestión vial, aplicable a las condiciones de los Consejos Provinciales que, sobre la base de técnicas modernas, se recopile y procese datos de intervenciones de inventarios y de monitoreos que servirán para racionalizar la conservación de las vías.

En el Capítulo 2 se recopila la información referente al tema de la indagación, sobre antecedentes investigativos, esquemas de gestión aplicados en otros países del mundo, de la región y del país; insumos que intervienen en la determinación de costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos; principales componentes e indicadores que intervienen en la Gestión Vial; equipos y programas computacionales que apoyan la operatividad de este tipo de sistemas; planes maestros de vialidad existentes a nivel nacional y provincial, y, un glosario de los términos más utilizados en el campo de la administración de vías.

Este capítulo finaliza con la formulación de la hipótesis y la determinación de la variable independiente (Sistema Institucional de Gestión y Conservación de las carreteras de segundo orden del Ecuador) y de las variables dependientes (Reducción de costos de Mantenimiento Vial y de Operación Vehicular).

En el capítulo 3, Metodología, se presenta la modalidad básica, el nivel y el tipo de investigación que se desarrolló, con la determinación de la población y muestra, no en base a fórmulas estadísticas sino por la aplicación de normas vigentes relacionadas con la toma de datos de campo; así como la operacionalización de variables y el plan de recopilación y procesamiento de la información.

El Capítulo 4 describe la información obtenida acerca del estado actual de la carretera tomada como modelo de aplicación, referente a inventarios, monitoreos y mediciones de los elementos constitutivos de la carretera, los que sirven para plantear planes de mantenimiento, rehabilitación, reconstrucción por tramos, según el estado en que se encuentra actualmente, interpretando la información de manera que se permita optimizar la eficiencia y eficacia de las intervenciones posteriores.

En el Capítulo 5, que por su contenido se lo elaboró luego de concluida la investigación, se incluyen las conclusiones a las que llevó la misma y las recomendaciones consecuentes para aplicar un sistema de gestión vial acorde a las realidades de los gobiernos provinciales del país.

Finalmente, en el Capítulo 6 se formula la propuesta en la que se incluyen los siguientes temas: Antecedentes, justificación, formulación de objetivos, análisis de la factibilidad de desarrollar el tema propuesto, fundamentación, metodología para el desarrollo del modelo operativo, Administración de la Propuesta y Previsión de la Evaluación.

En la parte medular de la propuesta, la fundamentación, se ha definido el nivel de servicio actual y proyectado de la carretera, la determinación de secciones homogéneas y requerimientos de refuerzo para la estructura del pavimento y la determinación del ahorro en el costo de operación de los vehículos y en el costo de mantenimiento vial que experimentarían las instituciones encargadas si aplicaran un adecuado sistema de gestión vial.

También se pone a consideración del lector, un modelo de formularios para consignación de datos históricos de la vía, aplicable a cualquier vía de segundo orden a cargo principalmente de los Gobiernos Provinciales.

En la Administración de la Propuesta, se plantea un modelo organizacional dentro de los Consejos Provinciales, para la creación y funcionamiento de un Departamento que se encargue exclusivamente de la Gestión Vial de las carreteras.

En Anexos se incorpora cuadros de indicadores que presenta el MTOP referentes a la vía en estudio y a la realidad vial nacional, que sintetizan el gran volumen de información constante en estudios realizados por consultoras particulares y que reposan en los archivos del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, así como en los Consejos Provinciales involucrados.

## **CAPITULO 1**

### **EL PROBLEMA**

# CAPITULO 1

## EL PROBLEMA:

### 1.1 TEMA

Sistema Institucional de Gestión de las carreteras de segundo orden del Ecuador, para disminuir costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos

### 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.2.1. CONTEXTUALIZACIÓN

En los países del primer mundo, la construcción y mantenimiento de las carreteras, se ha desarrollado en función de conseguir su durabilidad y mantener un nivel de servicio que permanentemente brinde confort y seguridad a los usuarios. Los problemas de construcción defectuosa y de daños prematuros o sin atención oportuna, han sido superados mediante la aplicación de técnicas renovadas de construcción y de control de calidad, apoyadas durante su periodo de operación, con la implantación de sistemas confiables de gestión y conservación, sobre la base de datos históricos constructivos y de intervenciones programadas y oportunas.

El doctor Delmar Salomón de la Pavement Preservation Systems, LCC, en la presentación de su tema “**Conservación de Pavimentos y Sistemas de Gestión de Infraestructura Vial: Conservando la Inversión del Patrimonio Vial a menor costo**” en el Simposio de Pavimentos realizado en Quito en Julio de 2006, al hablar sobre el deterioro de las carreteras y la experiencia estadounidense señala: “La evolución del estado físico de las carreteras debe ser monitoreada a intervalos determinados por las agencias. En EUA las agencias identifican y coleccionan 98 parámetros que incorporan a su base de datos Sistema de Monitoreo de Desempeño de Carreteras (Highway Performance Monitoring System, HPMS)”.

En el mismo tratado, concluye también que hay que recopilar una base de datos que documente las experiencias de los tratamientos, ya que los beneficios difieren de región en región, debido a los diferentes tipos de carreteras, los niveles de tránsito y las condiciones climatológicas. Es importante asignar una parte del presupuesto a este propósito; otra parte del presupuesto de mantenimiento se debe dedicar para el programa de conservación de carreteras. En definitiva, un programa de conservación de carreteras bien estructurado ahorra dinero a largo plazo.

Este inconveniente viene resolviéndose en por lo menos cerca de 1200 Km. de la red vial primaria, de interés general de estado, la cual hoy es gestionada desde 1999 mediante intervención de la empresa privada, bajo la institución jurídica de la concesión. Adicionalmente, en el año 2002, el Ministerio presentó su “Plan Maestro de la red Vial Estatal del Ecuador”, que contemplaba seis objetivos para los periodos: 2003 – 2006, 2007 – 2011 y 2012 – 2016, los que se detallan a continuación:

**Tabla 1.1.- OBJETIVOS DEL PLAN MAESTRO RED VIAL DEL ECUADOR, 2003 – 2016**

No.	Descripción del objetivo	Proyectos	Inversión estimada
1	Plan de Consolidación de la Red Vial Nacional	30	\$ 4.700.000
2	Plan de Seguridad Vial para la Red Vial Estatal	29	\$ 44.600.000
3	Plan de Conservación de la Red Vial Estatal	488	\$ 649.547.725
4	Plan de Optimización de la Red Vial Estatal	101	\$ 1.599.200.000
5	Plan de Monitoreo, Evaluación y Registro	25	\$ 4.650.000
6	Plan de Desarrollo Tecnológico	228	\$ 12.000.000
<b>TOTAL INVERSIONES</b>		<b>901</b>	<b>\$ 2.314.697.725</b>
<b>Gastos corrientes y emergencias</b>			<b>\$ 196.000.000</b>

Fuente: MOP – COA – L&G (2002). Plan Maestro de la Red Vial Estatal del Ecuador

La aplicación y el cumplimiento de los objetivos trazados en este Plan han tenido dificultades, pero ya se cuenta parcialmente, con la ayuda de equipos modernos, con un historial a tomarse en cuenta para programar o reprogramar intervenciones en parte de la red vial estatal, considerada de primero y segundo orden.

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas considera la distribución de la red vial del Ecuador en las siguientes categorías:

**Tabla 1.2.- DISTRIBUCIÓN DE LA RED VIAL DEL ECUADOR**

<b>RED VIAL</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>NACIONAL</b>	9.485 Km.	22%
Primaria	5.609 km	13%
Secundaria	3.876 Km.	9%
<b>PROVINCIAL</b>		
Terciaria	11.106 Km.	26%
<b>MUNICIPAL Y PARROQUIAL</b>		
Vecinales	22.194 Km.	51%
<b>LOCAL</b>		
Poblados	452 Km.	1%

Fuente: INTERVAL (2004). *Jornadas Internacionales de Pavimentos*, Loja, Ecuador

Cabe aclarar que varias carreteras de primer y segundo orden, generalmente colectoras, están actualmente bajo la responsabilidad de instituciones seccionales como son los consejos provinciales, procesos reglados como delegación mediante Acuerdo No. 012 de 27 de septiembre de 2006.

A nivel de carreteras de segundo orden, salvo pocas excepciones, la gestión vial es precaria. La construcción de las carreteras, que si bien se han ejecutado siguiendo especificaciones similares a las controladas por el actual Ministerio de Transporte y Obras Públicas, no han proporcionado información para la futura gestión y programación de intervenciones.

La mayoría de las administraciones seccionales en el Ecuador, no disponen de un sistema de información completo de las redes viales que gestionan; por ello, con frecuencia no pueden responder con oportunidad y exactitud cuando se requiere

conocer sobre: la extensión, jerarquía, serviciabilidad y finalmente su condición y requerimientos de intervención para una adecuada gestión del mantenimiento.

En resumen, el mantenimiento de una vía debe ser oportuno y efectivo. El hecho de esperar que se deteriore de manera exagerada para entonces intervenir, degenera en costos altos de intervención, llegando incluso en muchos casos a la necesidad de reconstrucciones parciales o totales, lo cual ocasiona ingentes gastos a los usuarios por el costo de operación vehicular al circular por carreteras con un nivel de servicio malo o pésimo.

### **1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO**

La ingeniería vial moderna recomienda el desarrollo de una serie de conceptos y principios fundamentales de la gestión vial, acoplados a nuevas metodologías para un manejo sistemático del patrimonio vial; el cuidado de la vida útil de la infraestructura, el monitoreo de los niveles de servicio de cada uno de sus elementos, el desarrollo de modernas técnicas de auscultación, el soporte de eficientes programas de computación, las diferentes modalidades de información y su coyuntura a los sistemas de administración y gestión, son entre otras, las múltiples herramientas de las que ahora se valen los técnicos para la toma de decisiones concernientes a la conservación vial.

Resulta importante para los administradores públicos y privados, independientemente de su atención a niveles de red o proyectos viales, tener ideas e información muy claras que fundamenten un manejo eficiente y en cualquier plazo de los recursos que dispone; no gastar en exceso, ni muy poco, sino lo necesario en el momento preciso; en este orden de ideas es que tales decisiones requieren niveles de información y es por eso que ahora adquiere mucha mayor importancia la explotación de los datos de inventarios y características de los elementos constitutivos de la carretera.

### **1.2.3. PROGNOSIS**

En las carreteras de segundo orden del Ecuador se generará un deterioro excesivo de los elementos viales si no se implementa un sistema de control, inventario, monitoreo y de provisión de datos para futuros planes y programas de intervención, aplicable a la realidad física, económica y social de las provincias, cantones y ciudades del país, con graves consecuencias: elevados costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos.

### **1.2.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es el sistema institucional más adecuado de gestión y conservación vial de las carreteras de segundo orden del Ecuador para disminuir costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos?

### **1.2.5. INTERROGANTES**

¿Cuáles son los mayores problemas por los que se deterioran las carreteras de segundo orden del país?

¿Por qué las entidades seccionales no intervienen con el mantenimiento oportuno de las vías a su cargo?

¿Por qué no se ha implementado un sistema de gestión y conservación vial en todas las entidades seccionales del país?

¿Qué equipos de inventario, control y monitoreo de las carreteras de segundo orden se han venido utilizando, y cuáles se recomienda en la actualidad?

¿Por qué hay poca información histórica sobre la construcción y las diferentes intervenciones que han tenido las carreteras de segundo orden del Ecuador?

## **1.2.6. DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

### **1.2.6.1. Delimitación Espacial**

La investigación de campo se desarrolló en la carretera Ambato – Guaranda – Babahoyo, responsabilidad compartida actualmente por el MTOP, hasta que se dilucide la delegación a la mancomunidad de los consejos provinciales de Tungurahua, Bolívar y Los Ríos, instituciones seccionales involucradas en el mantenimiento y la conservación de esta vía. Se complementó con la consulta en instituciones, referente a información acerca de planes e intervenciones en vías a cargo de los consejos provinciales de Pichincha, Manabí y Napo.

El trabajo de gabinete se efectuó en el cantón Quito, provincia de Pichincha.

### **1.2.6.2. Delimitación Temporal**

Se desarrolló en un periodo comprendido entre los meses de junio a octubre de 2008.

### **1.2.6.3. Delimitación de Contenido**

El objeto de esta investigación se ubica dentro del campo de la Gestión y Administración Vial

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

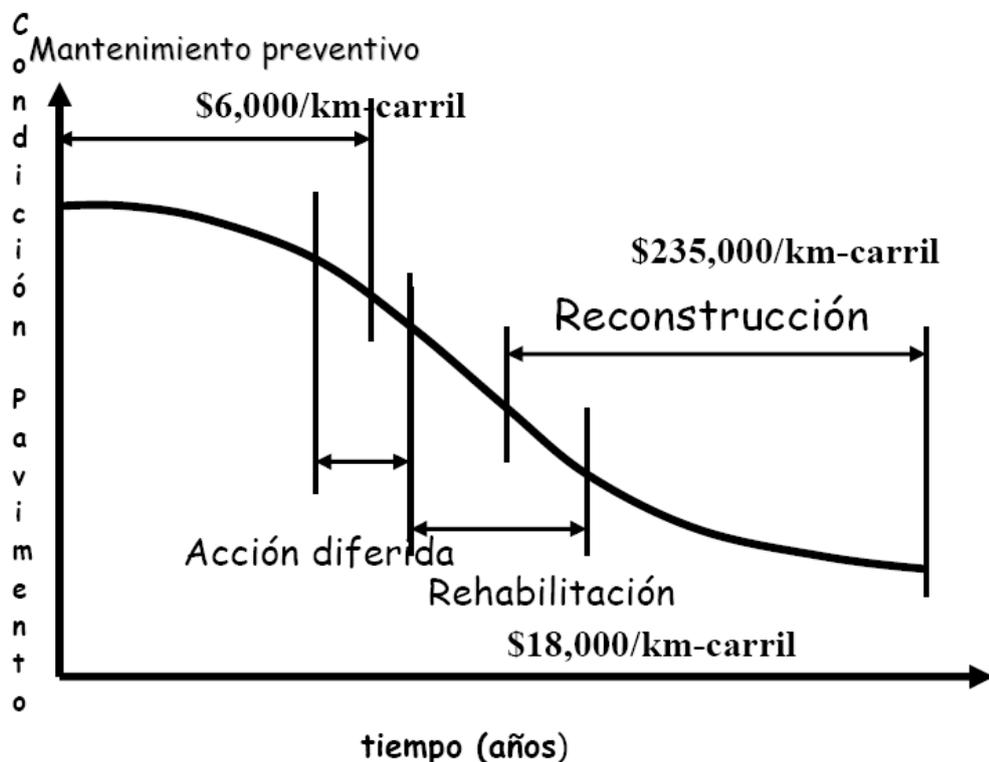
El contenido del trabajo propone la implantación de un sistema de gestión vial, aplicable a las condiciones de los Consejos Provinciales que, sobre la base de técnicas modernas, se recopile y procese datos de intervenciones de inventarios y de monitoreos que servirán para racionalizar la conservación de las vías a su cargo.

Si en las vías de primer orden del país ya se han implementado planes de gestión con diferentes niveles de eficiencia y precisión, se considera trascendental ampliar el

espectro a las vías de segundo orden. La importancia de la investigación planteada radica en la necesidad de que, a la par de preservar las vías de segundo orden, se salvaguarde la economía de las instituciones al intervenir a tiempo y con menores costos, respecto a la realidad actual.

En el siguiente gráfico se puede apreciar la gran diferencia en costo que implica no intervenir a tiempo en una vía, dejando desarrollar su deterioro y postergando su mantenimiento o rehabilitación. En las carreteras del país se observa con frecuencia este fenómeno que, en muchos casos desencadena en la necesidad de realizar costosas reconstrucciones luego de un prolongado periodo de operación con niveles de servicio muy por debajo de los estándares recomendados para proporcionar al usuario confort y seguridad en sus viajes.

**Figura 1.1 COSTOS RELATIVOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, REHABILITACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN**



Fuente: SALOMON, DELMAR. (2006). *Conservación de Pavimentos y Sistemas de Gestión de Infraestructura Vial: Conservando la Inversión del Patrimonio Vial a menor costo*. Simposio de Pavimentos. Quito, Ecuador

De la figura anterior se extrae que una rehabilitación puede costar alrededor de tres veces más que el oportuno mantenimiento preventivo y una reconstrucción, unas cuarenta veces más. De ahí la importancia de implantar el sistema más adecuado a las circunstancias, que permita optimizar recursos a las entidades involucradas a través del tiempo.

Como resultado, los trabajos típicos del sistema tendían a seguir ciertos lineamientos generalizados que se señalan a continuación:

- Carencia de planeación
- Falta de recursos económicos
- Carencia de recursos técnicos
- No existe sustento técnico
- Falta de aplicación de las normas
- Aplicación de procedimientos de acuerdo a la experiencia del constructor.
- Los presupuestos anuales estaban basados en el presupuesto del año anterior.
- El programa de mantenimiento, si bien existe, carecía de fundamento técnico.
- Ejecución de acciones solo de “emergencia” obedeciendo a motivaciones políticas o como respuesta a reiteradas solicitudes de los usuarios del sistema.
- Los informes producidos son muy imprecisos e inútiles para estudios, programación o retroalimentación de un sistema.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General**

Diseñar un Sistema de Gestión y Conservación Vial en las carreteras de segundo orden, con el objeto de disminuir costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Detectar los problemas principales por los que se deterioran las carreteras de segundo orden del país
- Determinar las razones por las cuales las entidades seccionales no intervienen con el mantenimiento oportuno de las vías a su cargo
- Establecer un sistema de gestión y conservación vial aplicable a las entidades seccionales del país
- Investigar programas y métodos de inventario, control y monitoreo de las carreteras, factibles de ser utilizados para la aplicación confiable del sistema.
- Definir una metodología para proporcionar información histórica sobre la construcción e intervenciones que tengan las carreteras de segundo orden del Ecuador, que sirvan como insumo para la gestión de las mismas.
- Analizar si el sistema propuesto es aplicable y adecuado a las condiciones de las entidades seccionales involucradas.

## **CAPITULO 2**

### **MARCO TEORICO**

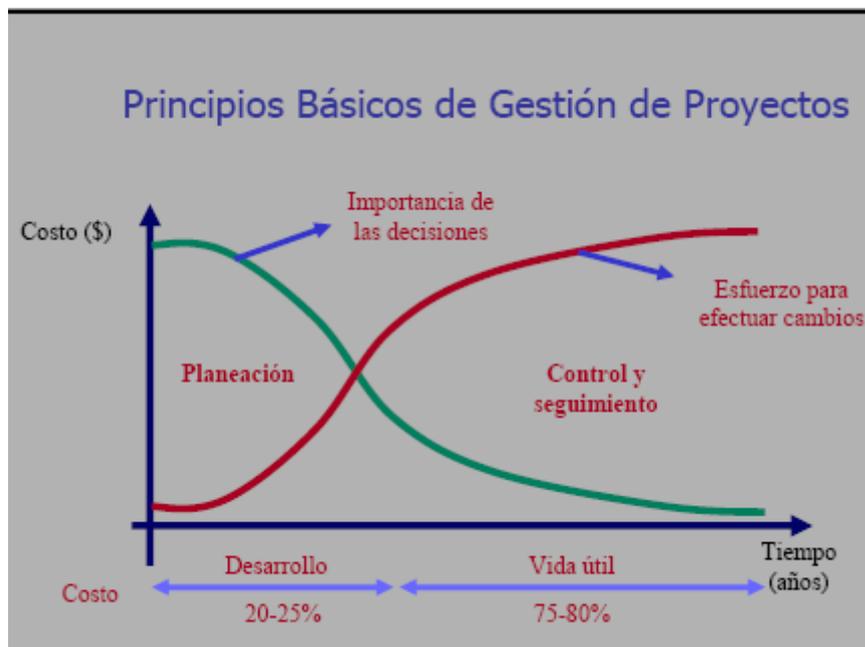
## CAPITULO 2

### MARCO TEORICO

#### 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En el ámbito internacional, los modelos de gestión vial han reemplazado la destructiva, imprecisa y lenta evaluación del estado estructural y superficial del pavimento, por modernos sistemas computarizados, rápidos, confiables y de mayor precisión que arrojan una amplia base de datos para definir con mayor confiabilidad, los planes de mantenimiento que posibilitan la implantación de sistemas de gestión. La explotación de los datos obtenidos por ese medio moderno es un tema que se está desarrollando ya en la región.

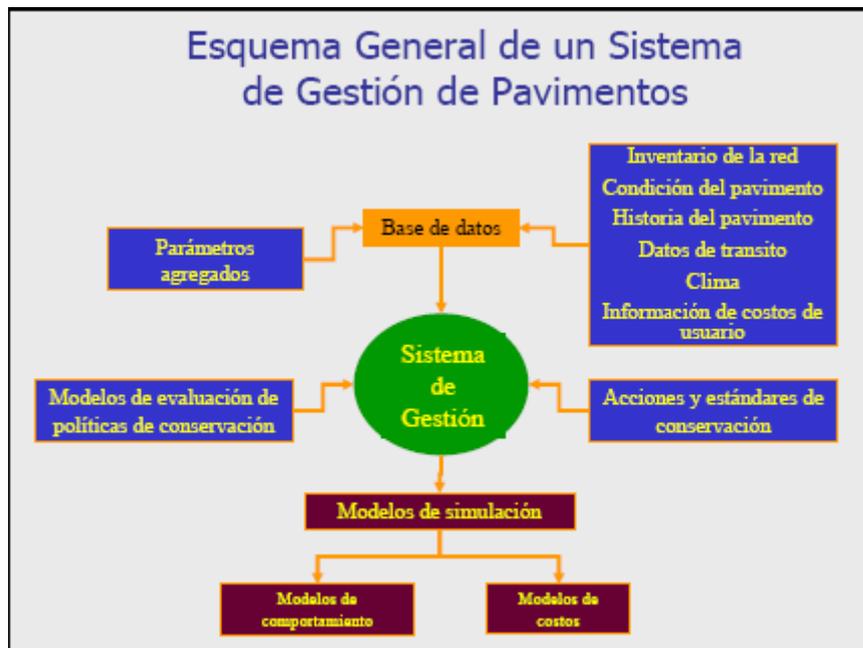
Figura 2.1 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS



Fuente: SALGADO T. MAURICIO Ing. M.Sc. (2002). Curso "Gestión de Infraestructura Vial". Quito, Ecuador.

La figura anterior define los principios básicos que deben ser considerados en la gestión de todo tipo de proyecto y la importancia, sobre la base de una adecuada planeación, de tomar decisiones a tiempo. De igual manera, se presenta el esquema general de los componentes fundamentales de un sistema de gestión de pavimentos, elemento fundamental en la gestión vial, que se ilustra a continuación:

**Figura 2.2 ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE PAVIMENTOS**



Fuente: SALGADO T. MAURICIO Ing. M.Sc. (2002). Curso “Gestión de Infraestructura Vial”. Quito.

En la República de Perú, se desarrolló en el año 2005 un Programa de Caminos Departamentales – PCD, estudio en el que se determinaron valores promedio de costos de mantenimiento vial. Esto, como ejemplo para ser aplicado a nivel seccional en nuestro medio y como objetivo de comparación con la realidad local:

**Tabla 2.1. COSTOS DE MANTENIMIENTO VIAL EN PERÚ, AÑO 2005**

Rango	Mantenimiento Rutinario (US\$/Km-año)		Mantenimiento Periódico (reposición de material de afirmado e = 0.10)			Mantenimiento Periódico (perfilados)		
Costo promedio anual de Mantenimiento Vial								
Tráfico	Costo		Frecuencia	Costo	Costo	Frecuencia	Costo	Mantenimiento
(IMD)	(US\$/Km)		(# años)	(US\$/Km-año)	(US\$/Km)	(# veces / año)	(US\$/Km-año)	(US\$/Km-año)
>150	1,500	3,500	2	1,750	600	3	1,800	5,050
>150	1,500	3,500	2.5	1,400	600	2.5	1,500	4,400
50-150	1,000	3,500	3	1,167	600	2	1,200	3,367
50-150	1,000	3,500	3.5	1,000	600	1.5	900	2,900
30-50	500	3,500	4	875	600	1	600	1,975

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas de la República de Perú, Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (2005). Programa de Caminos Departamentales – PCD

El Ministerio de Transporte de Colombia, realiza actualizaciones de Costos de Transporte de carga. Como referencia se presenta los costos del año 2001, para tres tipos de camiones: De 2 ejes (C2), de 3 ejes (C3) y tractocamiones (C3-S):

**Tabla 2.2. INDICADORES DE COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR, COLOMBIA, 2001**

COMPONENTES DE COSTOS	C2	C3	C3-S
Consumo de combustibles			
Plano	312,86	254,18	456,19
Ondulado	443,69	347,27	619,83
Montañoso	646,29	503,03	893,55
Consumo de llantas	135,79	216,75	358,26
Consumo de lubricantes	24,36	37,97	46,02
Consumo de filtros	10,08	23,77	35,26
Mantenimiento y reparaciones	170,85	293,77	371,48
Lavado y engrase	18,16	25,44	27,83
Imprevistos	26,94	44,83	62,91
<b>COSTOS VARIABLES KM</b>	<b>386,18</b>	<b>642,52</b>	<b>901,76</b>
Seguros	484.602,98	1.570.701,67	1.866.875,00
Salarios y prestaciones básicas	842.708,53	842.708,53	842.708,53
Parqueadero	81.000,00	113.340,00	152.130,00
Impuestos de rodamiento	9.962,92	17.733,75	30.283,75
Recuperación de Capital	816.605,88	2.262.606,54	2.371.257,17
<b>COSTOS FIJOS MES</b>	<b>2.234.880,31</b>	<b>4.807.090,49</b>	<b>5.263.254,45</b>

Fuente: MINISTERIO DE TRANSPORTE, DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE AUTOMOTOR (2001). *Actualización de Costos de Transporte de Carga Año 2001*. Bogotá, Colombia

Del mismo documento se extrae porcentajes de participación de los insumos al mes de febrero de 2001, para los tres tipos de camiones de carga. Se observa que para el caso colombiano en esa época, los costos de combustibles, seguros, peajes y llantas eran los de mayor incidencia.

**Tabla 2.3. PARTICIPACIÓN DE INSUMOS COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2001**

<b>COMPONENTES DE COSTOS</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>CS</b>
Peajes	6.40%	8.51%	9.88%
Consumo de combustibles	23.74%	11.22%	15.19%
llantas	6.90%	6.60%	8.29%
lubricantes	1.24%	1.16%	1.06%
Filtros	0.51%	0.72%	0.82%
Mantenimiento y reparaciones	8.68%	8.95%	8.60%
Lavado y engrase	0.92%	0.78%	0.64%
Imprevistos	1.37%	1.37%	1.46%
<b>COSTOS VARIABLES KM</b>	<b>49.75%</b>	<b>39.30%</b>	<b>45.94%</b>
Seguros	7.12%	14.15%	12.98%
Salarios y prestaciones básicas	12.38%	7.59%	5.86%
Parqueadero	1.19%	1.02%	1.06%
Impuestos de rodamiento	0.15%	0.16%	0.21%
Recuperación de Capital	11.99%	20.38%	16.49%
<b>COSTOS FIJOS MES</b>	<b>32.82%</b>	<b>43.29%</b>	<b>36.61%</b>
<b>COSTOS QUE DEPENDEN DE LA FACTURACIÓN</b>	<b>12.67%</b>	<b>12.67%</b>	<b>12.67%</b>
<b>GASTOS ADMINISTRACIÓN</b>	<b>4.76%</b>	<b>4.76%</b>	<b>4.76%</b>

Fuente: MINISTERIO DE TRANSPORTE, DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE AUTOMOTOR (2001). *Actualización de Costos de Transporte de Carga Año 2001*. Bogotá, Colombia

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) tomó en el año 1995, la iniciativa de analizar el tema de los indicadores de eficacia en la gestión de carreteras, concluyendo que hay un mínimo de 16 indicadores imprescindibles para medir la eficacia de la gestión que es observada desde 3 perspectivas:

- Del Gobierno Central o de los Gobiernos Seccionales;
- De la Administración de Carreteras; y
- De los usuarios.

Los indicadores propuestos se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 2.4. INDICADORES DE LA EFICACIA EN LA GESTIÓN VIAL**

CAMPO	INDICADOR	PERSPECTIVA	ÍNDICE / HERRAMIENTA
ACCESIBILIDAD	Costo Promedio de Operación de vehículos	Gobierno Seccional y Usuarios	Costo por Veh – Km.
	Nivel de Satisfacción	Usuarios	Tiempo de viaje, confiabilidad, confort, información vial / (Encuestas, observación)
SEGURIDAD VIAL	Riesgo de accidentes	Gobierno Seccional	Accidentes/Km./año
	Riesgo de usuario desprotegido	Gobierno Seccional	Existencia de Seguros
MEDIO AMBIENTE	Políticas ambientales	Administración Vial	Polución de aire y ruido / Medición con sensores
COMUNIDAD	Mercado	Administración Vial	Investigación de Mercado
DESARROLLO DE LOS PROGRAMAS	Planes de construcción, mantenimiento y operación	Gobierno Seccional	Evaluación, interrelación
	Administración de los recursos financieros	Administración Vial	Evaluación financiera del Sistema de Gestión
	Calidad de la gestión	Administración Vial	Evaluación
REALIZACIÓN DE LOS PROGRAMAS	Costos reales vs. Previsión de costos	Administración Vial	Evaluación de costos
	Relación costos administrativos / presupuesto total	Administración Vial	Relación de costos destinados a tareas improductivas
PERFORMANCE DE LOS PROGRAMAS	Patrimonio Vial	Gobierno Seccional	Cálculo para definir su eficacia
	Condición superficial de la calzada	Administración Vial	IRI, PSI, textura, roderas, etc.
	Puentes deficientes o con limitaciones	Administración Vial	Porcentaje del total
	Condición estructural del pavimento	Administración Vial	Deflexiones, módulos
	Grado de Satisfacción de los usuarios	Usuarios	Encuestas de disposición al pago

Fuente: Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, Madrid, España, 1998

El procedimiento completo debe involucrar las actividades a efectuarse desde la concepción de un proyecto hasta su administración durante el periodo operativo. La intención de la presente propuesta va orientada únicamente a la conservación de los caminos existentes; incluye además, recomendaciones para que una vía de segundo orden tenga su partida de nacimiento e historial completo desde su concepción en el correspondiente Departamento de Planificación. El documento aborda los

procedimientos para la identificación, preparación y evaluación de proyectos viales de los siguientes tipos:

**Tabla No. 2.5 TIPOS DE PROYECTOS EN LA ADMINISTRACIÓN VIAL**

<b>PROYECTO</b>	<b>COMPONENTES</b>
CONSTRUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Estudios</li> <li>* Desmonte y Limpieza</li> <li>* Subrasante y taludes</li> <li>* Obras de drenaje (alcantarillas, cunetas, etc.)</li> <li>* Afirmado</li> <li>* Sub - base, base y capa de rodadura</li> <li>* Tratamientos Superficiales o riegos</li> <li>* Señalización</li> <li>* Demarcación</li> <li>* Puentes y obras de arte</li> </ul>
MANTENIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Ampliación de calzada</li> <li>* Construcción de nuevos carriles</li> <li>* Rectificación (alineamiento o pendiente)</li> <li>* Mejoramiento del alineamiento</li> <li>* Construcción de obras de drenaje y sub-drenaje</li> <li>* Construcción de estructura de Pavimento</li> <li>* Estabilización de Afirmados</li> <li>* Tratamientos superficiales o riegos</li> <li>* Señalización</li> <li>* Demarcación</li> <li>* Construcción de afirmado</li> </ul>
REHABILITACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Construcción de obras de drenaje</li> <li>* Recuperación de afirmado o capa de rodadura</li> <li>* Reconstrucción de sub-base y/o base y/o capa de rodadura</li> <li>* Obras de estabilización</li> </ul>

Fuente: Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, Madrid, España, 1998

La Propuesta parte de la identificación del problema o la necesidad, permitiendo establecer su origen; para esto es necesario determinar cuáles son las causas que originan la necesidad del servicio vial. El análisis planteado con esta metodología se orienta a escoger la mejor solución posible y a la vez arrojar información básica para facilitar un posterior seguimiento y evaluación de resultados.

Las diferentes etapas por las que debe pasar el proyecto desde el mismo momento en el que se identifica el problema o necesidad, hasta que se logran sus objetivos, es lo que se llama el ciclo del proyecto. Estas etapas son normalmente conocidas como: preinversión, inversión y operación.

**Tabla No. 2.6 ETAPAS DE UN PROYECTO**

<b>ETAPA</b>	<b>COMPONENTES</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
PREINVERSIÓN	Idea Perfil Prefactibilidad Factibilidad	Formulación del problema Alternativas Evaluación técnica, económica, financiera y ambiental
INVERSIÓN (EJECUCIÓN)	Diseños definitivos Construcción Supervisión	Estudios específicos Ejecución de las obras Seguimiento físico y financiero
EVALUACIÓN (OPERACIÓN)	Operación de la vía Monitoreo Seguimiento y Evaluación	Mantenimiento Evaluación física Evaluación de rentabilidad

Fuente: Elaboración propia

### **2.1.1 EL MODELO HDM-4**

Es necesario incluir una breve descripción del modelo HDM4, herramienta informática que puede suplir con enorme eficacia y eficiencia, dependiendo de la capacidad económica de la entidad seccional para implementarlo, en la gestión y administración vial. El Sistema metodológico más sencillo que se presenta en la presente investigación tiene en el fondo los mismos conceptos utilizados en dicho programa, con las restricciones obvias en cuanto a rendimiento y precisión.

El modelo del Banco Mundial, Highway Design and Maintenance Standards Model (HDM) ha sido ampliamente utilizado por consultores y organismos administradores de pavimentos para investigar las consecuencias económicas que tienen las inversiones de infraestructura vial. La versión HDM-III (que fue liberada en 1987) sólo podía ser empleada para la evaluación de pavimentos flexibles, esto obligó al desarrollo de la versión HDM-4 que cubre esta y otras deficiencias tales como los aspectos de congestión, efectos ambientales, seguridad en el tránsito, efectos que puede tener la textura del pavimento.

El Sistema HDM-4 está basado en:

- Relaciones físicas y económicas derivadas de un extenso estudio sobre el deterioro de pavimentos,
- El efecto de conservación de pavimentos.
- Costos de operación de los vehículos.
- Modelos de cálculo de las mejores alternativas de conservación y de los distintos tramos de carretera evaluados en un determinado análisis.

Estos modelos son:

- Deterioro de la carretera (RD – Road Deterioration): Este modelo prevé el deterioro futuro del pavimento, en función del tráfico y del estado actual.
- Efectos de las obras (WE - Work Effects): Este modelo simula los efectos de obras en el estado del pavimento y determina los costos asociados.
- Efectos para los usuarios (RUE – Road User Effects): Mediante este modelo se determinan los costos de operación de los vehículos, accidentes y tiempo de viaje.
- Efectos sociales y medioambientales (SEE - Social and Environment Effects): Determina los efectos de las emisiones de los vehículos y el consumo de energía.

Mediante el uso de estos modelos se calcula:

1. Según el periodo de evaluación, la tramificación del pavimento y la alternativa o estrategia de conservación, las condiciones de la carretera y los recursos a utilizar para su conservación; así como las velocidades de los vehículos y los recursos físicos consumidos por la operación de vehículos.
2. Al haber sido estimadas las cantidades físicas necesarias para construcción, obras y operación de vehículos, se aplican los precios y costos unitarios especificados por los usuarios para determinar costos económicos de las distintas alternativas.
3. Los beneficios relativos a las diferentes alternativas, el valor actual y de la tasa de rentabilidad.
4. La comparación de los valores actuales netos de cada alternativa para obtener la mejor solución con el fin lograr un menor costo del transporte.

En la Gestión Vial el HDM-4 realiza las siguientes funciones:

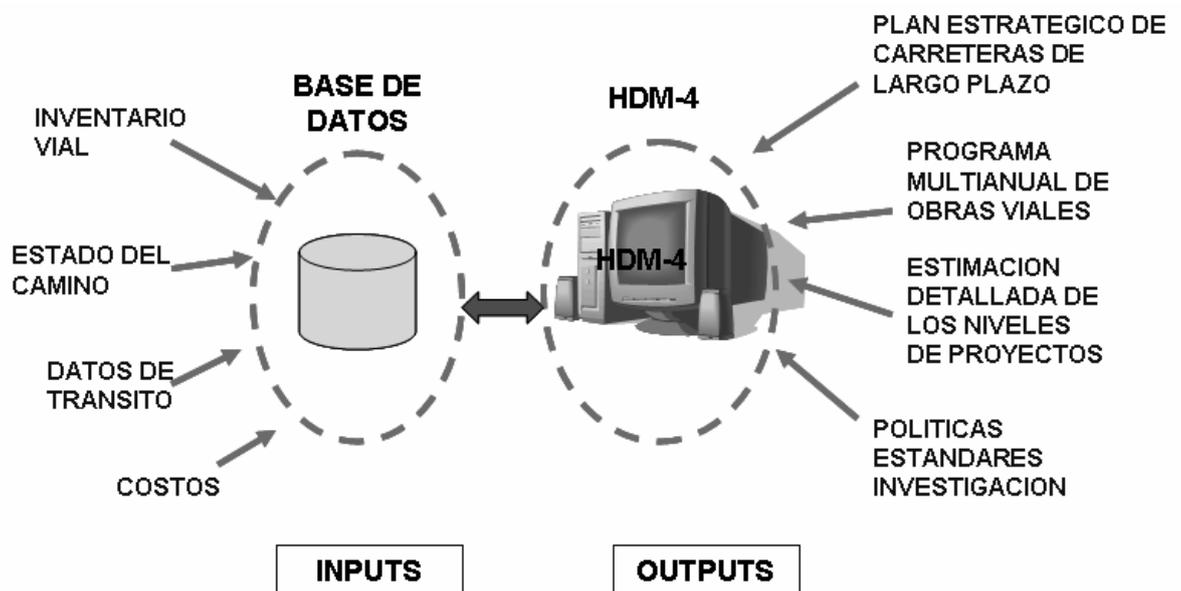
**Planificación:** consiste en el análisis de un sistema de carreteras en su conjunto, definiéndose presupuestos a medio y largo plazo, y estimándose gastos de desarrollo y conservación de carreteras bajo distintos escenarios presupuestarios.

**Programación:** consiste en el desarrollo de programas plurianuales de obras tanto de construcción como de conservación de tramos de la red, que generalmente están condicionados por limitaciones presupuestarias, teniendo que definirse las actuaciones a realizar en función de un análisis costo - beneficio.

**Preparación:** en este nivel se define en detalle cómo se llevarán a cabo los distintos tipos de obras a ejecutar sobre un tramo de carretera.

**Operación:** consiste en el desarrollo de las tareas definidas en los pasos anteriores, y realización de un seguimiento detallado de los trabajos realizados.

**Figura 2.3 INTEGRACIÓN DEL HDM-4 EN LOS SISTEMAS DE GESTIÓN VIAL**

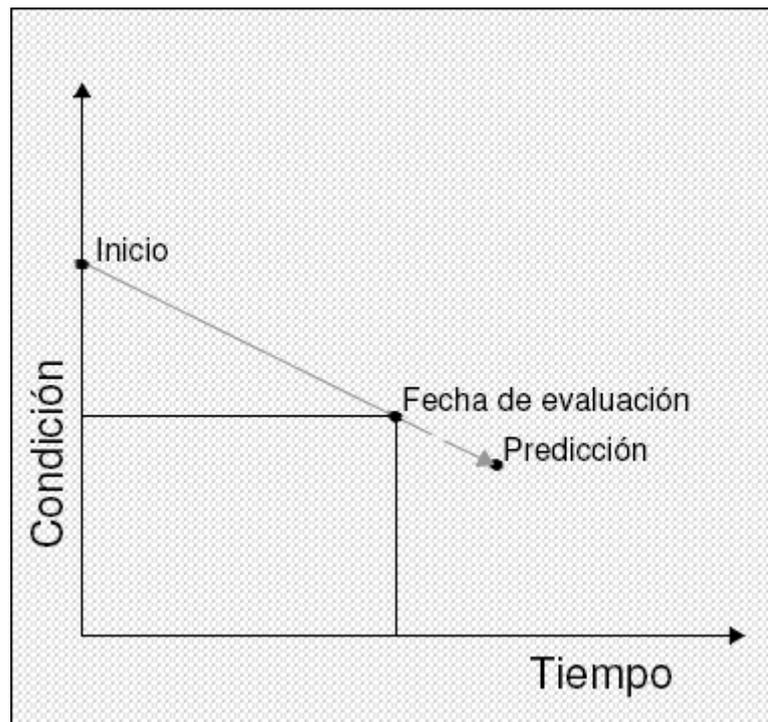


Fuente: SALGADO T. MAURICIO Ing. M.Sc. (2002). Curso "Gestión de Infraestructura Vial". Quito.

Existen muchas técnicas para el desarrollo de modelos de deterioro; las más utilizadas son: extrapolación lineal, regresión y distribución de probabilidad. La

precisión de los modelos es un punto de gran importancia y dependerá del uso que se desee dar a los resultados. El siguiente gráfico explica los fundamentos de la extrapolación lineal.

**Figura 2.4 EXTRAPOLACIÓN LINEAL APLICADA A LOS MODELOS DE PREDICCIÓN**



Fuente: SALGADO T. MAURICIO Ing. M.Sc. (2002). Curso “*Gestión de Infraestructura Vial*”.  
Quito.

Una de las principales y más importantes armas del HDM es la evaluación económica, pero por su amplitud, no se lo incluye en la presente investigación. La recomendación es incluir este parámetro que define las condiciones y prioridades de inversión de un proyecto vial.

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador mantiene vigentes únicamente tres parámetros como exigencia de cumplimiento obligatorio para contratistas de obra, respecto a la comodidad y seguridad que debe brindar una superficie de carretera, recién construida o rehabilitada. A continuación se presenta la Tabla 405-9.1 que consta en el Manual MOP-001-F-2002:

**Tabla 2.7 EXIGENCIAS DE CALIDAD MTOP A CUMPLIR PARA LA RECEPCIÓN DE PAVIMENTOS**

<b>OBJETIVO</b>	<b>PARÁMETRO</b>	<b>EXIGENCIAS</b>	<b>PROCEDIMIENTOS PARA EVALUACIÓN</b>
Comodidad	Rugosidad (m/Km)	Hormigón asfáltico: Máximo 2.5 IRI	Roadmeters o algún tipo de perfilómetro estático o dinámico
		Tratamiento Superficial: Máximo 4.0 IRI	
Seguridad	Coefficiente de rozamiento longitudinal	Mínimo 0.5	Péndulo TRL (Británico)
	Macro textura	Mínimo 0.5 mm.	Mancha de arena

Fuente: MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS (2002). *Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes, MOP-001-F-2002*. Quito, Ecuador

A continuación se expone dos de los casos investigados de gestión de redes viales, con campos de acción diferentes y con parámetros de evaluación distintos:

### **2.1.2 PROYECTO NACIONAL: PLAN MAESTRO DE VIALIDAD DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS**

La estructura del Plan Maestro se encuentra dividida en varias partes, que contemplan lo siguiente:

Parte 1: Diagnóstico de la Red Vial Nacional

Parte 2: Análisis de la Red

Parte 3: Planes de inversión de mediano y largo plazo

En el Diagnóstico, entre los datos obtenidos del inventario vial, están:

- Estado de Taludes
- Tipo de Superficie de Rodadura

- Estado de Pavimento
- Estado de Drenaje
- Estado de Barreras De Seguridad
- Estado de Señalización Vertical

La medición de rugosidad, también llamada regularidad y de deflexiones se ejecutó con el fin de actualizar la base de datos del sistema de inventario vial (SIV) del Ministerio y de obtener un diagnóstico integral de la condición superficial y de las características elásticas de la estructura del pavimento, respectivamente, de la red vial estatal del Ecuador.

Las mediciones de deflexiones se realizaron sobre una longitud aproximada a 430 Km. Esta cantidad corresponde al 10% de la red estatal que fue excluida del estudio original del Plan Maestro de Vialidad que comprendía únicamente mediciones a las vías de la Sierra y el Oriente.

El valor de la rugosidad se utiliza para el cálculo del Índice de Servicio Presente (PSI por sus siglas en inglés), sistema desarrollado por la AASHTO y posteriormente modificado por el Instituto del Asfalto que permite evaluar la condición del camino en una escala de 0 a 5. Se midió la rugosidad de 2,150 Km. de vías, cantidad que representa el 50% de las vías que fueron excluidas del estudio original del Plan Maestro. Los valores de las rugosidades características (IRI) obtenidas para cada sección fueron ingresadas en la base de datos de la red vial (SIV).

Siguiendo la metodología señalada en el proyecto, los consultores levantaron más información relativa a:

- Accidentes de tránsito
- Diagnóstico ambiental
- Control de pesos
- Aspectos administrativos de la red vial
- Diagnóstico general

La parte 2 consistió en actualizar los planes de acción para suplir las deficiencias reportadas en el diagnóstico; ejecutar y contar con análisis completos y con resultados ajustados del programa HDM-4 respecto al plan estratégico de gestión de toda la red vial estatal.

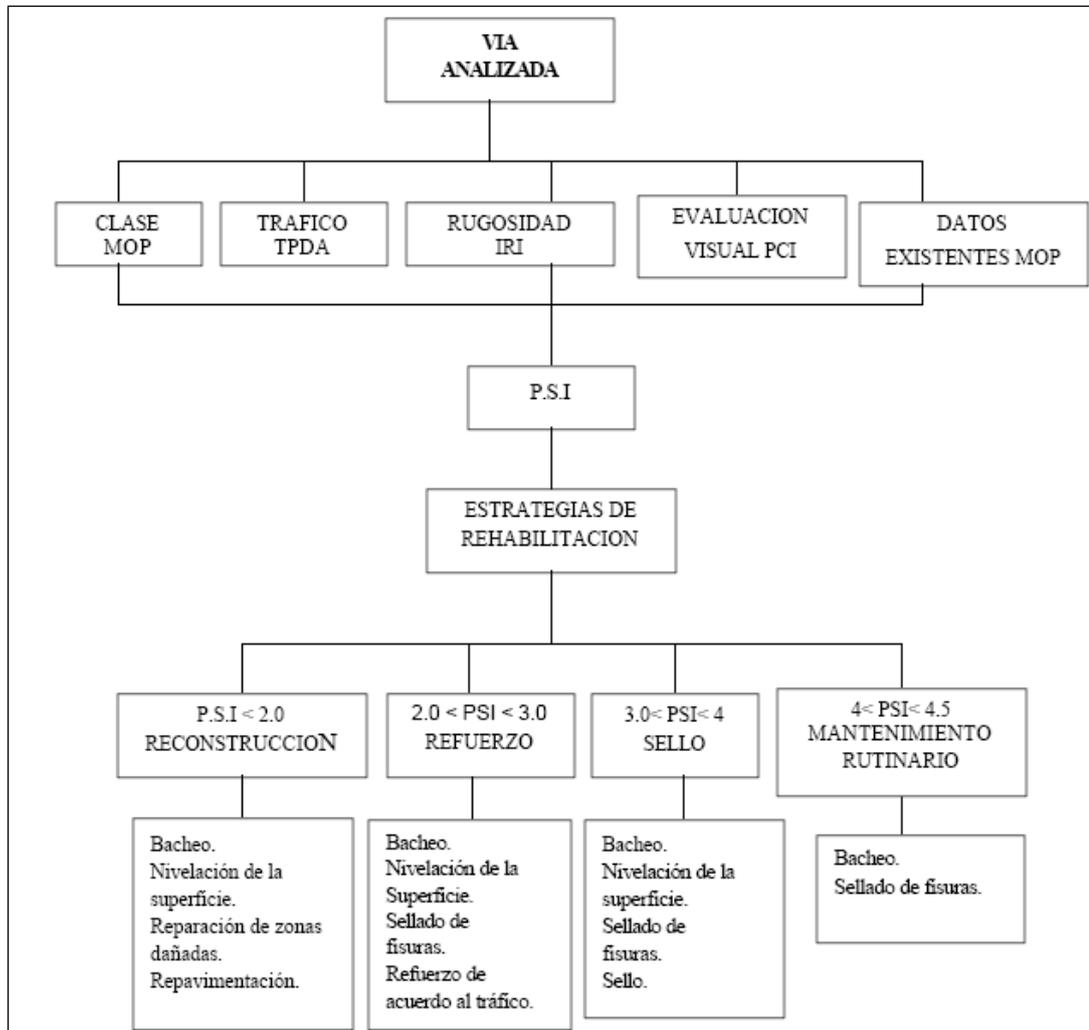
El análisis, tomando en consideración el modelo HDM y otros aspectos permitieron desarrollar varios planes, entre los que se destacan:

- Metodología de codificación de proyectos
- Plan de consolidación de la red vial
- Plan de seguridad vial
- Plan de conservación vial
- Plan operativo
- Plan de monitoreo, evaluación y registro
- Plan de desarrollo tecnológico
- Programa general de inversiones

Por la trascendencia del caso se detalla algunos aspectos del Plan de Conservación de la Red Vial. Los objetivos de este plan son los siguientes:

- Conservar la red vial y sus elementos en un nivel de servicio adecuado.
- Programar oportunamente las tareas prioritarias de mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción de la red estatal para optimizar la inversión.
- Programar las tareas de recuperación ambiental y de reparación - reconstrucción de puentes para garantizar la transitabilidad y la conservación de la red estatal.
- Cumplir con lo dispuesto en el Acuerdo 001 del 12 de Enero del 2001 emitido por el entonces Ministro de Obras Públicas y Comunicaciones del Ecuador.

**Figura 2.5 PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL DEL MTOP: POLÍTICAS PRELIMINARES**



Fuente: RAMÓN C. MÁXIMO (2006). *Gestión de Redes Viales, Casos de Estudio*. Ambato, Ecuador

Para la realización del Plan de Gestión de Conservación de Carreteras, se utilizó el modelo HDM-4, que considera el estado actual de las vías, el efecto nocivo producido por las cargas de tráfico y las condiciones ambientales y la mitigación de esos efectos de deterioro mediante la aplicación de diferentes políticas de intervención. Un primer programa se fundamenta en aplicar uno de los principios básicos que contempla la estructura del modelo HDM-4; esto es, el uso de rangos límite para los valores de la regularidad y su correlación con el parámetro internacional de gestión - índice de servicio presente o PSI.

**Tabla 2.8 RANGOS IRI PARA DETERMINAR TIPOS DE INTERVENCIÓN VIAL EN CARRETERAS DE LA RED ESTATAL DEL ECUADOR**

Rangos	Política Preliminar de Intervención	Longitud (Km)	%
IRI < 4	Mantenimiento	2140	25%
4 < IRI < 6	Mantenimiento/Rehabilitación	1667	19%
IRI > 6	Rehabilitación/Reconstrucción	1285	15%
	Obras en Ejecución	3571	41%
	<b>Total de la Red Estatal</b>	<b>8663</b>	<b>100%</b>

Fuente: RAMÓN C. MÁXIMO (2006). *Gestión de Redes Viales, Casos de Estudio*. Ambato, Ecuador

**Tabla 2.9 ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN UTILIZADAS EN LA RED VIAL DEL ECUADOR**

Alternativa	Tipo de Superficie					
	Carpeta Asfáltica		Tratamiento superficial bituminoso		Granular	
	Actividad	Criterio	Actividad	Criterio	Actividad	Criterio
0	Bacheo	área severamente dañada $\geq 5\%$	Bacheo	área severamente dañada $\geq 5\%$	Reconformar	cada 120 días
	Sello de fisuras	área fisuras anchas $\geq 5\%$	Sello de fisuras	área fisuras anchas $\geq 5\%$	Reposición	espesor $\leq 25\text{mm}$
	Recapeo 5 cm	IRI $\geq 6$	Doble tratamiento superficial bituminoso	área de fisuras $\geq 30\%$		
1	Bacheo	área severamente dañada $\geq 5\%$	Reconstrucción con doble tratamiento S.B.(*)	MESAL/camí $\geq 0.5$ (**)	Reconformar	cada 120 días
	Sello de fisuras	área fisuras anchas $\geq 5\%$	Bacheo	área severamente dañada $\geq 5\%$	Reposición	espesor $\leq 25\text{mm}$
	Recapeo 5 cm	IRI $\geq 4$	Sello de fisuras	área fisuras anchas $\geq 5\%$	Bacheo granular	espesor $\leq 100\text{mm}$
			Doble tratamiento superficial bituminoso	área de fisuras $\geq 30\%$	Doble tratamiento superficial bituminoso (***)	TPDA $\geq 300$
2	Reconstrucción	IRI $\geq 6$	Reconstrucción con carpeta asfáltica (*)	TPDA $\geq 500$	Reconformar	cada 120 días
	Bacheo	área severamente dañada $\geq 5\%$	Bacheo	área severamente dañada $\geq 5\%$	Reposición	espesor $\leq 25\text{mm}$
	Sello de fisuras	área fisuras anchas $\geq 5\%$	Sello de fisuras	área fisuras anchas $\geq 5\%$	Bacheo granular	espesor $\leq 100\text{mm}$
	Recapeo 5 cm	IRI $\geq 4$	Recapeo 5 cm	IRI $\geq 4$	Reconstrucción con carpeta asfáltica (****)	TPDA $\geq 300$
(*) Hasta que esta actividad sea ejecutada se aplicarán las de la Alternativa 0						
(**) MESAL = Cargas de Ejes Equivalentes Estándar $\times 10^3$						
(***) Aplicada esta actividad el mantenimiento será como el de tratamiento superficial bituminoso, Alternativa 0						
(****) Aplicada esta actividad el mantenimiento será como el de carpeta asfáltica, Alternativa 1						

Fuente: RAMÓN C. MÁXIMO (2006). *Gestión de Redes Viales, Casos de Estudio*. Ambato, Ecuador

**Tabla 2.10 COSTOS DE LAS ACTIVIDADES MODELADAS, RED VIAL ECUADOR**

Región	Rubro	unidad	Costos HDM (USD)	
			Económico	Financiero
Nacional	Bacheo asfáltico menor	m2	3.97	4.42
Nacional	Sello de fisuras	m2	4.22	4.69
Nacional	Sello asfáltico 3/8"	m2	0.48	0.53
Nacional	Recapeo 2"	m2	3.83	4.26
Nacional	DTSB	m2	0.97	1.08
Nacional	Reposición	m3	3.30	3.67
Nacional	Bacheo de lastre	m3	7.04	7.82
Nacional	Reconformación	km	195.69	217.43
Costa	AMPLIACION	km	315.000	350.000
Costa	RECONSTRUCCION	km	90.000	100.000
Costa	REHABILITACION	m2	4.00	4.44
Sierra	AMPLIACION	km	450.000	500.000
Sierra	RECONSTRUCCION	km	135.000	150.000
Sierra	REHABILITACION	m2	5.00	5.56
Oriente	AMPLIACION	km	180.000	200.000
Oriente	RECONSTRUCCION	km	90.000	100.000
Oriente	REHABILITACION	m2	2.00	2.22

Fuente: RAMÓN C. MÁXIMO (2006). *Gestión de Redes Viales, Casos de Estudio*. Ambato, Ecuador

En resumen, el Plan Maestro concluye con una serie de recomendaciones e identificación de proyectos, de manera general. Es importante señalar también que recomienda la formulación de Planes de Gestión para cada una de las provincias.

### **2.1.3 PROYECTO PROVINCIAL: PLAN DE GESTIÓN VIAL DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA**

El Plan de Gestión Vial de la provincia de Pichincha nace como la necesidad de contar con una herramienta de Planificación para la gestión y administración de las vías de su competencia, que en el año 2004 era de 4193.24 Kilómetros. Se justifica en los siguientes puntos:

- Falta crónica de financiamiento para labores de gestión vial, en donde la conservación es elemento importante.
- La limitada eficacia y eficiencia de los organismos viales por falta de sistemas de gestión vial adecuados

Sobre la base de la siguiente visión de la provincia de Pichincha:

- Alta relación con las tres regiones de la zona norte del país
- Constituye un punto de enlace entre los puertos del centro norte del Pacífico y los puertos fluviales de la región amazónica (Puerto El Carmen de Putumayo y Francisco de Orellana)
- Paso obligado de la Vía Interoceánica: Esmeraldas (Pacífico) – Puerto El Carmen de Putumayo o Fco. De Orellana – Manaos – Belem de Pará (Atlántico)

En general, el alcance del Plan se resume en lo siguiente:

- Inventario de la red vial
- Estudios de tráfico vehicular
- Costos de operación vehicular
- Desarrollo de la base de información geográfica
- Esquemas de gestión
- El Plan de Gestión Vial

**Tabla 2.11 RED VIAL INVENTARIADA DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA**

TIPO DE RED	LONGITUD km	SUBTOTALES km
<b>PRIMARIA</b>	<b>485,0973</b>	<b>672,5763</b>
<b>SECUNDARIA</b>	<b>187,479</b>	
<b>TERCIARIA</b>	<b>1584,842</b>	<b>3428,206</b>
<b>VECINAL</b>	<b>1843,364</b>	
<b>LOCAL</b>	<b>92,4598</b>	<b>92,4598</b>
<b>TOTAL</b>	<b>4193,2421</b>	<b>4193,2421</b>
<b>Nota: Más 153 kilómetros fuera de los límites de la provincia</b>		

Fuente: RAMÓN C. MÁXIMO (2006). *Gestión de Redes Viales, Casos de Estudio*. Ambato, Ecuador

El Plan estableció también normas de cantidades de rubros de mantenimiento, a fin de mantener un adecuado nivel de servicio, los que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 2.12.- NORMAS DE CANTIDAD PARA MANTENIMIENTO RUTINARIO EN VÍAS DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA**

NORMAS DE CANTIDAD - NIVEL DE SERVICIO					
VIAS PAVIMENTADAS: CARPETA ASFÁLTICA					
ANCHO= 8.0 - 10.0 m					
CÓDIGO	RUBRO	Norma de Cantidad	Veces/año	Inventario Promedio/km	Unidad
MR111	Bacheo asfáltico común	0,1	1	2	m3-via/km
MR112	Sellado de fisuras superficiales	200	1	1	lts/km
MR113	Bacheo asfáltico mayor	0,03	1	2	m3-via/km
MR122	Limpieza de cunetas a mano	10	1,5	2	m3/km
MR122.1	Limpieza de cunetas de coronación	20	1	0,1	m3/km
MR123	Limpieza de alcantarillas	0,2	1	50	m3/km
MR124	Inspección y mantenimiento de puentes	1	1	0,1	U/km
MR131	Roza a mano	1	1,5	1	ha/km
MR133	Mantenimiento de señalización vertical	0,25	1	8	U/km
MR134	Mantenimiento de señalización horizontal	0,2	1	3000	m/km
MR311	Limpieza de derrumbes a maquina	15	1	1	m3/km
MR312	Limpieza de derrumbes a mano	8	2	1	m3/km
MR313	Reposición de rellenos	2	1	1	m3/km

Fuente: RAMÓN C. MÁXIMO (2006). *Gestión de Redes Viales, Casos de Estudio*. Ambato, Ecuador

Adicionalmente, establecieron parámetros referenciales de conservación periódica para recuperar las características de las vías luego del deterioro sufrido por causa del tráfico y de las condiciones ambientales

**TABLA 2.13.- PARÁMETROS REFERENCIALES DE CONSERVACIÓN PERIÓDICA PARA VÍAS DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA**

PARÁMETROS DE CONSERVACIÓN PERIÓDICA		
TIPO DE VÍA	INTERVENCIÓN	FRECUENCIA
Carpeta asfáltica	Sello 3/8	5 años o fisuración al 20%
	Recapeo	IRI 5
	Señalización horizontal	En cada intervención
Tratamiento Superficial Bituminoso	Sello 3/8	3 años o fisuración al 15%
	Tratamiento superficial	Cada 6 años
	Señalización horizontal	En cada intervención
Rodadura granular	Reposición material	10 cm cada 5 años Pérdida de material = 5 cm
Empedrado	Reempedrado	8 años o daños mayores al 30%
Adoquinado	Readoquinado	10 años o daños mayores al 20%
Tierra	Solo mantenimiento rutinario	

Fuente: RAMÓN C. MÁXIMO (2006). *Gestión de Redes Viales, Casos de Estudio*. Ambato, Ecuador

#### 2.1.4 COSTOS DE OPERACIÓN DE VEHÍCULOS

La estructura de costos de operación vehicular es un modelo matemático que está concebido para que los involucrados cuenten con una herramienta de cálculo para determinar el costo que se ocasiona al movilizar una unidad por las vías nacionales teniendo en cuenta la configuración del vehículo.

La operación de un vehículo ocasiona una serie de costos al propietario, los cuales para efectos de la metodología propuesta se clasifica en:

- Costos Variables
- Costos Fijos
- Otros Costos que dependen de otros fines

En el siguiente cuadro se muestran las variables que hace parte de la estructura de cálculo, de entre los cuales se escoge las que corresponda.

**Tabla No. 2.14. VARIABLES DE LA ESTRUCTURA DE COSTOS VEHICULARES**

COSTOS VARIABLES	COSTOS FIJOS	OTROS COSTOS
Peajes Combustible Llantas Lubricantes Filtros Mantenimiento Lavado y Engrase Imprevistos	Seguros Salarios y Prestaciones Parqueaderos Impuestos Recuperación de Capital	Comisión conductor Gastos de Administración Descuentos Administrativos

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los ítems que hacen parte de los costos variables se tiene en cuenta 3 parámetros para el cálculo del indicador de costo correspondiente: Precio del elemento, Cantidad y Frecuencia de cambio o reparación en Km. La composición de los costos se ha dividido de la siguiente manera:

**Tabla No. 2.15. COMPOSICIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR**

<b>TIPO</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Costos Directos	Combustibles	Se calculan a partir de un valor de consumo por Km.; depende de la velocidad de circulación de los vehículos.
	Lubricantes	Se mide como un porcentaje de consumo de combustible. Según estudios realizados en vehículos circulando a velocidad constante este porcentaje es del orden de 0,8%
	Neumáticos	Se calcula a partir de la vida útil de los neumáticos; se delimita por los kilómetros que recorra, y según las condiciones del pavimento de la carretera.
	Mantenimiento	Incluye, entre los principales: lubricantes, filtros, limpieza o sustitución de inyectores, frenos, transmisión, suspensión, alineación y balanceo
Costos Indirectos	Amortización	Se calculan como costo de propiedad, constante a lo largo de la vida útil del vehículo. Para vías en buen estado, la vida útil es aproximadamente 15 años.
	Seguros	La ley recientemente aprobada obliga la contratación de seguros que involucra vehículo, ocupantes y terceros. Su valor se refiere al costo del automotor
	Infraestructura	Se refiere a costos económicos de las infraestructuras del transporte, y es opcional.
	Impuestos	Corresponden a los valores de matriculación y revisión anual vigentes en el país.

Fuente: Elaboración propia

Como referencia y para complementar la presente investigación, se tomó el método del Instituto Mexicano del Transporte, (IMT) para calcular los costos de operación, que se basa en su programa denominado VOCMEX alimentando los datos correspondientes a las características de la carretera y del vehículo.

El análisis ha sido realizado por el IMT para siete tipos de vehículos, datos que se utiliza para calcular los costos de operación para ciertas condiciones específicas de rugosidad y de alineamiento vertical y horizontal. Los resultados obtenidos por el IMT se resumen en unas gráficas para cada tipo de vehículo, en donde se establece el efecto del deterioro de los caminos pavimentados en sus costos de operación. A

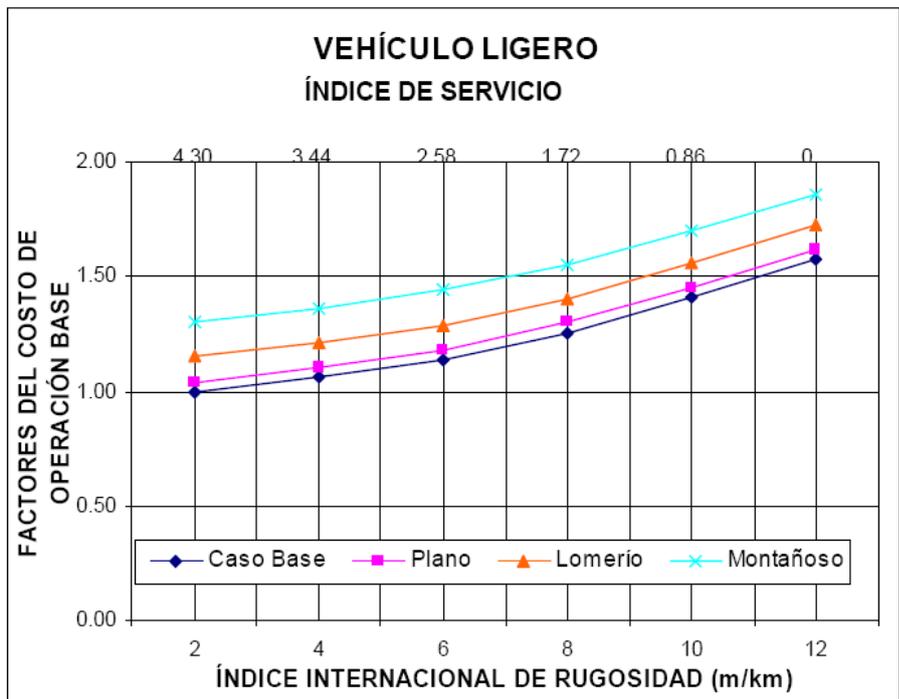
partir de estas gráficas se pueden obtener los factores del costo de operación base de los vehículos conociendo el estado de la superficie de rodamiento definido por el IRI y el tipo de terreno (Plano, ondulado o montañoso). Se pueden obtener los costos de operación base para cada uno de los vehículos, multiplicando los consumos de los insumos en un kilómetro de camino por sus correspondientes precios unitarios.

El método relaciona, mediante gráficas para cada uno de los tipos de vehículo y tres tipos de terreno, la rugosidad con el costo de operación. Este costo se considera como 1 en un tramo recto, de pendiente 0% y pavimento nuevo (IRI de 1 a 2 m/km), de tal forma que los costos correspondientes a otras condiciones de rugosidad y de alineamiento horizontal y vertical se expresan como un factor siempre mayor que 1.

La investigación de los mexicanos consistió en obtener características técnicas de los siete tipos de vehículos identificados que intervienen para determinar los costos de operación vehicular, y que son: peso del vehículo vacío; carga útil; velocidad deseada; área frontal proyectada; y velocidad calibrada del motor. El factor de eficiencia energética se modificó, aprovechando el rango permitido por el modelo HDM en su versión 3, debido a que arrojó resultados más cercanos a la realidad. La potencia máxima en operación y la potencia máxima del freno, se calcularon tomando como referencia las expresiones matemáticas sugeridas en el modelo HDM -4, ya que éstas ofrecieron resultados más acordes con lo observado en la práctica

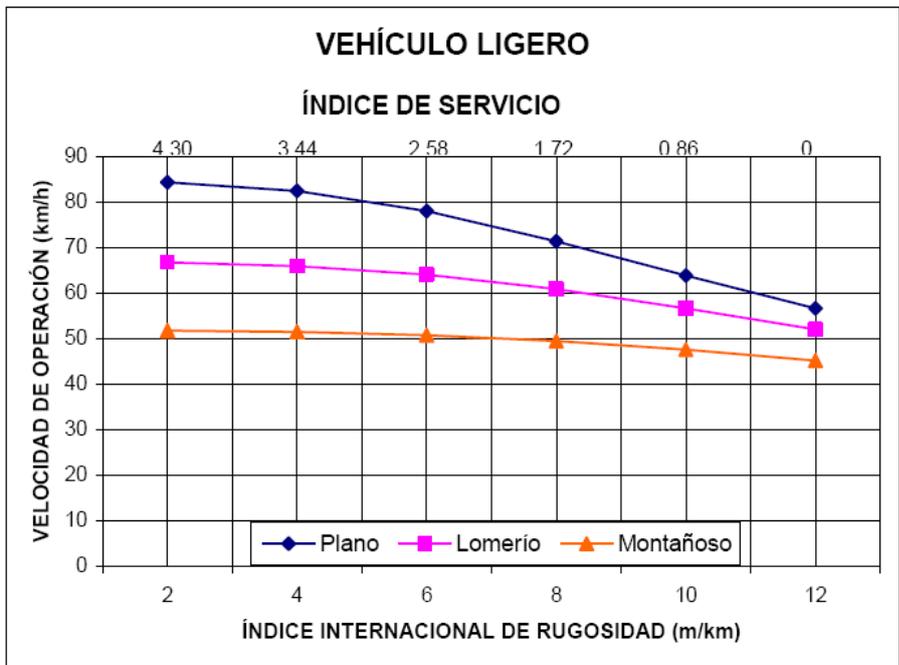
En las gráficas que se presentan a continuación, correspondientes a uno de los siete casos, el vehículo liviano o ligero, las pendientes y curvaturas horizontales medias corresponden a un terreno plano con 1% y  $100^\circ/\text{km}$ , respectivamente; para ondulado de 3% y  $300^\circ/\text{km}$  y de 5% y  $700^\circ/\text{km}$  para terreno montañoso, sabiendo que al caso base le corresponden pendientes y curvaturas nulas. La curvatura media se entiende como la suma de los ángulos de deflexión en valor absoluto (ángulos centrales de las curvas), dividida entre la longitud del tramo y se expresa en grados por kilómetro ( $^\circ/\text{km}$ ). Debido a la poca influencia de rugosidades por debajo de un IRI de 2 m/km, tanto en los costos como en las velocidades, los autores no incluyen este rango para determinar ahorro.

**Figura 2.6 RELACIÓN DE LA REGULARIDAD (IRI) CON COSTO DE OPERACIÓN**



Fuente: Instituto Mexicano de Transporte (2006), “Costos de Operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano”, Querétaro, México.

**Figura 2.7 RELACIÓN DE LA REGULARIDAD (IRI) CON VELOCIDAD DE OPERACIÓN**



Fuente: Instituto Mexicano de Transporte (2006), “Costos de Operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano”, Querétaro, México.

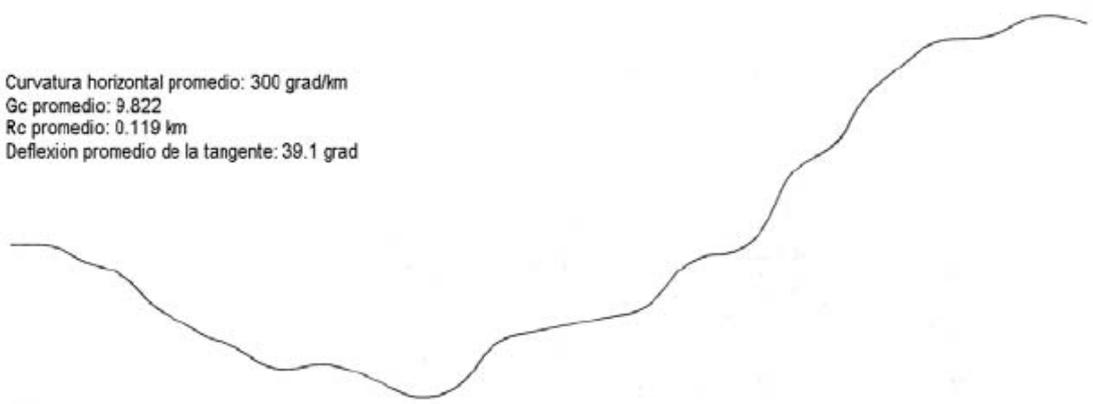
El concepto corresponde a una curvatura media en un tramo representativo, que se calcula como la suma de los ángulos de deflexión o centrales en valor absoluto dividida entre la longitud del tramo, y se expresa en grados por kilómetro. La figura 2.8 muestra el plano horizontal de tres tramos homogéneos con sus respectivas características geométricas, para diferentes niveles de curvatura media acumulada.

**Figura 2.8 CURVATURAS TÍPICAS PARA DIFERENTES TIPOS DE TERRENO**

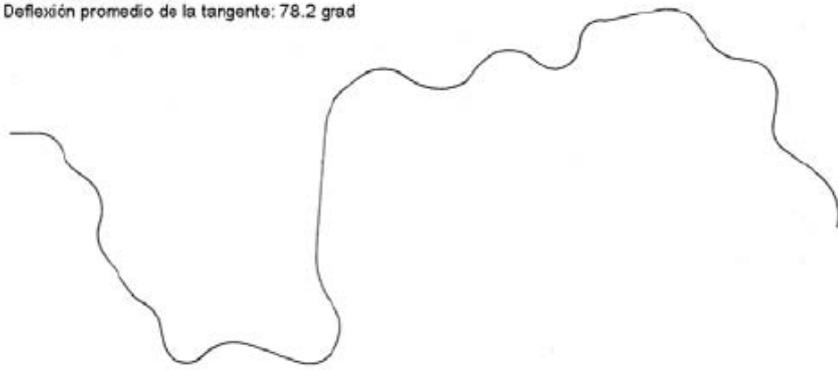
Curvatura horizontal promedio: 100 grad/km  
 $G_c$  promedio: 2.624  
 $R_c$  promedio: 0.520 km  
 Deflexión promedio de la tangente: 22.2 grad



Curvatura horizontal promedio: 300 grad/km  
 $G_c$  promedio: 9.822  
 $R_c$  promedio: 0.119 km  
 Deflexión promedio de la tangente: 39.1 grad



Curvatura horizontal promedio: 600 grad/km  
 $G_c$  promedio: 20.049  
 $R_c$  promedio: 0.061 km  
 Deflexión promedio de la tangente: 78.2 grad



Escala:  
 100 m

Fuente: Instituto Mexicano de Transporte (2006), “Costos de Operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano”, Querétaro, México.

Tomando en cuenta la existencia del Plan Maestro de la Red Vial del MOP y del Plan de Gestión Vial de la provincia de Pichincha como ejemplos a seguir y a mantener vigentes mediante una constante actualización y mejora en cuanto a confiabilidad y precisión, el sistema propuesto contribuirá, luego de un procesamiento racional, a determinar esquemas de gestión de carreteras, que ayuden a planificar, con un importante ahorro de recursos, las intervenciones de manera lógica y ordenada, manteniendo un adecuado nivel de servicio para los usuarios.

## **2.1.5 CONCEPTO Y CLASIFICACION DE COMPONENTES VIALES**

### **2.1.5.1 CONCEPTO DE LOS ELEMENTOS VIALES**

Una vía es en su concepto fundamental una ruta o camino para ir a un sitio. El Ministerio de Transporte y Obras Públicas la define en algunos de sus documentos técnicos, como el área debidamente acondicionada para el paso de peatones, cabalgaduras o vehículos.

Según el tipo de uso, las vías terrestres se pueden dividir en: Vías automovilísticas, peatonales, ciclo vías, férreas y caminos de herradura, éstas casi desaparecidas. Por la ubicación de los destinos, las vías se clasifican en: Urbanas, interurbanas, interparroquiales, intercantonales, interprovinciales y troncales regionales.

La red vial primaria y secundaria está conformada por **12** corredores arteriales y por **39** vías colectoras. La red terciaria y caminos vecinales, está conformada por aproximadamente 33.000 Kilómetros de vías de diferentes características

Algunas definiciones importantes, utilizadas en la Gestión de vías, se presentan a continuación:

**Estructura del Pavimento:** Combinación de capas de subbase, base y de superficie o rodadura colocadas sobre una subrasante, para soportar las cargas del tránsito y distribuir los esfuerzos en la plataforma.

**Firme:** Nombre genérico para todas las capas que constituyen la estructura del Pavimento.

**Pavimento:** Nombre genérico para toda la "estructura" de un Firme. No obstante se lo utiliza también para designar solo la capa de rodadura, especialmente cuando ella está constituida por una carpeta.

**Plataforma del camino:** En una carretera terminada, la parte que incluye la calzada, los espaldones y cualquier margen (Bermas) entre los espaldones y las aristas internas de las cunetas o de los taludes.

**Obra Básica:** Terraplén y/o zona de corte terminados hasta el nivel de la subrasante, incluyendo los taludes y las cunetas laterales.

**Base:** Capa (o capas) compactada, de espesor definido, de materiales sujetos a determinadas especificaciones, colocada sobre la subbase o la subrasante para soportar las capas de Superficie o Rodadura.

**Subbase:** Capas compactadas, de espesor definido, de materiales que cumplen determinadas especificaciones, las cuales se colocan sobre una subrasante aprobada, para soportar la Capa de Base.

**Subrasante:** Superficie superior de la obra básica, preparada como fundación de la estructura de pavimento y de los espaldones.

**Mejoramiento de la Subrasante:** Material seleccionado, generalmente granular, que se utiliza para mejorar las características de un suelo considerado inadecuado para soportar la estructura del pavimento de una vía.

**Subsuelo:** Terreno de fundación debajo de la subrasante. Se emplea también para designar el suelo que se encuentra debajo de la superficie sobre la que se construirá un relleno o terraplén, o debajo de la superficie natural del terreno.

**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".

**Carpeta:** Capa de concreto asfáltico, de un espesor determinado, que se coloca para que sirva de capa de rodadura.

**Recapeo:** Repavimentación de la capa de rodadura sobre una existente previamente tratada

**Cunetas:** Zanjas, revestidas o no, que recogen y canalizan las aguas superficiales y se desarrollan paralelamente al camino.

**Espaldón:** La parte contigua a la calzada, necesaria para el estacionamiento temporal de vehículos, las maniobras de emergencia y el soporte lateral del pavimento.

**Rasante:** Línea de gradiente a nivel de la superficie de rodadura del camino.

**Talud:** Superficie inclinada de un corte, de un terraplén o de un muro.

**Terraplén (o relleno):** Construcción elevada sobre el terreno natural, compuesto de suelo, roca, o una combinación de los dos, la cual constituye la obra básica del camino en zonas de relleno.

**Pendiente Longitudinal:** Pendiente del perfil longitudinal de la vía. Está en función de la velocidad de diseño, del tipo de vía a intervenir, de la distancia mínima de visibilidad, etc. En todo caso, la relación de estos parámetros y las pendientes utilizadas deben permitir una marcha uniforme de los vehículos.

Una carretera puede localizarse en terreno plano y/u ondulado y/o montañoso. Se considera terreno plano aquel cuya pendiente transversal sea menor a 20 grados,

terreno ondulado es aquel cuya pendiente transversal está entre 20 y 45 grados y terreno montañoso es aquel cuya pendiente transversal es mayor a 45 grados.

**Pendiente Transversal o Bombeo:** Pendiente de la superficie de rodadura en los tramos rectos, se deja en el sentido normal al eje de la vía y sirve para favorecer la rápida evacuación de las aguas lluvias o de escorrentía.

**Sobreancho:** Faja de vía que se deja en las curvas para facilitar la operación de los vehículos.

#### **2.1.5.2 COMPONENTES DEL MANTENIMIENTO RUTINARIO**

**Remoción de Derrumbes Menores:** Eliminación manual de volúmenes menores a 50 m<sup>3</sup>/km de material, cuando estos derrumbes interrumpan o dificulten el paso de vehículos o cuando obstruyan el drenaje normal de las cunetas.

**Roce a mano o a máquina:** Eliminación de hierbas y arbustos que hayan crecido en las cunetas, encauzamientos, taludes, así como en la entrada y salida de las alcantarillas y cauces de agua permanente en zonas próximas a la vía.

**Limpieza de Cunetas, encauzamientos, Zanjas, y Alcantarillas:** Consiste en remover y retirar todos los sedimentos, escombros y elementos extraños que se encuentren obstruyendo las obras mencionadas anteriormente reduciendo su sección transversal y por tanto su capacidad para conducir y evacuar las aguas lluvias.

**Reparación de Baches en Afirmado y/o bacheo en Pavimento:** Relleno de depresiones en zonas blandas o inestables de reducida extensión en una vía.

**Perfilado y Compactación de la Superficie en Afirmado:** Consiste en corregir por medio de equipo mecánico las irregularidades de la superficie del afirmado que se hayan producido por la acción del tráfico o agentes climáticos, restituyéndole a la vía su pendiente longitudinal y transversal para dar comodidad al tráfico y permitir drenaje superficial a la vía.

**Riegos de sellado del Pavimento:** Son riegos de tipo preventivo y consisten en la aplicación de riego de asfalto para vigorizar y revivir zonas aisladas del pavimento donde se adviertan signos de desgaste, grietas o una inminente desintegración de la superficie.

### **2.1.5.3 COMPONENTES DEL MANTENIMIENTO PERIÓDICO**

**Reconformación y Recuperación de la mesa o plataforma:** En calzadas a nivel de afirmado, cuando la zona que presenta inestabilidad, baches o depresiones en una extensión considerable o el desgaste de la superficie es apreciable, se procede a escarificar la superficie, agregar y mezclar material granular adicional hasta conseguir el espesor de diseño y luego reconformar con motoniveladora la superficie y compactarla nuevamente para conseguir la tersura superficial.

**Reposición o reciclado de Pavimento:** En muchas ocasiones los deterioros del pavimento pueden abarcar un área bastante grande y resultan antieconómicos los bacheos o riegos asfálticos. Por lo anterior se hace necesario reponer la carpeta asfáltica en toda la zona. Se pulveriza la carpeta existente para que forme parte de la base y se coloca una nueva carpeta asfáltica. Esta actividad se considera de mantenimiento periódico siempre y cuando la falla no esté a nivel de base, subbase o subrasante; en ese caso se trataría de una rehabilitación.

**Reconstrucción de Obras de Drenaje:** Reparación de aquellas obras de concreto que por efectos del tráfico, derrumbes o agentes atmosféricos hayan sufrido daños que puedan afectar su estabilidad o la de la vía. Se considera la reparación de obras de drenaje menores tales como muros de contención, cabezales de alcantarillas, muros o aletas de entrada y salida, tubos rotos, etc. siempre y cuando los porcentajes de reparación no superen el 50% de la obra. En caso contrario es una rehabilitación.

**- Construcción de Obras de Protección y Drenaje Menores:** Consiste en la construcción de obras de drenaje menores tales como alcantarillas, muros en concreto o gaviones, cunetas revestidas y encauzamientos que no se tuvieron en

cuenta cuando se construyó la vía y que luego de la visita de un especialista, se localizan los puntos en los cuales se hacen necesarias dichas obras para el adecuado drenaje y corrección de fallas que atenten contra la estabilidad de la vía.

#### **2.1.5.4 INDICADORES Y PROCEDIMIENTOS QUE INVOLUCRAN LA GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN VIAL**

**Gestión Vial:** Administración de una carretera o un tramo de ella, sobre la base de estudios viales sustentados en información confiable y precisa; construcción con altos estándares de calidad; provisión de datos históricos para la conservación de la carretera; Inventarios y monitoreos; obras de mantenimiento oportuno y sostenimiento de niveles de servicio satisfactorios para los usuarios.

**Nivel de Servicio:** Índice de calificación que generalmente va de A hasta F, de las condiciones funcionales, estructurales, de visibilidad, transitabilidad y seguridad de una carretera, que revela el grado de confort para los usuarios, siendo A una vía en condiciones excelentes y F, una vía en pésimas condiciones. Tiene estrecha relación con indicadores como: el Índice de Serviciabilidad (PSI), que califica las condiciones superficiales del pavimento, según las fallas observadas y medidas; la regularidad longitudinal y transversal; la textura, entre las principales.

**Mantenimiento Vial.-** Trabajos de cuidado de los elementos constitutivos de una vía, para conservarla en estado satisfactorio y evitar así su deterioro temprano que permita cumplir con su periodo de diseño.

**Periodo de Diseño:** Tiempo esperado, de acuerdo al diseño, para que una vía se mantenga con niveles de servicio aceptables, antes de realizar reconstrucciones, ampliaciones, variantes o modificaciones para satisfacer nuevas demandas.

**Costo de Operación de Vehículos:** Sumatoria de gastos que realizaría un usuario en mantener operable un vehículo tipo, para que pueda transitar por una carretera.

**TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual):** Unidad de medida utilizada para indicar el volumen de tráfico de una carretera.

**Velocidad de Diseño:** directriz escogida para proyectar una carretera y relacionar las características físicas de la vía, tales como radios de curvatura, pendientes, distancias de visibilidad, etc. de las cuales depende la seguridad y comodidad en la operación de los vehículos.

**Velocidad de Operación:** velocidad determinada de un trayecto de la carretera al dividir la distancia total recorrida por el tiempo efectivo en marcha.

**Deflexión del Pavimento:** Asentamiento elástico, medido generalmente en micromilímetros, producido en la capa de rodadura por el paso de una carga (vehículo).

**Regularidad Longitudinal:** Uniformidad de una carretera en el desplazamiento longitudinal de un vehículo. Su indicador es el IRI (Índice de Regularidad Internacional)

**Regularidad Transversal:** Uniformidad transversal de una carretera en el desplazamiento de un vehículo. Uno de los principales indicadores es el “surco de huella”, asentamiento producido generalmente por el paso repetitivo de vehículos pesados sobre un mismo “rastros”. También se determinan irregularidades, hundimientos o elevaciones superficiales intermedios o laterales en la sección transversal del camino.

**Fisuración:** Aspecto superficial de una capa de rodadura respecto a la presencia de grietas de diferente severidad. Su indicador internacional es el Índice Unificado de Fisuración.

**Ciclo del Proyecto:** conjunto de etapas que recorre un proyecto. Las principales etapas del ciclo de proyecto son: preinversión, inversión y operación.

**Costo:** egresos y recursos que se sacrifican para la realización de un proyecto, programa o plan. Dentro de los costos se incluyen los impactos negativos que un proyecto pueda generar sobre la población afectada.

**Efectividad:** relación entre los recursos sacrificados y el impacto obtenido por un proyecto, programa o plan. La mayor efectividad se alcanza al hacer un uso óptimo de los recursos disponibles, alcanzando los impactos esperados de la inversión.

**Ejecución:** etapa dentro del ciclo del proyecto durante la cual se realizan las inversiones del proyecto.

**Factor de Valor Presente:** factor que traduce una suma futura, sea ésta un costo o un beneficio, a su valor equivalente en el año cero (0). Al traer los valores de los diferentes años a un solo año, se tornan comparables, posibilitando de esta forma su suma.

**Horizonte de evaluación:** período seleccionado para el análisis de los beneficios y costos de un proyecto, programa o plan en las etapas de inversión y operación.

**Inversión:** etapa en la cual se realiza la construcción y demás actividades para el montaje de un proyecto. En algunos casos, la etapa de inversión se realiza simultáneamente con la etapa de operación (proyectos continuos).

**Licencia Ambiental:** autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o del medio ambiente, o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje. Establece requisitos, obligaciones y condiciones que se deben cumplir, para prevenir, mitigar, corregir, compensar y manejar los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada.

**Operación:** etapa dentro el ciclo del proyecto durante la cual se perciben los beneficios derivados de todas las inversiones realizadas durante la ejecución. En

algunos casos, la etapa de inversión se realiza simultáneamente con la etapa de operación (proyectos continuos).

**Perfil:** nivel de profundidad de información con la cual se realiza una evaluación preliminar de las alternativas de solución a un problema, mediante el uso de información secundaria o de valores promedio de referencia.

**Vida Útil del proyecto:** período de tiempo en el cual el proyecto genera todos los beneficios para los cuales fue concebido. Corresponde generalmente a la etapa de operación del proyecto.

### **2.1.6 EVALUACIÓN VIAL Y RENOVACIÓN DE PAVIMENTOS.**

De acuerdo con el criterio expuesto en el Manual de Administración de Pavimentos en Vialidades Urbanas publicado por la Dirección General de Ordenación del Territorio de la Secretaría de Desarrollo Social de la República Mexicana, la evaluación y Renovación de pavimentos revierte importancia relevante dentro de la gestión vial, ya que se estima que en los países de América Latina un gran porcentaje de la infraestructura de pavimentos de la red vial básica se encuentra por abajo del nivel de rechazo, consideración que representa el hacer diagnóstico que determine las acciones para que se renueve su vida útil.

Aquí radica la importancia de contar con sistemas de control de calidad en la etapa de inversión (Diseños definitivos, construcción de la vía). Si esto ya se lo realizó, entonces proveerse de un apropiado programa de inventario, auscultación y monitoreo de la carretera durante su operación.

La importancia del rendimiento y precisión en la obtención de los datos o “radiografía” de la carretera, radica en la necesidad de cubrir, al menos dos veces al año, toda la red vial a cargo de la entidad seccional, que faciliten la toma directa de datos, mediciones, imágenes y videos, para su incorporación directa y más fácil al sistema informático encargado de hacer las corridas que sean necesarias para implementar el plan de gestión de las vías a su cargo.

**Tabla No. 2.16 ESTUDIOS REQUERIDOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN VIAL**

<b>ESTUDIO / COMPONENTE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Tipo de Superficie de Rodadura	Pavimento flexible, pavimento rígido, capa granular, base reciclada, capa de rodadura estabilizada o mejorada, otros tipos
Índice de Servicialidad de Pavimentos (PSI en inglés)	Determinación de la calidad de la carretera, que revele deficiencias en el acabado superficial que puedan afectar el confort, la seguridad, el tiempo de viaje y otros factores a los usuarios.
Tipos de Severidad y Daños	Estudios en la carretera que servirán como herramienta para determinar, entre otros el PSI: Sistema PAVER; Sistema mexicano de la UNAM, entre otros.
Evaluación de la Estructura del Pavimento	La valorización de la deflexión que experimenta un camino por efecto de las cargas circulantes, permite definir un criterio de análisis por fatiga de las capas que constituyen el pavimento.
Estudios de tráfico	Conteos, encuestas, cargas por tipos de vehículos, determinación de TPDA y de ejes equivalentes (ESALs).
Obras de Drenaje	Determinar las acciones que permitan mantener en adecuado funcionamiento el sistema, inspeccionando periódicamente las obras que lo componen, recomendándose efectuar dos revisiones del sistema al año, una después del periodo de lluvias y la otra 2 meses antes del siguiente periodo.
Infraestructura Complementaria Vial	Evaluación del estado de la señalización, protecciones, espaldones, acotamientos, taludes, puentes, etc., de los que una vez analizados, arrojarán acciones que permitan mejorar el nivel de servicio.

Fuente: Elaboración propia

### **2.1.7 TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES**

Hay tres grupos bien definidos y son:

### **2.1.7.1 Fallas por insuficiencia estructural.**

Experimentan las estructuras de pavimentos construidas con materiales apropiados en cuanto a resistencia, con un espesor insuficiente en sus capas. Se produce cuando la combinación de resistencia al esfuerzo cortante con los espesores de cada capa no proporciona la resistencia esperada.

### **2.1.7.2 Fallas por defectos constructivos.**

Se presentan en aquellas estructuras de pavimento cuya construcción no fue ejecutada conforme a lo establecido en las Especificaciones Técnicas, es decir, hubo deficiencias que comprometen el comportamiento estructural de conjunto. Las principales causas son:

1. Materiales fuera de Norma
2. Espesores de las capas de pavimento inferiores a las de diseño.

### **2.1.7.3 Fallas por fatiga.**

Cuando un pavimento ya ha recibido el número de repeticiones para el período de tiempo que fue diseñado, muestra fallas que se consideran normales y, por la continua repetición de las cargas de tránsito, sufre efectos de degradación estructural, pérdida de resistencia y deformación acumulada.

Desde un punto de vista mecánico, las fallas en un pavimento, son el resultado de una deformación bajo esfuerzos cortantes, por consolidación o por aumento de compacidad, mismos que se pueden presentar tanto en las capas superiores como en las granulares o de la subrasante. El tipo de falla que se presente, dependerá de cómo se combinen los siguientes factores: "efectos de tránsito", "características mecánicas y estructurales de los materiales" y "la calidad de las capas inferiores".

Las fallas más comunes en los pavimentos flexibles, se describen en la Tabla 2.17, mencionando además las causas que pueden provocarlas.

**Tabla No. 2.17. FALLAS MÁS COMUNES EN PAVIMENTOS FLEXIBLES**

<b>FALLA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CAUSAS PROBABLES</b>
Baches	Oquedades por el desprendimiento de una parte de la superficie al paso de los vehículos.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Insuficiente resistencia de la carpeta</li> <li>2. Contenido de asfalto por abajo del óptimo.</li> <li>3. Espesor de la carpeta por debajo del de diseño.</li> <li>4. Drenaje deficiente</li> </ol>
Corrimientos	Grietas progresivas que aparecen luego de la reparación de baches, agrietamientos, etc.	Trabajos de reparación mal ejecutados.
Corrugaciones	Ondulaciones que se presentan en sentido perpendicular al eje del camino.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de adherencia entre capas</li> <li>2. Deficiencia en la estabilidad de mezcla.</li> <li>3. Acción de aceleración y frenado.</li> <li>4. Materiales de las bases de mala calidad</li> <li>5. Mala calidad de los materiales</li> </ol>
Surcos de Huella (Roderas)	Deformaciones permanentes en el sentido longitudinal que provoca el peso de los vehículos por debajo de las ruedas.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Baja estabilidad de la carpeta</li> <li>2. Baja compactación de la carpeta.</li> <li>3. Deformación vertical en una o varias de las capas de la estructura.</li> <li>4. Sobrecompactación bajo el efecto de una canalización del tránsito pesado</li> </ol>
Asentamientos	Elevación más baja con respecto a la construcción original, ya sea en el sentido transversal al eje del camino o en el sentido longitudinal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cargas superiores a las de diseño</li> <li>2. Deformación diferencial vertical del suelo o de las capas de la estructura</li> <li>3. Deficiente resistencia del suelo.</li> <li>4. Suelos o cimentaciones resilientes</li> <li>5. Cambios volumétricos del cuerpo de terraplén (pérdida de humedad)</li> <li>6. Procedimientos inadecuados</li> <li>7. Compactación inadecuada</li> <li>8. Asentamientos longitudinales</li> <li>9. Carencia de Drenaje o subdrenaje.</li> <li>10. Desplome de cavidades subterráneas</li> <li>11. Canalización del tránsito</li> </ol>
Grietas de reflexión	Agrietamientos que reflejan el patrón de agrietamiento o de juntas de un pavimento existente	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Movimiento del pavimento subyacente</li> <li>2. Liga inadecuada entre capas</li> <li>3. Posibles contracciones de capa subyacente</li> </ol>
Grietas de arco	Grietas en forma de parábola o de media luna que se forman en la dirección del tránsito	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Carpeta de mala calidad</li> <li>2. Zonas de frenado de las ruedas</li> <li>3. Efecto en el arranque de las ruedas</li> </ol>
Grietas en bloque	También conocidos como tipo mapa, con polígonos mayores a los 20 cm.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mala calidad de alguna de las capas.</li> <li>2. Estructura de pavimento subdiseñada</li> <li>3. Cargas de tráfico mayores a las de diseño.</li> <li>4. Fatiga</li> <li>5. Fin de la vida útil del pavimento.</li> <li>6. Espesor escaso de la carpeta</li> </ol>
Fisura Piel de cocodrilo	Agrietamientos formando un patrón regular con polígonos hasta de 20 cm. tipo piel de cocodrilo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Deficiencia estructural del pavimento</li> <li>2. Falta de Soporte de la base</li> <li>3. Carpetas rígidas sobre suelos resilientes</li> <li>4. Exceso de aplicaciones de carga</li> <li>5. Fatiga</li> <li>6. Envejecimiento</li> <li>7. Espesor de la carpeta insuficiente.</li> </ol>

Pulimento	Desgaste acelerado en la superficie de la capa de rodadura produciendo áreas lisas.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agregados fuera de norma.</li> <li>2. Tránsito intenso</li> <li>3. Agregado grueso con alta abrasión</li> <li>4. Excesiva compactación</li> <li>5. Hundimientos de agregado grueso en el cuerpo de la carpeta o en la base</li> </ol>
Desintegración	Se presenta en la carpeta y se manifiesta en pequeños fragmentos con pérdida progresiva de materiales que la componen	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sección estructural deficiente o escasa</li> <li>2. Acción de tránsito intenso y pesado</li> <li>3. Fin de la vida útil de la carpeta asfáltica</li> <li>4. Tendido en climas fríos o húmedos</li> <li>5. Agregados contaminados</li> <li>6. Contenido de asfalto por abajo del óptimo.</li> <li>7. Mezcla asfáltica con temperaturas altas.</li> <li>8. Compactación inferior a la de diseño.</li> <li>9. Acción de heladas o hielo</li> <li>10. Presencia de arcilla en las capas</li> <li>11. Contaminación de solventes</li> <li>12. Envejecimiento y fatiga</li> <li>13. Desintegración de los agregados</li> </ol>
Desintegración de borde	Desintegración parcial en la frontera de la superficie de rodadura. La carpeta se va carcomiendo, reduciendo el ancho de la vía	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de soporte en los extremos</li> <li>2. Trabajos de conservación inadecuados</li> <li>3. Erosión natural del agua y viento</li> <li>4. Crecimiento de hierba junto a cunetas</li> <li>5. Sobrecarga de pesos en el carril de borde</li> <li>6. Mala compactación de capas</li> <li>7. Ciclos de hielo y deshielo</li> </ol>
Exudación	Liberación del asfalto hacia la superficie de rodadura, formando una película o capa peligrosa	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Exceso de asfalto</li> <li>2. Excesiva compactación de mezclas ricas</li> <li>3. Temperaturas de compactación muy elevadas</li> <li>4. Sobre dosificación de riego de liga</li> </ol>
Elevaciones	Montículos que se presentan en sentido paralelo al eje del camino	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Liga inadecuada entre las capas asfálticas</li> <li>2. Pésima estabilidad de la mezcla asfáltica</li> <li>3. Ligante de dudosa calidad</li> <li>4. Flujo por derrame de combustibles</li> <li>5. Tránsito intenso muy canalizado</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

## 2.1.8 TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS

Estas pueden ser generadas por dos causas principales y son:

### 2.1.8.1 Deficiencias de la propia losa.

Estas deficiencias comprenden, por un lado, las propias del concreto en el momento de su elaboración, como pueden ser: utilización de materiales y agregados no adecuados (exceso de humedad, agregados con demasiados finos), desintegración por reacción de los agregados con la álcalis del cemento, problemas derivados por el uso de sales para proteger al concreto en zonas extremadamente frías, etcétera, y por otro, defectos en su construcción o de insuficiencia estructural en la losa, tales como

escasez de elementos de transmisión de carga, baja resistencia ante las restricciones de fricción impuestas a los movimientos de la losa para la subbase, alabeo de las losas o mal comportamiento de las juntas de contracción y expansión.

#### **2.1.8.2 Comportamiento estructural inadecuado del conjunto losa, subbase, subrasante y rellenos.**

En este grupo se encuentran las fallas por bombeo, la distorsión general, la ruptura de esquemas o bordes por falta de apoyo necesario. El uso de agregados inapropiados, se traduce en la aparición de grietas que comienzan por ser capilares que se desarrollan con trayectorias semicirculares en torno a las juntas o los bordes de las losas; este fenómeno es progresivo y suele terminar con la desintegración de la losa.

Los agrietamientos causados por trabajo defectuoso de los pasa-juntas, se deben a que estos elementos quedan mal lubricados y no permiten el movimiento para el que fueron diseñados; desde luego también se presentan agrietamientos cuando éstas faltan o se espacian en demasía a lo largo de un importante trecho de pavimento.

#### **2.1.9 CONSERVACIÓN DE LOS PAVIMENTOS**

Los pavimentos, con el transcurso del tiempo sufren una serie de fallas o deterioros que al manifestarse en la superficie de rodadura, disminuyen su capacidad para proporcionar un tránsito cómodo y expedito al usuario. Estas fallas y deterioros son producidos por la repetición continua de cargas, por las condiciones propias de la estructura del pavimento, así como por la acción de los agentes climáticos. Considerando que de todos los elementos que constituyen un camino, la superficie de rodadura es lo que más determina la posibilidad de un tránsito rápido, cómodo y seguro, será por demás importante el corregir oportunamente sus deterioros para evitar que progresen y obliguen a una reconstrucción para su arreglo. Por ello, en la Gestión Vial, es lógico que una gran parte del esfuerzo en la conservación de carreteras se dedique a estas labores.

Las labores más usuales para conservar en buenas condiciones la superficie de rodadura, cuando ésta se encuentra constituida por un pavimento flexible son:

Relleno de grietas

Reconformación

Bacheo

Riego de sello

Reconformaciones y/o reposiciones en caminos

Debido a la amplia gama de trabajos a desarrollar en la conservación de la infraestructura vial, a continuación se describen las principales actividades tomando en consideración la jerarquía de acciones, desprendiéndose las actividades siguientes:

### 2.1.9.1 Mantenimiento Menor

<b>N°</b>	<b>Acción</b>	<b>Flexibles</b>	<b>Rígidos</b>
1	Sello de grietas	X	
2	Bacheo < 20% del área pavimentada	X	
3	Reconformación	X	
4	Riego de Sello	X	
5	Restitución de porcentaje mínimo de señalización vertical < 20%.	X	X
6	Repintado de señalización horizontal	X	X
7	Desazolve de obras de drenaje parcialmente obstruidas	X	X
8	Reconstrucción de encauzamientos y tuberías dañadas	X	X
9	Sellado de Juntas		X
10	Reposición de losas áreas mínimas		X

### 2.1.9.2 Mantenimiento Mayor

N°	Acción	Flexibles	Rígidos
1	Sello de grietas	X	
2	Bacheo en porcentajes considerables > 20% del área	X	
3	Restitución de estructura de pavimento	X	X
4	Reconformaciones Mayores	X	
5	Recapeos > a 5 cm	X	
6	Restitución de señalización vertical >25%	X	X
7	Repintado de señalización horizontal > 25%	X	X
9	Desazolve de obras de drenaje obstruidas	X	X
11	Reconstrucción de encauzamientos y tuberías dañadas	X	X
12	Sellado de Juntas		X
13	Reposición de losas áreas > 25% del área		X

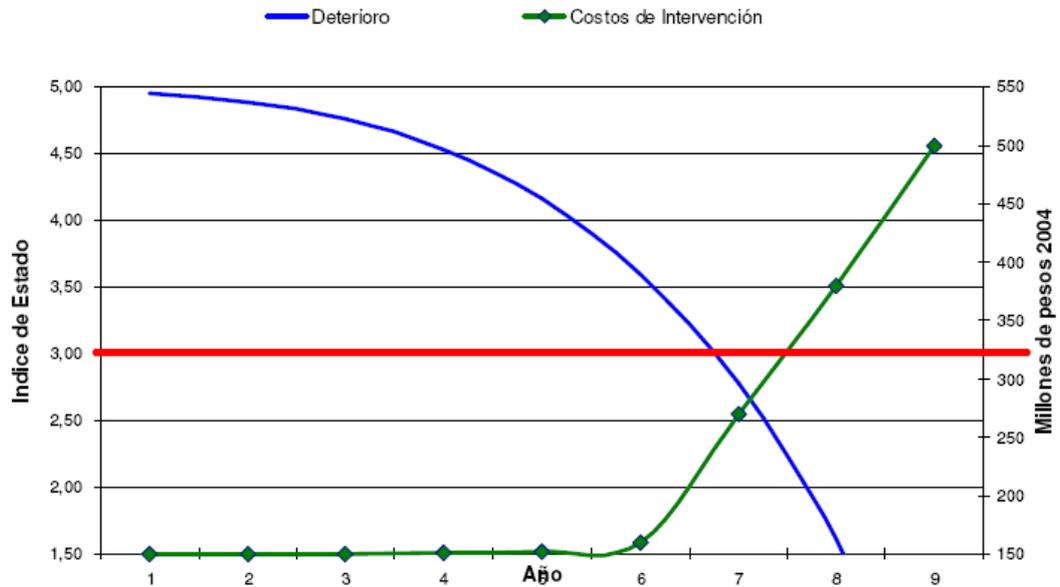
Estas últimas acciones tienden a ser reparaciones más costosas, producto de fallas estructurales y/o en la subrasante; descuido en la señalización y obras de drenaje, acciones que en su conjunto representan restituir la infraestructura para horizontes de 10 a 15 años para pavimentos flexibles y de más de 20 años para los de tipo rígido.

### 2.1.9.3 Impacto Económico del Mantenimiento Vial

El proceso de deterioro de las vías se describe en la figura 2.9 para el caso colombiano. Esta función ha sido convertida a términos de tráfico, pluviometría, terreno y capacidad estructural promedio. El gráfico ilustra la problemática del mantenimiento vial. Bajo el supuesto de que se realiza adecuadamente el mantenimiento rutinario, y se parte de una vía en buen estado, al sexto año de operación, la vía se deteriora en un 40%. En este momento se debe realizar el mantenimiento mayor o periódico, que implica reemplazar la carpeta de rodadura. Si no se realiza oportunamente dicha intervención, al octavo año (dos años adicionales de uso), la vía presenta un ritmo de deterioro exponencial, pasando de un índice de

estado de 3.0 – bueno/regular, a menos de 1.0, que corresponde a malo. La línea azul representa que el índice de estado de la vía pasa de 5.0 a 3.0, que corresponde al límite de nivel de servicio entre bueno y regular estado.

**Figura 2.9 DETERIORO DE LA VÍA Y COSTOS DE INTERVENCIÓN EN COLOMBIA**



Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia, (2004) “Política Integral de infraestructura Vial”, Bogotá

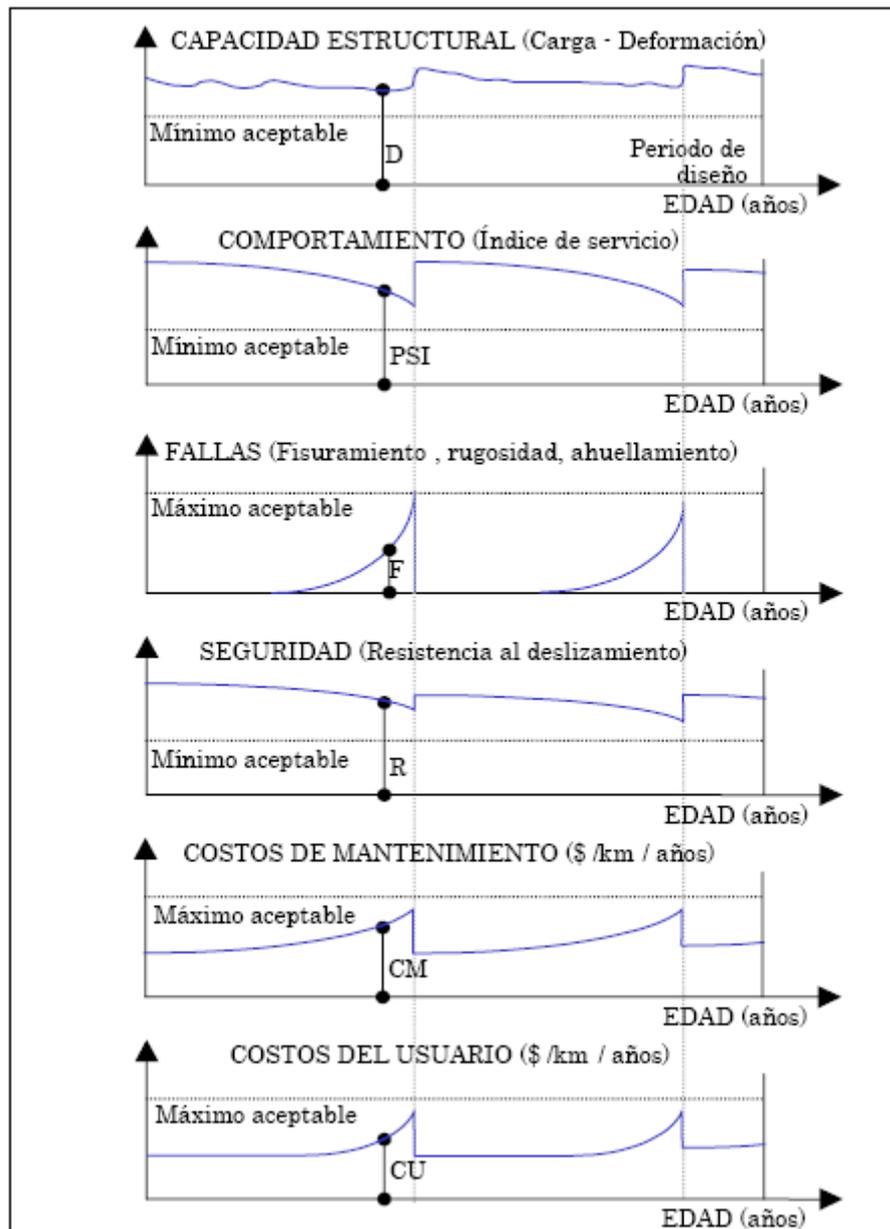
Este deterioro acelerado, conlleva a su vez a elevar significativamente dos tipos de costos. Primero, el costo de intervención se triplica ya que no es suficiente un mantenimiento periódico cada seis años, sino una rehabilitación que implica una intervención de la base y probablemente la sub-base, la cual puede tener un costo promedio de más de tres veces.

Los costos de operación en una carretera en mal estado son en promedio en un 40% más altos, para los autos, un 15% para buses y un 24% para camiones, con relación a los que enfrentan los vehículos en vías en buen estado.

El mantenimiento de las vías, debe ser concebido en la etapa de planeación, comenzando por la correcta definición de los parámetros de diseño, como son: calidad de la Subrasante, tráfico, la sectorización e identificación de sitios puntuales, el método de diseño de la estructura y el diseño integral del pavimento.

Para realizar una estrategia de mantenimiento se debe tener en cuenta la variación de algunos parámetros a lo largo del periodo de diseño, como son la capacidad estructural, índice de servicio, fallas, resistencia al deslizamiento, costos de mantenimiento y costos del usuario. En la figura 2.10 se destaca la influencia de las fallas en la variación de los demás factores.

**Figura 2.10 VARIACIÓN DE PARÁMETROS A LO LARGO DE SU PERIODO DE DISEÑO**



Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia, (2004) "Política Integral de infraestructura Vial", Bogotá

## **2.2 SISTEMAS DE GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN VIAL**

Un Sistema de Gestión y Administración Vial, es un conjunto de procedimientos sistemáticos que contemplan los trabajos de diseño, construcción, mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción de pavimentos, así como los elementos constitutivos de la vía como: de seguridad, visibilidad, señalización, iluminación y obras de drenaje.

En el Sistema de Administración Vial la etapa de planeación contempla, en primer término, la determinación de la situación actual para identificar los problemas principales (diagnóstico) que hacen que esa realidad presente sea distinta de la condición ideal a la cual se aspira llegar para contar con niveles de servicio satisfactorios. Una vez detectados estos problemas, es necesario formular alternativas de solución a los mismos, evaluar las necesidades de recursos que generan las distintas soluciones y, compararlas con la capacidad financiera de la institución encargada de atenderlas. Finalmente, luego de un análisis comparativo de tales alternativas, se selecciona aquella que, encontrándose dentro de las limitaciones de recursos potenciales, producirá altos beneficios a bajos costos.

En la administración vial, la elaboración del diagnóstico de la situación actual se efectúa de una manera cuantitativa, detectando los tramos que se deben pavimentar y aquellos en los que se requiere hacer una evaluación de su situación actual.

### **2.2.1 SISTEMAS DE INVENTARIO, AUSCULTACION Y MONITOREO DE CARRETERAS**

Para realizar el inventario de elementos viales y la auscultación de las características superficiales y estructurales del pavimento, al procesamiento de la información y a la determinación de programas de intervención, se puede recurrir en la actualidad a diferentes clases de equipos, en reemplazo de otros considerados obsoletos incluso para nuestro medio. En la tabla 2.18 se presenta estas diferencias:

**Tabla No. 2.18. SISTEMAS DE MONITOREO, AUSCULTACIÓN E INVENTARIO VIAL**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>MÉTODOS ANTERIORES</b>	<b>MÉTODOS ACTUALES</b>
Inventario Vial (Ubicación de alcantarillas, puentes, señales de tránsito; longitud de: cunetas, zonas inestables, tramos en subida, tramos en bajada, etc.)	Con personal técnico a pie, con cinta, niveles de mano, clinómetros, etc.	Equipos de inventario con procesamiento de video e imágenes y con el respaldo de equipos de posicionamiento georeferenciado montados en un vehículo en movimiento
Determinación de aspectos funcionales: (Regularidad longitudinal, perfil transversal, surcos de huella, fisuras, etc.)	Sensibilidad de varias personas recorriendo en un vehículo o aparato manual denominado “Merlin” con un rendimiento de 500 metros por día; perfil transversal cada 20 metros o más con nivel de precisión; Determinación de surco de huella con regleta y flexómetro; Determinación visual de fallas superficiales de la calzada mediante recorridos a pie	Equipos de medida y recolección de datos de alta precisión de características superficiales montados en un vehículo en movimiento, procesados y controlados por computadora, con un rendimiento medio de 100 Km por día. Hardware y Software de procesamiento rápido en campo y en gabinete.
Medida de textura y fricción (hidrodeslizamiento)	Equipos manuales para tomar datos en lugares peligrosos (Ej.: péndulo de rozamiento)	Equipos de medida y recolección de datos de textura y fricción a lo largo de toda la carretera, montados en un vehículo en movimiento
Medida de la deflexión (Características estructurales del pavimento)	Medida estática con Viga Benkelman y camión cargado (12 Km/día).	Deflectómetro de impacto con simulación de carga dinámica de mayor precisión (50 Km/día)
Procesamiento de la información	Manual; hojas de cálculo; programas con limitaciones, sobre la base de datos estimados o inexactos	Procesamiento digital sobre datos históricos constantemente analizados y actualizados, con monitoreos permanentes.
Software para Gestión de Pavimentos	Con indicadores limitados	Más amigables, precisos y mayor cantidad de indicadores

Fuente: Investigación propia

Mediante los procedimientos anteriormente indicados, en el campo es ahora más fácil realizar la captura de información. Datos de tráfico también son necesarios para implantar un sistema de gestión, con el propósito de actualizar las características del parque automotor que circula por las vías, su incidencia en el deterioro de los pavimentos y la conveniencia de implementación de control y/o recaudación. Este es un insumo importante para la planificación administrativa de una carretera.

### **2.2.1.1 MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA EN CARRETERAS**

Entre los dispositivos más conocidos están:

- Viga benkelman simple o doble,
- Deflectómetro de impacto FWD,
- Curviámetro
- Deflectógrafo tipo Lacroix, entre otros

#### **a) Viga Benkelman**

Funciona conforme al principio básico de la palanca, y consiste en una solera de aluminio que bascula alrededor de un eje sujeto a un perfil tipo canal, apoyado directamente sobre el camino a través de 2 patas fijas y una móvil, de manera que permita colocar la viga en posición lo más paralela a la superficie de rodadura. El extremo saliente de la solera se apoya directamente sobre la superficie de rodadura a través de una ampliación y en el otro extremo se produce el contacto continuo con un extensómetro mecánico, que permite medir los movimientos de la solera con una aproximación de 0.001 pulg. (0.0254 mm.). Se cuenta con un zumbador que se activa al realizar las lecturas con objeto de disminuir la fricción mecánica del extensómetro.

Los estudios de evaluación usualmente se concretan a determinar la deflexión en el punto bajo de la carga (máxima), producida por el paso de un camión del tipo C2 debidamente cargado, con peso de 8.2 ton en el eje trasero, llantas en dual medida 1000–20 12 capas y con una presión de inflado de 5.8 Kg./cm<sup>2</sup> (82.4 lb./pulg<sup>2</sup>).

## b) Deflectómetro de impacto, FWD

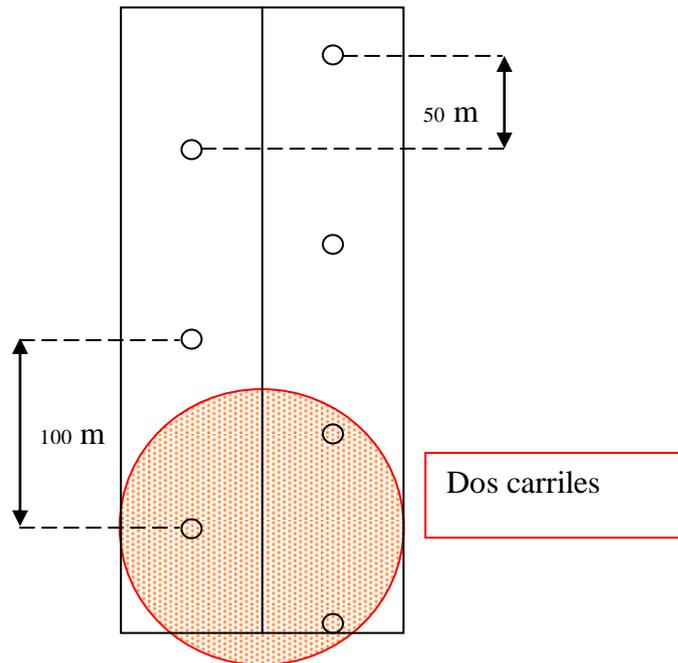
El tipo de equipo de medida más utilizado internacionalmente es el denominado Deflectómetro de Impacto o FWD (de sus siglas inglesas Falling Weight Deflectometer) que permite determinar no solo la deformación bajo el punto de carga o impacto, sino también en una serie de 9 puntos secuencialmente separados del punto inicial de ensayo a distancias de 21, 30, 60, 90, 120, 150, 180 y 210 milímetros. Con estas medidas se obtiene lo que se denomina "Cuenco de Deflexiones" o línea de influencia deformada. Esta información es mucho más precisa y útil que la obtenida por aparatos adicionales como Viga Benkelman , Deflectógrafos o Curviímetros.

El principio general de funcionamiento del Deflectómetro de impacto se basa en la generación de un impulso de carga sobre el pavimento. Esto se consigue mediante el impacto provocado por la caída libre de una masa sobre un sistema de amortiguación instalado sobre una placa circular segmentado en cuatro partes de 30cm. de diámetro, que se apoya en la carretera. La masa, el sistema de amortiguación y la altura de la caída pueden regularse para obtener la carga de impacto deseada sobre el pavimento. Una serie de sensores llamados geófonos miden las deflexiones verticales máximas del pavimento bajo el centro de la placa de carga y en línea recta radialmente a distintas distancias de este centro. Las deflexiones medidas y el valor máximo de la carga de impacto quedan registrados en un soporte magnético.

La carga aplicada a la superficie de rodadura se encuentra en un intervalo de 20 a 250 KN; ésta depende del tipo de pavimento a inspeccionar. La carga más corriente es de 45 KN con una desviación de  $\pm 5$  KN, aplicada sobre la placa redonda.

Las medidas de deflexión se realizan a lo largo de las vías, siendo recomendado un ensayo cada 50 metros en tres bolillo, es decir la medición cada 50 metros alternando en ida y regreso para calzadas de dos carriles.

**Figura 2.11 TOMA DE DEFLEXIONES EN TRES BOLILLO**



Mediante la metodología de cálculo más adecuada, se procesan los datos de deflexiones para obtener los módulos elásticos de las capas de pavimento y de la subrasante, por tramo y sección homogénea.

### **2.2.1.2 EVALUACIÓN FUNCIONAL DEL PAVIMENTO**

La evaluación funcional del pavimento se realiza mediante el uso de aparatos que permiten la determinación de varios indicadores, entre ellos:

a) El Índice de Regularidad Internacional (IRI) en m/Km., con perfilómetros ubicados en un vehículo de ensayos. Se utiliza en la actualidad aparatos como el denominado Bump Integrator, instalado en el eje posterior de un vehículo. Para ejecutar el ensayo se recorre cada uno de los carriles de una vía para fijar la irregularidad longitudinal en los dos sentidos de circulación. Los registros de medidas son dados en m/km. También ya hay en el país, medidores de regularidad con sistemas láser.

b) El Índice Unificado de Fisuración es determinado con un sistema denominado Scanner Digital. La captura de datos de fisuras del pavimento se realiza mediante imágenes registradas con el Scanner Digital, el mismo que consiste en una cámara de alta velocidad y resolución, un odómetro de alta precisión, un GPS y el software correspondiente para el procesamiento de datos.

c) Las medidas de Surco de Huella o Rut Depth se ejecutan mediante ensayos con el Transversal Profile Logger (TPL), barra transversal que opera mediante ondas ultrasonido o sistemas láser. La falla del pavimento denominada surco de huella, es causada por las cargas de tráfico, y en gran escala y alta severidad indica deterioro estructural del pavimento por fatiga de las capas y/o la subrasante.

d) Para determinar el índice de rozamiento superficial en condiciones críticas, esto es con superficie húmeda, se puede utilizar el aparato denominado péndulo, que determina la necesidad de corregir la textura superficial de la capa de rodadura, o, dependiendo de las posibilidades económicas, equipos de rueda bloqueada montados en un vehículo en movimiento.

### **2.2.1.3 REGISTRO EN VIDEO**

El equipo de video se incorpora en la parte frontal del vehículo de pruebas y consiste de una cámara que registra las imágenes al mismo tiempo que se realiza la captura de datos de: Inventarios, Irregularidad longitudinal, transversal, fisuras y GPS.

El video digitalizado sincroniza todos los datos recolectados y muestra información con las características de la carretera de acuerdo con las imágenes de la vía tales como, velocidad, distancias, perfiles, rugosidad, información del GPS, etc.

El inventario y monitoreo de los demás elementos constitutivos de la vía, consiste en la recopilación de información acerca de las condiciones de los sistemas de drenaje (Cunetas, alcantarillas, subdrenes), seguridad vial (Señalización, protecciones,

visibilidad), estabilidad de suelos (zonas inestables, taludes, rellenos), zonas pobladas, tráfico, etc.

Sobre la base de las mediciones realizadas, se puede determinar con certeza, secciones o tramos homogéneos que sirven posteriormente para optimizar los tipos de intervención, ya que el alto rendimiento de los equipos permite realizar mediciones en intervalos más cortos.

### **2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

Es importante que todas las entidades estatales y seccionales unifiquen criterios en el establecimiento y cumplimiento de las mismas Leyes, Normas y Especificaciones Técnicas, lo cual facilitará la institucionalización de los programas de gestión vial. Las recomendables giran alrededor de leyes y Normas legales del Ecuador, y en la parte técnica, lo acogido por el MTOP, siendo las principales a tomar en cuenta:

La Ley de Contratación Pública de la República del Ecuador y su Reglamento.

La Ley de Consultoría del Ecuador y su Reglamento.

El Manual de Diseño Geométrico de Carreteras MOP-001-E

El Manual de Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes, MOP-001-F-2002.

El Plan Maestro de la Red Vial del MOP-2002.

El Plan de Concesiones Viales de la Red Fundamental del Ecuador.

La Ley de Caminos.

## 2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

Desarrollo Institucional
Vialidad
Construcción y Administración Vial
Gestión de Carreteras de Segundo Orden

V. I.

Satisfacción de los Usuarios
Niveles de Servicio
Estructura y Funcionalidad de Pavimentos
Mantenimiento Vial y de Operación vehicular

V. D.

## 2.5. HIPÓTESIS

La implementación de un Sistema Institucional de Gestión y Conservación, basado en experiencias internacionales y nacionales, de las carreteras de segundo orden del Ecuador, reducirá costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos.

## 2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

### Variable Independiente:

Sistema Institucional de Gestión y Conservación de las carreteras de segundo orden del Ecuador

### Variables Dependientes:

Reducción de costos de Mantenimiento Vial y de Operación Vehicular.

## **CAPITULO 3**

### **METODOLOGIA**

## **CAPITULO 3**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

Los tipos de investigación fueron:

- De Campo: Observación de la carretera seleccionada
- Documental – Bibliográfica: consultas en bibliotecas convencionales y virtuales, en organismos gubernamentales y seccionales y particulares

#### **3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Los niveles de Investigación en el proyecto fueron los siguientes:

- Exploratorio: Desarrollo de un sistema adaptable a la realidad institucional.
- Descriptivo: Determinación de los insumos básicos y característicos con los que deberá contar el sistema para ser aplicable.

#### **3.3 POBLACION Y MUESTRA**

La investigación se desarrolló sobre la recopilación de datos existentes. Para el caso de la vía a examinar, la población fue el tramo Ambato – Guaranda – Babahoyo y la muestra se constituye en las distancias asumidas para muestreos, ensayos y mediciones de campo, que permitieron contar con información suficiente y confiable para generar una base de datos histórica, aplicable a la implementación de un sistema

de gestión vial, que comprende la administración correcta para la conservación de vías a cargo de los Consejos Provinciales del país. Como punto de partida y sobre la base de normas vigentes y experiencia local, se estableció lo siguiente:

- Medidas de Deflexión.- Cada 100 metros por carril y por sentido en tres bolillo
- Regularidad Longitudinal para determinación del perfil longitudinal y del IRI.- Cada 5 metros por carril y por sentido.
- Regularidad Transversal para determinación del perfil transversal y Surcos de Huella.- Cada 5 metros por carril y por sentido.
- Hidrodeslizamiento para determinar condiciones de textura superficial.- Cada 200 metros y en sitios peligrosos como: curvas pronunciadas o intersecciones.
- Inspección visual para determinación de fallas en el pavimento (Sistema Paver).- Tramos de 50 cada 150 metros por sentido.
- Para el caso del inventario de geometría, drenaje y señalización, el tamaño de muestra fue la longitud total de la vía, ya que es un ensayo continuo a lo largo de toda la carretera y depende de cantidades o dimensiones diferentes de elementos que se han construido o han aparecido en cada vía. La herramienta es el registro en video con el soporte de ubicación georeferenciada y observación visual, asumida como ficha de campo. Para la utilización de los distintos datos, se planteó los indicadores constantes en el cuadro de operacionalización de variables.

Para la investigación en los gobiernos provinciales, por una necesidad de contar con referencias por región, por condiciones institucionales y por existencia o no de datos históricos, se eligió como muestra a los Consejos Provinciales de: Pichincha, Tungurahua, Bolívar y Los Ríos, además del Ministerio de Transportes y Obras Públicas, entidad rectora de la vialidad del país, a cuyas políticas deberán someterse las de ámbito seccional. Cabe destacar que en varias provincias se ha implementado

sistemas de gestión vial, pero de manera aislada y siguiendo procedimientos diversos. La intención de este documento es unificar criterios de control de calidad y de obtención, procesamiento e inserción de datos históricos al sistema.

### 3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Variable Independiente:** Sistema Institucional de Gestión de las carreteras de segundo orden del Ecuador

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADORES	ÍNDICE	HERRAMIENTA
Gestión de las carreteras de segundo orden del Ecuador	Geometría (Inventario)	Longitud, ancho, gradientes	Km/Vía. C/500m C/300-500m	- Ficha de Campo - Lista de Chequeo
	Drenaje (Inventario)	Cunetas, alcantarillas	Long/Km No./Km.	- Ficha de Campo - Lista de Chequeo
	Pavimento	Deflexiones Regularidad Hidrodeshlizamiento Inventario Fallas	100m/carril 5m/carril 200m/carril 150m/carril	- Ficha de Campo - Lista de Chequeo
	Tráfico	Livianos, Pesados	Veh/Vía	- Fichas históricas
	Señalización (Inventario)	Horizontal, Vertical	Long/Km No./Km.	- Ficha de Campo - Lista de Chequeo

**Variables Dependientes:** Reducción de Costos de Mantenimiento vial y operación de vehículos

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADORES	ÍNDICE	HERRAMIENTA
Mantenimiento vial oportuno y programado; disminución de costos de operación vehicular	Costos de mantenimiento Vial	Variantes drenaje, señalización, taludes, pavimento,	\$/Km	Hoja de Presupuestos
	Costos de Operación de vehículos	Mantenimiento vehicular, consumo combustible	\$/Km.	Fichas Históricas

### 3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Se acudió a los gobiernos seccionales responsables de la vía asignada para la indagación: Tungurahua, Bolívar y Los Ríos, para obtener datos de inventario y monitoreo existentes y se elaboró una lista de chequeo en el campo mediante recorrido a la carretera Ambato – Guaranda – Babahoyo para verificar y complementar datos de drenaje, pavimento y señalización, requeridos como insumo para el sistema a proponer. Las referencias de tráfico se tomaron de información histórica de las instituciones.

La investigación de campo se complementó con la información de otros Consejos Provinciales como: Pichincha en la Sierra, Manabí en la Costa y Napo en el Oriente, acerca de datos históricos disponibles del estado, las características y el sistema actual de gestión que tienen implementado para la atención y conservación de sus vías.

Con la finalidad de proponer un sistema adaptado a los requerimientos y limitaciones de las entidades seccionales encargadas de las vías de segundo orden del país, se

consultó e investigó bibliográficamente, toda la información relacionada con experiencias internacionales y nacionales de: Administración y Gestión Vial; Sistemas de Concesión de carreteras; nuevas metodologías de fiscalización y control de calidad en la construcción y mantenimiento de carreteras; equipos de medición y tipos de información que entregan, control de calidad, inventario y monitoreo utilizados en el Ecuador; equipos de medición, control de calidad, inventario y monitoreo utilizados actualmente en la región y el mundo; y, programas informáticos relacionados con la gestión de carreteras.

Se investigó sobre programas y técnicas de medición, control de calidad, inventario y monitoreo realizados en vías representativas del Ecuador, mediante métodos destructivos y/o de bajo rendimiento, y, otros obtenidos con equipos de alto rendimiento y mayor precisión, que permitirán obtener información de los elementos viales, en lo posible sin destruir la capa del pavimento, espaldones, cunetas, etc.

Se realizó también consultas sobre costos de: construcción vial para diferentes tipos y regiones del país; costos de mantenimiento de carreteras; costos de mantenimiento de vehículos y de combustibles.

### **3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

De la indagación acerca del estado, las características y el sistema actual de gestión que tienen implementado para la atención y conservación de las vías, se determinó las fortalezas y debilidades que tienen en la actualidad los Consejos Provinciales grandes, medianos y pequeños del Ecuador. Se estableció qué tipo de información mínima debe obtenerse y los procedimientos a seguir para reforzar o hacer realidad en corto plazo, la implementación de un sistema unificado o al menos similar de gestión y conservación de sus carreteras.

De los datos obtenidos en la investigación, se definió un sistema de procesamiento y se elaboró cuadros, los que se propone sirvan como modelos de presentación de datos de inventario, medición y monitoreo para que sean utilizados por las entidades

seccionales como información histórica y a su vez como insumo para la programación de intervenciones de conservación de las carreteras a su cargo.

Sobre los equipos de medición, control de calidad, inventario y monitoreo, se hizo un análisis comparativo de rendimiento, eficiencia, precisión y datos de entrega para definir alternativas mínimas de grupos de dispositivos recomendables para implementar un sistema confiable de: fiscalización moderna con nuevos conceptos, monitoreo permanente y provisión inmediata de datos actualizados y administración de las vías a cargo de las entidades seccionales.

Con la finalidad de tener una idea aproximada del ahorro que representará para las entidades seccionales, la implementación del sistema propuesto, se procesó, para varios tipos de vías de segundo orden, los costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos con y sin la mejora propuesta.

Al concluir el trabajo de investigación, se presenta una propuesta del sistema que se espera permitirá optimizar el aprovechamiento de la información en entidades gubernamentales y seccionales, así como comprobar y actualizar información de manera permanente y organizada para reajustar el plan de gestión vial, trabajo que se entrega en cuadros, esquemas, cantidades y costos, métodos de aplicación y enunciados generales del sistema.

## **CAPITULO 4**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

## CAPITULO 4

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Conforme a los objetivos trazados para la presente investigación, el tema de la Gestión Vial en las carreteras de segundo orden en el Ecuador, se aplica a la carretera Ambato – Guaranda – Babahoyo. Sobre la base de los datos obtenidos en el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, en los Consejos Provinciales de Tungurahua, Bolívar y Los Ríos y recorridos de verificación efectuados por el investigador, la Vía Flores se encuentra en las siguientes condiciones:

Se verificó el estado de deterioro de ciertos tramos (Sin mantenimiento), una atención regular en otros (Con mantenimiento rutinario y periódico) y la intervención, aunque tardía, en dos más de ellos (Reparaciones de consideración por falta de atención oportuna),

En la observación se determinó el estado actual de los elementos viales, para compararlos con inventarios realizados en diferentes épocas por entidades nacionales y seccionales a partir de su construcción.

En resumen, la calzada de la carretera presenta actualmente las siguientes características, las que reflejan como se dijo anteriormente, el diferente grado de atención al que se han sometido por tramos:

Km. 0 a 25.-	En buen estado (Con mantenimiento)
Km. 25 a 40.-	Mal estado (Baches en un 5% de la superficie de rodadura)
Km. 40 a 49.-	Regular estado (Asentamientos, pequeños baches)

Km. 49 a 70.-	Buen estado (Tramo recientemente repavimentado)
Km. 70 a 75.-	En reparación (Reciclado de Base y recapeo)
Km. 75 a 92.-	Mal estado: (Baches, asentamientos, problemas de drenaje)
Km. 92 a 98.-	Cruce ciudad de Guaranda (Mal estado)
Km. 98 a 101.-	Buen estado (Tramo recientemente repavimentado)
Km. 101 a 110.-	En reparación (Reciclado de Base y recapeo)
Km. 110 a 115.-	Cruce San José de Chimbo (Regular estado)
Km. 115 a 117.-	Regular estado (Asentamientos, pequeños baches)
Km. 117 a 120.-	Cruce San Miguel de Bolívar (Mal estado)
Km. 120 a 160.-	Mal estado: (Baches, asentamientos, drenaje malo, derrumbes)
Km. 160 a 170.-	Regular estado: (sello mal colocado, problemas de drenaje)
Km. 170 a 210.-	Buen estado: (Tramo bien construido con regular mantenimiento).

Como se puede observar en la siguiente secuencia fotográfica, la atención eficaz, ordenada y programada a una vía como ésta, construida en su momento a un alto costo social y económico, puede ahorrar ingentes gastos de mantenimiento y consecuentemente, de operación vehicular, tiempos de viaje y satisfacción de los usuarios. Un simple ejemplo: El permanente mantenimiento de los taludes y sistemas de drenaje facilitan la inmediata evacuación del agua desde la calzada y evitan su ingreso desde los costados, preservando así a la capa de rodadura, el elemento más importante de una vía.



0+000.- INICIO DEL PROYECTO:  
REDONDEL DE HUACHI CHICO  
EN AMBATO



6+000.- MANTENIMIENTO  
RUTINARIO REALIZADO A  
TRAVÉS DE MICROEMPRESAS



33+900.- MANTENIMIENTO  
INADECUADO: BACHES  
TAPADOS CON LASTRE



63+300.- ENLACE VÍA A  
RIOBAMBA: VÍA EN BUEN  
ESTADO (RECAPEADO)



72+200.- REPARACIÓN  
CARPETA: BASE RECICLADA Y  
RECAPEO



105+100.- MANTENIMIENTO Y  
REHABILITACIÓN



138+200.- TRAMO SIN  
MANTENIMIENTO (120+000 –  
160+000)



210+500.- FIN DEL PROYECTO:  
ENTRADA A BABAHOYO

De la investigación realizada en el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, se obtuvo la información técnica de los Estudios de Factibilidad para la Delegación de Competencias a la Mancomunidad Tungurahua – Bolívar – Los Ríos, ejecutados por la consultora INEXTEC Cía. Ltda., en el año 2004, datos que se utilizan para determinar la situación actual, que desde ese año al presente no han sufrido mayor variación, salvo las intervenciones descritas arriba.

Se decidió tomar estos datos por ser los más recientes y por el tipo de equipo y software utilizado para su inventario. La Consultora realizó los trabajos de campo correspondientes para obtener las referencias de los elementos y eventos de la carretera, mediante la utilización de los siguientes equipos: GPS diferencial, Giróscopo, Teclado de Eventos, Navegador Láser, Odómetro Electrónico de alta precisión y la asistencia de programas computacionales como el Road Management System (ROMDAS) y GPS con base de datos, imágenes en video y fotos.

Con la aplicación de los procedimientos arriba indicados, se cuenta ahora en el MTOP con el detalle de datos de los siguientes elementos:

- Inventario de alcantarillas
- Inventario de puentes
- Inventario de muros
- Inventario de taludes inestables
- Anchos de calzadas y espaldones
- Espesores de las capas de pavimento y ensayos
- Inventario de cunetas
- Inventario de señalización vial horizontal y vertical
- Inventario de minas y canteras
- Barreras de seguridad
- Mapas con curvas horizontales y grado de curvatura
- Mapas de perfil longitudinal subidas y bajadas
- Mapas con poblaciones e intersecciones

Esta información, por ser extensa, no se incluye en el presente estudio, pero está a disposición de las entidades seccionales y particulares, en la Dirección de Concesiones del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

La evaluación superficial (Funcional) del pavimento se realizó mediante la determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI) en m/Km., con el perfilómetro integrador de resaltes (Bump Intergrator). El Índice Unificado de Fisuración fue determinado con el Scanner Digital, mientras que el Surco de Huella o roderas se ejecutó mediante ensayos con el “Transversal Profile Logger” (TPL).

Mediante el deflectómetro de impacto FWD PRI 2100, de la casa danesa Carl Bro, fabricante del equipo, se realizaron los ensayos de deflexiones a lo largo del Proyecto, cada 50 metros en tres bolillo, en cada uno de los carriles de ida y regreso, lo que arrojó la condición estructural del pavimento en sus distintos tramos.

De acuerdo a lo observado en el estudio y ratificado por los recorridos de chequeo efectuados para la presente investigación, se ha determinado para la carretera, la división en cuatro tramos, asignados en base a las condiciones topográficas, de trazado geométrico, de las condiciones geológico – geotécnicas del suelo y de tráfico. Un resumen de los intervalos considerados en el estudio se describe a continuación:

Tramo 1: Salida de Ambato – Río Blanco	49.00 km	Tungurahua
Tramo 2: Río Blanco – Entrada a Guaranda	45.20 km	Bolívar
Tramo 3: Entrada a Guaranda – Entrada a Balzapamba	72.60 km	Bolívar
Tramo 4: Balzapamba – Entrada a Babahoyo	43.70 km	Los Ríos

**TOTAL                    210.50 km**

Los datos que a continuación se exponen, se han tomado de los referidos estudios para determinar posteriormente las diferencias en las variables dependientes entre los dos escenarios: a) sin mantenimiento programado y b) suponiendo acciones de

conservación adecuados y dentro del tiempo oportuno, diferenciando entre rehabilitación y mantenimiento rutinario.

#### 4.1.1 TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (T.P.D.A.)

Los resultados de conteos efectuados por la Consultora en seis estaciones a lo largo del proyecto con contadores automáticos, arrojaron los siguientes resultados:

**Tabla 4.1 TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL EN LA VÍA FLORES**

TIPO DE VEHÍCULO	T.P.D.A. POR ESTACIÓN					
	10+540	58+348	88+000	107+700	119+400	202+665
Livianos	1121	377	1167	1564	598	1010
Buses	259	193	372	321	176	319
Camiones 2 ejes	291	136	406	439	190	310
Camiones 3 ejes	2	0	2	4	2	6
Camiones 4 ejes	14	8	18	26	16	18
Camiones 5 ejes	5	3	14	21	6	8
Camiones 6 ejes	2	2	6	7	3	5
<b>TOTAL</b>	<b>1693</b>	<b>718</b>	<b>1984</b>	<b>2383</b>	<b>991</b>	<b>1675</b>

Fuente: MTOP – INEXTEC Cía. Ltda. (2004) Estudio de Factibilidad para Concesión Vía Flores

#### 4.1.2 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL

En la siguiente tabla se resume los datos de la condición superficial del pavimento de la carretera Ambato – Guaranda – Babahoyo, en los distintos tramos en los que, por sus diferentes condiciones, se ha subdividido. Las intervenciones futuras deberán ser incorporadas a la base de datos para los ajustes correspondientes, los que definirán el mantenimiento de un nivel de servicio satisfactorio para los usuarios, siempre y cuando, la condición estructural no sea influyente.

**Tabla 4.2 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN FUNCIONAL EN LA VÍA FLORES**

Tramos y subtramos	Índice de Regularidad Longitudinal IRI m/Km.		Índice Unificado de Fisuración UCI %		Surco de Huella mm.	
	Carril Derecho	Carril Izquierdo	Carril Derecho	Carril Izquierdo	Carril Derecho	Carril Izquierdo
<b>TRAMO 1: AMBATO - RÍO BLANCO (0+000-49+000)</b>						
<b>SUBTRAMO 1A</b>						
0+000-18+300	4,5	4,9	99,6	99,8	11,0	11,7
<b>SUBTRAMO 1B</b>						
18+300-23+800	4,2	4,4	99,2	100,0	10,4	11,8
23+800-36+900	4,6	4,7	99,0	99,8	11,6	13,4
36+900-49+000	4,5	4,5	98,4	99,7	12,0	13,7
<b>TRAMO 2: RÍO BLANCO - GUARANDA (49+000-94+200)</b>						
<b>SUBTRAMO 2A</b>						
49+000-62+900	2,7	2,7	99,2	99,9	10,8	10,8
<b>SUBTRAMO 2B</b>						
62+900-94+200	3,9	3,6	98,6	99,6	10,7	10,2
<b>TRAMO 3: GUARANDA - BALZAPAMBA (94+200-166+800)</b>						
<b>SUBTRAMO 3A</b>						
94+200-114+500	4,8	4,6	99,7	99,6	11,3	10,7
<b>SUBTRAMO 3B</b>						
114+500-131+600	4,2	4,2	99,7	99,7	10,0	10,3
131+600-143+900	4,1	4,4	99,5	99,7	11,5	13,1
143+900-160+500	5,0	5,3	95,0	93,4	12,7	13,8
160+500-166+800	4,6	4,5	99,9	99,6	12,7	13,2
<b>TRAMO 4: BALZAPAMBA - BABAHOYO (166+800-210+500)</b>						
166+800-181+600	3,2	3,2	99,5	99,8	12,1	9,6
181+600-210+500	1,8	1,9	99,5	99,8	12,8	6,4

Fuente: MTOP – INEXTEC Cía. Ltda. (2004) Estudio de Factibilidad para Concesión Vía Flores

Uno de los parámetros a considerar es el de los espesores de las distintas capas del pavimento y las condiciones de soporte del suelo. A continuación estos datos:

**Tabla 4.3 ESPEORES Y VALOR SOPORTE DEL SUELO EN LA VÍA FLORES**

<b>TRAMO 1. AMBATO-RIO BLANCO (0+000-49+000)</b>						
<b>Subtramo</b>	<b>ESPEORES DE PAVIMENTO (cm)</b>					<b>CBR Subrasante</b>
	<b>Capa Asfáltica</b>	<b>Base</b>	<b>Sub-base</b>	<b>Capa Granular</b>	<b>Total Pavimento</b>	
1A. 0+000-18+300	4,5	15,0	20,0	35,0	39,5	8,0
1B. 18+300-49+000	4,8	15,0	20,0	35,0	39,8	8,0

<b>TRAMO 2. RIO BLANCO-GUARANDA (49+000-94+200)</b>						
<b>Subtramo</b>	<b>ESPEORES DE PAVIMENTO (cm)</b>					<b>CBR Subrasante</b>
	<b>Capa Asfáltica</b>	<b>Base</b>	<b>Sub-base</b>	<b>Capa Granular</b>	<b>Total Pavimento</b>	
2A. 49+000-62+900	7,5	36,7	20,7	56,6	64,1	7,0
2B. 62+900-94+200	7,1	25,5	15,0	40,8	47,9	7,0

<b>TRAMO 3. GUARANDA-BALZAPAMBA (94+200-166+800)</b>						
<b>Subtramo</b>	<b>ESPEORES DE PAVIMENTO (cm)</b>					<b>CBR Subrasante</b>
	<b>Capa Asfáltica</b>	<b>Base</b>	<b>Sub-base</b>	<b>Capa Granular</b>	<b>Total Pavimento</b>	
3A. 94+200-116+000	4,5	37,0	33,0	52,0	56,5	7,3
3B. 114+500-166+800	3,8	38,7	23,3	62,8	66,4	7,3

<b>TRAMO 4. BALZAPAMBA-BABAHOYO (166+800-210+500)</b>						
<b>Subtramo</b>	<b>ESPEORES DE PAVIMENTO (cm)</b>					<b>CBR Subrasante</b>
	<b>Capa Asfáltica</b>	<b>Base</b>	<b>Sub-base</b>	<b>Capa Granular</b>	<b>Total Pavimento</b>	
T4a. 166+800-178+000	5,8			46,7	52,5	5,0
T4b. 178+800-210+500	10,0			100,0	110,0	5,0

Fuente: MTOP – INEXTEC Cía. Ltda. (2004) Estudio de Factibilidad para Concesión Vía Flores

La información relativa a deflexiones, determinación de módulos y otros insumos necesarios para obtener la condición estructural de los distintos tramos de la carretera, es extensa, por lo que no se incluye en el presente estudio, pero, al igual que el caso de los datos de inventario, está a disposición de las entidades seccionales y particulares, en la Dirección de Concesiones del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

#### **4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS**

De los recorridos efectuados a la vía y contando con el apoyo de lo observado con los estudios existentes, se desprende lo siguiente:

En el tramo 1: Salida de Ambato – Río Blanco, de 49.00 km, perteneciente a la provincia de Tungurahua, se está efectuando un mantenimiento rutinario mediante la modalidad de contratación con microempresas formadas por habitantes de la zona. Esta modalidad es recomendable para el mencionado tipo de mantenimiento; sin embargo, lo recomendable es efectuarlo permanentemente y a partir del inicio de su operación.

El apareamiento de baches revela la falta de mantenimiento periódico y oportuno. Como se verá más adelante, la vida residual del pavimento es muy baja, lo cual lleva a la conclusión de que, si no se hace primeramente una rehabilitación, los trabajos de mantenimiento rutinario y periódico serán ineficientes.

En el tramo 2: Río Blanco – Entrada a Guaranda, de 45.20 km, perteneciente a la provincia de Bolívar, el MTOP ha contratado trabajos de rehabilitación. A partir de esta intervención se recomienda programar el mantenimiento que permitirá mantener el tramo con un nivel de servicio adecuado.

El cruce de la ciudad de Guaranda, en consideración que está a cargo de la Municipalidad, se presenta en mal estado, con poco mantenimiento, que incluye

intervenciones de infraestructura típicas urbanas como obras de agua potable, alcantarillado, de iluminación y telefónicas.

En el tramo 3: Entrada a Guaranda – Entrada a Balzapamba, de 72.60 km, perteneciente también a la provincia de Bolívar, se observa dos subtramos: Entre Guaranda y San Miguel de Bolívar, el MTOP ha contratado trabajos de rehabilitación. A partir de esta intervención se recomienda igualmente, programar el mantenimiento que permitirá mantener el tramo con un nivel de servicio adecuado.

Entre Guaranda y Balzapamba se tiene el trayecto en mal estado, que incluye un trazado geométrico muy sinuoso, baches, ausencia de capa asfáltica en varios tramos, asentamientos de la plataforma del camino, falta total de mantenimiento del sistema de drenaje, abundante vegetación en taludes con la consecuente pérdida de ancho de la calzada y de visibilidad y presencia de derrumbes. Este representa un caso típico de falta de intervención oportuna. Su costo de reparación será cada vez más alto si se difiere su intervención.

El tramo 4: Balzapamba – Entrada a Babahoyo, de 43.70 km, perteneciente a la provincia de Los Ríos tiene dos subtramos: el primero, de aproximadamente 10 Km., que se desarrolla en terreno ondulado, presenta problemas superficiales respecto a la peladura de un sello colocado sobre el pavimento y drenaje superficial sin mantenimiento. El segundo, que atraviesa terreno llano, se encuentra en buen estado, el mismo que, a pesar de no haberse observado intervenciones de mantenimiento, conserva un satisfactorio nivel de servicio.

Este último subtramo puede acogerse como ejemplo de una buena construcción, seguramente con alto régimen de control de calidad. Sin embargo de necesitar mantenimiento menos recurrente, las entidades encargadas de su conservación no deben descuidar la programación de intervenciones ya que una vía por más bien ejecutada que haya sido, requiere ser cuidada para reducir futuros costos de intervenciones ya no de mantenimiento sino de reparación.

Respecto al tráfico, se compara los datos de Tráfico Promedio Diario Anual obtenidos por la Consultora INEXTEC con los que publica el MTOP para el mismo año 2004, encontrándose lo siguiente:

**Tabla 4.4 COMPARACIÓN VALORES T.P.D.A. ESTUDIO CON ESTADÍSTICAS MTOP**

TIPO DE VEHÍCULO	T.P.D.A. POR TRAMO									
	Ambato - Guaranda		Guaranda Bolívar	Guaranda - Las Guardias	Las Guardias Balzapamba		Balzapamba - Montalvo		Montalvo - Babahoyo	
	INEXTEC	MTOP	INEXTEC	MTOP	INEXTEC	MTOP	INEXTEC	MTOP	INEXTEC	MTOP
Livianos	1121	1328	1564	1219	598	657	598	657	1010	968
Buses	259	291	321	268	176	144	176	144	319	286
Pesados	313	336	498	309	217	166	217	166	346	440
<b>TOTAL</b>	<b>1693</b>	<b>1955</b>	<b>2383</b>	<b>1795</b>	<b>991</b>	<b>967</b>	<b>991</b>	<b>967</b>	<b>1675</b>	<b>1694</b>

Fuente: Elaboración propia

En general, los datos son parecidos. En el caso de los tramos Guaranda – San Miguel de Bolívar, obtenido por la Consultora y Guaranda – Las Guardias, presentado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, se observa que el MTOP no hace una diferenciación con el primer sub-tramo que evidentemente tiene mayor movimiento de tráfico al unir tres de las más importantes ciudades de la provincia de Bolívar, y generaliza como un sólo tramo hasta Las Guardias. Por esta razón se asume que el T.P.D.A. para el primer sub-tramo es 2383 vehículos y para el segundo, de 1795 vehículos.

En relación a los datos de las características superficiales o funcionales del pavimento, en el capítulo 6 se presenta gráficos en los que se interpreta la condición actual y las condiciones que representarían intervenciones de dos tipos: con mantenimiento rutinario y con rehabilitación.

Con respecto a los espesores de pavimento existentes, en general su estructura tiene capas granulares adecuadas para el tipo de subrasante. El espesor de la capa de rodadura hace suponer que la construcción, excepto el tramo Montalvo – Babahoyo, que tiene una carpeta asfáltica de 10 cm de espesor, fue realizada con Tratamiento Superficial Bituminoso, recapeada en algunos de los tramos en los que ya se encuentra espesores superiores a los 5 cm.

El valor soporte de la subrasante, definido por el C.B.R., tiene un promedio de 7.5, a excepción del tramo 4 entre Balzapamba y Babahoyo, con un valor de 5, lo que hace suponer que los estudios para la construcción definieron con acierto la necesidad de un mayor aporte estructural, lo cual está dando buenos resultados hasta el momento. Se insiste en la necesidad de programar de manera urgente, su mantenimiento para mantener sus condiciones.

Los valores de deflexión revisados, derivan en la interpretación de que son relativamente altos en los tres primeros tramos, es decir, Ambato – Guaranda – Balzapamba, y bajos en es trayecto restante, lo cual confirma los valores de soporte obtenidos por otros medios y la falta de un mantenimiento eficaz.

Del análisis de los reportes, se puede comentar lo siguiente:

La vida residual del pavimento existente para los tramos 1, 2 y 3, es casi nula. La mayor parte de secciones varía entre 0,0 y 0,5 años, siendo que muy pocas secciones oscilan entre 0,5 y 1,2 años.

El tramo 4: Balzapamba – Babahoyo, es el que mejores condiciones estructurales y funcionales presenta, cuya vida residual se halla entre 1,0 y 4,5 años.

## **CAPITULO 5**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **CAPITULO 5**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

Es conocido que la regularidad superficial de las carreteras repercute directamente en los costos de mayor magnitud que se tienen en la infraestructura carretera que son los de operación del transporte, debido a que una mala calidad de los trabajos de construcción, incrementa los deterioros que se generan en la superficie y dañan a los vehículos que transitan por ellas. Por el contrario, si la calidad es excelente, no se incrementan los costos de operación y se reducen los impactos a la estructura de la carretera, reduciendo las acciones de conservación del pavimento y alargando su vida útil.

En la entrega de trabajos, ya sea de construcción o rehabilitación de pavimentos, se considera de suma importancia que sea con una calidad tal, que durante los primeros años de su vida útil no se generen deformaciones o deterioros, ni tampoco sobre costos por culpa de la regularidad superficial; sin embargo, parece ser que esto todavía no es un compromiso profundo en la mayoría de los constructores.

Los costos de operación en una carretera en mal estado son en promedio en un 40% más altos, para los autos, un 15% para buses y un 24% para camiones, con relación a los que enfrentan los vehículos en vías en buen estado.

El buen funcionamiento de las vías depende de un buen diseño, una buena construcción y la proyección del mantenimiento de la vía. Considerándose este último, como de vital importancia dentro de la concepción de un proyecto, porque permite establecer un punto de equilibrio a nivel de funcionalidad de la vía tanto para los usuarios como para el constructor de esta. Este punto de equilibrio, se logra

cuando el capital invertido en mantenimiento se aplica en el momento apropiado y en la cantidad correcta, de tal forma, que el usuario tendrá a su servicio una vía confortable, que no le implique altos costos operaciones y que a la entidad vial no le implique pérdidas en inversión ni en infraestructura.

En cuanto a costos de construcción, las estructuras Rígidas tienen costos superiores a las flexibles, esto es debido que para tráficos bajos, los espesores requeridos son menores a los admisibles, mientras que en las otras estructuras se pueden lograr variaciones de espesores para las capas, esto hace que en estas estructuras se presente variaciones significativas en costos de acuerdo al tipo de tráfico. Para tráficos altos es indudable, que la mejor estructura es la rígida, puesto que tienen menor costo de mantenimiento en su periodo de operación

Las experiencias de mantenimiento vial rutinario a través de microempresas asociativas en Latinoamérica resultan importantes de analizar por su variedad y resultados demostrables en términos del servicio y creación de puestos de trabajo. Se pueden extraer importantes lecciones y ejemplos pertinentes para nuevos proyectos.

Los principales problemas identificados en el diseño del monitoreo y evaluación de las propuestas consisten en: i) uso de indicadores poco precisos por su naturaleza o por la indefinición de instrumentos y métodos de recopilación de la información; ii) listados demasiado extensos de indicadores, sin una priorización que permita establecer la viabilidad del acopio de toda la información que se indica; y, iii) indefinición en el diseño de los procedimientos de recolección de la información.

Para el éxito de la implementación de un sistema de Gestión Vial, es necesario contar con instrumentos que permitan difundir la importancia del monitoreo y la evaluación en las partes comprometidas con un proyecto. Para este fin se ha diseñado esta guía para el diseño del monitoreo y evaluación de experiencias de mantenimiento rutinario, con un sistema manual de recopilación histórica de las intervenciones que ha tenido una carretera, si es posible, desde su concepción y nacimiento.

## 5.2 RECOMENDACIONES

Aprobar políticas integrales de infraestructura vial, con los programas y lineamientos contenidos en el presente documento, o basados en experiencias de otras entidades.

Declarar como estratégicos los programas de Gestión Vial, que involucre el diseño, la construcción, la conservación y la administración de la red vial de cada provincia

Comprometer las vigencias futuras requeridas para la implementación de los programas expuestos, en concordancia con los montos disponibles en el presupuesto institucional

Implementar las estrategias definida en este documento y asegurar un adecuado desarrollo institucional para adelantar los programa comprendidos.

Analizar la posibilidad de incluir en el programa de conservación y gestión vial, la figura de la concesión, que de las experiencias obtenidas por el MTOP y algunos Consejos Provinciales del país se puede concluir, han sido beneficiosas, en cuanto a menores costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos, redundando a favor del interés de los usuarios.

Sobre la base de esta propuesta, la vía asignada como aplicable al desarrollo de la presente investigación, requiere ser intervenida de una manera racional para reducir costos de intervención así como, para lograr una drástica reducción en los costos de operación vehicular, tanto de carga como de pasajeros, de tal manera que la eficiencia en el manejo de los costos de transporte, permita ser más competitiva a la vía, a la región y consecuentemente, a sus habitantes y usuarios.

Para un óptimo aprovechamiento de la información constante en el MTOP, es recomendable que los Gobiernos Provinciales involucrados, ingresen los datos en el registro de su Plan de Vialidad, como punto de partida para futuros inventarios y monitoreos que ayudarán a reajustar las intervenciones a programar de aquí en más.

## **CAPITULO 6**

### **PROPUESTA**

## **CAPITULO 6**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 DATOS INFORMATIVOS**

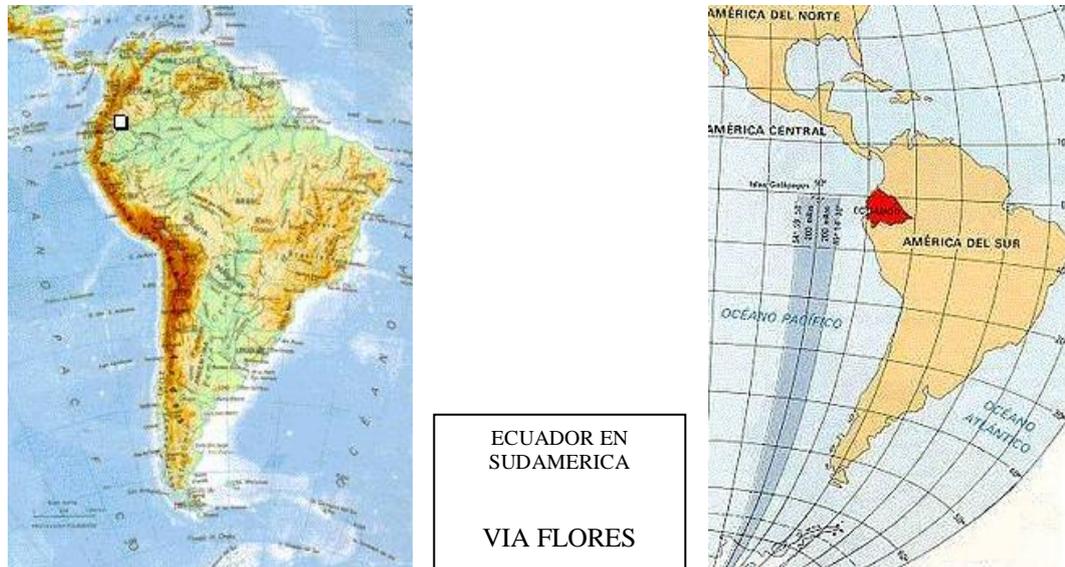
Respecto a la vía Ambato – Guaranda – Babahoyo, la información histórica existente señala que la Cuenca del Guayas fue cuna de importantes civilizaciones ya en la época precolombina, varios siglos antes de la conquista española.

La necesidad de vinculación entre las zonas interiores del país y la costa del Pacífico, determinaron la construcción del "camino real" Quito-Guaranda-Bodegas (Actualmente Babahoyo), que se convirtió en el eje básico del comercio interno y la circulación de mercancías exportables, especialmente las famosas "telas de Quito" que inundaban los mercados del Pacífico Sudamericano. A su vez, esto impulsó el establecimiento de nuevas poblaciones y puertos fluviales hacia el interior de la cuenca, ampliándose de este modo el poblamiento y la producción agrícola de la región.

La era republicana mantuvo en sus inicios el limitado conocimiento que tradicionalmente se había tenido del área. No obstante, las mismas necesidades del convivir nacional exigieron el establecimiento de un "cordón umbilical" entre los dos centros políticos nacionales: Quito y Guayaquil. Fue así que el gobierno del general Juan José Flores se preocupó de establecer una buena vía de herradura en sustitución del antiguo Camino Real Bodegas - San Antonio – Guaranda - Quito. Nació así la posteriormente denominada "Vía Flores".

En la figura 6.1 se presenta la ubicación de la actual vía Ambato – Guaranda – Babahoyo:

Figura 6.1 UBICACIÓN DE LA CARRETERA AMBATO – GUARANDA - BABAHOYO



La vía atraviesa tres provincias: Tungurahua, Bolívar y Los Ríos. La ciudad de Ambato, inicio de la carretera en estudio, tiene una ubicación geopolítica trascendental en el país, pues se constituye en un nodo vial de enlace Costa – Sierra – Oriente, y del callejón andino, como vínculo entre las provincias del Norte y Sur de

la Sierra Ecuatoriana. Guaranda depende del estado de la carretera para su desarrollo político, social y comercial, y, Babahoyo se constituye también como una puerta de entrada hacia varias ciudades del litoral.

La cota en su iniciación es de 2790 metros, en el sector de Huachi Chico. Atraviesa la altura más alta por el sector El Arenal, a 3780 metros sobre el nivel del mar (msnm); llega al nivel más bajo al cruzar el sector de Montalvo (75 msnm) y finaliza en la entrada a Babahoyo con una cota de 195 m., atravesando terreno ondulado, montañoso y llano.

El clima en la zona ondulada y montañoso de la sierra, que cubre aproximadamente el 80% de su longitud, es templado, sin cambios bruscos, a excepción de ocasionales eventos de frío en el páramo de El Arenal, al pie del Chimborazo. El 20% restante, se desarrolla en una zona subtropical y tropical, con fuertes temporales de invierno, altas precipitaciones y consecuentemente, humedad, uno de los principales factores que afectan la conservación vial.

La vida de esta carretera, como de muchas otras en el territorio nacional, parece estar sometida a un ciclo inexorable de construcción – degradación – destrucción, reparación tardía y así sucesivamente. La causa principal de este proceso es la falta de un programa de conservación, el aferrarse a métodos antiguos de monitoreo del estado de los elementos constitutivos de la vía y una mala gestión vial

Con la finalidad de investigar sobre sistemas de gestión vial implementados en varios Gobiernos Provinciales del país, se realizó la indagación directa y vía Internet, luego de lo cual, se concluye que un 50% de gobiernos seccionales ha enunciado por lo menos su Plan Maestro de Vialidad. La implementación y aplicación de dichos planes en cambio, tiene a un contado número de entidades con esta característica. En virtud de lo expresado, se considera válida la propuesta de un sistema, preferentemente unificado, que permita una fácil aplicación del mismo tomando como ejemplo aquellos que se están ejecutando

## 6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

De la información recolectada en diferentes organismos oficiales, se desprende que la carretera en estudio, entre los años 2004 y 2006, estuvo en trámite de delegación de competencias del Gobierno Central a los Gobiernos Provinciales de Tungurahua, Bolívar y Los Ríos, para el mantenimiento y prestación de Servicios de la mencionada carretera. Para el efecto, se había conformado una empresa de economía mixta, conformada por una firma extranjera, a cargo del 97% de las acciones y los mencionados Consejos Provinciales, con el 3% restante.

De acuerdo a versiones periodísticas<sup>1</sup> y de las instituciones consultadas, La operación fracasó por incumplimientos de la empresa israelita con la consultora que efectuó los estudios y con el aporte económico convenido para la operación de la concesión.

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas, mientras se resuelve el tema de competencias y sobre la base de la información disponible, ha tomado a su cargo las intervenciones de reparación y reconstrucción parcial que se observaron en el recorrido realizado, las mismas que, de haberse realizado a tiempo, hubieran tenido la figura de mantenimiento periódico o rutinario.

Sobre la misma vía, se ha recabado información acerca de estudios e intervenciones anteriores, datos de los que se ha tomado elementos de coincidencia o divergencia respecto a otros más actualizados para definir la mejor manera de recolectar los datos de campo, procesarlos e ingresarlos al sistema propuesto.

El Acuerdo No. 012, suscrito por el entonces Ministro de Obras Públicas, Ing. Pedro López, en el año 2006, regula los procesos de descentralización de competencias en el sector vial, de los cuales se extrae la siguiente tabla:

---

<sup>1</sup> Diario Los Andes de Riobamba, 20 de mayo de 2006; Diario El Universo, 22 de julio de 2006; Acta de Sesión Ordinaria del Gobierno Provincial de Los Ríos del 19 de mayo de 2006.

**Tabla 6.1 PROCESOS DE DESCENTRALIZACIÓN DE COMPETENCIAS DEL MTOP A LAS ENTIDADES SECCIONALES EN EL SECTOR VIAL**

	<b>MOP</b>	<b>PROV</b>
<b>1. Rectoría</b>		
1.4. Provisión de información para el Sistema de Información Vial	<b>X</b>	<b>X</b>
1.5 Planificación vial en el ámbito de su jurisdicción	<b>X</b>	<b>X</b>
1.6 Formulación de propuestas normativas en el ámbito de su jurisdicción	<b>X</b>	<b>X</b>
1.8. Supervisión de cumplimiento de normas y regulaciones de construcción de caminos, puentes y otras obras de infraestructura vial en primera instancia gobiernos provinciales, y en segunda instancia MOP	<b>X</b>	<b>X</b>
1.9. Supervisión y fiscalización de obras viales en su jurisdicción	<b>X</b>	<b>X</b>
1.12. Implementación del sistema de tarifas de peaje de conformidad con las normas generales expedidas por el MOP	<b>X</b>	<b>X</b>
1.14. Implementación de ubicación y operación de estaciones de peaje de conformidad con las normas generales expedidas por el MOP	<b>X</b>	<b>X</b>
1.17. Aprobación de los aspectos técnicos de los proyectos de concesión otorgados por otros organismos o entes públicos no seccionales	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>2. Construcción, rehabilitación mantenimiento</b>		
2.1. Formulación de estudios en materias técnicas, económicas, financieras, ambientales, legales en el ámbito de su competencia	<b>X</b>	<b>X</b>
2.2. Elaboración de términos de referencia y bases para contratación de la ejecución en referencia a la circunscripción territorial de su competencia	<b>X</b>	<b>X</b>
2.3. Expropiaciones en el ámbito de su jurisdicción	<b>X</b>	<b>X</b>
2.4. Contratación de la ejecución de obras en el ámbito de su jurisdicción	<b>X</b>	<b>X</b>
2.5. Realización de actividades de construcción, reconstrucción, rehabilitación, mantenimiento correctivo en el ámbito de su jurisdicción	<b>X</b>	<b>X</b>
2.6. Mantenimiento rutinario de vías en el ámbito de su jurisdicción	<b>X</b>	<b>X</b>
2.7. Fiscalización de los contratistas en el ámbito de su jurisdicción	<b>X</b>	<b>X</b>
2.8. Ejecución de obras por administración directa en el ámbito de su jurisdicción	<b>X</b>	<b>X</b>
2.9. Presentación, contratación y administración de créditos internos y externos para ejecución de proyectos y obras	<b>X</b>	<b>X</b>
2.10. Financiamiento directo con recursos del presupuesto institucional	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>3. Administración, operación de infraestructura vial</b>		<b>X</b>
3.1 Control de la operatividad de los caminos públicos	<b>X</b>	<b>X</b>
3.2. Administración de la infraestructura y servicios conexos (peajes, pesajes, derecho de vía, paraderos, etc.)	<b>X</b>	<b>X</b>
3.3. Saneamiento del derecho de vía	<b>X</b>	<b>X</b>
3.4. Administración con intervención del sector privado	<b>X</b>	<b>X</b>
3.4.1 Aprobación de proyectos de participación privada en materia de gestión vial	<b>X</b>	<b>X</b>
3.4.2. Otorgamiento de contratos para la administración con participación del sector privado	<b>X</b>	<b>X</b>
4.1. Resoluciones de Juez de Caminos	<b>X</b>	<b>X</b>
4.2. Control de la Comisión de Infracciones de Caminos	<b>X</b>	<b>X</b>
4.3. Aplicación de sanciones	<b>X</b>	<b>X</b>

Fuente: Ministerio de Obras Públicas, (2006) Acuerdo No. 012

Respecto a planes existentes de gestión de carreteras en el país, se ha recabado información y se ha examinado los que constan en el capítulo 2.

### **6.3 JUSTIFICACIÓN**

El contenido del trabajo se ha orientado a proponer la implantación de un sistema de gestión vial de la carretera Ambato – Guaranda - Babahoyo, como un modelo aplicable a las vías de segundo orden, a cargo de los Consejos Provinciales, sobre la base de técnicas modernas de recopilación y procesamiento de datos de intervenciones, inventarios, monitoreos y programación de intervenciones futuras que servirán para racionalizar la conservación de las vías a su cargo y previendo un importante ahorro en costos de mantenimiento y de operación de los vehículos que circularán por ellas.

El mantenimiento y atención oportunos y programados de esta vía, generará un nivel de servicio estable, no menor a los estándares aceptables y consecuentemente, la satisfacción de los usuarios, un mayor desarrollo de la región, el incremento del turismo y otros factores positivos, sobre la base del ahorro en las variables establecidas, además de la sensación de confort y seguridad en los viajes.

La importancia de la investigación planteada radica en la necesidad de, a la par de preservar la vía, salvaguardar la economía de las instituciones responsables de su conservación al intervenir a tiempo y con menores costos, una vía que estaría destinada a la destrucción de sus elementos constitutivos.

### **6.4 OBJETIVOS**

#### **Objetivo General**

Diseñar un Sistema de Gestión y Conservación Vial en la carretera Ambato – Guaranda - Babahoyo, con el objeto de disminuir costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos, procedimiento a ser aplicado en las vías de segundo orden del Ecuador.

## **Objetivos Específicos**

- Detectar los problemas principales por los que se ha deteriorado la carretera Ambato – Guaranda - Babahoyo
- Determinar las razones por las cuales las entidades seccionales no han intervenido con el mantenimiento oportuno de la vía Flores
- Establecer un sistema de gestión y conservación vial de esta carretera, aplicable a las entidades seccionales del país
- Investigar programas y métodos de inventario, control y monitoreo de las carreteras, factibles de ser utilizados para la aplicación confiable del sistema.
- Definir una metodología para proporcionar información histórica sobre la construcción e intervenciones que ha tenido esta carretera y que servirán como insumo para la gestión de la misma.
- Analizar si el sistema propuesto es aplicable y adecuado para las condiciones de las entidades seccionales involucradas.

## **6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

Las entidades seccionales pueden recurrir a sus propios archivos acerca de la indagación histórica sobre las intervenciones que ha tenido una vía como la Ambato – Guaranda – Babahoyo, así como a la gran información que reposa en el Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Esta debe ordenarse cronológicamente, definiendo detalles de construcción, de secciones homogéneas por factores como: tráfico, geología y geotecnia, condiciones climáticas, geometría, condición del pavimento, drenaje, etc. En el caso del presente estudio, se presenta en el siguiente numeral, la información obtenida en las diferentes entidades.

La metodología desarrollada en la presente investigación propone el análisis de los distintos métodos utilizados para el inventario, monitoreo y medición de las características actuales de los elementos constitutivos de la carretera, y la recomendación del uso de los sistemas más convenientes por precisión, tiempo y seguridad, para el ingreso a una base de datos confiable y fácil de utilizar y actualizar. En la fundamentación se incluye el análisis de algunos métodos y equipos a descartar y otros a recurrir.

El sistema propuesto es aplicable en todas las entidades seccionales del país porque en el caso de las carreteras de segundo orden se cuenta para iniciar, al menos con una reseña histórica de las últimas intervenciones, y es factible, como se demuestra más adelante, recurrir a la tecnología moderna, que de paso ya es accesible a la realidad nacional, para efectuar inventarios, monitoreos y mediciones con las cuales se puede iniciar un plan de gestión racional sobre bases firmes.

La determinación del ahorro que significará para los gobiernos provinciales, el implementar el sistema se lo puede determinar mediante cálculo de costos previsible para los dos escenarios: uno con intervenciones no programadas y tardías, y otro con la aplicación del sistema sugerido. En el Capítulo 4, se presenta una simulación de lo esperado en las condiciones anotadas.

## **6.6 FUNDAMENTACIÓN**

El proyecto es la unidad mínima operacional que vincula recursos, actividades y componentes durante un período determinado y con una ubicación definida para resolver problemas o necesidades de la población. El objetivo general de un proyecto debe estar relacionado con alguno de los objetivos específicos de un programa o subprograma y, en consecuencia, con los objetivos del plan de desarrollo. Este es el caso de la vía Ambato – Guaranda – Babahoyo.

Conocido el problema, sus causas, consecuencias, así como las características de la zona que está siendo afectada por el mismo, se puede plantear el objetivo que se

persigue con la realización del proyecto. Este consiste en el estado deseado que se espera obtener a través de la ejecución de la investigación. El objetivo está relacionado con el problema que se identificó. Cabe recordar que si existe un proyecto global, en la presente metodología únicamente se tiene en cuenta la etapa que se piensa ejecutar en la vía tomada como modelo.

El objetivo del proyecto se expresa en términos de resultados, con el propósito de facilitar la evaluación y el futuro seguimiento de éste. Adicionalmente debe incluir las siguientes características:

- Ser importante
- Ser alcanzable
- Ser medible
- Estar delimitado en el tiempo
- Permitir comparar situación actual y futura en forma clara y precisa
- Incorporar beneficiarios o grupos objetivo.

### **6.6.1 NIVEL DE SERVICIO ACTUAL Y PROYECTADO**

Para el desarrollo y fundamentación de la investigación, se recurrió a los resultados obtenidos en el estudio de Factibilidad para la Delegación de Competencias de Administración de la carretera Ambato – Guaranda – Babahoyo, datos que sirven como insumo para la elaboración de la propuesta.

De la corrida del programa HDM-4, realizada por la consultora INEXTEC y debido a la gran cantidad de datos se extrae, como ejemplo y para confirmar la diferencia entre un tramo descuidado (San Miguel de Bolívar – Km. 131) y un intervalo bien construido y/o mantenido (Montalvo – Babahoyo), tablas y gráficos que muestran las variaciones de algunos de los índices que definen el nivel de servicio de una carretera, indicadores a su vez del confort, economía y seguridad de los usuarios. La importancia de una adecuada gestión vial se ve reflejada en la información que se presenta más adelante.

**Tabla 6.2 VARIACIÓN DE ÍNDICES DE CONDICIÓN SUPERFICIAL SUBTRAMO SAN MIGUEL DE BOLÍVAR – Km. 131**

Valores Medios Anuales					
Año	TPDA Veh/día	IRI Promedio m/km	Fisuración %	Surco de Huella mm.	No. de Baches u
<b>Escenario 1: No realizar ninguna intervención de mantenimiento ni rehabilitación</b>					
2005	1.004	5,00	5,00	15,00	5,00
2006	1.019	5,00	14,00	16,00	7,00
2007	1.033	5,00	29,00	16,00	9,00
2008	1.047	6,00	52,00	16,00	11,00
2009	1.062	6,00	72,00	17,00	15,00
2010	1.077	7,00	85,00	17,00	20,00
2011	1.092	8,00	93,00	17,00	166,00
2012	1.108	9,00	97,00	18,00	491,00
2013	1.123	11,00	98,00	18,00	1.015,00
2014	1.139	14,00	97,00	19,00	1.761,00
<b>Escenario 2: Rehabilitación del Tramo</b>					
2005	1.004	5,00	2,50	2,50	2,50
2006	1.019	3,00	0,00	1,00	0,00
2007	1.033	3,00	0,00	1,00	0,00
2008	1.047	3,00	0,00	1,00	0,00
2009	1.062	3,00	0,00	2,00	0,00
2010	1.077	3,00	1,00	2,00	0,00
2011	1.092	3,00	3,00	2,00	0,00
2012	1.108	4,00	6,00	2,00	0,00
2013	1.123	4,00	10,00	3,00	0,00
2014	1.139	4,00	14,00	3,00	0,00
<b>Escenario 3: Mantenimiento Rutinario del Tramo</b>					
2005	1.004	5,00	2,50	8,50	2,50
2006	1.019	4,00	0,00	2,00	0,00
2007	1.033	4,00	0,00	2,00	0,00
2008	1.047	5,00	0,00	1,50	0,00
2009	1.062	4,00	0,00	0,00	0,00
2010	1.077	4,00	0,00	1,00	0,00
2011	1.092	5,00	0,00	0,50	0,00
2012	1.108	4,00	0,00	0,00	0,00
2013	1.123	4,00	0,00	0,00	0,00
2014	1.139	5,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: INEXTEC Cía. Ltda., (2004) “Estudio de Factibilidad para Concesión Vía Flores”, Quito, Ecuador

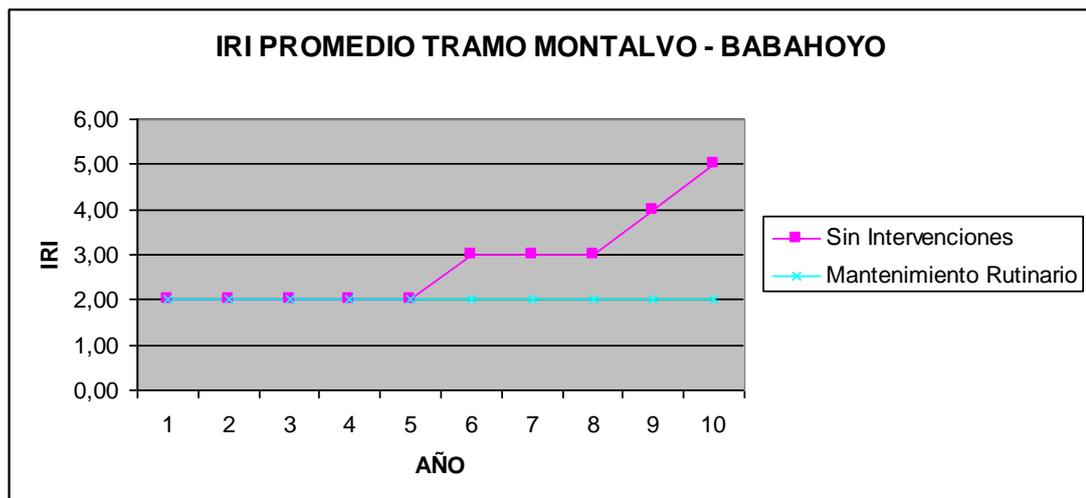
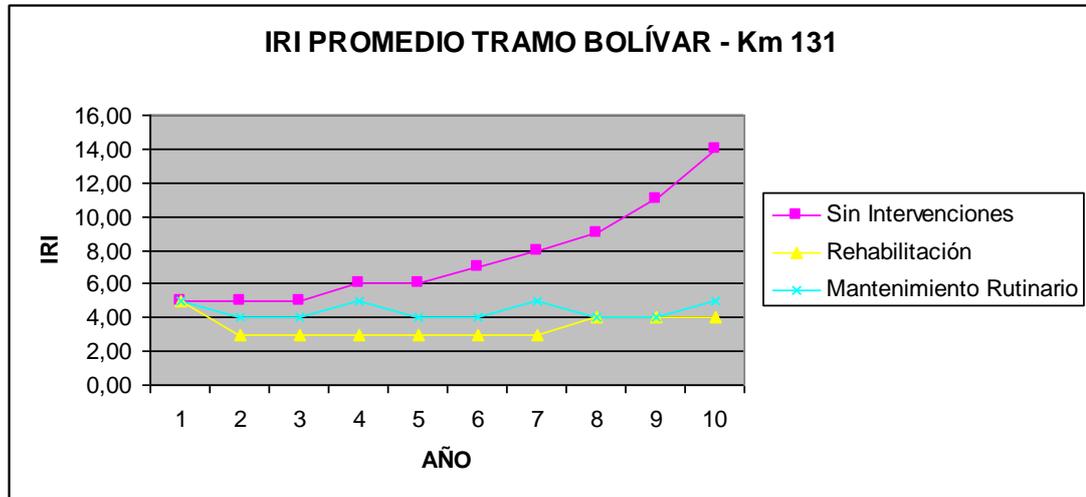
**Tabla 6.3 VARIACIÓN DE ÍNDICES DE CONDICIÓN SUPERFICIAL SUBTRAMO  
MONTALVO - BABAHOYO**

Valores Medios Anuales					
Año	TPDA Veh/día	IRI Promedio m/km	Fisuración %	Surco de huella mm.	No. de Baches u
<b>Escenario 1: No realizar ninguna intervención de mantenimiento ni rehabilitación</b>					
2005	1.698	2,00	4,00	14,00	1,00
2006	1.722	2,00	13,00	14,00	1,00
2007	1.746	2,00	27,00	14,00	2,00
2008	1.771	2,00	49,00	14,00	24,00
2009	1.796	2,00	70,00	14,00	52,00
2010	1.821	3,00	84,00	15,00	61,00
2011	1.846	3,00	92,00	15,00	72,00
2012	1.872	3,00	97,00	15,00	196,00
2013	1.899	4,00	99,00	16,00	412,00
2014	1.925	5,00	99,00	16,00	709,00
<b>Escenario 2: Mantenimiento Rutinario del Tramo</b>					
2005	1.698	2,00	2,00	8,00	0,50
2006	1.722	2,00	0,00	2,00	0,00
2007	1.746	2,00	0,00	2,00	0,00
2008	1.771	2,00	0,00	1,00	0,00
2009	1.796	2,00	0,00	0,00	0,00
2010	1.821	2,00	0,00	0,00	0,00
2011	1.846	2,00	0,00	0,00	0,00
2012	1.872	2,00	0,00	0,00	0,00
2013	1.899	2,00	0,00	0,00	0,00
2014	1.925	2,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: INEXTEC Cía. Ltda., (2004) “Estudio de Factibilidad para Concesión Vía Flores”, Quito, Ecuador

Una primera observación a los cuadros se desprende al notar que, el sub-tramo Bolívar – Km. 131, requiere según la simulación ejecutada por la corrida del programa HDM-4, trabajos de rehabilitación, además del consiguiente mantenimiento rutinario, para retomar un nivel de servicio satisfactorio, lo cual no sucede con el otro subtramo, que al presentar características aceptables debido a su buena condición superficial y estructural, sólo necesita programar un adecuado mantenimiento rutinario para mantener sus características satisfactorias. Los gráficos comparativos que ilustran estas diferencias, se presentan a continuación:

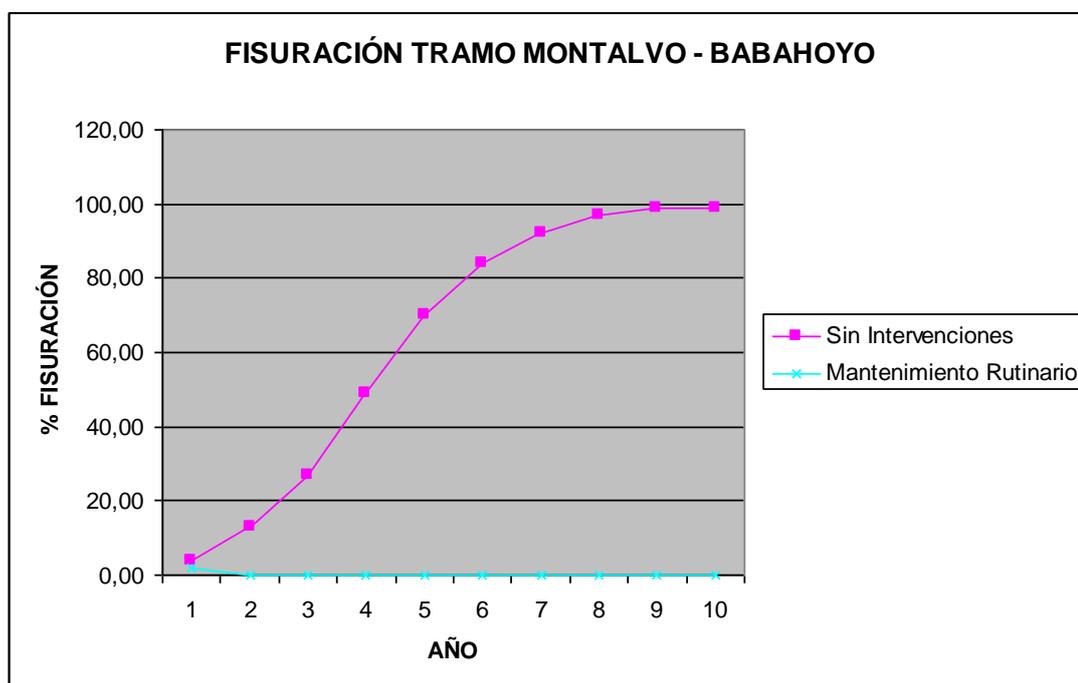
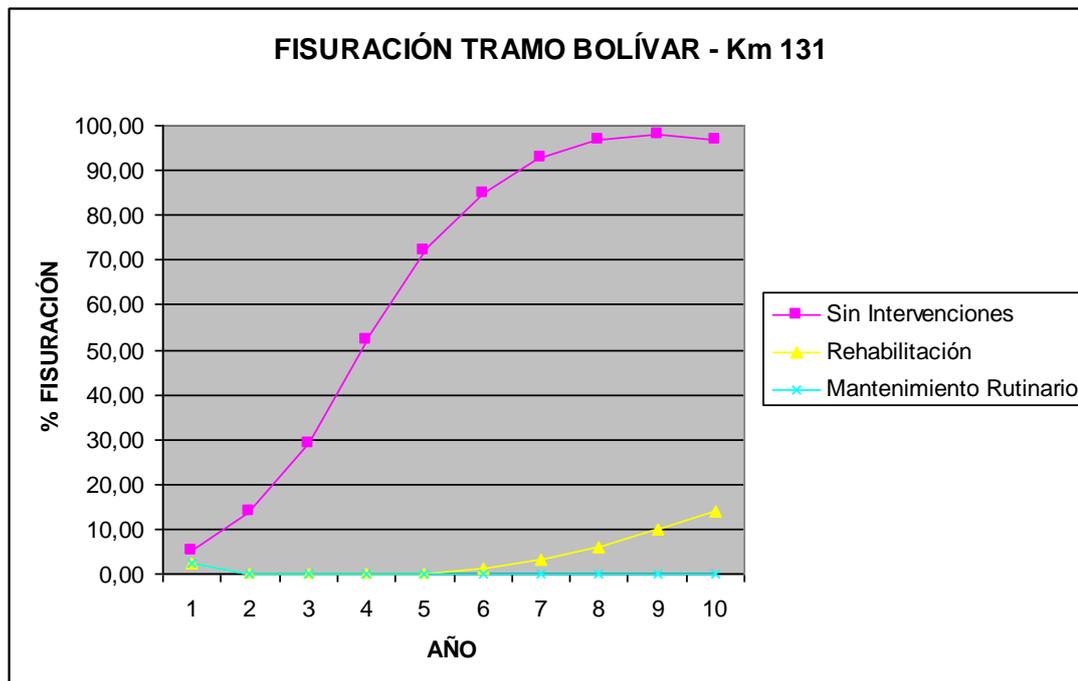
**Figura 6.2 COMPARACIÓN DE LA VARIACIÓN DEL IRI PARA TRES ESCENARIOS ENTRE TRAMOS DE DISTINTA CONDICIÓN INICIAL**



Fuente: Elaboración Propia

El Índice de Regularidad Internacional IRI, o de Rugosidad como lo llaman otros autores, es uno de los más representativos factores de la comodidad que experimenta el viajero. En los gráficos, la línea en color magenta representa el aumento que mostraría este tipo de irregularidad, si no se efectúa ningún tipo de intervención, llegando a 14 (muy irregular, calzada destruida), en el caso del primer tramo, y a 5 (Regular, tendiendo a mal estado), en el segundo tramo analizado. Las líneas cian y amarillo hacen notar los beneficios que tendrán las intervenciones pertinentes.

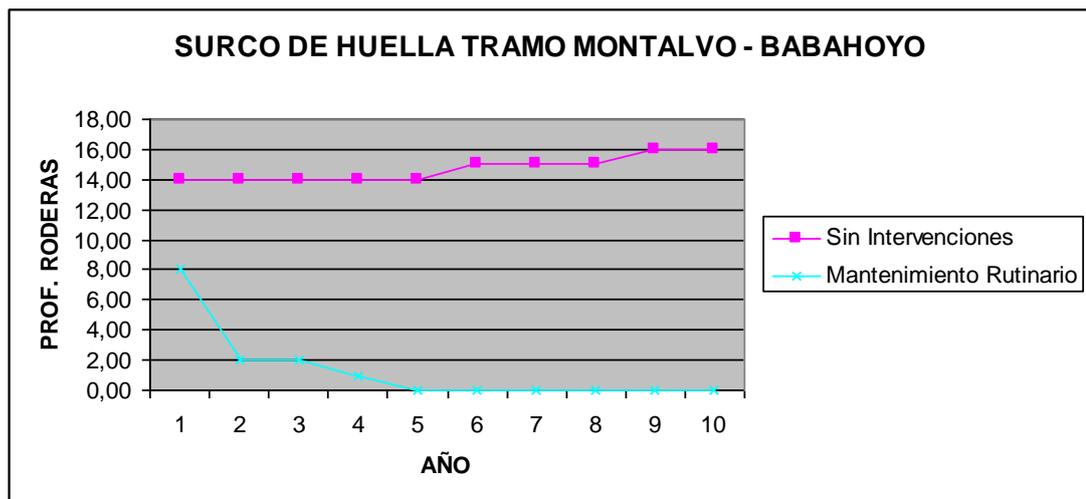
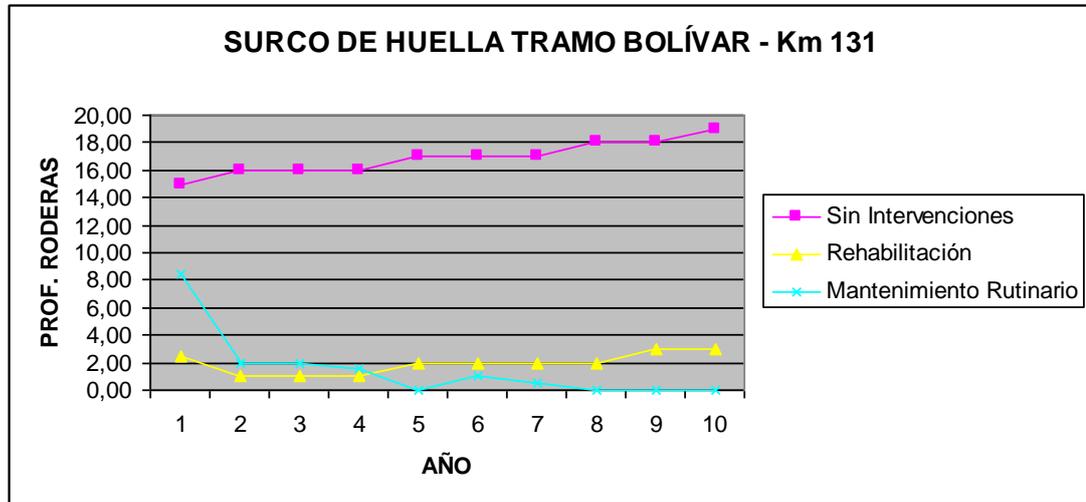
**Figura 6.3 COMPARACIÓN DE LA VARIACIÓN DEL FISURAMIENTO DE LA CALZADA PARA TRES ESCENARIOS ENTRE TRAMOS DE DISTINTA CONDICIÓN INICIAL**



Fuente: Elaboración Propia

La fisuración es fácilmente controlable con el mantenimiento rutinario, La rehabilitación o el mantenimiento periódico requieren de la complementación de las intervenciones de rutina.

**Figura 6.4 COMPARACIÓN DE LA VARIACIÓN DEL SURCO DE HUELLA (RODERAS) PARA TRES ESCENARIOS ENTRE TRAMOS DE DISTINTA CONDICIÓN INICIAL**

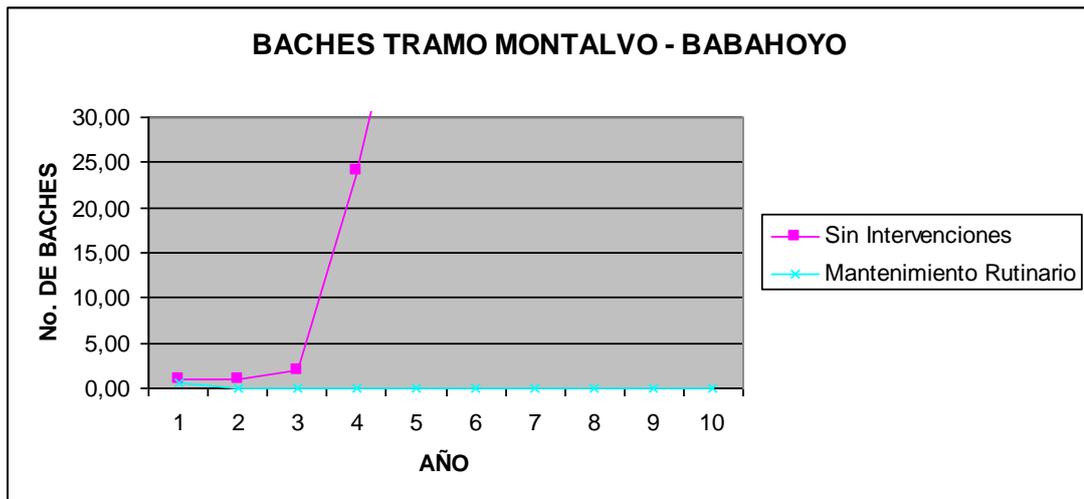
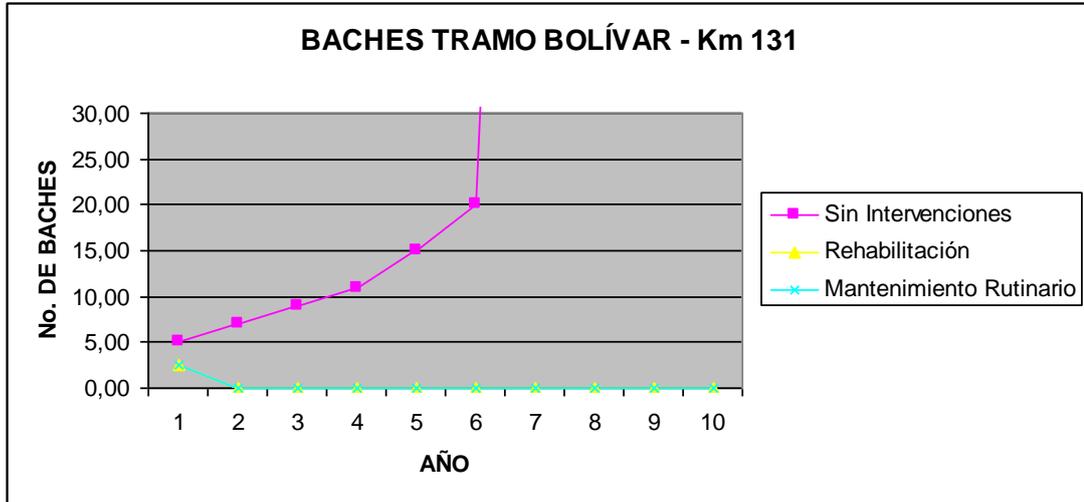


Fuente: Elaboración Propia

Cuando la formación de roderas se debe a problemas estructurales, es imperativa la reparación o rehabilitación, como es el caso del primer subtramo. A partir de entonces, el mantenimiento rutinario mantendrá condiciones favorables, especialmente con la protección de las capas subyacentes del pavimento, principalmente del agua.

El tramo Montalvo – Babahoyo necesita únicamente de un buen mantenimiento para mantener sus casi excelentes prestaciones.

**Figura 6.5 COMPARACIÓN DE LA VARIACIÓN DEL NÚMERO DE BACHES PARA TRES ESCENARIOS ENTRE TRAMOS DE DISTINTA CONDICIÓN INICIAL**



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en las tablas 6.2 y 6.3, la cantidad de baches aumenta en una relación casi exponencial luego de pocos años sin mantenimiento si no se atiende a la carretera de una manera eficaz y controlada, a partir del sexto año en el primer caso y a partir del tercer año, en el segundo. Los gráficos de la figura 6.5 muestran parcialmente el número de baches sin intervención, para permitir diferenciar la drástica reducción al ser atendida a tiempo con el mantenimiento o la rehabilitación si es del caso.

## 6.6.2 SECCIONES HOMOGÉNEAS Y ESPEORES DE REFUERZO

Del análisis de la información investigada, respecto de los últimos estudios efectuados en la Vía Flores, se muestran a continuación los reportes de los espesores de refuerzo requeridos, sobre la base de la determinación previa de la vida residual, utilizando modelos de deterioro de pavimentos, costos de conservación y usuarios, y la corrida de programas computacionales referentes a este tema.

**Tabla 6.4 ESPEORES DE REFUERZO REQUERIDOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA VÍA AMBATO - GUARANDA – BABAHOYO**

<b>TRAMO 1. AMBATO-RÍO BLANCO (0+000-49+000)</b>							
<b>Subtramo</b>	<b>ESPEORES DE PAVIMENTO EXISTENTE (cm.)</b>					<b>Refuerzo asfáltico Promedio (cm.)</b>	
	<b>Capa Asfáltica</b>	<b>Base</b>	<b>Sub-base</b>	<b>Capa Granular</b>	<b>Total Pavimento</b>	<b>10 años</b>	<b>20 años</b>
1A. 0+000-18+300	4,5	15,0	20,0	35,0	39,5	22,5	27,5
1B. 18+300-49+000	4,8	15,0	20,0	35,0	39,8	17,5	22,5
<b>TRAMO 2. RÍO BLANCO-GUARANDA (49+000-94+200)</b>							
<b>Subtramo</b>	<b>ESPEORES DE PAVIMENTO EXISTENTE (cm.)</b>					<b>Refuerzo asfáltico Promedio (cm.)</b>	
	<b>Capa Asfáltica</b>	<b>Base</b>	<b>Sub-base</b>	<b>Capa Granular</b>	<b>Total Pavimento</b>	<b>10 años</b>	<b>20 años</b>
2A. 49+000-62+900	7,5	36,7	20,7	56,6	64,1	17,5	22,0
2B. 62+900-94+200	7,1	25,5	15,0	40,5	47,6	12,5	16,5
<b>TRAMO 3. GUARANDA-BALZAPAMBA (94+200-166+800)</b>							
<b>Subtramo</b>	<b>ESPEORES DE PAVIMENTO EXISTENTE (cm.)</b>					<b>Refuerzo asfáltico Promedio (cm.)</b>	
	<b>Capa Asfáltica</b>	<b>Base</b>	<b>Sub-base</b>	<b>Capa Granular</b>	<b>Total Pavimento</b>	<b>10 años</b>	<b>20 años</b>
3A. 94+200-116+000	4,5	27,0	23,0	50,0	54,5	15,0	20,0
3B. 114+500-166+800	3,8	38,7	23,3	62,1	65,9	15,0	19,0
<b>TRAMO 4. BALZAPAMBA-BABAHOYO (166+800-210+500)</b>							
<b>Subtramo</b>	<b>ESPEORES DE PAVIMENTO EXISTENTE (cm.)</b>					<b>Refuerzo asfáltico Promedio (cm.)</b>	
	<b>Capa Asfáltica</b>	<b>Base</b>	<b>Sub-base</b>	<b>Capa Granular</b>	<b>Total Pavimento</b>	<b>10 años</b>	<b>20 años</b>
4a. 166+800-178+000	5,8			46,7	52,5	6,0	10,0
4b. 178+800-210+500	10,0			100,0	110,0	5,0	7,5

Fuente: INEXTEC Cía. Ltda., (2004) “Estudio de Factibilidad para Concesión Vía Flores”, Quito, Ecuador

En vista que la presente investigación no aborda temas de diseño de pavimentos, el refuerzo se lo enuncia como recapeo; sin embargo, en la práctica, los ejecutores, en la etapa correspondiente pueden formular alternativas que igualen la capacidad estructural con otros tratamientos como: Doble riego, reciclado de carpeta y base existentes para transformarla en una base reciclada, uso de fibras, polímeros y otros componentes en la mezcla asfáltica, etc., que resulten en espesores diferentes a los propuestos por los realizadores de los estudios.

Analizando los resultados por tramos se observa que el que mayor refuerzo requiere es el Tramo 1, entre 17.5 y 22.5 cm de refuerzo. Luego vienen: el 3 con un rango de refuerzos entre 15.0 y 20.0; el Tramo 2 con requerimientos entre 12.5 y 22.0, y el Tramo 4 es el que menos refuerzo necesita: entre 5.0 y 10.0 cm.

### **6.6.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA**

Uno de los temas a tomar en cuenta en los gobiernos seccionales es la factibilidad económica de hacer efectivo un plan de intervenciones programadas. Muchas veces, debido a restricciones presupuestarias es que se pasa a segundo plano la conservación vial. Por esto es importante que los técnicos de la institución evalúen varias alternativas, primeramente sin restricción social, con las restricciones que sean del caso y de haberlo planteado la institución, una evaluación privada.

Se debe modelar diferentes combinaciones de conservación (preventiva, refuerzo, etc.) comparando los costos o beneficios de cada elección, dependiendo del contexto en el cual se trabaja, seleccionando la más rentable.

Para establecer una idea aproximada de las ventajas que se obtendrían con una atención oportuna y programada a la carretera Ambato – Guaranda – Babahoyo, se presenta una estimación de los valores que se reducirían en lo referente a Costos de Operación de Vehículos y a Costos de Mantenimiento.

#### 6.6.4 AHORRO EN COSTOS DE OPERACIÓN DE VEHÍCULOS

Tomando los porcentajes obtenidos en vías chilenas por Len y Asociados Ingenieros Consultores Ltda., publicados en su obra “Efectos sobre los Usuarios de las Obras de Infraestructura Pública Concesionada”, se resume el siguiente análisis:

En aquellos tramos en que la característica principal es el paso de una calzada en bueno y regular estado a otra sin la debida atención y en regular a mal estado, (asumiendo el 50 % de su trazado), los ahorros de combustible para los vehículos livianos son significativos, alcanzando hasta un 30 %. Para los vehículos pesados este ahorro se sitúa entre el 20% y 40 %, aun cuando esta cifra máxima es hipotética puesto que en tramos angostos y de gradientes altas suele registrarse alto flujo de camiones. En tramos sin congestión los vehículos livianos no presentan ahorros de importancia, en cambio el ahorro para los vehículos pesados alcanza hasta el 17 %.

Las demás componentes del Costo de Operación: (Repuestos, Mantenimiento, Neumáticos y Lubricantes) varían sus ahorros de acuerdo a la tabla 6.5, cuyos porcentajes tienen, según sus autores, el respaldo de una detenida investigación:

**Tabla 6.5 AHORRO ESTIMADO EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR POR MEJORAS EN UNA VÍA**

<b>TIPO VEHICULO</b>	<b>REPUESTOS</b>	<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>NEUMÁTICOS</b>	<b>LUBRICANTES</b>
<b>Vehículos Livianos</b>	26%	15%	18%	20%
<b>Vehículos Pesados</b>	49%	30%	20%	7%

Fuente: Len y Asociados Ingenieros Consultores, (2007), “Efectos sobre los Usuarios de las Obras de Infraestructura Pública Concesionada”, Valparaíso, Chile

El ahorro medio estimado por tiempo de viaje (en minutos), siguiendo las recomendaciones de los autores chilenos en esta vía, puede resumirse en la siguiente tabla:

**Tabla 6.6 AHORRO ESTIMADO EN TIEMPO DE VIAJE POR MEJORAS EN LA VÍA FLORES**

<b>Tramo</b>	<b>Tipo Vehículo</b>	<b>Temporada Normal (Minutos)</b>	<b>Temporada Alta (Minutos)</b>
Ambato – El Arenal (49 Km.)	Livianos	3	8
	Pesados	4	10
El Arenal – Guaranda (45.2 Km.)	Livianos	3	7
	Pesados	4	10
Guaranda – Balzapamba (72.6 Km.)	Livianos	10	15
	Pesados	12	19
Balzapamba – Babahoyo (43.7 Km.)	Livianos	2	6
	Pesados	3	8

Fuente: Elaboración propia

Los Ahorros Netos son la suma de Ahorro en Costo Operación + Ahorros en Tiempo de Viaje, sin embargo, como el segundo indicador es complicado de medir y transformarlo en costo, únicamente se lo enuncia.

Otra metodología propone el Instituto Mexicano del Transporte; para el cálculo de los costos de operación, definen el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) y el IRI. Para efectos de verificar la diferencia entre los costos de operación para condiciones normales de regularidad superficial contra los de mala calidad, se definieron valores de IRI de 2.0 m/km., para una vía en buen estado y 6.0 para mal estado; y se obtuvieron factores del costo de operación base, en relación a las condiciones específicas de esta carretera, los cuales se muestran en la tabla 6.7.

**Tabla 6.7 FACTORES DEL COSTO DE OPERACIÓN BASE PARA LA VÍA FLORES**

<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>ESTADO SUPERFICIAL</b>	
	<b>IRI = 2.0</b>	<b>IRI = 6.0</b>
Vehículo Liviano	1.13	1.40
Autobús	1.25	1.52
Camión de 3 ejes	1.38	1.65

Fuente: Instituto Mexicano de Transporte (2006), “Costos de Operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano”, Querétaro, México.

Siguiendo la metodología de los mexicanos, se puede obtener la representación en gráficos como los que se muestran a modo de ejemplo en el numeral 2.1.4 de la presente investigación.

Contando con el apoyo de la información investigada en las tablas 2.3, 6.5 y 6.7, se ha calculado el valor estimado de ahorro anual que se produciría en el costo de operación de los vehículos que circulan por la Vía Flores, en el caso de que en la actualidad se tuviera un nivel de servicio aceptable, es decir con una atención permanente a la carretera:

**Tabla 6.8 AHORRO ANUAL EN COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR EN VÍA FLORES**

		VEHÍCULOS LIVIANOS		VEHÍCULOS PESADOS	
Costo medio de adquisición		13.000,00		40.000,00	
ITEM	INDICADOR	CON MANTENIMIENTO	SIN MANTENIMIENTO	CON MANTENIMIENTO	SIN MANTENIMIENTO
Combustibles	%	15%	+0%	20%	+17%
	COSTO	1.950,00	1.950,00	8.000,00	9.360,00
Llantas	%	6%	+18%	7%	+20%
	COSTO	780,00	920,40	2.800,00	3.360,00
Lubricantes y Filtros	%	2%	+20%	2%	+7%
	COSTO	260,00	312,00	800,00	856,00
Mantenimiento	%	5%	+15%	5%	+30%
	COSTO	650,00	747,50	2.000,00	2.600,00
Repuestos	%	4%	+26%	4%	+49%
	COSTO	520,00	655,20	1.600,00	2.384,00
<b>COSTOS TOTALES</b>		4.160,00	4.585,10	15.200,00	18.560,00
TPDA ACTUAL PROMEDIO		800	800	400	400
Costo Anual de Operación Vehicular		3.328.000,00	3.668.080,00	6.080.000,00	7.424.000,00
<b>Ahorro anual en C.O.V.</b>		<b>340.080,00</b>		<b>1.344.000,00</b>	

Fuente: Elaboración Propia

En resumen, el ahorro anual previsto en el costo de operación de los vehículos que circulan por esta vía, es de aproximadamente **USD 1.685.000**, con sólo mantenerla en condiciones satisfactorias.

### 6.6.5 AHORRO EN COSTOS DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

Uno de los objetivos específicos de la investigación es el de proveer de los insumos y de la información más completa posible, para que, en otra fase se proceda a modelar el deterioro de los caminos de la red vial provincial, para distintas políticas de conservación, generando así niveles de gastos en conservación por escenario de modelación. Para la determinación de dichas inversiones, se presenta los costos unitarios por tipo de obras, generalmente utilizados por las Unidades de Gestión Vial de organismos gubernamentales y seccionales que ya cuentan con dicha implementación.

A continuación se presentan los costos unitarios para caminos pavimentados (asfalto y hormigón), actualizados a junio de 2008 por la Unidad de Contrataciones de la Empresa Municipal de Transporte y Obras Públicas de Quito, EMMOP-Q, los mismos que se asume como referenciales para la presente investigación.

**Tabla 6.9 COSTOS UNITARIOS DE OPERACIONES DE CONSERVACIÓN CAMINOS PAVIMENTADOS - ASFALTO Y DOBLE TRATAMIENTO (COSTOS EN DÓLARES)**

<b>OPERACIÓN DE CONSERVACIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>
Conservación Rutinaria Promedio	Km/año	2.800,66
Sello Granular	m2	1,93
Sello Slurry Seal	m2	2,01
Bacheo	m2	13,26
Recapeo 5cm.	m2	14,96
Reconstrucción Tratamiento Superficial	m2	10,20
Reconstrucción desde Sub-base	m2	27,79
Repavimentación	m2	19,73
Ampliación a Doble Calzada	Km.	248.593,00

Fuente: Empresa Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas, Quito. Unidad de Contrataciones

**Tabla 6.10 COSTOS UNITARIOS DE OPERACIONES DE CONSERVACIÓN CAMINOS PAVIMENTADOS - HORMIGÓN (COSTOS EN DÓLARES)**

<b>OPERACIÓN DE CONSERVACIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>
Cepillado	m2	4,96
Sello Elastomérico de Juntas	m	3,66
Sello Asfáltico de Juntas	m	2,59
Reemplazo de Drenes	m	9,53
Reemplazo de Losas	m2	39,40
Conservación Rutinaria de Hormigón	Km/año	3.476,90

Fuente: Empresa Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas, Quito. Unidad de Contrataciones

Del informe de trabajos realizados en el Consejo Provincial de Pichincha en el año 2006, se extrae como referencia, los costos de varios rubros de mantenimiento vial

**Tabla Nº 6.11: COSTOS UNITARIOS DE MANTENIMIENTO DE ELEMENTOS VIALES (COSTOS EN DÓLARES)**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>
Bacheo Asfáltico	m2	15,42
Drenaje y Subdrenaje	Km.	13.425,00
Señalización Vertical	Km.	109,00
Obras Comunitarias	Glb	7.315,00
Mantenimiento Vial	Km.	3.669,00

Fuente: Gobierno de la Provincia de Pichincha, Dirección de Vialidad y Concesiones

Confirmado el hecho de que las actividades de mantenimiento rutinario y periódico, así como las de rehabilitación o reconstrucción varían según la condición de los diferentes tramos de una carretera, se ha elaborado la tabla 6.12, tomando los datos obtenidos en la figura 1.1, en las tablas 6.9 y 6.11, así como en el Anexo 1, cuadros II-91 y II-92, como ejemplos para determinar promedios de costos anuales de mantenimiento preventivo y compararlos con costos promedio anuales de obras de reparación – rehabilitación, asumiendo que se lo requerirá hacer a los 8 años de no haber sido realizada ninguna intervención, se ha determinado un ahorro estimado de **USD. 2.696.610** anuales. La demostración de la hipótesis es obvia, sin necesidad de profundizar con valores más exactos.

**Tabla 6.12 AHORRO ANUAL EN COSTOS DE MANTENIMIENTO EN LA VÍA FLORES**

ACTIVIDAD	COSTO / Km.	FRECUENCIA DE INTERVENCIÓN	COSTO / Km / AÑO	LONGITUD Km.	COSTO ANUAL VÍA FLORES
Mantenimiento Rutinario	2.600,00	1 año	2.600,00	210,00	546.000,00
Mantenimiento Periódico	44.420,00	5 años	8.884,00	210,00	1.865.640,00
Total Mantenimiento Preventivo			11.484,00	210,00	2.411.640,00
Reparación / Rehabilitación	194.600,00	8 años	24.325,00	210,00	5.108.250,00
<b>AHORRO ANUAL EN MANTENIMIENTO VÍA AMBATO - GUARANDA - BABAHOYO</b>					<b>2.696.610,00</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### **6.6.6 MODELO DE CONSIGNACIÓN DE DATOS DE INFORMACIÓN HISTÓRICA DE LAS INTERVENCIONES**

Aplicando a la vía propuesta, como modelo para elaborar un sistema de información histórica, se asume las recomendaciones del Manual de Administración de Pavimentos en Vialidades Interurbanas publicado por la Dirección General de Ordenación del Territorio de la Secretaría de Desarrollo Social de la República Mexicana y se las adapta para el caso de vías de segundo orden, a ser aplicadas en los organismos provinciales del Ecuador

El sistema se basa en la recopilación de los datos históricos de las intervenciones que ha tenido una carretera desde su construcción, en formularios que a través del tiempo servirán como insumo para incorporarlos posteriormente a programas más sofisticados, cuando las instituciones cuenten con los recursos para adquirirlos.

Se considera que, a pesar de la existencia de programas que puedan suplir con mayor capacidad y exactitud a los datos que se propone incluir en los siguientes formularios, este tipo de información es más manejable, comprensible, interpretable y al alcance de autoridades, funcionarios y empleados de diferente orientación profesional en la institución

### 6.6.6.1 FORMATOS DE SALIDA

A continuación se presenta los formatos de salida con la inclusión, en calidad de modelo, de la información referente a la Vía Flores, agrupados según el tipo de información y datos a consignar en Identificación (ID) y en Proyecto(s) y Estudios a proponer (PE) que podrían involucrar el análisis de alternativas.

Con esto se cumple el objetivo de plantear el uso de herramientas accesibles para organizar un sistema de gestión de carreteras de segundo orden, aplicable a gobiernos provinciales de diferente nivel organizacional y disponibilidad de recursos humanos, físicos y económicos.

NOMBRE DEL PROYECTO: Ambato – Guaranda – Babahoyo (Vía Flores)
<b>FORMATO ID-01: Descripción del problema:</b>
- <b>Descripción de la situación actual:</b> Vía Ambato – Guaranda – Babahoyo en diferentes estados de conservación. Tramos que están siendo atendidos con rehabilitación, otros con mantenimiento eventual, sin programación previa y tramos en proceso de destrucción debido a la ausencia de intervenciones para mantener un nivel de servicio adecuado.
- <b>Causas del problema:</b> Falta de definición de competencias a nivel institucional. Ante el fracaso de un primer intento de delegación de competencias de administración vial a la Mancomunidad de Consejos Provinciales de Tungurahua, Bolívar y Los Ríos, el MTOP ha asumido la responsabilidad de contratar la rehabilitación de algunos sectores y el mantenimiento de otros, postergando algunos de los tramos de mayor daño.
- <b>Consecuencias de no realizar acciones para solucionar el problema:</b> Deterioro acelerado de varios tramos sin mantenimiento durante algunos años. Aumento en Costos de Intervención y costos sociales y económicos a los usuarios.

NOMBRE DEL PROYECTO: Ambato – Guaranda – Babahoyo (Vía Flores)
<b>FORMATO ID- 02: POBLACIÓN Y ZONA AFECTADA POR EL PROBLEMA:</b>
<p>- <b>Planos de detalle:</b> Por lo extenso de la información, no se incluye los planos de la carretera tomada como modelo de investigación, pero se recalca la importancia de contar, para cada uno de los proyectos de una red provincial, con planos que dispongan del mayor detalle posible.</p> <p>Los estudios que reposan en los archivos de instituciones como el Ministerio de Transporte y Obras Públicas y de los Gobiernos Provinciales de Tungurahua, Bolívar y Los Ríos, servirán de punto de partida para incorporar dicha información en calidad de insumo histórico para alimentar el sistema.</p>
<p>- <b>Población y Servicios:</b> Las ciudades de Ambato, Guaranda y Babahoyo, capitales de importantes provincias del Ecuador, cuentan con todos los servicios de infraestructura básicos de una ciudad típica del Ecuador. Entre ellos: Electricidad, agua potable, alcantarillado, telecomunicación fija y móvil, seguridad, salud, defensa civil y educación.</p> <p>Las poblaciones de: Juan Benigno Vela, San José de Chimbo, San Miguel de Bolívar y Montalvo cuentan con una infraestructura aceptable; Poblados como Pilahuín, Las Guardias, Santa Lucía, Balzapamba, no cuentan con servicios completos. Además, la vía atraviesa el centro poblacional en todos los casos de poblaciones y poblados, lo cual incide en potencial peligro de accidentes. Se recomienda estudiar la posibilidad de estudiar la conveniencia de proceder con estudios para la construcción de pasos laterales.</p>
<p>- <b>Estado y Cobertura de los Servicios:</b> En general, el estado de los servicios básicos se conservan en estado aceptable en las ciudades capitales de provincia y poblaciones: En los poblados más pequeños, la infraestructura es limitada sobre todo en alcantarillado, telecomunicaciones, seguridad (policía), centros de salud y defensa civil.</p>

NOMBRE DEL PROYECTO: Ambato – Guaranda – Babahoyo (Vía Flores)		
<b>FORMATO ID- 03: CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS DE LA ZONA AFECTADA POR EL PROBLEMA</b>		
<b>- USOS DEL SUELO:</b>		
<b>USOS</b>	<b>HECTÁREAS (*)</b>	<b>%</b>
Urbana		
Agrícola		
Pecuaria		
Descanso		
Rastrojo		
Bosques		
Forestal		
Improductivo		
Otros		
<b>TOTAL</b>		<b>100.00</b>
<b>PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PRODUCTOS</b>	
Agrícola	Sierra: Maíz, trigo, cebada, papas, leguminosas, hortalizas, flores, frutas; Costa: Banano, café, cacao, caña de azúcar, arroz, frutas tropicales	
Ganadera	Bobinos, ovinos, porcinos, equinos	
Piscicultura	Peces y mariscos de agua dulce	
Forestal	Madera, derivados	
Minera		
Otros		

Nota (\*): No se encontró información precisa sobre superficie de acuerdo al uso del suelo, lo cual amerita efectuar una investigación concreta en cada proyecto. En todo caso, para efectos de implementación de un sistema de gestión vial, dicha información es irrelevante y más bien se la puede utilizar para complementar estudios sociológicos.

NOMBRE DEL PROYECTO: Ambato – Guaranda – Babahoyo (Vía Flores)		
<b>FORMATO ID- 04: CARACTERÍSTICAS ACTUALES DE LA VÍA</b>		
<b>CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS DEL CORREDOR VIAL</b>		
- Terreno plano _____ 79 ____ (% sobre la longitud total)		
- Terreno ondulado _____ 2 ____ (% sobre la longitud total)		
- Terreno montañoso _____ 19 ____ (% sobre la longitud total)		
<b>CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS</b>		
Cruza áreas geológicamente inestables Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
<b>CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS</b>		
<b>COMPONENTE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>SIN PROYECTO</b>
Longitud total de la vía	Km.	210.50
Capa de rodadura	Pavimentado Km.	210.50
	Afirmado Km.	0
	En tierra Km.	0
	Otro Km.	0
Ancho de sección	m	11.00
Ancho de calzada	m	7.00
Ancho de carril	m	3.50
Ancho de espaldones	m	2.00
Cunetas	Km.	257
Pendiente longitudinal máxima	%	12
Velocidad de operación	Km/h	70
TPDA	#	Variable (*)
Automóviles		Variable (*)
Buses		Variable (*)
Camiones		Variable (*)

Nota (\*): Al existir tramos bastante diferenciados en cuanto a la composición del tráfico, se deberá recurrir a las tablas de detalle, en este caso, a las tablas 4.1 y 4.4

NOMBRE DEL PROYECTO: Ambato – Guaranda – Babahoyo (Vía Flores)				
<b>FORMATO ID- 05: OBJETIVO DEL PROYECTO</b>				
<b>CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS DEL CORREDOR VIAL</b>				
Objetivo del proyecto: Implantar Sistema de Gestión Vial en la carretera				
Descripción del indicador No. 1 Características superficiales y estructurales de la capa de rodadura				
Descripción del indicador No. 2 Estado de los elementos constitutivos de la vía				
Descripción del indicador No. 3 Componentes de costos de Operación vehicular				
Descripción del indicador No. 4 Componentes de costos de mantenimiento vial				
<b>Indicador</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Valor actual</b>	<b>Meta</b>	<b>Periodo</b>
1	Glob.			
2	Glob.			
3	\$ / Veh. / Km			
4	\$ / Km.			

NOMBRE DEL PROYECTO:
<b>FORMATO ID- 06: RELACIÓN DEL OBJETIVO DEL PROYECTO CON LOS OBJETIVOS DE LOS PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO</b>
<p>Como parte del Sistema Andino de Carreteras se tiene los siguientes ejes troncales:</p> <p>Costa: Mataje – Maldonado – Borbón – Esmeraldas – Santo Domingo – Quevedo – Babahoyo – Guayaquil – Machala – Santa Rosa – Arenillas – Huaquillas.</p> <p>Sierra: Rumichaca – Tulcán – Ibarra – Quito – Ambato – Riobamba – Alausí – Azogues – Cuenca – Loja – Catacocha – Macará.</p> <p>Oriente: No integrable a la vía en estudio.</p> <p>Ejes Complementarios: Babahoyo – Guaranda - Ambato – Baños – Puyo; Eje Multimodal Amazónico.- Manta – Montecristi – Portoviejo – Pichincha – Velasco Ibarra – Quevedo – La Maná – Zumbahua – Pujilí – Latacunga – Ambato – Baños – Puyo – Tena – Loreto – Puerto San Francisco de Orellana - Río Napo – Río Amazonas – Puerto fluvial Manaos.</p>

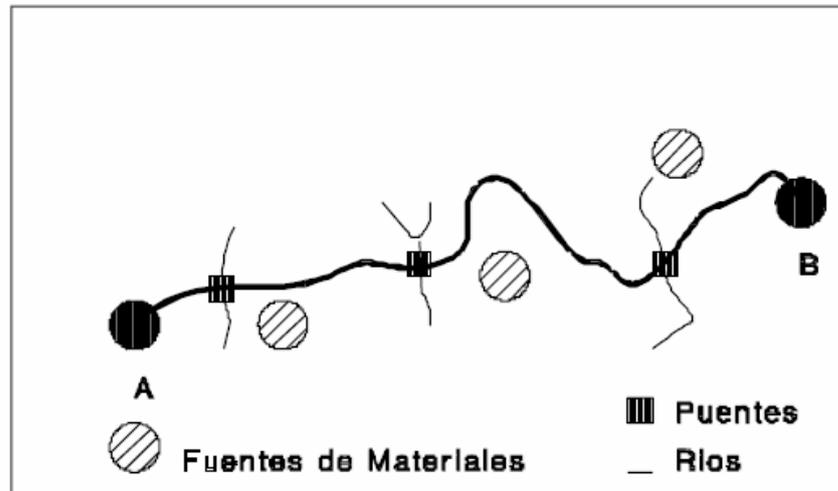
NOMBRE DEL PROYECTO: Ambato – Guaranda – Babahoyo (Vía Flores)
<b>FORMATO ID- 07: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS</b>
<p>Nombre de la alternativa No.1: Descripción de la alternativa:</p>
<p>Nombre de la alternativa No.2: Descripción de la alternativa:</p>
<p>Nombre de la alternativa No.3: Descripción de la alternativa:</p>

NOMBRE DEL PROYECTO: Ambato – Guaranda – Babahoyo (Vía Flores)

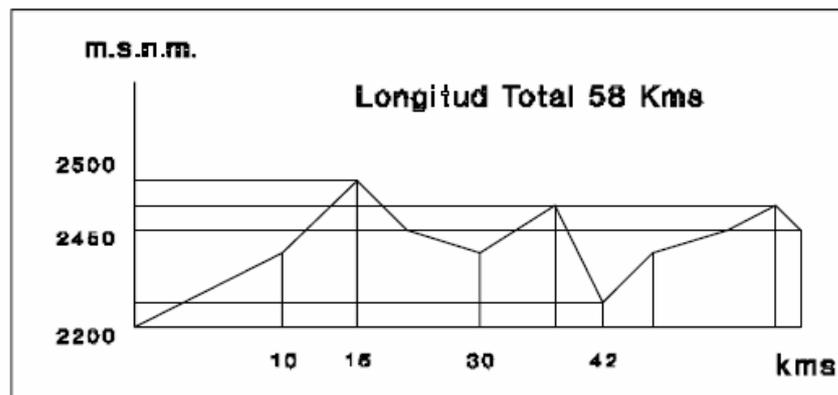
FORMATO PE - 01: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

Implantación del Sistema de Gestión Vial de la carretera Ambato – Guaranda – Babahoyo, mediante la recopilación de datos históricos, inventarios, monitoreo y planificación de un programa de intervenciones de rehabilitación y mantenimiento para conservarla en un nivel de servicio aceptable para los usuarios.

### LOCALIZACION DE LA VIA



### PERFIL LONGITUDINAL



En el Formato PE-1, de ser necesario, se realiza un análisis de alternativas, tema que se excluye de la propuesta por ser muy amplio. De todas maneras se efectúa una descripción de la alternativa seleccionada para construcción o para intervenciones posteriores, la cual debe ser lo más concreta posible, haciendo énfasis en las



NOMBRE DEL PROYECTO: Ambato – Guaranda – Babahoyo (Vía Flores)
<b>FORMATO PE - 03: ASPECTOS INSTITUCIONALES Y COMUNITARIOS</b>
<b>CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS DEL CORREDOR VIAL</b>
- Nombre algunos proyectos de esta misma naturaleza ejecutados por el ente responsable del proyecto: Ambato – Baños – Puyo; Guaranda – Catarama – Pueblo Viejo; Babahoyo - Ventanas
- Qué tipo de concertación y coordinación se ha dado o se dará entre el ente responsable del proyecto, otras instituciones involucradas y la comunidad.
- Entidad o tipo de ejecutor previsto para el proyecto: Contratistas particulares de los Gobiernos de las provincias de Tungurahua, Bolívar y Los Ríos, en los tramos de su competencia o mediante la figura de Mancomunidad
- Entidad o tipo de organización encargada de la administración del proyecto. Gobiernos de las provincias de Tungurahua, Bolívar y Los Ríos, en los tramos de su competencia o mediante la figura de Mancomunidad
- Participación de la comunidad en la ejecución y operación del proyecto: <b>Sí</b>  Actividades o aportes con los que participaría la comunidad : Microempresas para mantenimiento rutinario, con personal de la zona
- Participación de la comunidad en la veeduría del proyecto: <b>Sí</b>  - Describa las acciones programadas para la veeduría del proyecto: <b>Supervisión en campo, de apoyo al sistema de control implementado por las instituciones responsables</b>

NOMBRE DEL PROYECTO: Ambato – Guaranda – Babahoyo (Vía Flores)			
<b>FORMATO PE - 04: IMPACTOS AMBIENTALES Y PROGRAMA DE MITIGACIÓN DE LA ALTERNATIVA</b>			
<b>IMPACTO AMBIENTAL DE LA ALTERNATIVA</b>			
En la zona del problema existe (marque con X) áreas ambientales sensibles, tales como:			
Parque natural		Ciénaga, humedales	X
Santuarios de flora y fauna		Páramos	X
Reserva forestal		Cuenca en ordenamiento	
Bosques	X	Playa Marina	
Manglares		Resguardos indígenas	
Selvas	X	Zonas de interés arqueológico	X
Describa el impacto ambiental de la alternativa: problemas de drenaje; alteración de los hábitats; presencia de escombros por causa de derrumbes; inseguridad en viajes por falta de visibilidad (Vegetación en taludes); contaminación del aire (Polvo, gases); accidentes de tránsito; falta de señalización.			
<b>PROGRAMA DE MITIGACIÓN AMBIENTAL</b>			
<b>Actividad</b>		<b>Costo USD</b>	
Limpieza de alcantarillas; obras de encauzamiento			
Control de cacería y pezca; educación a la población y trabajadores			
Limpieza de derrumbes			
Agua para control de polvo; instrumentos de protección a trabajadores			
Educación Vial			
Señales de Tránsito			
Otros (Señalar)			

NOMBRE DEL PROYECTO: Ambato – Guaranda – Babahoyo (Vía Flores)									
FORMATO PE - 05: COMPONENTES Y ACTIVIDADES DE LA INVERSIÓN									
COMPONENTES Y ACTIVIDADES	U.	AÑO DEL PROYECTO / AÑO CALENDARIO						CANTIDAD TOTAL	VALOR UNITARIO
		0	1	2	3	4	5		
Estudios complementarios	Global								
Terrenos	Ha								
Movimiento de Tierras	M3								
Terraplén	M3								
Obras de Drenaje y Subdrenaje:									
Cunetas	M								
Alcantarillas	M								
Colectores	M								
Filtros	M								
Puentes No.	M								
Base	M3								
Subbase	M3								
Pavimento	M2								
Mitigación de Impacto Ambiental	Global								
Demarcación	M								
Señalización	m								
Obras varias									
Ajustes	Global								
Administración y fiscalización									
Imprevistos									

En el Formato PE-05 "COMPONENTES Y ACTIVIDADES DE LA INVERSIÓN", se consignan las cantidades y precios unitarios promedios para cada uno de los componentes básicos de ejecución del proyecto. Este cuadro será el resultado de agrupar en grandes componentes cada una de las actividades a ejecutar con el proyecto. Dicho presupuesto se debe realizar previamente y sobre éste se realizará la futura contratación de obras. El valor unitario consignado en este formato debe incluir los costos directos e indirectos del componente detallado.

NOMBRE DEL PROYECTO: Ambato – Guaranda – Babahoyo (Vía Flores)							
FORMATO PE - 06: FLUJO DE COSTOS DE INVERSIÓN							
COMPONENTES Y ACTIVIDADES	AÑO DEL PROYECTO / AÑO CALENDARIO						TOTAL EN VALOR PRESENTE
	0	1	2	3	4	5	
Estudios complementarios							
Terrenos							
Movimiento de Tierras							
Terraplén							
Obras de Drenaje y Subdrenaje: Cunetas Alcantarillas Colectores Filtros							
Puentes No.							
Base							
Subbase							
Pavimento							
Mitigación de Impacto Ambiental							
Demarcación							
Señalización							
Obras varias							
Ajustes							
Administración y fiscalización							
Imprevistos							
TOTAL							
FACTOR DE VALOR PRESENTE							
TOTAL EN VALOR PRESENTE							

En el Formato PE-06 "FLUJO DE COSTOS DE INVERSIÓN" se debe presentar el resumen de los costos de inversión del proyecto ubicándolos en el período (año) de realización de cada uno de éstos. Todos los valores monetarios se deben expresar en dólares del año en el cual se realiza el estudio, por lo tanto no deben considerarse incrementos por inflación.



NOMBRE DEL PROYECTO: Ambato – Guaranda – Babahoyo (Vía Flores) (continua)																
<b>FORMATO PE - 08: FLUJO DE COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>																
COMPONENTES Y ACTIVIDADES	AÑO DEL PROYECTO / AÑO CALENDARIO															TOTAL EN VALOR PRESEN TE
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
<b>MANTENIMIENTO RUTINARIO</b>																
<b>MANTENIMIENTO PERIÓDICO</b>																
<b>TOTAL</b>																
<b>FACTOR DE VALOR PRESENTE</b>																
<b>SUBTOTAL EN VALOR PRESENTE</b>																

En el Formato PE-08 "FLUJO DE COSTOS DEL MANTENIMIENTO" se debe presentar el resumen de los costos de operación del proyecto ubicándolos en el período (año) de realización de cada uno de estos.

NOMBRE DEL PROYECTO: Ambato – Guaranda – Babahoyo (Vía Flores)
<b>FORMATO PE - 09: BENEFICIOS DE LA ALTERNATIVA</b>
Definidas las características de la alternativa, es posible definir el tipo de beneficios que esta puede generar. Los beneficios atribuibles a la alternativa se pueden dar en dos sentidos: uno en relación a la forma como la alternativa soluciona el problema identificado; y la segunda en relación a los beneficios propios de un proyecto de infraestructura vial.
Se presenta una breve descripción de los beneficios de la alternativa. En caso que el proyecto se encuentre a nivel de prefactibilidad, factibilidad o diseño, se incluye en este formato una breve descripción y los cálculos de los beneficios.

NOMBRE DEL PROYECTO: Ambato – Guaranda – Babahoyo (Vía Flores)			
<b>FORMATO PE - 10: SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA</b>			
<b>DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR</b>	<b>ALT. 1</b>	<b>ALT. 2</b>	<b>ALT. 3</b>
a) Longitud de la alternativa (km)			
b) Total variación en el nivel productivo			
c) Total costos de inversión en valor presente			
d) Total costos de mantenimiento en valor presente			
e) Valor total del proyecto en valor presente (c)+(d)			
f) Costo promedio por kilómetro (e)/(a)			
g) Factor de Costo Anual Equivalente			
h) Costo anual equivalente del proyecto (CAE) (e)*(g)			
i) Relación nivel productivo / CAE (b)/(h)			
j) Número de personas beneficiadas			
k) Costo anual per cápita (h)/(j)			
ALTERNATIVA SELECCIONADA: JUSTIFICACIÓN:			

Por no ser motivo de la presente investigación, algunos de los formularios no han sido llenados con los datos del proyecto, pero por considerarlos importantes se los incluye como modelo.

A continuación se presenta cuatro cuadros que servirán como guía adicional para la programación y elaboración del presupuesto de mantenimiento rutinario por Kilómetro o por tramos. Los cuadros que se presentan se refieren a: Programación de Obras de Arte; Programación de obras en la estructura de la Vía; guía para la programación y elaboración del presupuesto del mantenimiento rutinario; y, guía para la programación y elaboración del presupuesto del mantenimiento periódico, tomado del método propuesto por el Instituto Mexicano de Transporte:

**CUADRO 1  
PROGRAMACION DE LAS OBRAS DE ARTE**

KM Km de la Vía	OBRAS DE DRENAJE									
	PUENTES L*H*A	PANTON L*H*A	BOX-CUL V Sec*A	BATE A L*A*e	ALCANT.(No)		CUNET A REV. MI	FILTRO M3	GAVION M3	CONCRETO M3
					36"	24"				
0-1										
1-2										
2-3										
3-4										
4-5										
5-6										
6-7										
7-8										
8-9										
9-10										
10-11										
11-12										
12-13										
14-15										

L = Luz, H = Altura, A = Ancho, MI = Metro lineal, e = Espesor, Panton < 10 MI, Rev. = Revestidas.

**CUADRO 2  
PROGRAMACION DE LA ESTRUCTURA DE LA VIA**

	KM Km de la Via								
	AFIR- MADO e=mts	AFIR- E STAB e=mts	SUB- BASE e=mts	BAS- E e=mts	IMPRI- MAC. M <sup>2</sup>	CARP- A SFAL. e=mts	CAP- R ODAD. e=mts	TRAT- SU PERF. M <sup>2</sup>	OTRO S
0-1									
1-2									
2-3									
3-4									
4-5									
5-6									
6-7									
7-8									
8-9									
9-10									
10-11									
11-12									
12-13									
14-15									
e = Espesor									

**CUADRO 3  
 GUIA PARA LA PROGRAMACION Y ELABORACION DEL PRESUPUESTO DEL  
 MANTENIMIENTO RUTINARIO**

CAPITULO				
Rocería	Ha.			
Eliminación derrumbes menores	M3			
Limpieza cunetas, zanjas, descoles	ML			
Limpieza alcantarillas	UND			
Reparación baches en afirmado	M3			
Perfilado superficie afirmado	Km			
Explotación y cargue material de afirmado	M3			
Suministro material de afirmado	M3			
Transporte material de afirmado	M3/K m			
Reparación de baches en concreto asfáltico	M3			
Riegos Asfálticos de vigorización o sello	M2			
Tratamiento Superficial con emulsión asfáltica con sello de material granular o arena	M2			
Reparaciones menores obras mampostería	M3			
Reparaciones menores obras de concreto	M3			
Defensas menores sitios críticos	M3			
Limpieza de Puentes	UND			
Reparaciones menores en tablero de puentes	GLB			
Limpieza de señales	UND			
Otras actividades				
Ajustes				
TOTAL COSTO DE OBRA				
Interventoría (Máximo 12%)				
TOTAL MANTENIMIENTO RUTINARIO				\$
COSTO PROMEDIO POR KM.				

**CUADRO 4**  
**GUIA PARA LA PROGRAMACION Y ELABORACION DEL PRESUPUESTO DEL**  
**MANTENIMIENTO PERIODICO**

CAPITULO	UND.	CAN T.	Vr, U NT	TOT AL
Rocería General	Ha			
Perfilado superficie afirmado	Km			
Reconformación de la banca	M2			
Remoción remanentes derrumbes mayores	M3			
Limpieza de cunetas y descoles	ML			
Reparación cunetas revestidas	ML			
Reparación alcantarillas D= 60 cm. (24")	ML			
Reparación alcantarillas D= 90 cm. (36")	ML			
Reconformación afirmado	M2			
Reposición de material de afirmado	M3			
Construcción de obras de drenaje menores	ML			
Construcción de obras de protección	ML			
Limpieza de alcantarillas	UND			
Reposición de Material de base granular	M3			
Imprimación	M2			
Colocación Carpeta Asfáltica	M2			
Colocación Superficie de rodadura	M2			
Tratamientos superficiales con emulsión Asfáltica con sello de material granular o arena	M2			
Reparaciones obras mampostería	M3			
Reparaciones obras de concreto	M3			
Señalización	UND			
Demarcación lineal	ML			
Otras Actividades				
Ajustes				
TOTAL OBRAS FISICAS				
Interventoría (Máximo 12%)				
TOTAL MANTENIMIENTO PERIODICO				\$
COSTO PROMEDIO POR KM.				

El Sistema de Administración debe incorporar ciertos esquemas y predicciones con respecto al futuro comportamiento del deterioro, a fin de poder estimar y obtener los

recursos económicos suficientes para atender los requerimientos de mantenimiento que se presentarán en un periodo presupuestal dado.

La necesidad de determinar el estado en que se encuentra la infraestructura vial complementaria es fundamental en la administración vial, entre las que se encuentran la señalización horizontal y vertical, taludes, vegetación obras de protección y de seguridad, acotamientos y el drenaje pluvial.

## **6.7 METODOLOGÍA. MODELO OPERATIVO**

La propuesta se desarrolla siguiendo los lineamientos generales del Plan Maestro de Vialidad del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, tomando experiencias del Plan de Gestión Vial de la provincia de Pichincha, del Manual de Administración de Pavimentos en Vialidades Urbanas publicado por la Dirección General de Ordenación del Territorio de la Secretaría de Desarrollo Social de la República Mexicana y del Manual Metodológico para la Identificación, Preparación y Evaluación de Proyectos de Construcción, Mejoramiento y Rehabilitación de Infraestructura Vial No Urbana, elaborado por el Departamento Nacional de Planeación y el Ministerio de Transporte de Colombia.

La metodología del Plan, dirigida a identificar, formular y evaluar los proyectos de construcción, mejoramiento y rehabilitación de vías, se ajusta en gran parte a los objetivos de la presente propuesta; sin embargo, debido a las limitaciones propias de la mayoría de gobiernos provinciales del país, se omiten ciertos procedimientos, pero se incorporan otros que se consideran necesarios y aplicables a la realidad de las entidades seccionales.

Para una correcta identificación del problema, la descripción de la situación actual debe considerar las características de los actores afectados y aspectos como: limitación en el transporte por deterioro en la vía; bajas condiciones de operación (altas pendientes, radios mínimos); deterioro visible de la vía que ocasionen dificultades del tránsito o daños en los vehículos; niveles de tráfico, identificando el

TPDA actual de la vía con su respectiva composición en porcentaje (%), accidentalidad vial, pérdidas en la producción por falta de acceso y otros.

El análisis de las consecuencias de no realizar acciones para solucionar el problema debe buscar determinar los efectos que se pueden originar por el inconveniente o necesidad identificado anteriormente, por ejemplo: limitación al desarrollo o producción de la zona, pérdidas de producción, deterioro de la carga, aumentos de los tiempos de viaje y costos de transporte, y otros que identifique.

El procedimiento se inicia con la recopilación de información histórica de estudios, intervenciones, inventarios, monitoreos y propuestas de gestión que ha tenido la carretera en estudio para luego ampliar el espectro de aplicabilidad a una red vial provincial.

## **6.8 ADMINISTRACIÓN**

Para la administración de la propuesta de implementación de un sistema de administración vial, se requiere de recursos económicos, humanos, técnicos y organizacionales, mismos que se exponen a continuación.

### **6.8.1 RECURSOS ECONÓMICOS**

Los Gobiernos Provinciales deben concienciarse sobre la importancia que reviste implementar y asignar recursos permanentes para contar con un sistema de gestión vial acorde a sus circunstancias y posibilidades.

### **6.8.2 RECURSOS HUMANOS Y TÉCNICOS (ESPECIALISTAS, PERSONAL DE APOYO Y EQUIPO)**

Como en todos los proyectos, en un principio es necesario que un especialista en Sistemas de Administración Vial, preferiblemente orientado al conocimiento de Pavimentos asesore a las autoridades que pretenden implantar el sistema, el que

definirá cuál es el grupo de técnicos con que debe contar el ente encargado del diseño, construcción, mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción de pavimentos e infraestructura vial complementaria, siendo el mínimo el que a continuación se menciona.

**Tabla 6.13 CUADRO DE ESPECIALISTAS PARA CONFORMACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN VIAL**

<b>No.</b>	<b>ESPECIALISTA</b>	<b>PERFIL DE REQUERIMIENTOS</b>
1	Sistemas de Administración de Pavimentos	Para la implantación del sistema, es indispensable contar con este técnico que ya haya hecho este tipo de actividades
2	Coordinador	Es personal que dirija un organismo relacionado con los pavimentos pudiendo ser el Subdirector de Obras Públicas. El tiempo a utilizar sería el 10% de su jornada
3	Ingeniero de Pavimentos	Este especialista es de tiempo completo debe tener experiencia en diseño, construcción, mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción de pavimentos
4	Ingeniero de Tráfico	Su participación es un 15% de su jornada y desarrollará la determinación del tránsito y su comportamiento presente y futuro que le servirán de base al especialista en pavimentos para la diseño y evaluación de pavimentos
5	Ingeniero Hidráulico	El apoyo que dará, es las obras de drenaje que interfieren en o debajo de la estructura de pavimento. El tiempo requerido de este técnico es de un 10%.
6	Ingeniero Geotécnico	Este especialista deberá contar con una amplia experiencia en el conocimiento de los materiales tanto del terreno natural, como de los bancos con que se construirán las capas del pavimento. El tiempo requerido es de un 20%.
7	Dibujante de Autocad	Encargado de plasmar en planos los trabajos que arroje el sistema
8	Ingeniero en Informática	Especialista responsable desde la creación de la base de datos, hasta la operación del sistema computarizado de Administración y Gestión Vial
9	Ingeniero de Costos	Técnico que determinará los costos de las acciones que se pretende ejecutar

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 6.14 CUADRO DE PERSONAL DE APOYO PARA CONFORMACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN VIAL**

<b>No.</b>	<b>PERSONAL DE APOYO</b>	<b>PERFIL DE REQUERIMIENTOS</b>
1	Técnicos de Campo (2)	Personal que recorrerá las vías para inventarios, monitoreo, auscultación y mediciones de campo
2	Técnicos de laboratorio (2)	Personal que ejecutará los ensayos de suelos y materiales que requiera el sistema
3	Técnicos en computación (2)	Personal que generará y manejará la base de datos del sistema
4	Choferes (2)	Personal que conducirá los vehículos para los recorridos

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 6.15 CUADRO DE EQUIPO MÍNIMO REQUERIDO PARA CONFORMACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN VIAL**

<b>No.</b>	<b>Equipo</b>	<b>PERFIL DE REQUERIMIENTOS</b>
1	Computadoras portátiles de campo (2)	Para colecta de datos de inventario, monitoreo, auscultación y mediciones realizadas en el campo
2	Computadoras (2)	Deberán tener gran capacidad de memoria, funcionar en gabinete y estar destinadas exclusivamente para la operación del sistema
3	Plotter (1), impresoras (2)	Impresión de planos y documentos
4	Vehículos (2)	Recomendable camionetas para transporte de personal, equipos, materiales, etc.
5	Equipos especiales de inventario, monitoreo, auscultación y medición	Dependiendo de un estudio de rentabilidad, se recomienda contratar estos servicios, lo que incluye el personal especializado.

Fuente: Elaboración Propia

Siguiendo las etapas para elaborar el Sistema, como se ha desarrollado, el proceso de planeación empieza con la determinación del universo de la red vial de la provincia a la que se le pretende implantar, siendo en una primera etapa la red vial básica de segundo orden, que presenta mayor demanda de tráfico.

Dada la enorme acumulación del mantenimiento diferido y la necesidad urgente para definir un programa de construcción, rehabilitación y mantenimiento vial, cuya implantación resultará en grandes beneficios inmediatos, tanto en términos de la conservación de la infraestructura como de ahorros a la institución y a los usuarios, el Sistema de Administración y Gestión Vial propuesto a implementar en las Provincias Ecuatorianas, para cumplir con las tareas de Proyecto de Transporte y vialidad bajo normatividad unificada, pone énfasis en la utilización de especialistas, personal de apoyo y equipo, ya que de ser instrumentado en una provincia, el procedimiento puede monitorearse al menos una vez por año.

### **6.8.3 ACCIONES DE ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN VIAL.**

Considerando la gama de responsabilidades que las autoridades locales deban contemplar en el futuro, o que puede ser requerida a atender eventualmente por razones imprevistas, se han determinado las acciones de: Construcción, Mantenimiento Preventivo, Rehabilitación, Refuerzo estructural y Reconstrucción. Las acciones a implementar, en cada una de las actividades anteriormente señaladas, son las que se denominan acciones de Gestión y Administración Vial y se utilizan en las etapas de planeación y programación con el fin de establecer los montos presupuestales para disponer de los recursos necesarios en la ejecución del volumen de trabajo calculado. Estas acciones son:

1. Evaluación periódica de la condición de la infraestructura
2. Priorización de acciones
3. Volúmenes de trabajo
4. Costos de las acciones
5. Organización y programación
6. Obtención de recursos financieros.
7. Calendario de ejecución de los trabajos
8. Trabajos por administración directa.
9. Realización y control
10. Vigilancia administrativa
11. Valoración de productos

Para el caso de los recursos humanos es importante que exista el número de técnicos con un perfil que permita atender eficientemente los requerimientos del sistema, así como su constante capacitación. También trascendental es la autenticidad de la información que se obtiene en el sitio, por lo que es necesario que los técnicos sean capacitados y entrenados adecuadamente; ya que, por ejemplo, una información de mecánica de suelos mal generada o interpretada puede provocar ya sea un subdiseño o sobrediseño; para el primer caso la infraestructura tendrá una menor vida útil y, para el segundo, costos innecesarios.

También el procesamiento de la información y la generación de la estadística correspondiente que hoy en día requiere de software y hardware, necesita de una validez de los datos que alimentarán al sistema, como también la adecuada interpretación de los resultados, por lo que deben de ser objeto de un continuo y experimentado estudio que permita un análisis por período de la eficacia de cumplimiento de los programas.

#### **6.8.4 VENTAJAS DEL SISTEMA**

Es indispensable que las Provincias del País comiencen a emplearlo realmente. El Sistema de Gestión y Administración Vial generará beneficios sociales y económicos cuando se lleven a la práctica los procesos administrativos, los estudios que éste requiere y las acciones que de él se deriven, apoyadas en presupuestos a ejercer y dando continuidad al monitoreo indicado anteriormente.

Instrumentado ofrecerá los medios necesarios para administrar eficientemente los recursos disponibles y planear, ejecutar y controlar los programas que optimicen las inversiones en la infraestructura vial; proporcionando un nivel de servicio satisfactorio a los usuarios, disminuyendo los costos de mantenimiento vial, los tiempos de recorrido, los costos de operación vehicular y el índice de accidentes.

### **6.8.5 PROPUESTA DE ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA**

La administración de un sistema como el planteado, requiere de la decisión de los gobiernos seccionales, de implementar una Dirección o Jefatura Técnica que se encargue exclusivamente de la gestión y administración de sus carreteras. Para esto, se puede apoyar en el orgánico funcional de muchas instituciones. Se ha visto aplicable el sistema de la Dirección de Planificación del MTOP, con las modificaciones que dependen de los requerimientos particulares de cada institución. Esta información se la puede encontrar en el portal informático del mencionado Ministerio.

### **6.9 PREVISIÓN DE EVALUACIÓN**

En su etapa de implementación y operación, el Sistema requerirá de evaluaciones y ajustes periódicos, por lo menos cada 2 años, sobre la base de operaciones de monitoreo, observación, inventarios y evaluaciones en el sitio y en gabinete. El comportamiento de una carretera es impredecible, por lo tanto, la gestión de una carretera no se circunscribe solamente a una planificación macro de 10 o más años. Se requiere una constante presencia, pero con la ayuda de equipos de alto rendimiento, los resultados se obtienen de manera rápida, eficaz y confiable.

## **BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS. (1999), *Jornadas sobre Auscultación y Toma de Datos para Planificación y Gestión de Carreteras*. Cáceres, España
- 2.- CAL Y MAYOR, Rafael. CÁRDENAS, James. (1995), *Ingeniería de Tránsito*. Séptima Edición. Alfaomega Grupo Editor S. A. de C.V. México, D.F.
- 3.- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, CEPAL – GTZ. (1995). *Legislación Modelo de Conservación Vial*. Naciones Unidas. Santiago de Chile.
- 4.- CRESPO DEL RÍO, Ricardo. (1997). *Métodos de Auscultación. Características Superficiales y Estructurales de Pavimentos*. Gráficas Calatrava, S.L. Madrid, España.
- 5.- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES. (2002). *Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F-2002*. Tomo I.
- 6.- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES. (2002). *Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F-2002*. Tomo II.
- 7.- MIRANDA, Juan. (2004). *Gestión de Proyectos*. Cuarta Edición. M.M. Editores. Bogotá, Colombia.
- 8.- MONTEJO, Alfonso. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Segunda Edición. Ágora Editores. Bogotá, D.C.
- 9.- NARANJO, Galo. Y otros. (2004), *Tutoría de la Investigación Científica*, Segunda Edición, Editores DIEMERINO, Quito, Ecuador

- 10.- OLIVERA, Fernando. (2001). *Estructuración de Vías Terrestres*. Cuarta reimpresión. Compañía Editorial Continental. México, D.F.
- 11.- REYES L, Freddy Alberto. (2004). *Diseño Racional de Pavimentos*. Primera Reimpresión. Digiprint Editores. Bogotá, Colombia.
- 12.- COA – L&G Asociados; MOP (2002). Plan Maestro de la Red Vial Estatal del Ecuador. Quito, Ecuador.
- 13.- INTERVAL (2004). *Jornadas Internacionales de Pavimentos*, Loja, Ecuador
- 14.- SALOMON, DELMAR. (2006). *Conservación de Pavimentos y Sistemas de Gestión de Infraestructura Vial: Conservando la Inversión del Patrimonio Vial a menor costo*. Simposio de Pavimentos. Quito, Ecuador
- 15.- TORRES, MAURICIO Ing. M.Sc. (2002). Curso “*Gestión de Infraestructura Vial*”. Quito, Ecuador.
- 16.- MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS DE LA REPÚBLICA DE PERÚ, DIRECCIÓN GENERAL DE PROGRAMACIÓN MULTIANUAL DEL SECTOR PÚBLICO (2005). *Programa de Caminos Departamentales – PCD*. Lima, Perú
- 17.- MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA, DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE AUTOMOTOR (2001). *Actualización de Costos de Transporte de Carga Año 2001*. Bogotá, Colombia.
- 18.- MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA. (2004). *Política Integral de Infraestructura Vial*. Bogotá, Colombia.
- 19.- RAMÓN C. MÁXIMO Ing. M.Sc. (2006). *Gestión de Redes Viales, Casos de Estudio*. Ambato, Ecuador

- 20.- INEXTEC Cía. Ltda. (2004). *Estudios de Factibilidad para la Delegación de Competencias a la Mancomunidad Tungurahua – Bolívar – Los Ríos*. Quito, Ecuador
- 21.- CONSORCIO GADISH – HIGHTEC. (2003). *Proyecto de Concesión “Ambato – Guaranda – Babahoyo”*. Quito, Ecuador.
- 22.- INSTITUTO MEXICANO DE TRANSPORTE. (1991) *Sistema Mexicano para la Administración de Pavimentos, Documentos Técnicos Nos. 3 y 4*. Querétaro, Qro. México.
- 23.- INSTITUTO MEXICANO DE TRANSPORTE. (2006) *Costos de Operación Base de los Vehículos representativos del Transporte Interurbano*. Querétaro, Qro. México.
- 24.- DÍAZ D., CLAUDIA. (2007). *Metodología para la Evaluación de Costos de Movilidad en el Transporte Público*. Medellín, Colombia.

Ambato, Noviembre de 2008

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1**

### **DATOS OFICIALES DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS**

La información Oficial que dispone el MTOP para consulta a nivel nacional, se resume en los siguientes cuadros:

## LONGITUDES

Cuadro No. II-58  
RED VIAL ESTATAL  
**VIA COLECTORA**  
**BABAHOYO - AMBATO E 491**  
Descripción y Longitud de los Subtramos  
- en kilómetros -  
Junio-2006

Secuencia	ID	Descripción del Subtramo	ID_RUTA	Provincia	Longitud (Km)
1	128	AMBATO, DE HUACHI CHICO - SANTA ROSA	E491	Tungurahua	5,56
2	129	SANTA ROSA - J.B.VELA	E491	Tungurahua	4,42
3	130	J.B.VELA - PILAHUIN	E491	Tungurahua	8,86
4	5476	PILAHUIN - LA CRUZ DEL ARENAL	E491	Tungurahua	45,44
5	3055	INTERSEC. ARENAL REFUGIO - SALIDA DE GUANUJO HACIA GUARANDA	E491	Bolívar	25,26
6	3056	SALIDA DE GUANUJO HACIA GUARANDA - GUARANDA	E491	Bolívar	2,95
7	102	ZONA URBANA DE GUARANDA	E491	Bolívar	3,05
8	99	GUARANDA - DESVIO A SANTA FE	E491	Bolívar	1,99
9	110	DESVIO A SANTA FE - CHIMBO	E491	Bolívar	11,12
10	101	ZONA URBANA DE CHIMBO	E491	Bolívar	1,51
11	103	CHIMBO - SAN MIGUEL	E491	Bolívar	4,37
12	104	ZONA URBANA DE SAN MIGUEL	E491	Bolívar	0,86
13	105	SAN MIGUEL - ENTRADA SAN PABLO	E491	Bolívar	16,84
14	106	ENTRADA SAN PABLO - DESVIO A BILOVAN	E491	Bolívar	3,42
15	107	DESVIO A BILOVAN - LAS GUARDIAS	E491	Bolívar	7,33
16	108	LAS GUARDIAS - DESVIO AL TORNEADO, LA MAGDALENA	E491	Bolívar	21,91
17	122	DESVIO A LA MAGDALENA, AL TORNEADO - BALZAPAMBA	E491	Bolívar	0,97
18	124	BALZAPAMBA - EL LIMON (IGLESIA SANTA MARIANITA)	E491	Bolívar	6,99
19	63	MONTALVO - EL LIMON	E491	Los Rios	6,65
20	62	PALMAR, A BELDACO - MONTALVO	E491	Los Rios	20,26
21	60	BABAHOYO - PALMAR, A BELDACO	E491	Los Rios	12,37
<b>TOTAL RUTA E 491</b>					<b>212,11</b>

**NOTA:** Datos sujetos a revisión.

**FUENTE:** MOP, Subproceso de Planificación Institucional.

**ELABORACION:** MOP, Proceso Asesor de Planificación-Estadística

## TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL 2004 (TPDA)

DESCRIPCION	Ruta	Lon gt.	Livi ano	Bus	Pesa dos	Total
-------------	------	------------	-------------	-----	-------------	-------

### PROVINCIA: BOLIVAR

ARENAL REFUGIO - SALIDA DE GUANUJO HACIA GUARANDA	E491	25,26	1328	291	337	1.956
SALIDA DE GUANUJO HACIA GUARANDA - GUARANDA	E491	2,95	1328	291	337	1.956
ZONA URBANA DE GUARANDA	E491	3,05	1219	268	309	1.795
GUARANDA - DESVIO A SANTA FE	E491	1,99	1219	268	309	1.795
DESVIO A SANTA FE - CHIMBO	E491	11,11	1219	268	309	1.795
ZONA URBANA DE CHIMBO	E491	1,51	1219	268	309	1.795
CHIMBO - SAN MIGUEL	E491	4,37	1219	268	309	1.795
ZONA URBANA DE SAN MIGUEL	E491	0,86	1219	268	309	1.795
SAN MIGUEL - ENTRADA SAN PABLO	E491	16,83	1219	268	309	1.795
ENTRADA SAN PABLO - DESVIO A BILOVAN	E491	3,42	1219	268	309	1.795
DESVIO A BILOVAN - LAS GUARDIAS	E491	7,33	766	169	195	1.129
LAS GUARDIAS - DESVIO AL TORNEADO, LA MAGDALENA	E491	21,91	657	144	166	967
DESVIO A LA MAGDALENA, AL TORNEADO - BALZAPAMBA	E491	0,97	657	144	166	967
BALZAPAMBA - EL LIMON (IGLESIA SANTA MARIANITA)	E491	6,99	657	144	166	967

### PROVINCIA: LOS RIOS

MONTALVO - EL LIMON	E491	6,65	968	286	440	1.694
PALMAR, A BELDACO - MONTALVO	E491	20,26	968	286	440	1.694
BABAHOYO - PALMAR, A BELDACO	E491	12,37	968	286	440	1.694

### PROVINCIA: TUNGURAHUA

AMBATO, DE HUACHI CHICO - SANTA ROSA	E491	5,56	2664	404	973	4.041
SANTA ROSA - J.B.VELA	E491	4,42	1328	291	336	1.955
J.B.VELA - PILAHUIN	E491	8,86	1328	291	336	1.955
PILAHUIN - LA CRUZ DEL ARENAL	E491	45,44	1328	291	336	1.955

NOTA: Datos sujetos a revisión.

FUENTE: MOP, Subproceso de Planificación Institucional.

ELABORACION: MOP, Proceso Asesor de Planificación-Estadística

## COSTOS

Cuadro No. II-88  
**Costo promedio de Repavimentacion de Espaldones por Kilómetro  
Para un Metro de Ancho**  
(en miles de dolares)

jun-06

<b>COSTOS</b>	<b>Pavimento Carpeta Asfaltica</b>	<b>Trat. Superficial Bituminoso</b>	<b>Grava</b>	<b>Tierra</b>
<b>COSTOS FINANCIERO</b>	9,12	2,72	0,28	0,19
<b>COSTO ECONOMICO</b>	8,57	2,56	0,27	0,18

**NOTA:** Costos Económicos = costos sin impuestos

Costos Financieros = costos incluyen impuestos

**FUENTE:** MOP, Subproceso de Planificación Institucional.

**ELABORACION:** MOP, Proceso Asesor de Planificacion-Estadística

Cuadro No. II-90  
**Costo de Construcción de Carreteras**  
 En miles de dolares por Km.

jun-06

N.	Tipo de Terreno	Descripción	Costos	
			Financiero	Económico
1	LLANO	Autopista 6 carriles	2.431,72	2.285,82
2	LLANO	Autopista 4 carriles	1.789,87	1.691,57
3	LLANO	I ; 2 Carriles (Carp.Asfalt)	868,95	822,01
4	LLANO	II ; 2 Carriles (Carp.Asfalt)	778,22	736,72
5	LLANO	III ; 2 Carriles (Carp.Asfalt)	643,85	609,86
6	LLANO	III ; 2 Carriles (DTSB)	609,11	572,58
7	LLANO	IV ; CV-7 (DTSB)	364,67	342,80
8	LLANO	IV ; CV-6 (Grava)	272,61	260,18
9	LLANO	IV ; CV-5 (Grava)	220,30	210,39
10	LLANO	IV ; CV-5E (Empedrado)	194,45	182,78
11	LLANO	V ; Tipo - 4 (Grava)	124,96	120,19
12	LLANO	V ; Tipo - 4E (Empedrado)	102,91	99,46
13	ONDULADO	Autopista 6 carriles	2.898,34	2.724,43
14	ONDULADO	Autopista 4 carriles	2.211,09	2.078,43
15	ONDULADO	I ; 2 Carriles (Carp.Asfalt)	922,95	867,57
16	ONDULADO	II ; 2 Carriles (Carp.Asfalt)	820,80	771,56
17	ONDULADO	III ; 2 Carriles (Carp.Asfalt)	618,77	581,65
18	ONDULADO	III ; 2 Carriles (DTSB)	604,08	567,84
19	ONDULADO	IV ; CV-7 (DTSB)	396,49	372,71
20	ONDULADO	IV ; CV-6 (GRAVA)	281,62	264,72
21	ONDULADO	IV ; CV-5 (GRAVA)	224,17	210,72
22	ONDULADO	IV ; CV-5E (Empedrado)	197,88	186,01
23	ONDULADO	V ; Tipo- 4 (Grava)	135,55	127,42
24	ONDULADO	V ; Tipo - 4E (Empedrado)	113,51	106,70
25	MONTAÑOSO	Autopista 6 carriles	3.442,43	3.235,88
26	MONTAÑOSO	Autopista 4 carriles	2.474,64	2.326,17
27	MONTAÑOSO	I ; 3 Carriles (Carp.Asfalt)	1.309,03	1.230,49
28	MONTAÑOSO	I ; 3 Carriles (Carp.Asfalt)	1.185,84	1.114,69
29	MONTAÑOSO	I ; 2 Carriles (Carp.Asfalt)	977,36	918,72
30	MONTAÑOSO	II ; 2 Carriles (Carp. Asfalt)	839,08	788,74
31	MONTAÑOSO	III ; 2 Carriles (Carp. Asfalt)	847,49	796,64
32	MONTAÑOSO	III ; 2 Carriles (DTSB)	822,73	773,37
33	MONTAÑOSO	IV ; CV-7 (DTSB)	418,06	392,97
34	MONTAÑOSO	IV ; CV-6 (GRAVA)	323,97	304,53
35	MONTAÑOSO	IV ; CV-5 (GRAVA)	250,06	235,06
36	MONTAÑOSO	IV ; CV-5E (Empedrado)	223,78	220,62
37	MONTAÑOSO	V ; Tipo- 4 (Grava)	163,43	153,63
38	MONTAÑOSO	V ; Tipo - 4E (Empedrado)	141,38	132,90

**NOTA:** Costos Económicos = costos sin impuestos; Costos Financieros= incluyen Impuestos

**FUENTE:** MOP, Subproceso de Planificación Institucional.

**ELABORACION:** MOP, Proceso Asesor de Planificación-Estadística

CUADRO No. II-91  
**Costos de Repavimentación de la Carretera  
 por Kilometros**

(En miles de dolares-Km.)  
 jun-06

<b>Tipo de Terreno: LLANO</b>						
Clase de Carretera	Carpeta Asfáltica		DTSB		Grava	
	Costos		Costos		Costos	
	Financieros	Economicos	Financieros	Economicos	Financieros	Economicos
AUTOPISTA 6 CARRILES	241,27	226,80	-	-	196,41	184,62
AUTOPISTA 4 CARRILES	184,27	173,22	-	-	152,29	143,16
I ; 2 Carriles (C.A)	79,57	74,80	-	-	88,51	83,20
II ; 2 Carriles (C.A.)	55,22	51,91	-	-	87,63	82,38
III ; 2 Carriles (C.A)	48,75	45,82	-	-	77,96	73,28
III ; 2 Carriles (D.T.S.B.)	-	-	33,18	31,19	77,96	73,28
IV ; CV-7 (D.T.S.B.)	-	-	20,23	19,01	44,42	41,75
IV ; CV-6 (Grava)	-	-	-	-	40,73	38,28
IV ; CV-5 (Grava)	-	-	-	-	38,08	35,79
IV ; CV-5E (Empedrado)	-	-	-	-	-	-
V ; Tipo - 4 ( Grava)	-	-	-	-	27,50	25,85
V ; Tipo - 4E (Empedrado)	-	-	-	-	-	-

<b>Tipo de Terreno: ONDULADO</b>						
AUTOPISTA 6 CARRILES	241,27	226,80	-	-	196,41	184,62
AUTOPISTA 4 CARRILES	184,27	173,22	-	-	152,29	143,16
I ; 2 Carriles (C.A)	79,63	74,86	-	-	88,51	83,20
II ; 2 Carriles (C.A.)	55,42	52,09	-	-	87,63	82,38
III ; 2 Carriles (C.A)	40,41	38,00	-	-	65,87	61,92
III ; 2 Carriles (D.T.S.B.)	-	-	40,41	38,00	65,87	61,92
IV ; CV-7 (D.T.S.B.)	-	-	20,23	19,01	44,42	41,75
IV ; CV-6 (Grava)	-	-	-	-	24,09	22,64
IV ; CV-5 (Grava)	-	-	-	-	38,08	35,79
IV ; CV-5E (Empedrado)	-	-	-	-	0,00	0,00
V ; Tipo - 4 ( Grava)	-	-	-	-	27,50	25,85
V ; Tipo - 4E (Empedrado)	-	-	-	-	-	-

<b>Tipo de Terreno: MONTAÑOSO</b>						
AUTOPISTA 6 CARRILES	241,20	226,80	-	-	196,41	184,62
AUTOPISTA 4 CARRILES	184,27	173,22	-	-	152,29	143,16
I ; 3 Carriles (C.A)	124,93	117,43	-	-	103,95	97,71
II ; 3 Carriles (C.A.)	67,46	63,42	-	-	75,54	71,01
I ; 2 Carriles (C.A)	74,70	70,22	-	-	81,58	76,69
II ; 2 Carriles (C.A)	55,16	51,85	-	-	75,54	71,01
III ; 2 Carriles (C.A)	36,25	34,08	-	-	59,83	56,24
III ; 2 Carriles (DTSB)	-	-	24,67	23,19	59,83	56,24
IV ; CV-7 (DTBS)	-	-	20,42	19,20	44,42	41,75
IV ; CV-6 (Grava)	-	-	-	-	40,73	38,28
IV ; CV-5 ( Grava)	-	-	-	-	38,08	35,79
IV ; CV-5E (Empedrado)	-	-	-	-	0,00	0,00
V ; Tipo - 4 (Grava)	-	-	-	-	30,56	25,85
V ; Tipo - 4E (Empedrado)	-	-	-	-	-	-

Cuadro No. II-92  
**Costo de Mantenimiento Rutinario en Corredor Arterial  
 por número de carriles y tipo de superficie**

En miles de dolares  
 jun-06

CODIGO	ACTIVIDAD	DATO DEL INVENTARIO		NORMA DE CANTIDAD		CANTIDAD DE TRABAJO		Costos	
								UNITARIO	TOTAL
MR-111	BACHEO ASFALTICO MENOR	1482,66	C-Km	1,00	M3/C-Km	1.482,66	M3	91,8	136108,19
MR-112	SELLADO DE FISURAS SUPERFICIALES	1482,66	C-Km	100,00	M/C-Km	148.266,00	M	0,15	22239,9
MR-113	BACHEO ASFALTICO MAYOR	1482,66	C-Km	1,00	M3/C-Km	1.482,66	M3	112,2	166354,45
MR-114	BACHEO DE LASTRE A MANO	0,00	Km	0,00	M3/-Km	0,00	M3	9,18	0,00
MR-115	BACHEO DE LASTRE A MAQUINA	0,00	Km	0,00	M3/-Km	0,00	M3	15,30	0,00
MR-116	RECONF. RASANTE CON MOTONIV. S/E	0,00	Km	0,00	Veces/Km	0,00	Km	367,20	0,00
MR-117	RECONF. RASANTE CON MOTONIV. C/E	0,00	Km	0,00	Veces/Km	0,00	Km	881,28	0,00
MR-118	MANTENIMIENTO DE ESPALD.DE GRAVA	0,00	Km	0,00	M3/Km	0,00	M3	15,30	0,00
MR-121	LIMPIEZA DE CUNETAS CON MOTONIV	741,33	Km	5,00	M3/-Km	3.706,65	M3	0,62	2298,12
MR-122	LIMPIEZA DE CUNETAS A MANO	741,33	Km	3,00	M3/-Km	2.223,99	M3	3,63	8073,08
MR-123	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	2223,99	U	2,00	M3/U	4.447,98	M3	8,42	37451,99
MR-124	INSPECCION DE PUENTES	20,00	U	4,00	Veces/U	80,00	U	96,25	7700
MR-131	ROZA A MANO	74,13	Ha	3,00	Veces/Ha	222,40	Ha	377,57	83971,19
MR-132	ROZA A MAQUINA	74,13	Ha	2,00	Veces/Ha	148,27	Ha	94,39	13994,83
MR-133	MANTTO. DE SEÑALIZACION VERTICAL	2.224,00	U	3,00	Veces/U	6.672,00	U	38,39	256138,08
MR-134	MANTTO. DE SEÑALIZACION HORIZONTAL	741,33	Km	20,00	M/Km	14.826,60	M	0,39	5782,37
ME-311	LIMPIEZA DE DERUMBES A MAQUINA	185,33	Km	10,00	M3/Km	1.853,33	M3	1,51	2798,52
ME-312	LIMPIEZA DE DERUMBES A MANO	185,33	Km	5,00	M3/Km	926,66	M3	3,88	3595,46
ME-313	REPOSICION DE RELLENOS	74,13	Km	5,00	M3/Km	370,67	M3	5,45	2020,12
MM-431	TRABAJOS EN HORMIGON	74,13	Km	10,00	M3/Km	741,33	M3	104,97	77817,41
MM-432	TRABAJOS EN GAVIONES	74,13	Km	5,00	M3/Km	370,67	M3	40,8	15123,13
MM-433	COLOCACION DE NUEVA TUBERIA	7,41	M	0,50	M/Km	3,71	M3	209,1	775,06
<b>COSTO FINANCIERO TOTAL DEL PROYECTO en dolares USA \$</b>									<b>842.241,91</b>
<b>COSTO ECONOMICO TOTAL DEL PROYECTO en dolares USA \$</b>									<b>732.750,46</b>
<b>COSTO FINANCIERO Km - AÑO en dolares USA \$</b>									<b>1.136,12</b>
<b>COSTO ECONOMICO Km - AÑO en dolares USA \$</b>									<b>938,43</b>

**NOMBRE DE LA CARRETERA :** Via de la Red Estatal

**CLASE :** CORREDOR ARTERIAL

**LONGITUD :** 741,33 Km

**TIPO :** PAVIMENTADA

Cuadro No. II-93

**Costo de Mantenimiento Rutinario en Corredor Arterial**

En miles de dolares

jun-06

CODIGO	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD DE TRABAJO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
MR-11	BACHEO ASFALTICO MENOR SELLADO DE FISURAS	M3	1,50	11,22	16,83
MR-112	SUPERFICIALES	M2	360,00	0,20	72,00
MR-113	BACHEO ASFALTICO MAYOR	M3	2,00	132,60	265,20
MR-114	BACHEO DE LASTRE A MANO	M3	15,00	9,18	137,70
MR-115	BACHEO DE LASTRE A MAQUINA	M3	14,00	15,30	214,20
MR-116	RECONF. RASANTE CON MOTONIV. S/E	M2	1.800,00	0,05	90,00
MR-117	RECONF. RASANTE CON MOTONIV. C/E	M2	1.800,00	0,12	216,00
MR-121	LIMPIEZA DE CUNETAS CON MOTONIV	M3	50,00	1,12	56,00
MR-122	LIMPIEZA DE CUNETAS A MANO	M3	50,00	3,28	164,00
MR-123	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	M3	5,00	11,22	56,10
MR-124	INSPECCION DE PUENTES	U	1,00	61,20	61,20
MR-131	ROZA A MANO	HA	0,50	1.120,00	560,00
MR-132	ROZA A MAQUINA	HA	0,25	204,00	51,00
MR-133	MANTTO. DE SEÑALIZACION VERTICAL	U	5,00	61,20	306,00
ME-311	LIMPIEZA DE DERUMBES A MAQUINA	M3	20,00	1,51	30,20
ME-312	LIMPIEZA DE DERUMBES A MANO	M3	5,00	3,88	19,40
ME-313	REPOSICION DE RELLENOS	M3	5,00	5,45	27,25
MM-431	TRABAJOS EN HORMIGON	M3	0,20	129,54	25,91
MM-432	TRABAJOS EN GAVIONES	M3	0,20	40,80	8,16
MM-433	COLOCACION DE NUEVA TUBERIA	M	0,06	209,10	12,55
<b>COSTO FINANCIERO TOTAL Km-AÑO en dolares USA</b>					<b>2.389,69</b>
<b>COSTO ECONOMICO TOTAL Km AÑO en dolares USA</b>					<b>2.079,03</b>
<b>COSTO FINANCIERO TOTAL PROYECTO en dolares USA \$</b>					<b>1.403.467,29</b>
<b>COSTO ECONOMICO TOTALPROYECTO en dolares USA \$</b>					<b>1.221.016,54</b>

**NOMBRE DE LA CARRETERA :** Via de la Red Estatal

**CLASE :** CORREDOR ARTERIAL

**LONGITUD :** 587,3 Km

**TIPO :** PAVIMENTO- LASTRE

**TRAMO :** TODO EL CORREDOR

**LONGITUD DEL ESTUDIO :** 587,3 Km

**FUENTE:** MOP, Subproceso de Planificación Institucional.

**ELABORACION:** MOP, Proceso Asesor de Planificación- Estadística