

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CÁLCULO DE LOS FACTORES DE MAYORACIÓN DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA) PARTIENDO DE LA INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DEL TRAMO DE LA CARRETERA DEL GRUPO N 2: ALÓAG-LATACUNGA-AMBATO-RIOBAMBA CONCESIONADO A PANAVIAL Y A MEDICIONES DE TRÁFICO EN ESTACIONES INTERMEDIAS.**

**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**ELABORADO POR:**

**GALO JAVIER MORENO ARMIJOS**

**SANGOLQUÍ, OCTUBRE DEL 2007**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr.

Galo Javier Moreno Armijos como requerimiento parcial a la obtención del título de  
Ingeniero Civil

Noviembre del 2007

---

**MSc. ING. RODRIGO HERRERA  
DIRECTOR**

---

**MSc. ING. EDUARDO CARRIÓN  
CODIRECTOR**

REVISADO POR

---

**MSc. ING. JORGE ZUNIGA GALLEGOS  
RESPONSABLE ACADEMICO**

## **RESUMEN**

El proyecto realizado contiene el cálculo de los factores de crecimiento de la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba en base a los registros históricos de la población, parque automotor y consumo de combustibles así como de la información estadística procesada de las estaciones de peaje de Machachi, Panzaleo y San Andrés.

En base a esta información y a la información estructural existente se realiza diseños periodificados por tramos de espesores de pavimento de base asfáltica y carpeta de concreto asfáltico, para rehabilitar el pavimento hasta el año 2032.

Además es necesario anotar que este trabajo cuenta con información de tablas de datos estadísticos históricos ordenados completos y el estudio de la operación y funcionamiento de las estaciones de peaje que funcionan en esta carretera.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pags
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES	
Resumen	1
1.1. Introducción	2
1.2 Objetivo General	7
1.3 Objetivos Específicos	8
1.4 Importancia de la Ingeniería de Tráfico	9
1.5 Sistemas de Transporte	11
1.6 Factores que intervienen en el problema de tráfico	18
CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA	
2.1 Definiciones	21
2.2 Determinación de Volúmenes de Tráfico	24
2.3 Conteos de Tráfico	24
2.3.1 Objetivo de las mediciones de tráfico	24
2.3.2 Conteos manuales	25
2.3.3 Conteos automáticos	27
2.3.4 Conteos desde un vehículo	31
2.3.5 Fotografía	32
2.4 Capacidad de las vías	33
2.4.1 Capacidad	33
2.4.2 Tipos de capacidad	34
2.4.3 Capacidad en condiciones de circulación continua o ininterrumpida	35

2.4.4	Capacidad en caso de circulación discontinua o intermitente	37
2.4.5	Capacidad de carreteras	38
2.5	Pronósticos de Tráfico	41
2.5.1	Prognosis del tráfico	41
2.5.2	Factores que condicionan la evolución del tráfico	41
2.5.3	Estudios de prognosis de tráfico	43
2.5.4	Métodos generales para la prognosis de tráfico	44
2.5.5	Métodos simplificados para la prognosis de tráfico	44

### CAPITULO III: SISTEMAS DE CONTEO Y CÁLCULO DEL TRÁFICO

3.1	Funcionamiento del sistema de cobro de peaje	47
3.1.1	Descripción del funcionamiento del sistema de cobro	51
3.1.1.1	Sistema preclasificado	52
3.1.1.2	Componentes del sistema de control de tránsito.	54
3.2	Sistema de funcionamiento y operación de las estaciones de peaje	58
3.2.1	Operación automática.	58
3.2.2	Operación manual.	59
3.2.3	Descripción de los datos registrados en el monitor	59
3.2.4	Corte de turno	63
3.2.5	Procedimiento de cobro	64
3.2.5.1	Operación manual	66
3.2.5.1.1	Como usar el teclado para la operación en modo manual.	67
3.2.6	Errores más comunes del equipo y como resolverlos.	68
3.2.6.1	Reclasificación	68
3.2.6.2	Balanceo	70

3.2.6 .3 Tratamiento de remolques y ejes adicionales.	71
3.2.7 Término de actividades para cajeros	71
3.2.8 Labores de auditoria	71
3.2.9 Costos actuales para circular por la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba concesionada a PANAVAL (2007).	74
3.3 conteos de tráfico en subtramos	75
3.3.1 Estacion 1; sector La Avanzada (km 7+000)	76
3.3.2 Estación 2: sector Cunchibamba (km 81+400)	78
3.3.3 Estación 3: sector Cabañas Del Bosque (km 149+600.)	80
3.3.4 Registros totales de conteos diarios por horas	81
3.4 Factores de cálculo de corrección del tráfico: diario, semanal, mensual.	82
3.4.1 Factores horarios	83
3.4.2 Factores diarios	84
3.4.3 Factores mensuales	84
3.4.4 Tráfico promedio diario	85
3.4.5 Ejemplo de aplicación de los factores de ajuste	85
3.4.6 Complemento de las tablas de conteos para las horas no contadas por medio de los factores (porcentajes), obtenidos de los registros históricos.	88
3.4.7 Presentación de tablas referentes a los conteos	89
 <b>CAPITULO IV: CODIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN</b>	
4.1 Recopilación de la información obtenida por el MOP.	104
4.2 Ordenamiento de la información.	105
4.3 Elaboración de tablas y datos históricos	122

## CAPITULO V: PROCESOS TEÓRICOS Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS

5.1 Obtención de los factores de mayoración.	141
5.1.1 Factores de mayoración en función de la población y parque automotor por provincias.	141
5.1.2 Metodología general para el cálculo de los factores de mayoración de la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba.	143
5.2 Cálculos de los factores de mayoración.	145
5.2.1 Cálculos de los factores de mayoración en función de la población y parque automotor por provincias.	145
5.2.2 Factores de mayoración de la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba.	146
5.3 Cálculo de TPDA por tramos.	150
5.4 Presentación de resultados de datos de tráfico por tramos viales.	151

## CAPITULO VI: PLAN DE MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS.

6.1 Estructura de los pavimentos	180
6.1.1 Pavimento	180
6.1.2 Características que debe reunir un pavimento	182
6.1.3 Clasificación de los pavimentos	182
6.1.3.1 Pavimentos flexibles	183
6.1.3.2 Pavimentos semi- rígidos	183
6.1.3.3 Pavimentos rígidos	183
6.1.3.3 Pavimentos articulados	184
6.1.4 Estructura del pavimento	184

6.1.4.1 Superficie de rodamiento	184
6.1.4.2 Base granular	185
6.1.4.3 Subbase	185
6.1.5 Estructura del pavimento de la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba	185
6.2 Establecimiento de la condición del pavimento	186
6.2.1 Tipos de fallas en los pavimentos	187
6.2.1.1 Fallas estructurales	187
6.2.1.2 Fallas de superficie	187
6.2.2 Parámetros que establecen la condición del pavimento.	187
6.2.2.1 Condicion presente del pavimento (PCI)	187
6.2.1.2 Índice de serviciavilidad presente (PSI)	188
6.2.1.3 Índice de rugosidad internacional (IRI)	189
6.2.2 Establecimiento de la condición del pavimento del proyecto.	189
6.2.2.1 Pérdida de serviciabilidad ( $\Delta$ PSI)	189
6.3 Capacidad de pavimentos	190
6.3.1 Funciones generales de los constituyentes del pavimento en su capacidad	190
6.3.1.1 La Subrasante	190
6.3.1.2 Estructura del pavimento	191
6.3.1.3 Superficie de rodadura	191
6.3.2 Evaluacion estructural no destructiva	193
6.3.3 Refuerzo del pavimento	196
6.4 Influencia del pronóstico del tráfico en la rehabilitación de pavimentos	196
6.4.1 El tráfico en el diseño de pavimentos	196
6.4.2 Procedimiento para la determinación del tránsito de diseño	196



6.4.2.1 Factor camión	197
6.4.3 Determinación del número de ejes equivalentes acumulados	198
6.5 Diseño del refuerzo del pavimento	203
6.5.1 Obtención del espesor de refuerzo.	203
6.5.2 Análisis de fatiga de la carpeta asfáltica y deformaciones plásticas de la subrasante.	213
6.5.3 Costos de la rehabilitación del pavimento	220
 <b>CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
7.1 Conclusiones	229
7.2 Recomendaciones	232
Bibliografía	234
Anexos	236

# **CAPITULO I**

## **ASPECTOS GENERALES**

### **RESUMEN**

El proyecto realizado contiene el cálculo de los factores de crecimiento de la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba en base a los registros históricos de la población, parque automotor y consumo de combustibles así como de la información estadística procesada de las estaciones de peaje de Machachi, Panzaleo y San Andrés.

En base a esta información y a la información estructural existente se realiza diseños periodificados por tramos de espesores de pavimento de base asfáltica y carpeta de concreto asfáltico, para rehabilitar el pavimento hasta el año 2032.

Además es necesario anotar que este trabajo cuenta con información de tablas de datos estadísticos históricos ordenados completos y el estudio de la operación y funcionamiento de las estaciones de peaje que funcionan en esta carretera.

## 1.1. Introducción

Los medios físicos y estáticos del tránsito, tales como las carreteras, las calles, las intersecciones, las terminales, etc., están sujetos a ser solicitados y cargados por volúmenes de tránsito, los cuales poseen características espaciales (ocupan un lugar) y temporales (consumen tiempo). Las distribuciones espaciales de los volúmenes de tránsito, generalmente resultan del deseo de las personas de efectuar viajes entre determinados orígenes y destinos, llenando así una serie de satisfacciones y oportunidades ofrecidas por el medio ambiente circundante. Las distribuciones temporales de los volúmenes de tránsito son el producto de los estilos y formas de vida que hacen que la gente siga determinados patrones de viaje basados en el tiempo, realizando sus desplazamientos durante ciertas épocas del año, en determinados días de la semana o en horas específicas del día.

Al proyectar una carretera o calle, la selección del tipo de vías, las intersecciones, los accesos y los servicios, dependen fundamentalmente del volumen de tránsito o demanda que circulará durante un intervalo de tiempo dado, de su variación, de su tasa de crecimiento y de su composición. Los errores que se cometan en la determinación de estos datos, ocasionará que la carretera o calle funcione durante el período del proyecto, bien, con volúmenes de tráfico muy inferiores a aquellos para los que se proyectó o en caso contrario, se registran problemas de congestión por volúmenes de tránsito altos, muy superiores a los proyectados.

El trazado de caminos ha permitido la unión de pueblos, desarrollar e incrementar sus actividades de comunicación cultural y comercial, en diversos medios de comunicación obteniendo beneficios en cuanto a sus niveles de vida y de ingresos.

En los últimos años el medio de transporte terrestre más común ha sido el vehículo automotor cuyo aumento ha sido entendido por el hombre como un beneficio por cuanto se ha preocupado en mejorar las condiciones para que este medio de transporte pueda cumplir de mejor manera su función de transportar.

La importancia de la investigación de un preciso y adecuado crecimiento del tráfico en una carretera radica en su adecuado planeamiento en cuanto a la distribución futura del tráfico, así como de posibles variantes en el diseño geométrico de la carretera o también como es el caso de esta investigación proponer un buen plan de rehabilitación de pavimentos que pueda soportar dicho tráfico en los años para los cuales se ha previsto esta rehabilitación.

Esto conllevará a mantener un transporte de personas y mercancías seguro, conveniente y económico, lo que es bueno ya que el transporte ha desempeñado un papel muy importante en el desarrollo de las comunidades a las que sirve.

La importancia a nivel nacional del tramo de la Panamericana Sur en estudio, es grande puesto que es una carretera que enlaza a la provincia de Pichincha, en donde se encuentra la capital de la República del Ecuador, con las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, cuyas actividades productivas son principalmente de carácter agrícola, transporte de pasajeros y turística.

La sección transversal de una carretera y el número de carriles que en ella se incluyan depende de los volúmenes de tránsito estimados dentro de la vida económica del mismo. Las dimensiones de la sección transversal que incluyen los anchos de carriles, y bordillos, es el principal parámetro que determinará la capacidad de la vía.

Estos dos parámetros Capacidad y Volúmenes de Tráfico nos permite definir un nivel de servicio que nos posibilita conocer el grado en que el usuario de la vía puede circular a una velocidad razonable en forma cómoda, conveniente y segura. De esto se deriva

que la velocidad es el factor más importante para la determinación de un nivel de servicio en una carretera.

En la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba, la sección transversal de la carretera no está estandarizada, ya que no existen los mismos volúmenes de tráfico en todos sus tramos, razón por la cual, tanto su capacidad como su nivel de servicio variarán dependiendo principalmente del número de carriles existentes, por ello es que para este estudio se subdividirá en tramos homogéneos que contengan características similares, en función de tráfico y la capacidad, para poder identificar sus características y efectuar la rehabilitación de pavimentos.

Dentro de un criterio amplio de planeación, la red vial, tanto rural como urbana, se debe clasificar de tal manera que se puedan fijar funciones.

Es importante también señalar que según la clasificación funcional de un sistema vial, que se basa en función de la movilidad y la accesibilidad, la vía Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba puede considerarse como una carretera principal pues es de acceso controlado, está destinado a proveer alta movilidad y tiene poco acceso a la propiedad lateral.

Los estudios sobre volúmenes de tránsito son realizados con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos y/o personas sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial. Dichos datos de volúmenes de tráfico son expresados con respecto al tiempo y, de su conocimiento se hace posible el desarrollo de estimaciones razonables de la calidad del servicio prestado a los usuarios de la carretera.

El planeamiento de un sistema de transportes se realiza para los años horizonte; y, tiene como fundamento varias previsiones cuantitativas sobre la demanda de tráfico y sus características.

El volumen de tráfico futuro permite conocer con anticipación las necesidades de capacidad y características de la red vial, de una región o país, para cualquier período.

La determinación del tráfico futuro es un problema muy complejo, pues requiere disponer de datos históricos de volúmenes y características de los vehículos, de los usuarios, de las vías y del comportamiento económico del país. Esta información se debe ir acumulando de una manera sistemática, para lo que es necesario fortalecer a la unidad encargada de recopilar esta información, dotándole de los insumos y recursos necesarios a fin de utilizar tecnología siempre actual.

La capacidad de la red vial es un valor constante mientras no se modifiquen sus características geométricas o físicas, sea por mejoramiento o deterioro. En el caso de nuestro país, carente de políticas de mantenimiento, debido a la escasez de recursos económicos, las vías se deterioran con tanta rapidez que ni siquiera cumplen el período de vida útil; por lo que es necesario contratar el mantenimiento durante la vida útil del proyecto en el mismo documento de construcción o rehabilitación del proyecto.

El grado de confiabilidad de la información sobre los volúmenes de tráfico está en relación directa a la magnitud y calidad de la base de datos, así como al volumen y técnicas de recopilación empleadas. Si la información ha sido permanente, contando además con los recursos e implementos necesarios y ejecutada por personal capacitado, su grado de confianza será alto e irá disminuyendo progresivamente en relación a su magnitud y periodicidad.

Las técnicas para proyectar el tráfico se han ido perfeccionando mediante un sistemático análisis de los factores que los condicionan: datos estadísticos más completos, la utilización de computadoras que permiten el análisis de grandes volúmenes de información en tiempos adecuados, el empleo de insumos relacionados con el número

de vehículos. Sin embargo existen factores de difícil cuantificación de tipo tecnológico o sociológico.

El análisis del número de vehículos que circularán por una carretera en un año horizonte debe tender a que sus resultados reflejen la realidad lo mas cercanamente posible, ya que al considerar en el planeamiento resultados sobredimensionados adelantarán innecesariamente grandes inversiones o se esperarán beneficios excesivos; en caso contrario resultados subdimensionados dan lugar a proyectos de características limitadas y deficientes, que en el futuro serán mas costosos o imposibles de cambiar sus características.

Las actividades de mantenimiento y rehabilitación de las estructuras de pavimento se van haciendo cada vez más importantes, a medida que ellas se deterioran con el tiempo y con el tránsito. El énfasis que debe darse en la administración de pavimentos es la preservación de la inversión inicial mediante la aplicación oportuna de tratamientos adecuados de mantenimiento y rehabilitación para prolongar la vida del pavimento. Debe ponerse particular interés por la agencia administradora en establecer la oportunidad de la aplicación de un tratamiento particular de mantenimiento o rehabilitación en función de la condición del pavimento.

El mantenimiento y la rehabilitación de un pavimento cubren un rango muy amplio de actuaciones, que verán desde la simple corrección de defectos superficiales para mejorar la calidad de la circulación vehicular, hasta operaciones de reconstrucción, destinadas a recuperar totalmente la capacidad estructural de la calzada.

El diseño de obras de mantenimiento y rehabilitación de un pavimento asfáltico tiene tanto arte como de ciencia. En general, no existen, ábacos, fórmulas o programas de cómputo que brinden una solución satisfactoria a cualquier situación que deba enfrentar un diseñador. Consecuentemente, el estudio de estos problemas requiere una

combinación de análisis y buen juicio, muy superior a la requerida en el diseño de nuevas estructuras de pavimento.

En un proceso de Concesión, el objeto fundamental es la participación privada mediante inversión para el mejoramiento de la prestación de servicios. Las inversiones realizadas por el sector privado son recuperadas mediante el pago de peajes (en el sistemas de carreteras) o tarifas por la prestación del servicio. El valor de las tarifas se define en base al tiempo requerido para la recuperación de las inversiones, más un porcentaje que representa el beneficio de la inversión. El concesionario debe realizar las tareas de administración y operación del proyecto durante un tiempo fijo, etapa durante la cual un ente específico del gobierno realiza las actividades de regulación, control y supervisión de tal manera que la prestación de servicios se realice a lo que estipula el contrato de concesión. Durante esta etapa también llamada de explotación, en ningún momento el Estado Ecuatoriano pierde soberanía sobre las infraestructuras, dado que solamente se ha perfeccionado una delegación para su administración. Al final del plazo de concesión, la administración vuelve hacia el Estado, para administrarla por su propia cuenta o para volver a iniciar el proceso de concesión.

Para el caso de las vías que administra el Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, las actividades de planificación, supervisión y control las realiza la Subsecretaría de Concesiones, órgano técnico creado específicamente para cumplir con dicha misión.

## 1.2. Objetivo general

Calcular los Factores de Mayoración del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) del corredor No 2 de las carreteras concesionadas a PANAVIAL, constituido por la carretera Rumichaca-Riobamba, esto en lo correspondiente a los tramos Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba, para la determinación del comportamiento del



crecimiento futuro del tráfico, y con ello proponer y efectuar un plan de mejoramiento y rehabilitación del pavimento.

El objetivo general es una meta de gran importancia puesto que los datos obtenidos de los factores de crecimiento y las proyecciones respectivas constituirán una base de datos para futuros análisis críticos que permitan tomar medidas adecuadas para el planeamiento de estructuras viales futuras, como la planificación de pasos laterales, o la ampliación de las secciones transversales de la vía en más carriles o la modificación o rehabilitación de la estructura del pavimento. Estos datos pueden darnos una visión a futuro para poder además, intervenir con un criterio de planeamiento funcional de trazado en lo que se refiere a enlaces e intersecciones en la carretera.

### 1.3. Objetivos específicos

- a) Obtener las constantes de las regresiones y la relación entre la población y los vehículos matriculados (livianos, buses y camiones) correspondientes a las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, a partir del año 1984 hasta el año 2004.
- b) Establecer los resultados de estas constantes y obtener los factores de mayoración, y las tasas de crecimiento para realizar las proyecciones respectivas hacia 25 años usando la composición de los vehículos matriculados.
- c) Establecer tramos homogéneos de la carretera en base al TPDA, secciones transversales, características geométricas y tipo de terreno.
- d) Realizar conteos manuales para comprobar que los resultados obtenidos pueden ser reflejados en un trabajo de campo.
- e) Estructurar y proponer un plan de rehabilitación de pavimentos de acuerdo a los datos y resultados que se obtienen en el desarrollo de la tesis.

Para lograr cumplir estos objetivos se llevaron a cabo las siguientes acciones:

Se obtuvo del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), los datos históricos de la población y de la composición de los vehículos matriculados en las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo a partir del año 1984 hasta el año 2004. Mediante regresiones de tipo lineal correlacionando la población y los años con los vehículos matriculados hemos obtenido constantes que nos permitirán formular las ecuaciones con la que proyectamos los vehículos matriculados hasta el año 2025, con estos datos proyectados podemos establecer los crecimientos futuros y factores de mayoración para las distintas variables como son la población, vehículos livianos, buses y camiones.

Se seleccionó estaciones para realizar los conteos y se estableció los parámetros necesarios para obtener un plan satisfactorio de rehabilitación de pavimentos.

#### 1.4 Importancia de la ingeniería de tráfico

La Ingeniería de Tráfico es aquella rama de la Ingeniería que se ocupa del planeamiento y del diseño geométrico de calles, carreteras y otro tipo de soluciones viales, con el fin de lograr el transporte seguro, conveniente y económico de personas y mercaderías.

En la medida en que la sociedad se ha venido tornando más compleja, se ha incrementado la necesidad de unir las distintas actividades que se llevan a cabo en lugares separados –origen y destino- en busca de una utilidad o beneficio, mediante el transporte de personas y mercancías sobre diversos medios de comunicación. El éxito de satisfacer esta necesidad ha sido y será uno de los principales contribuyentes en la elevación del nivel de vida de las sociedades de todos los países del mundo.

Si determinada área, urbana o rural, desea crecer y prosperar, será necesario plantear, estudiar, proyectar, construir, operar, conservar y administrar nuevos sistemas lo

suficientemente amplios, tanto para el transporte público como privado, que permiten conectar e integrar las actividades que se desarrollan en los diferentes lugares de la región, mediante la movilización de personas y mercancías. Estos sistemas, al igual que los recursos existentes, deberán ser manejados de tal manera que se produzca el máximo flujo libre en el tráfico. Aún más, si se desea mantener un nivel de amenidad más o menos razonable, los nuevos sistemas deberán planearse manteniendo un uso económico y eficiente del suelo, y a la vez contribuyan estéticamente al medio ambiente circundante.

La Ingeniería de Tráfico y la Ingeniería de Transportes están estrechamente vinculadas, en efecto, en el diseño y la construcción de la infraestructura vial, no solo se debe considerar como objetivo facilitar el movimiento de vehículos, sino que debe hacerse teniendo en cuenta que dicha infraestructura está destinada al transporte cómodo y seguro de personas y mercaderías.

El tráfico es un factor básico en el planeamiento de las carreteras y calles, que en nuestro estudio se plasma en determinar el tráfico actual y futuro de la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba, valores que se basan en datos recogidos a lo largo de los últimos años de los vehículos que han circulado por esta vía, y que constan en los libros de Estadísticas del Ministerio de Obras Públicas. Estos datos indirectamente se pueden relacionar con los valores registrados de vehículos matriculados en las provincias por las que se desarrolla la vía, y también con el consumo de combustibles de los mismos en tales jurisdicciones.

En los últimos tres años Panavial se ha encargado de recoger en las estaciones de peajes instalados en esta carretera, datos más exactos de los volúmenes de tráfico existentes, los cuales en el futuro serán de suma importancia para lograr proyecciones más exactas

que permitan realizar planeamientos más precisos para el mantenimiento y rehabilitación de la vía en estudio.

En el planeamiento, el siguiente paso importante luego de la recolección de datos será el análisis de los mismos para los cuales se usan las técnicas de cálculo que nos ofrecen las Matemáticas y la Estadística, que mediante correlaciones y regresiones podemos llegar a ecuaciones de cálculo que nos permitirán encontrar leyes o ecuaciones que rigen los crecimientos futuros del tráfico, así como sus factores de mayoración.

La importancia en el campo de la rehabilitación del planeamiento del tráfico es el estudio y la comprobación del comportamiento futuro de los volúmenes de tráfico para poder dar una criterio adecuado de las actividades a realizar en la rehabilitación para garantizar a dicho trafico automotor un adecuado nivel de servicio.

### 1.5 Sistemas de transporte

La mayoría de las actividades globales de transporte se llevan a cabo en cinco grandes sistemas o modos de realización: carretero, ferroviario, aéreo, acuático y de flujos continuos. Cada uno de ellos se divide en dos o más modos específicos, y se evalúan en términos de los siguientes tres atributos:

#### 1. Ubicación

Grado de accesibilidad al sistema, facilidad de rutas directas entre puntos extremos y facilidad para acomodar un tránsito variado.

#### 2. Movilidad

Cantidad de tránsito que puede acomodar el sistema (capacidad) y la rapidez con la que éste puede transportar.

#### 3. Eficiencia

Relación entre los costos totales (directos más indirectos) del transporte y su productividad.

El sistema de transporte que interesa es el de carretera y por este motivo vamos a analizar la red vial de nuestro país.

Para el diseño de carreteras se clasifica a las carreteras en función del tráfico proyectado siendo su parámetro de clasificación el tráfico promedio diario anual (TPDA) proyectado a 10 o 15 años teniendo la siguiente clasificación:

Tabla 1.1: Clasificación de las carreteras en función del Tráfico proyectado.

<b>Clase de carretera</b>	<b>Tráfico proyectado TPDA</b>
R-I o R-II	Más de 8,000
I	De 3,000 a 8,000
II	De 1,000 a 3,000
III	De 300 a 1,000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras (MOP)

Mediante el acuerdo Ministerial No. 54 del 11 de junio de 1985, se establece la clasificación de los caminos a nivel nacional donde se determinan y numeran los caminos en primarios, secundarios, terciarios y vecinales que constituyen la red vial del país.

La Red Vial Nacional es el conjunto total de carreteras existentes en el territorio ecuatoriano y según su jurisdicción se clasifica en Red Vial Estatal, Red Vial Provincial, y Red Vial Cantonal.

La Red Vial Estatal está constituida por todas las vías administradas por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, como única entidad responsable del manejo y control, y conforme a las normas del Decreto Ejecutivo 860, publicado en el Registro

Oficial 186 de 18 de octubre del 2000 y la Ley Especial de Descentralización del Estado y Participación Social.

La Red Vial Provincial es el conjunto de vías administradas por cada uno de los consejos provinciales.

La Red Vial Cantonal es el conjunto de vías urbanas e interparroquiales administradas por cada uno de los consejos municipales.

Dentro de la jurisdicción de la Red Vial Estatal, se definen corredores arteriales a los caminos de alta jerarquía funcional, los que se constituyen por aquellos que conectan en el continente, a las capitales de provincia, a los principales puertos marítimos con los del Oriente, pasos de frontera que sirven para viajes de larga distancia y que deben tener alta movilidad, accesibilidad reducida y/o controlada en su recorrido, giros y maniobras controlados; y, estándares geométricos adecuados para proporcionar una operación de tráfico eficiente y segura. El conjunto de corredores arteriales forma una malla vial denominada estratégica o esencial, que cumple las más altas funciones de integración nacional. Para el efecto, el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones dispone de mapas, bases de datos e inventarios que identifican claramente estas vías, las que físicamente contarán con una señalización vertical distintiva codificada de jurisdicción y funcionalidad.

Dentro de la Jurisdicción de la Red Vial Estatal, se definen además, como vías colectoras a los caminos de mediana jerarquía funcional, los que se constituyen por aquellos cuya función es la de recolectar el tráfico de la zona rural o una región, que llegan a través de los caminos locales para conducirlos a la malla estratégica o esencial de corredores arteriales. Son caminos que se utilizan para servir el tráfico de recorridos intermedios o regionales, requiriendo de estándares geométricos adecuados para cumplir esta función.

En nuestro país la red vial esta dividida en corredores arteriales y vías colectoras.

Al momento, la red vial estatal quedó conformada por 12 corredores arteriales que comprenden 5.693 Km. (el 66% de su longitud), y por 44 vías colectoras que comprenden 2.944 Km. (el 34%). De esta manera, la red totalizó unos 8.637 Km.

Al respecto, vale mencionar que estos mismos códigos constan y constituyen la base fundamental del actualizado sistema de inventario vial (SIV) del MOP, versión Junio-2002.

Tabla 1.2: Clasificación de los corredores arteriales en el Ecuador.

<b>CORREDORES ARTERIALES</b>	
E 5	GALAPAGOS
E 10	TRANSVERSAL FRONTERIZA
E 15	VIA DEL PACÍFICO
E 20	TRANSVERSAL NORTE
E 25	TRONCAL DE LA COSTA
E 25A	TRONCAL DE LA COSTA (ALTERNA)
E 30	TRANSVERSAL CENTRAL
E 35	TRONCAL DE LA SIERRA
E 40	TRANSVERSAL AUSTRAL
E 45	TRONCAL AMAZÓNICA
E 45A	TRONCAL AMAZÓNICA (ALTERNA)
E 50	TRANSVERSAL SUR

Con la finalidad de aclarar el tema de competencias viales, en el marco de la ley de descentralización se instalarán señales distintivas de jurisdicción en las carreteras del país, cuyo diseño y codificación será suministrada por el MOP.

Así los corredores arteriales se podrán distinguir por una letra y los dígitos del numeral correspondiente, en color blanco dentro de un escudo de color azul con la parte superior de fondo rojo, en donde se enmarca la palabra ECUADOR, de acuerdo a la norma de las señales de identificación tipo SII, usadas para identificar las carreteras. Las vías

colectoras se identificarán en el mismo escudo solo que este será de color verde con letras blancas que identificarán la red colectora.



Figura 1.1: Señal distintiva para el corredor Troncal de la Sierra al cual pertenece a la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba.

La Panamericana esta dentro del corredor vial arterial llamado Troncal de la Sierra, con una extensión de 781.2 Km., se inicia en Rumichaca y termina en el puente Macará. La conservación en toda su extensión, es responsabilidad del MOP y su identificación es E35.

Para dar continuidad, asegurar un mejor manejo administrativo y sustentar la rentabilidad de los proyectos. El MOP ha dividido parte de la Panamericana en dos corredores, el tramo No 1 constituido por el corredor Rumichaca-Guayllabamba y el tramo No 2 por el corredor Alóag-Riobamba.

Estos dos corredores han sido concesionados a la Sociedad Panamericana Vial (PANAVIAL S.A.) quienes se encargan de la rehabilitación, ampliación, explotación y administración de los corredores bajo la supervisión de la Unidad de Concesiones (UC)



creada por el MOP con el fin de supervisar los trabajos de rehabilitación y operación de las concesionarias del país.

El tramo que se analiza en este estudio corresponde entonces al tramo No 2 Alóg-Riobamba cuya extensión es de 154 Km de los cuales 132 Km están concesionados a Panavial y a través de este corredor se enlazan importantes poblaciones tales como Machachi, Lasso, Latacunga, Ambato y Riobamba. Además este corredor acoge algunos corredores y vías colectoras importantes como es el caso de Alóg-Sto. Domingo (E20), el corredor norte de la Panamericana (E35), Latacunga-La Maná (E30), Ambato-Baños (E30) y muchas vías colectoras que enlazan las zonas circundantes a la Panamericana.

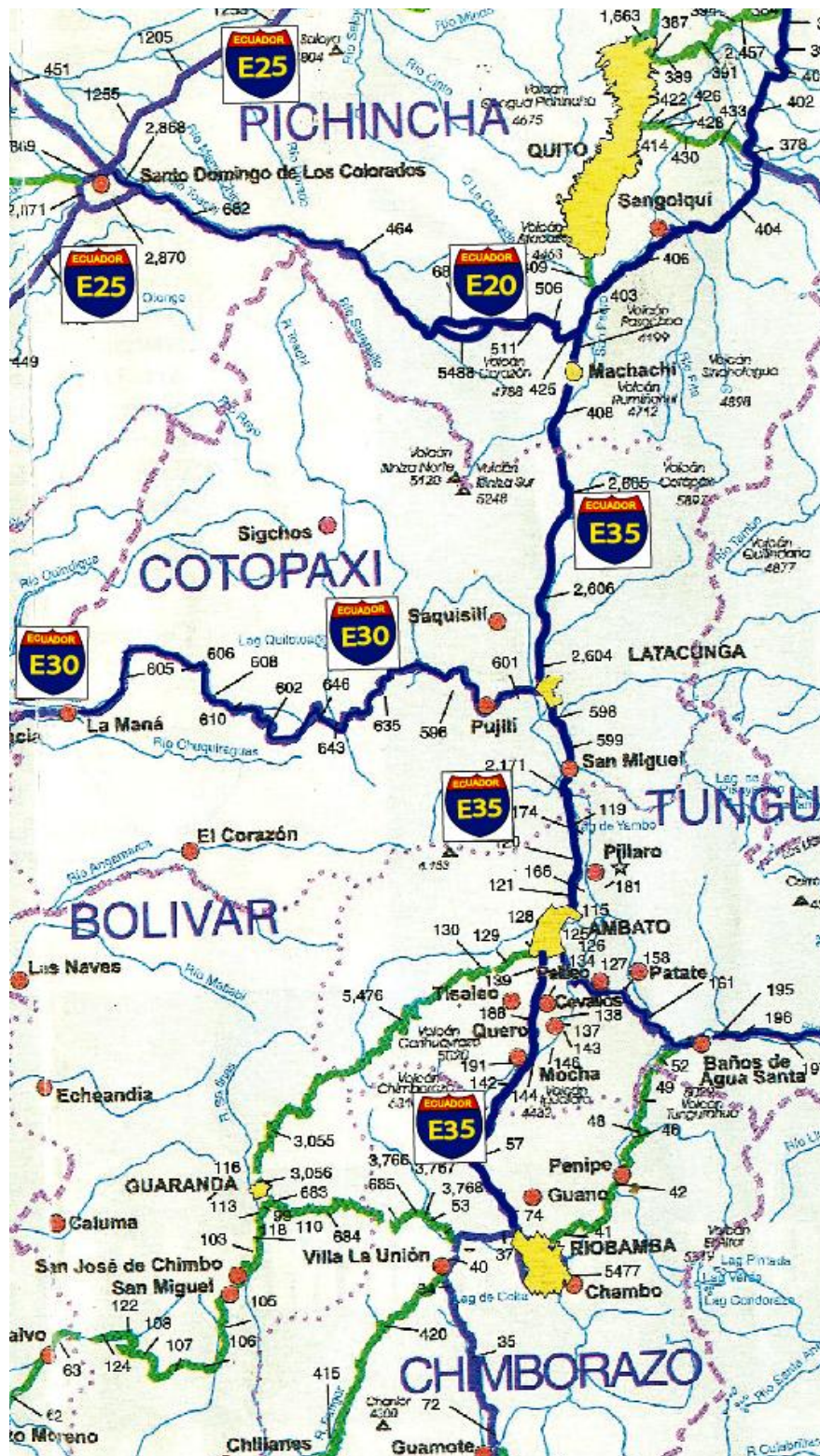


Figura 2.1: Mapa del corredor vial analizado.

## 1.6 Factores que intervienen en el problema del tráfico

Nuestro país depende en gran medida de sus sistemas de carreteras, ofreciendo servicios de transporte. Muchas veces, estos sistemas tienen que operar por encima de su capacidad, con el fin de satisfacer los incrementos de demanda por servicios de transporte, ya sea para la circulación de vehículos livianos, tránsito comercial, transporte público, acceso a distintas propiedades o estacionamientos, etc., originando obviamente problemas de tránsito, cuya severidad por lo general se puede medir en términos de accidentes y congestión.

A pesar de que en los últimos tiempos se han logrado proyectar y construir sistemas viales más acordes con los vehículos que utilizan, los problemas de tránsito en muchos lugares aún persisten. A continuación se enuncian cinco factores que podrían incrementar estos problemas y que deben ser tomados en cuenta en cualquier propuesta de solución:

### 1. Diferentes tipos de vehículos que circulan en los mismos carriles:

Automotores con distintas dimensiones, velocidades y características de aceleración.

Automóviles diversos.

Camiones y autobuses, de alta velocidad.

Camiones pesados, de baja velocidad, incluyendo remolques.

Motocicletas, bicicletas, vehículos de mano, etc.

### 2. Superposición del tránsito motorizado en vialidades inadecuadas:

Relativamente pocos cambios en el trazo urbano.

Carreteras angostas y con pendientes pronunciadas.

Aceras y bermas insuficientes.

Carreteras que no han mejorado su trazado geométrico.

### 3. Falta de planificación en el tránsito:

Calles, carreteras y puentes que se siguen construyendo con especificaciones obsoletas.

Intersecciones proyectadas sin una adecuada base técnica.

Ausencia de espacios para estacionamiento.

Localización inapropiada de zonas residenciales en relación con zonas industriales o comerciales.

### 4. Utilización de los vehículos según las necesidades del usuario:

Falta de apreciación de las autoridades sobre la necesidad del vehículo dentro de la economía del transporte.

El usuario en general utiliza inadecuadamente los medios de transporte

### 5. Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario:

Legislación y reglamentos del tránsito anacrónicos que tienden más a forzar al usuario de los mismos, que adaptarse a la satisfacción de sus necesidades.

Falta de educación vial del conductor y del peatón.

Los tramos de carretera de la Panamericana Sur desde Alóag a Riobamba en estudio, actualmente sobre todo en los primeros tramos desde Alóag a Ambato tiene un TPDA sobre los 30,000 vehículos, hecho que si consideramos la clasificación de las carreteras en función del tráfico proyectado se la puede ya encasillar como una carretera de clase I dentro de la clasificación de las carreteras en función del tráfico, por tanto las condiciones de circulación deberán permitir lo que más se aproxime a un flujo ininterrumpido hecho que se ha visto impedido por la falta de ampliación de las secciones transversales de la vía en más de dos carriles de circulación, en interrupciones

debido a la presencia de semáforos para permitir el paso de vehículos que provienen de otras carreteras que unen poblaciones como La Mana, Baños, Guaranda, o la falta de pasos laterales que permitan una circulación mas rápida y eviten la entrada a las ciudades como Latacunga y Salcedo que estan cruzadas por esta carretera.

## **CAPITULO II**

### **MARCO DE REFERENCIA**

#### 2.1 Definiciones

A efectos de situar al lector en la investigación desarrollada, se presenta a continuación las siguientes definiciones técnicas:

a) Tráfico: Es el tránsito de personas y circulación de vehículos por calles, carreteras, caminos, etc.

b) Tránsito: Es la acción de transitar. Sitio por donde se pasa de un lugar a otro.

c) Transporte: Acción o efecto de llevar una cosa de un paraje o lugar a otro.

b) Ingeniería de Transporte: Aplicación de los principios tecnológicos y científicos a la planeación, al proyecto funcional, a la operación y a la administración de las diversas partes de cualquier modo de transporte, con el fin de proveer la movilización de personas y mercancías de una manera segura, rápida, confortable, conveniente, económica y compatible con el medio ambiente. (Instituto de Ingenieros de Transporte).

d) Ingeniería de Tráfico o de Tránsito: Aquella fase de la Ingeniería de Transporte que tiene que ver con la planeación, el proyecto geométrico y la operación del tránsito por calles y carreteras, sus redes, terminales, tierras adyacentes y su relación con otros modos de transporte. (Instituto de Ingenieros de Transporte).

e) Tránsito existente: Es aquel que presenta la vía antes de ser pavimentada.

f) Tráfico atraído: Es el volumen de tránsito que, sin cambiar su origen ni su destino puede ocupar la futura vía pavimentada como ruta alterna, afluyendo a ella a través de otras vías ya existentes.

g) Tráfico generado en una vía nueva o mejorada: Es el volumen de tránsito que resulta como consecuencia del desarrollo económico y social de la nueva zona de influencia.

- h) Tráfico inducido: Es la suma del tránsito atraído y generado.
- i) Tráfico promedio diario: Es el volumen de tráfico durante un período de tiempo, dividido por el número de días del período; en forma abreviada se lo identifica como TPD. Según el período utilizado para medir el volumen de tránsito, el TPD puede ser anual, mensual o semanal, denominándose TPDA, TPDM y TPDS, respectivamente.
- j) Volumen de tráfico: Es el número de vehículos que circulan en ambas direcciones por una sección de vía durante un período específico de tiempo. Este puede ser horario, diario, semanal, etc.
- k) Nivel de servicio: Es una medida de la calidad del flujo de tránsito por la vía. Se cuantifica con una serie de factores tales como la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones del tránsito, la libertad de manejo, la seguridad y los costos de operación.
- l) Volumen de servicio: Es el volumen de tránsito que le corresponde a cada nivel de servicio.
- m) Capacidad: La capacidad de una vía o de un carril es el número máximo de vehículos que puede circular por una u otra durante un período de tiempo determinado sin que se presenten demoras ni restricciones en la libertad de movimiento de los vehículos.
- n) Composición del Tráfico: Se conoce como composición del tráfico al número de vehículos que circula por una vía determinada clasificada por categoría de vehículos, siendo las categorías internacionalmente adoptadas tres: vehículos livianos, vehículos de pasajeros y vehículos de carga.
- o) Vehículos livianos: Son aquellos automotores de menos de 5 toneladas de capacidad y que disponen de dos ejes de carga con dos neumáticos en cada eje tales como automóviles, camionetas, jeeps, etc.

- p) Vehículos comerciales: Son aquellos automotores de más de 5 toneladas de capacidad tales como camiones, buses, remolques, etc.
- q) Vehículos de pasajeros: Son todos aquellos vehículos comerciales con capacidad de 10 o más personas y que están diseñados funcionalmente para el transporte de personas.
- r) Vehículos de carga: Son todos aquellos vehículos comerciales diseñados para transportar bienes y servicios y son todos aquellos que tienen por lo menos dos ejes de carga y el segundo eje es de doble neumático.
- s) Eje: Barra horizontal que transmite la fuerza motriz a las llantas del vehículo de transporte.
- t) Eje sencillo: es un eje en cuyos extremos lleva una o dos ruedas sencillas.
- u) Eje tándem: es aquel constituido por dos ejes sencillos con rueda doble en los extremos.
- v) Eje tridem: es aquel constituido por tres ejes sencillos con rueda doble en los extremos.
- x) Eje de diseño: Es el eje utilizado como referencia para la conversión de las cargas reales de tráfico, con fines de evaluación o diseño de pavimentos. Generalmente es un eje simple de 80KN.

## 2.2. Determinación de volúmenes de tráfico

Se define como volumen de tráfico promedio diario (TPD), al número de vehículos que pasan durante un período dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del período.



De acuerdo al número de días de este período, se presentan los siguientes volúmenes de tránsitos promedio diarios, dados en vehículos por día:

1. Tránsito promedio diario anual (TPDA)

$$TPDA = \frac{TA}{365} \quad (2.1)$$

2. Tránsito promedio diario mensual (TPDM)

$$TPDM = \frac{TM}{30} \quad (2.2)$$

3. Tránsito promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDS = \frac{TS}{7} \quad (2.3)$$

### 2.3. Conteos de tráfico

#### 2.3.1. Objetivo de las mediciones de tráfico

Uno de los primeros pasos en cualquier estudio de tráfico es la evaluación de los movimientos que se producen, para lo que es preciso medir el número de vehículos que pasan por cada carril en un determinado período de tiempo.

Los objetivos que normalmente se pretenden a través de los conteos, todos ellos encaminados a conocer aspectos importantes de la demanda de tráfico, como son su intensidad y composición, se resumen a continuación:

- 1) Comparar sobre bases objetivas entre unas vías y otras, a los efectos de cualquier programa de actuación.
- 2) Justificar con bases económicas las inversiones en las que el tráfico puede intervenir como variable.
- 3) Determinar las características físicas de las vías, especialmente en los cruces, de acuerdo con las necesidades del tráfico.
- 4) Establecer la señalización fija o automática.

5) Asignar el tráfico a nuevas vías.

De los datos de conteos en una calle o carretera, convenientemente elaborados, se pueden obtener la IMD (Intensidad media diaria anual) las intensidades horarias, la composición del tráfico, la distribución por sentidos, los movimientos de giro y la intensidad de tráfico de peatones.

### 2.3.2. Conteos manuales

Si se cuenta con suficiente personal y adecuadamente preparado, los conteos manuales suministran una información más completa durante períodos de tiempo cortos. Sin embargo, mantener una información permanente con conteos manuales es muy difícil y costoso.

Para realizar un conteo manual un observador anota el paso de cada vehículo llenando un formulario impreso especial o actuando sobre unos contadores manuales montados sobre bandejas especiales, cada vez que un vehículo realiza el movimiento elemental que se está aforando.

Si las intensidades horarias son elevadas, o si se requiere información simultánea de muchos movimientos o de tipos de vehículos, son necesarios varios observadores.

La experiencia demuestra que si se superan los 2000 vehículos/hora, es difícil realizar conteos manuales prolongados, aún con observadores bien entrenados, pues requiere una atención muy concentrada. Es aconsejable, si es preciso clasificar los vehículos, no pasar de 800 veh/hora por observador. A veces se realizan conteos manuales en períodos muy cortos –inferiores a 15 minutos-, de modo que un solo observador puede recoger datos, en la misma hora, de varios movimientos diferentes.

En estudios de tráfico en caminos rurales generalmente no es necesario totalizar volúmenes para períodos menores de una hora. La clasificación que se utiliza es

automóviles y jeep, camionetas ómnibus y camiones divididos por números de ejes. Esta última división de los camiones por números de ejes es importante si luego se utilizan los conteos en el diseño de la carretera. La forma de registro de los vehículos es realizada mediante palotes que se ubican en el lugar correspondiente a la hora y al tipo de vehículos.

La duración de los conteos puede ser desde 24 horas hasta 7 días. Se deberá realizar conteos de 7 días en los lugares donde no existe ningún antecedente sobre las variaciones diarias y en los lugares donde existieran o estuvieran próximos a una estación de 7 días, la duración del conteo puede ser menor. La ubicación de las estaciones de conteo deberá ser realizada tomando en cuenta las variaciones en el volumen de tráfico que se presentara a lo largo del camino que se estudia. La localización final de las estaciones será determinada luego de un análisis de la información anterior sobre el tráfico que existiera, complementada con un recorrido por la zona. Se deberán detectar todos los puntos generadores de tráfico y estos sitios deberán ser tomados como divisorios de tramos. Los generadores de tráfico son poblaciones de cierta importancia e intersecciones con caminos principales.

Una vez realizados los conteos se entra en la etapa de procesamiento.

El mismo se realiza mediante la contabilización del tráfico, clasificado por tipo de vehículo, que circuló en cada una de las horas del conteo. Luego se suman los volúmenes horarios correspondientes a cada uno de días que se realizó el censo. Si el mismo tuvo una duración de 7 días, el promedio de los volúmenes diarios dará lo que se denomina el Tráfico Promedio Semanal (TPDS), si el conteo tuvo una duración menor deberá ajustárselo para obtener el TPDS. El ajuste se realiza mediante factores que se calculan a partir de una estación de conteo 7 días, de la siguiente manera.

$$TPDS_1 = \frac{TPDS_7}{T_7} \quad (2.4)$$

Donde:

$TPDS_1$  = Estimación del TPDS de una estación de conteo de 1 día.

$T_1$  = Tráfico detectado en la estación de conteo de 1 día.

$TPDS_7$  = TPDS de una estación de 7 días.

$T_7$  = Tráfico detectado en la estación de 7 días para el mismo día de la semana.

Luego de obtenido el TPDS, deberá estimarse el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA). Esto se realiza mediante los factores de corrección estacional.

### 2.3.3. Conteos automáticos

Hasta hace pocos años los contadores automáticos utilizados para los conteos eran casi exclusivamente de tipo neumático, y en ellos un vehículo al pisar un tubo de goma extendido sobre la calzada transmite un impulso a la membrana que cierra un circuito eléctrico.

Con idéntico sistema de funcionamiento existen dos tipos de aparatos: unos totalizadores, que simplemente van acumulando todos los impulsos que reciben, y otros registradores, dotados de un aparato de relojería que imprime sobre una cinta el número de vehículos que pasa cada cierto tiempo, en general una hora.

Otros aparatos funcionan por un sistema análogo, registran gráficamente el paso de vehículos.

En América y en casi todos los países europeos se siguen utilizando aparatos de este tipo, con resultados aceptables.

Se utilizan más los registradores, a pesar de que su coste es aproximadamente diez veces más elevado que el de los simples totalizadores.

Con aparatos de tipo neumático puede conseguirse fácilmente una precisión del 10 por 100, aunque teóricamente es posible llegar a un error inferior al 4 o 5 por 100. Influye

bastante el cuidado y la experiencia de los operarios que los manejan y de los que atienden a su conservación y reparaciones. El estado de la calzada e incluso la temperatura pueden tener cierta influencia en la precisión de los conteos.

En los últimos años se han extendido considerablemente la utilización de otros aparatos más complejos que fundamentalmente son de cuatro tipos:

- De presión
- Electromagnéticos
- Electrónicos: de radar, ultrasónicos o infrarrojos.
- Fotoeléctricos.

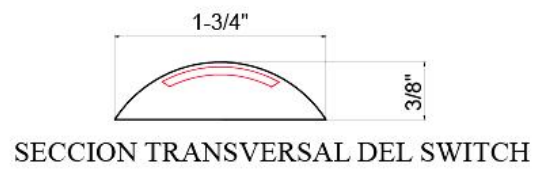
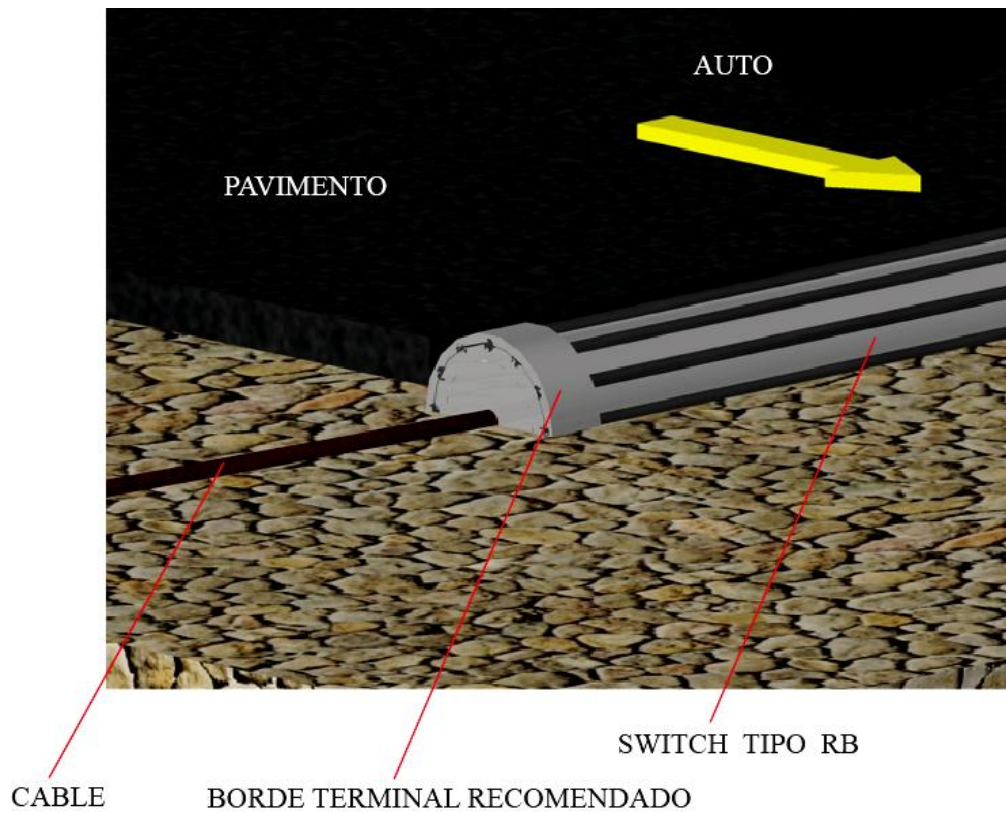


Figura 2.1: Esquema de un detector temporal de contacto

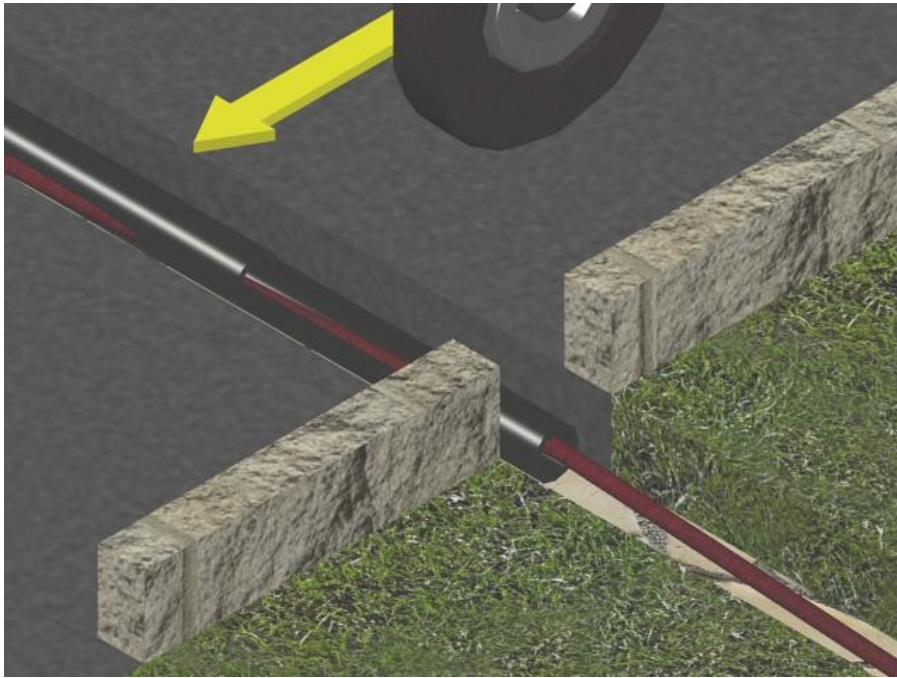


Figura 2.2: Esquema de un detector magnético

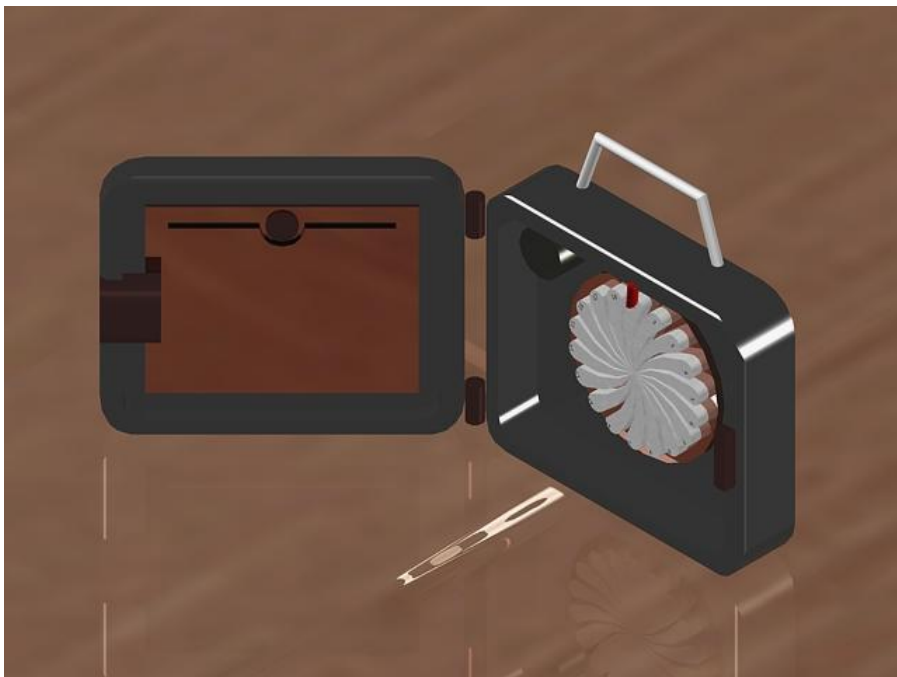


Figura 2.3: Esquema de un contador gráfico de tipo circular

Aunque todos ellos sirven para el objetivo fundamental de contar el número de vehículos que pasan por una calzada, generalmente se utilizan cuando se pretende algo más que el simple hecho de realizar un conteo. Por ejemplo, para accionar los semáforos, para conseguir un sistema de control electrónico del tráfico en un cruce, una calle o una zona conflictiva, o para comprobar barreras de peaje.

En algunos casos, aunque todavía con cierto carácter experimental, los aparatos contadores se conectan de modo que sea posible la transmisión directa a distancia de los datos, eliminando uno de los aspectos más dificultades ocasiona un plan de conteos. Este sistema se sigue, por ejemplo, desde 1965 en el Estado de Georgia (EE.UU.), utilizando las líneas telefónicas por las que llega la información a un ordenador electrónico.

En general y salvo instalaciones complicadas, los conteos mecánicos no sirven para conocer la composición del tráfico, por lo que los planes de conteo han de complementarse con datos manuales. Sin embargo, determinados aparatos pueden distinguir los vehículos en función de su peso, altura o longitud, aunque por su coste y complicación pocas veces se justifican para fines estadísticos, utilizándose más bien cuando se requiere un control directo y muy preciso. (Por ejemplo, en instalaciones de peaje).

#### 2.3.4. Conteos desde un vehículo

Es posible conseguir información simultánea sobre intensidades de tráfico y velocidades medias haciendo que un observador desde un vehículo, que circule dentro de la corriente de tráfico, aproximadamente a la velocidad media, tome los datos siguientes:

- a) Vehículos que cruzan (C) con el vehículo piloto.



- b) Vehículos que adelantan al vehículo piloto ( $A_1$ ) y que son adelantados por él ( $A_2$ ).
- c) Tiempo de recorrido (T) en horas.

La intensidad horaria es I.

$$I = \frac{C + A_1 - A_2}{T} \quad (2.5)$$

Este procedimiento es más exacto si dos vehículos circulan en sentido opuesto para hallar el valor medio, pero si se trata de tramos de longitud no muy grande, un solo vehículo puede hacer viajes de ida y vuelta.

Para obtener con este procedimiento –que desde luego no puede utilizarse en vías de más de dos carriles- una precisión aceptable, es conveniente realizar varios recorridos. Este sistema sólo suele utilizarse como complemento de otros estudios de tráfico o para obtener rápidamente alguna información de un tramo concreto, pero no como medio sistemático de realizar un plan de conteos; los resultados son más fiables si las intensidades de tráfico no son muy distintas en los dos sentidos.

Si las condiciones de aplicación son adecuadas, la fiabilidad de este método parece que es del mismo orden de la de unos conteos normales de la misma duración, en cuanto al conocimiento del tráfico global en la zona recorrida.

#### 2.3.5. Fotografía

Una serie de fotografías sucesivas pueden servir para medir intensidades y velocidades de vehículos o peatones, densidades y grado de ocupación de las calzadas.

Sin embargo no es una forma habitual de realizar este tipo de estudios, ya que resulta un procedimiento demorado y costoso.

## 2.4 Capacidad de las vías

### 2.4.1 Capacidad

La capacidad de un carril en vehículos/hora, es decir, el máximo número de vehículos que puede pasar por él, suponiendo una velocidad uniforme, puede expresarse por:

$$c = \frac{v}{s} \times 1000 \quad (2.6)$$

Donde:

v= velocidad en Km/h.

s= separación media mínima en metros entre las partes frontales de dos vehículos sucesivos, para determinada velocidad.

Las variable v y s no son independientes. El valor de s es función de la longitud de los vehículos, del tiempo de reacción de los conductores y de la distancia de frenado, pudiendo expresarse en función de v por una fórmula del tipo:

$$s = a + bv + cv^2 \quad (2.7)$$

El término independiente (a) corresponde a la longitud de los vehículos, el término bv al tiempo de reacción de los conductores y el  $cv^2$  a la distancia de frenado.

Debe tomarse en cuenta la prudencia media de los conductores al valorar su tiempo de reacción. Los valores de s que se observa n en la práctica son inferiores a los que resultan teóricamente aceptando un coeficiente de seguridad razonable.

En un estudio realizado en Inglaterra por R.J.Smeed, se encontró la siguiente fórmula para la separación más frecuente entre vehículos en función de la velocidad:

$$s = 5,35 + 0,22v + 0,00094v^2 \quad (2.8)$$

Según esta expresión, la capacidad máxima -que se produce teóricamente para una velocidad de 75 Km/hora- sería de 2750 vehículos/hora por carril. Esta sin embargo, no es una cifra real y en la práctica no se llega casi nunca a intensidades tan altas.

#### 2.4.2. Tipos de capacidad

- Capacidad básica

Es el máximo número de vehículos-tipo que pueden pasar por una sección dada de un carril durante una hora, en las condiciones óptimas tanto de la vía, como de los vehículos y de los agentes externos (condiciones atmosféricas y luz).

- Capacidad posible

Es el máximo número de vehículos-tipo que pueden pasar por una sección dada de un carril durante una hora en las condiciones existentes del tramo de vía considerado y del tráfico que circula por ella.

- Capacidad práctica

Es el máximo número de vehículos-tipo que pueden pasar por una sección dada de un carril durante una hora sin que la intensidad de tráfico sea tan alta que cause pérdidas de tiempo, peligro o restricciones a la maniobrabilidad de los conductores más allá de lo razonable, en las condiciones existentes del tramo de vía considerado y del tráfico que pasa por ella.

En calzadas de sentido único, la capacidad básica y posible en una vía ideal es de 2000 vehículos/hora por carril, y la capacidad práctica, de 1000 vehículos/hora por carril en tramos rurales y de 1500 vehículos/hora, en tramos urbanos.

En carreteras de dos carriles y doble sentido de circulación, la capacidad básica y posible para circulación en dos sentidos es de 2000 vehículos/hora y la práctica de 900 vehículos/hora y 1500 vehículos/hora en tramos rurales y urbanos, respectivamente.

Las cifras anteriores se refieren a vías ideales (en cuanto a sección transversa, trazado, pendientes, visibilidad e intersecciones) y a un tráfico también ideal (sin camiones, giros o vehículos que paran o estacionan). A medida que las condiciones de la vía o del tráfico se van alejando de la situación ideal, la capacidad práctica de la vía va disminuyendo.

Se han establecido procedimientos sistematizados para que el Ingeniero de Tráfico pueda elegir en cada caso el límite de intensidad de tráfico que más conviene a una determinada vía, de acuerdo con el nivel de servicio que se estima debe mantenerse en ella.

#### 2.4.3. Capacidad en condiciones de circulación continua o ininterrumpida

Las condiciones ideales en las que se alcanzan los mayores valores de capacidad son:

- a) Circulación continua sin restricciones laterales con vehículos o peatones.
- b) Circulación solo compuesta de vehículos ligeros, con ausencia total de camiones pesados, autobuses, motos, o vehículos especiales.
- c) Carriles de 3.50m de ancho y arcenes libres de obstáculos en una anchura mínima de 1.80m.
- d) Si se trata de carreteras rurales, las características geométricas corresponden a una velocidad mínima de 100Km/hora, y en carreteras de dos o tres carriles con circulación en dos sentidos, no hay restricciones en la visibilidad de adelantamiento.

Pocas veces se dan estas condiciones ideales, pero si se cumplen, puede estimarse que la capacidad por carril en una calzada de sentido único de dos o más carriles es del orden

de 2000 vehículos/hora. Se ha observado, en situaciones aisladas, intensidades del orden de 2500 vehículos/hora, pero se trata de casos excepcionales durante periodos cortos y, en general, no en todos los carriles de una misma vía se llega simultáneamente a cifras tan altas.

En calzadas de dos carriles, con circulación en ambos sentidos, se ha comprobado que, cuando el tráfico está equilibrado en dos sentidos, pueden pasar hasta 1000 veh/hora por carril, es decir 2000 veh/hora en total, y en circunstancias extraordinarias, en las que casi todo el tráfico circula en un sentido, la carretera funciona prácticamente como un carril de una calzada de sentido único, es decir, que pueden pasar también 2000 vehículos/hora. Los métodos experimentales establecen pues, que la capacidad de una carretera de dos carriles con circulación en dos sentidos, es de 2000 vehículos/hora en condiciones ideales, cualquiera que sea la distribución del tráfico por sentidos.

En carreteras de tres carriles con circulación en dos sentidos, el funcionamiento es similar al caso anterior, con la diferencia de que existe un carril adicional para las maniobras de adelantamiento. Teóricamente la carretera podría funcionar como una de dos carriles, uno en cada sentido, utilizándose el carril central sólo para adelantamientos, por lo que su capacidad puede llegar a 4000 vehículos/hora en el sentido más cargado, dependiendo la capacidad total de la carretera de la distribución del tráfico por sentidos.

En las carreteras de tres carriles el peligro de accidentes es relativamente importante, en un estudio realizado en España por la Dirección General de Carreteras, se encontró que en los tramos de tres carriles, el índice de peligrosidad de que se produzcan accidentes, era un 30 por ciento superior a los que correspondía a tramos con dos o cuatro carriles. Por esta razón, el nivel de servicio en carreteras de dos carriles puede ser inferior que en

otras vías, ya que la seguridad es uno de los elementos que deben influir en la calificación de un determinado nivel de servicio.

A partir de los valores de la capacidad en condiciones ideales, es preciso establecer unos coeficientes de ajuste para determinar la capacidad de un tramo concreto, teniendo en cuenta la composición del tráfico que existe en cada momento, y las limitaciones impuestas por las características físicas de la vía.

#### 2.4.4. Capacidad en caso de circulación discontinua o intermitente

En una ciudad, excepto en las autopistas urbanas, rara vez la circulación es continua ya sea por las frecuentes intersecciones o por los obstáculos que constantemente surgen a lo largo de las calles.

Si la circulación es discontinua, existen tantas variables que es muy difícil establecer cifras tan concretas como en el caso de circulación continua, siendo preciso analizar con mayor detalle las circunstancias de cada situación.

Los manuales de capacidad únicamente establecen con carácter general las dos limitaciones siguientes:

- a) En muy raras ocasiones pueden pasar por una vía más de 2000 vehículos-tipo por carril y hora de luz verde, aun en condiciones ideales de progresión.
- b) Cuando los vehículos están parados por cualquier interrupción, no es norma que se muevan a un ritmo superior a 1500 vehículo/hora por carril y hora de luz verde.

Las capacidades por hora real dependen del porcentaje de luz verde los semáforos en cada movimiento.

#### 2.4.5. Capacidad de carreteras

La capacidad de caminos rurales multicarriles viene dada por la siguiente expresión, para cada sentido de circulación:

$$C = 2000 \times N \times W \times Fc \quad (2.9)$$

C = Capacidad (vehículos de los tipos por hora, total en un sentido).

N = Número de carriles en un sentido.

W = Factor de ajuste por ancho de carril y obstrucciones laterales.

Fc = Factor de ajuste por camiones y buses correspondiente a nivel de servicio (capacidad).

El factor de ajuste por ancho y obstrucción lateral se determina mediante la tabla A-1 (anexo A), para caminos divididos.

Cuando existan espaldones pavimentados en una ancho de 1,20 o más, el ancho efectivo del carril adyacente aumenta en 30cm.

Como ejemplo vamos a calcular la capacidad para el tramo 1 de la carretera en estudio para el año 2005.

Tramo: Panamericana/Alóag-Sto Domingo – Machachi.

N = 2 (en cada sentido).

Para obtener W necesitamos conocer que el ancho de los carriles en este tramo es de 3.5m y que la distancia desde el borde de carril hasta la obstrucción que vendría a ser la distancia de la berma es igual a 1.3m.

Por lo cual tomamos de la tabla A-2 del anexo A. la primera parte a) , por tener 4 carriles, pero como nuestros datos se encuentran entre los 3,35m y 3,65m de carril; y 1,20m y 1,80m de distancia de obstrucción lateral polarizamos estos valores y obtenemos que el factor de ajuste por ancho de carril es de 0.96.

Ahora para obtener  $F_c$  se calcula mediante la fórmula:

$$F_c = \frac{100}{100 - P_c - P_b + E_c \times P_c + E_b \times P_b} \quad (2.10)$$

Siendo:

$F_c$  = Factor de ajuste por camiones y buses correspondiente a nivel de servicio.

$P_c$  = Porcentaje de camiones.

$P_b$  = Porcentaje de buses.

$E_c$  = Equivalente de camiones en automóviles.

$E_b$  = Equivalente de buses en automóviles.

Para el 2005 después de ordenar, compilar y organizar los registros de la estación de peaje de Machachi se tienen los siguientes datos:

Tabla 2.1: Composición de tráfico de la estación de Machachi para el año 2005

<b>Composición</b>	<b>Tráfico anual</b>	<b>%</b>
<b>LIVIANOS</b>	2,970,856	67.2748798
<b>TOTAL BUSES</b>	516,943	11.7061474
<b>TOTAL CAMIONES</b>	928,197	21.0189728
<b>TOTAL GENERAL</b>	4,415,996	100

Entonces:

$P_c = 21\%$

$P_b = 12\%$

Los equivalentes de camiones y buses en automóviles se la obtiene de la tabla A-2, (anexo A), para lo cual necesitamos saber el tipo de terreno por el que atraviesa la vía el cual para este tramo es de tipo montañoso y como su nivel de servicio se encuentra incluido entre B y E, tenemos los siguientes equivalentes:



$$E_c = 8$$

$$E_b = 5$$

Entonces:

$$F_c = \frac{100}{100 - 21 - 12 + 8 \times 21 + 5 \times 12}$$
$$F_c = 0.34$$

Entonces la capacidad en los cuatro carriles sería:

$$C = 2000 \times 2 \times 0.96 \times 0.34$$

$$C = 1306$$

El procedimiento para calcular la capacidad de la carretera en tramos de dos carriles se aplica la siguiente fórmula:

$$C = 2000 \times W \times F_c \tag{2.11}$$

C = Capacidad en ambos sentidos en vehículos por hora.

W = Factor de ajuste por ancho de carril y obstrucciones laterales.

F<sub>c</sub> = Factor de ajuste por camiones y buses.

Por lo que para el tramo Machachi-Latacunga en donde existen dos carriles:

$$C = 2000 \times 0.96 \times 0.34 = 653$$

## 2.5. Pronósticos de tráfico

### 2.5.1 Prognosis del tráfico

El objetivo de las prognosis de tráfico es servir de base al planeamiento del transporte.

Este amplio objetivo, tiene dos aspectos distintos, uno de carácter técnico y otro económico.

Dentro del primer aspecto se incluyen los estudios que determinan las necesidades de infraestructura o servicios en el tiempo y en el espacio, consecuencia de la demanda futura, tales como nuevas vías y acondicionamiento de las existentes, elección de las soluciones más adecuadas y de sus características (por ejemplo, enlaces e intersecciones y previsiones en la regulación y ordenación del tráfico).

El segundo aspecto, con un objetivo fundamentalmente económico, incluye el amplio campo de los estudios de costes y beneficios, que son la justificación económica o la base financiera de cualquier planteamiento.

De los resultados de una prognosis se deducen los beneficios para la economía nacional, para los usuarios, o para terceras personas como en el caso de los concesionarios de vías de peaje, que permiten justificar, establecer prioridades y programar nuevos sistemas de transporte.

#### 2.5.2. Factores que condicionan la evolución del tráfico

Los factores que condicionan la evolución del tráfico son los mismos que condicionan la generación y atracción de los viajes.

Conviene señalar que la evolución del tráfico está influenciada, tanto por los factores socioeconómicos que se analizan a continuación, como por las propias características de la oferta disponible de transporte. Una red viaria amplia y cómoda fomenta el crecimiento del tráfico; por el contrario, una red congestionada lo coarta. La existencia de distintos medios de transporte competitivos condiciona la evolución del tráfico en cada uno de ellos. En el centro de las grandes ciudades la disponibilidad de aparcamientos es el típico fenómeno que condiciona la evolución del tráfico, privado y público.

Los factores socioeconómicos básicos en la evolución del tráfico son los siguientes:

- a) Nivel de motorización.
- b) Población, en cuanto a su valor absoluto, distribución y densidad.
- c) Nivel de renta.
- d) Uso del suelo.

El incremento del parque automotor es el factor más importante, aunque no debe considerarse aislado porque, a su vez, está ligado a los dos siguientes factores. De manera general puede decirse que el desarrollo de la motorización y del tráfico ha seguido y seguirá en el futuro tendencias paralelas, ya que uno es el origen del otro.

El incremento, en el nivel de motorización se debe a los siguientes factores:

La evolución en el tiempo, en la utilización de los vehículos como consecuencia de nuevos hábitos sociales, distintos costes de explotación de los vehículos y distinta oferta de infraestructura vial.

La evolución en el poder adquisitivo de nuevos vehículos.

La evolución en la distribución del parque en el territorio nacional, a favor, en el futuro, de mayores tasas de crecimiento e incluso mayores índices de motorización en zonas suburbanas y rurales.

El incremento de la restricción al transporte privado en el centro de las grandes ciudades.

La reducción en el futuro de la edad mínima para obtener el permiso de conducir

Los incrementos en los costos de funcionamiento de los vehículos, especialmente de los combustibles.

Dentro del concepto uso del suelo como factor condicionante de la evolución del tráfico, cabe destacar la importancia que como focos de generación y atracción de viajes, y por

tanto de su evolución, tienen distintos usos: residencial, de trabajo (industrias, oficinas), de servicios (tiendas, cafeterías, hospitales, escuelas), de recreo (espectáculos, estadios, zonas turísticas).

Los estudios completos de pronósticos de tráfico han de basarse en la prognosis de los factores que la condicionan. El establecimiento de correlaciones entre la generación y atracción de viajes y parámetros característicos de los factores, permite conocer la situación futura de aquéllos a partir de la previsión de éstos.

### 2.5.3. Estudios de prognosis de tráfico

Una prognosis de tráfico, como se ha dicho anteriormente, se ha de adaptar a cada caso concreto y a los objetivos que se persiguen. Según la amplitud de la zona a la que se ha de referir la prognosis de su tráfico, cabe distinguir prognosis a escala nacional, regional, de corredor, de ciudad, de zona urbana o local.

En general, un estudio de este tipo tiene por objeto el planeamiento de una red con interconexiones viarias en distintas direcciones.

El estudio de un corredor parte de una zona lineal o franja, definida por una dirección predominante del tráfico al que afectan, en reducida proporción, las conexiones con la red que cruza transversalmente.

### 2.5.4 Métodos generales para la prognosis de tráfico

Según sean los objetivos específicos de una prognosis de tráfico, existen distintos métodos para su realización. Desde el tipo más elemental, basado en un factor de crecimiento, al más complejo, de tipo analítico, en el que se tienen en cuenta una gran parte de los factores que influyen en la evolución y que requiere las tres fases siguientes:

- a) Prognosis de la generación y atracción de los viajes.

- b) Distribución de estos viajes.
- c) Asignación a la solución planeada.

Este proceso analítico completo se utiliza fundamentalmente en estudios de zonas urbanas o áreas metropolitanas donde la necesidad de alcanzar un detalle suficiente y la permanente evolución de las distintas subzonas en que se dividirá el estudio, permite prever que la situación futura, será sustancialmente distinta a la de partida y en la que la aplicación de un coeficiente decrecimiento más o menos matizado, no puede dar una aproximación razonable.

La primera fase de la prognosis de generación de viajes está basada en el número de viajes/día que realizarán por persona, por vehículo o por vivienda, y todo ello para distintas situaciones de rentas y nivel de motorización.

La segunda fase, se distribuyen los viajes futuros.

La tercera fase incluye la asignación de viajes a la red viaria.

#### 2.5.5 Métodos simplificados para la prognosis de tráfico

Se basan estos métodos en la fijación de uno o varios factores de crecimiento y no en consideraciones analíticas del fenómeno. Por tanto, no tienen en cuenta el análisis de nuevas situaciones de equilibrio entre los distintos medios de transporte y entre nuevas posibilidades de oferta como consecuencia de la dinámica del fenómeno. Como caso límite no reflejan la generación de viajes en zonas en las que actualmente no existen y en las que por tanto la aplicación de un factor de crecimiento no tiene sentido.

A continuación se exponen algunos de los métodos, no analítico, más utilizados.

##### a) Método de crecimiento lineal

Está basado en una tasa anual de crecimiento y en el tráfico que transita actualmente:

$$Tf = Ta(1 + i)^n \quad (2.12)$$

En donde:

Tf = Tráfico futuro.

Ta = Tráfico actual.

i = Tasa de crecimiento.

n = número de años proyectados.

b) Método de crecimiento anual diferenciado

Conocida una serie suficientemente alta de coeficientes de crecimiento de tráfico en la zona en estudio, se estima por extrapolación la evolución futura de esta serie, matizada, en su caso, con consideraciones y criterios locales.

c) Método analógico

Se basa en la adopción de coeficientes obtenido por analogía. Algunos de los criterios considerados en los otros métodos, pueden servir de base para establecer estas analogías, que, en todo caso, serán cuidadosamente establecidas.

d) Método de los factores de crecimiento

Es un método generalizado del factor de crecimiento, cuya fórmula es:

$$(IMD)_n = A.T.L.I \quad (2.13)$$

En donde:

(IMD)= Intensidad media diaria de tráfico en el año n.

A = Tráfico asignado o tráfico existente en el tramo en estudio.

T = Factor de aumento del parque de vehículos o del tráfico, desde el año base al año para el que se hace la prognosis.

L = Factor para referir a las condiciones locales del tramo en estudio, al crecimiento medio del tráfico en el país.

I = Factor de inducción del tráfico.

## **CAPITULO III**

### **SISTEMAS DE CONTEO Y CÁLCULO DEL TRÁFICO**

#### 3.1 Funcionamiento del sistema de cobro de peaje

La empresa concesionaria PANAVIAL ha instalado en la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba tres estaciones de peaje, con el objeto de cobrar por la prestación de servicios en la vía para el usuario, a fin de obtener los recursos económicos que le permitan financiar los costos de mantenimiento, ampliación, explotación y administración del tramo concesionado.

La localización y características de estas estaciones de peaje son las siguientes:

##### 1) Estacion de peaje Machachi.

Localizada en las abscisas Km 9+360 y Km 9+670, se ubica al sur de la población de Machachi que se encuentra en el kilómetro 4+480.

La estación cuenta con 8 carriles de cobro con su sistema de cobro de peaje.

##### 2) Estacion de peaje Panzaleo.

Localizada en las abscisas Km 74+330 y Km 74+630, se ubica al sur de la población de Panzaleo que se encuentra en el kilómetro 73+100.

La estación cuenta con 8 carriles de cobro con su correspondiente sistema de cobro de peaje.

##### 3) Estacion de peaje San Andrés

Localizada en las abscisas Km 144+220 y Km 144+540, se ubica al norte de la población de San Andrés que se encuentra en el kilómetro 146+120.

La estación cuenta con 4 carriles de cobro con su respectivo sistema de cobro de peaje.



Figura 3.1: Estación de Peaje Machachi



Figura 3.2: Estación de Peaje Panzaleo





Figura 3.3: Estación de Peaje San Andrés

Debe anotarse que los carriles centrales en todas las estaciones de peaje pueden adecuarse para operar los cobros de ida y vuelta. La mitad de las casetas de cobro operan en cada sentido del tráfico, habiéndose adecuado a los carriles cercanos a los bordes para el paso de tráfico pesado.

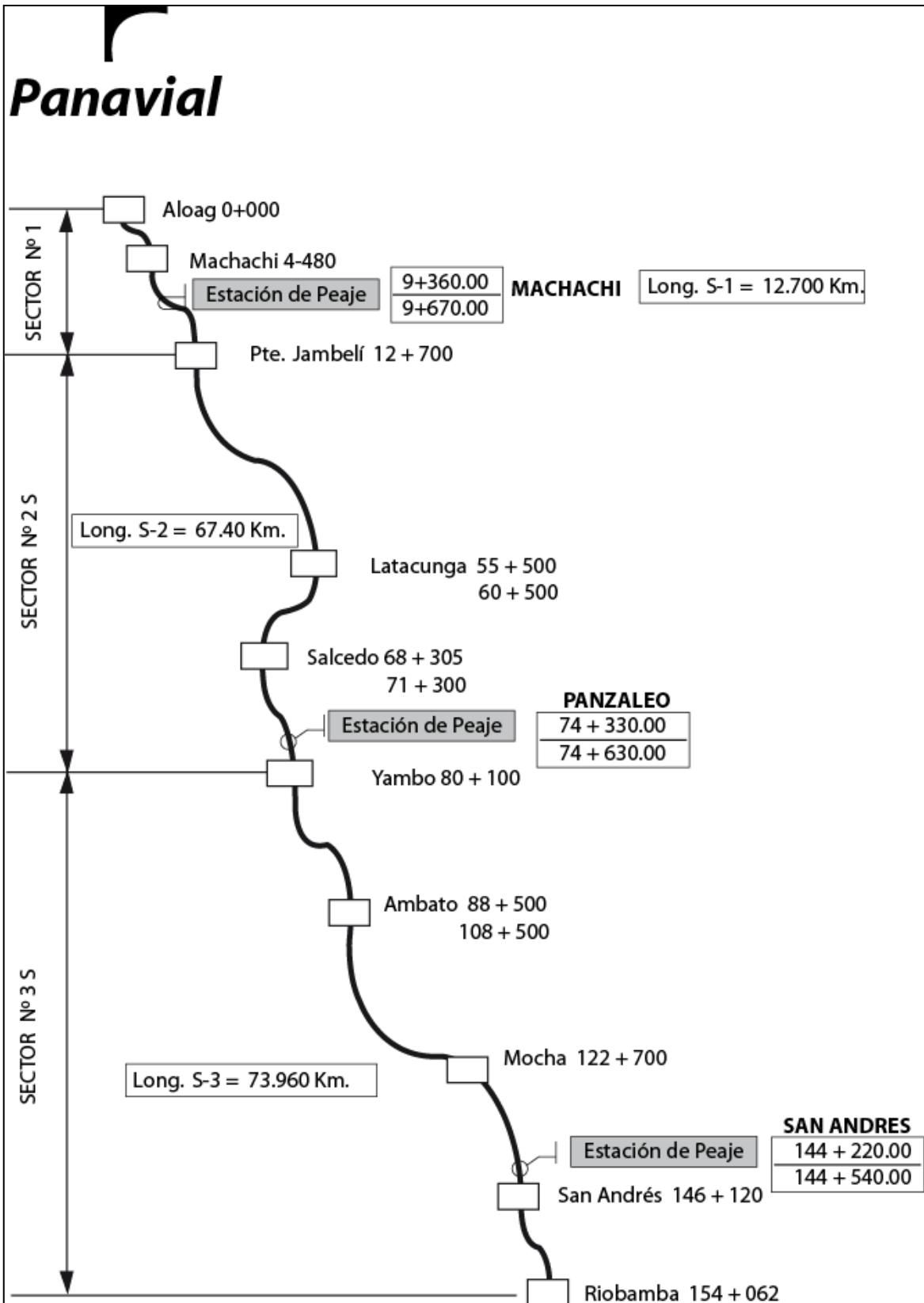


Figura 3.4: Ubicación de las estaciones de peaje en la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba.

### 3.1.1. Descripción del funcionamiento del sistema de cobro

Panavial S.A. cuenta con unos de los equipos de control de tránsito, más modernos en el mundo, el cual ha sido completamente desarrollado en México y ha permitido obtener un producto acorde con las aplicaciones de la red carretera ecuatoriana.

Estos equipos se encuentran funcionando desde el inicio de la operación de todas las estaciones de peaje de PANAVIAL S.A. y se han actualizado, manteniéndolos con la tecnología de punta que existe en el mundo.

Generan los datos e información automática, con un alto grado de confiabilidad para reportar las ventas al Servicio de Rentas Internas y el detalle de tráfico para el Ministerio de Obras Públicas, que es el organismo concedente.

Un dato que hay que resaltar, es que el sistema en general tiene una eficiencia o precisión del 99.5%. Esto quiere decir que para considerar que el equipo está trabajando en forma normal, solamente puede tener un error en la detección 5 vehículos por cada mil unidades que crucen por sus sensores. Atender el volumen vehicular que se mencionó, implica que en algunos casos el tiempo de atención al usuario, sea de entre 4 y 5 segundos, desde la recepción del dinero, hasta que se le entrega su tiquete y abandona la estación de peaje. El equipo es capaz de operar con un tiempo de respuesta mínimo de 2 segundos, por lo cual en caso de congestionamiento vehicular, no será un obstáculo para la atención del usuario y entonces la velocidad, solo dependerá de que tan rápido el cajero de peaje pueda dar esa atención y si los usuarios tienen dinero con pago exacto o de baja denominación.

El equipo de control de tránsito (ECT) en modalidad de preclasificación, con el que cuentan las estaciones de peaje, permite de manera sencilla operar un carril ya que la clasificación de los vehículos es totalmente automática, sin la necesidad de que el cajero tenga que utilizar una secuencia de teclas para identificar el vehículo que pagará el peaje. Esto permite una mayor eficiencia y por consecuencia un mayor flujo de tráfico,

por otro lado, el cajero podrá dedicar su atención al momento del cobro y así tener un mejor control del dinero.

Este sistema, mediante una interfase gráfica, indica en cada momento lo que está sucediendo en el carril, con el objetivo de que el cajero pueda tomar las decisiones rápida y fácilmente, puesto que cuenta con toda la información a golpe de vista.

#### 3.1.1.1. Sistema preclasificado

Se le llama preclasificado ya que la detección automática del vehículo es previa a la consola del cajero.

El sistema cuenta con los sensores de piso que permiten la identificación de vehículos de forma totalmente automática, estos sensores normalmente están instalados a 30 metros de donde se encuentra la consola del cajero, permitiendo clasificar al vehículo de mayor longitud y/o también tener más de un vehículo clasificado a la vez. Los vehículos clasificados se presentan en pantalla indicando al cajero la fila de vehículos detectados.

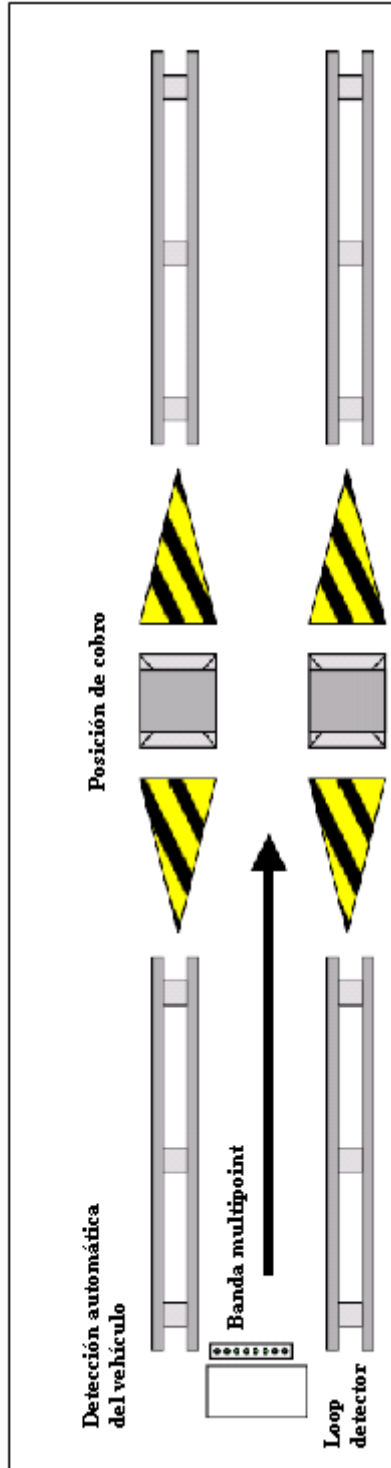


Figura 3.5: Vista en planta del sistema de cobro de peaje

Cuando un vehículo ha sido clasificado, solo resta al cajero indicar y registrar una forma de pago para la validación del cruce, dedicando su atención a la forma en que el usuario pagará su tarifa, ya sea en efectivo con una tarifa normal o especial y en otros casos mediante algún tipo tarjeta, como IAVE (tarjeta de identificación automática), Prepago, Monedero Electrónico, etc.

### 3.1.1.2. Componentes del sistema de control de tránsito.

Los componentes del sistema están divididos en tres partes fundamentales.

- A. Equipo de piso.
- B. Equipo de cabina.
- C. Equipo de administración y auditoria.

A) Equipo de piso.

El equipo de piso está compuesto de los siguientes elementos:

1. Detector de presencia vehicular.
2. Banda multipoint.
3. Barreras ópticas (par).
4. Tarjeta MW con caja y soporte.
5. Cámara de video con soporte.
6. Display de tarifas & semáforo de usuario.
7. Barrera de acceso automática.

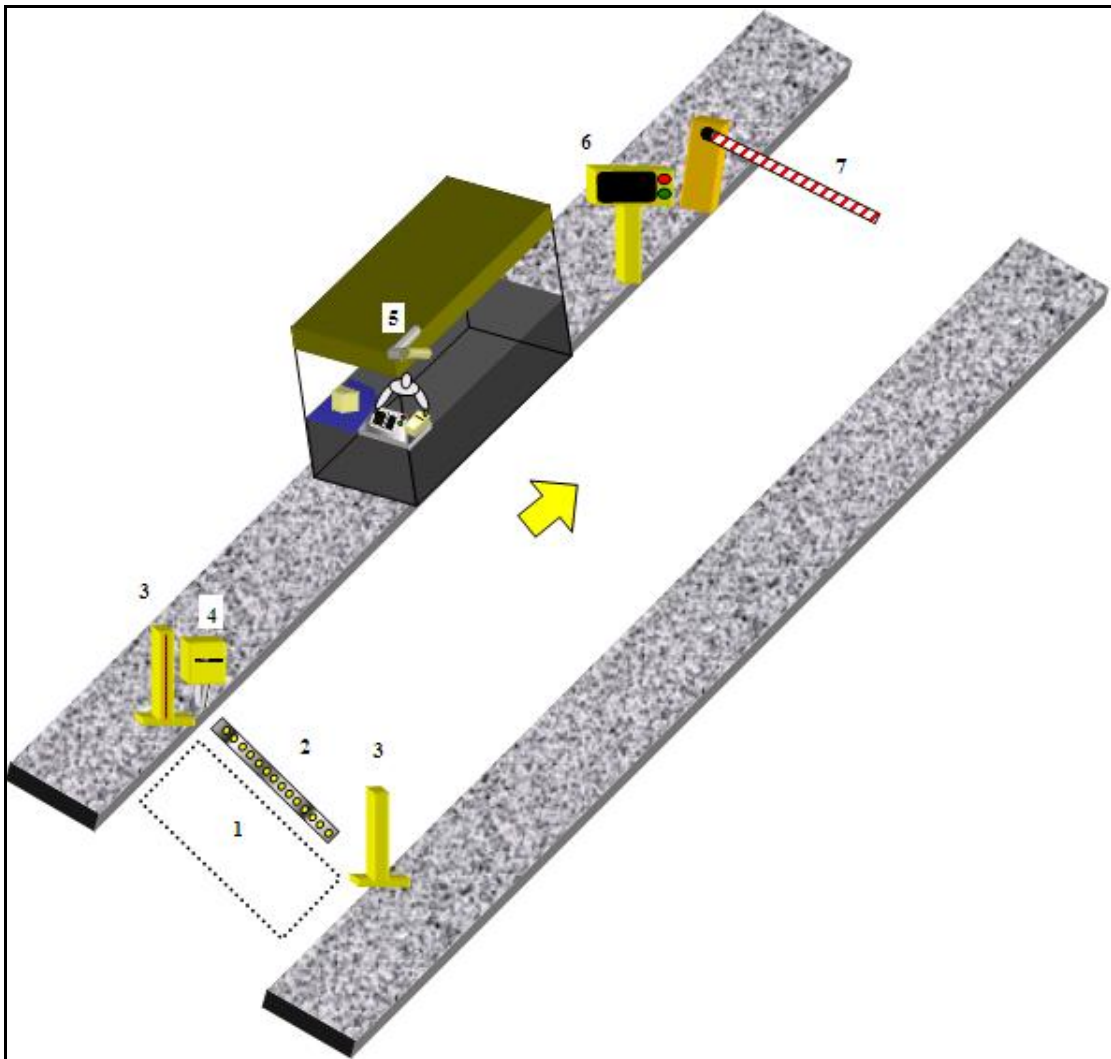


Figura 3.6: Componentes del sistema de peaje

Cada parte del equipo de piso cumple una función específica que se resumen de la siguiente manera:

Como su nombre lo indica el detector de presencia vehicular, identifica cuando existe un vehículo a través de la activación de un LOOP de metal.

La banda multipoint, cuenta el número de ejes del vehículo y el número de llantas o rodadas que tiene por eje.

La barrera óptica cumple la función de indicar la longitud del vehículo.

La tarjeta MW concentra las señales de los sensores y transmite la información a la cabina de pago.

La cámara graba la imagen del vehículo que realiza el pago.

El Display muestra la tarifa que paga el usuario y con el semáforo da la señal de paso.

La barrera de acceso, se levanta cuando el cajero ha confirmado una forma de pago y se baja automáticamente con el al finalizar el paso del metal.

La función de este equipo es la de clasificar en forma automática a cualquier vehículo que cruce por la zona de los detectores.

Esta clasificación automática tiene desde luego sus limitaciones, las cuales se refieren fundamentalmente a la dificultad de clasificar vehículos de fabricación especial, los que han sido modificados en sus dimensiones y características por sus propietarios o por la falla de alguno de los componentes del sistema. También se afecta la precisión de la clasificación del vehículo cuando se efectúan maniobras de entrada-salida (balanceo), retroceso dentro de la zona de sensores, evasión de los mismos o circulación con exceso de velocidad. Todo esto en la práctica ocurre solamente en un número mínimo de los eventos que se registran a diario, pero que es necesario tenerlo en cuenta.

De ahí que, como sucede con cualquier sistema, exista un rango de tolerancia para su funcionamiento, pero el equipo contempla la identificación clara y el procedimiento de correcciones por fallas de clasificación.

## B) Equipo de cabina

El equipo de cabina se compone de diversas herramientas que el cajero utilizará durante el turno que le corresponde y son las siguientes:

- Lector de tarjetas magnéticas.
- Lector automático de tarjetas de prepago.



- Monitor para cajero receptor.
- Impresora de tiquetes
- Teclado piso-eléctrico para marcación diversa.
- Selectores de funciones.
- Botón de pago normal.
- Sistema de interfonía a manos libres.

C) Equipo de administración y auditoria.

Este equipamiento es el siguiente:

- Para las funciones de administración.

PC de comunicaciones.

PC de administración (para emisión de reportes y estadísticas)

Impresora de reportes.

Este equipo esta instalado en el área de recaudo y es utilizado para la obtención de todo tipo de reportes por el supervisor o auditor responsable de turno. En él se puede obtener el reporte de la entrega del cajero de peaje y cada uno de los reportes estadísticos con que viene programado el sistema.

- Para las funciones de revisión o auditoria.

El equipo que se tiene destinado para esta función es el siguiente:

Sistema de video-grabación continúa.

Sistema de almacenamiento de imágenes digital

PC del sistema auditor.

Sistema de respaldo de energía.

Por medio de este equipo, el personal de auditoria, que está directamente responsabilizado de ello, efectuará revisiones o auditorias sobre el control del funcionamiento del sistema, la clasificación que hizo el cajero de las formas de pago y

en forma particular de las “reclasificaciones”, registro de vehículos sin pago y en general de aquellos eventos que pudieron ocasionar una diferencia en los ingresos que se debieron depositar.

### 3.2. Sistema de funcionamiento y operación de las estaciones de peaje

La operación del equipo puede ser en dos formas:

- Automática.
- Manual.

#### 3.2.1 Operación automática.

El sistema siempre que detecta un vehículo mediante sus sensores, genera una clasificación del tipo de este y la presenta en la interfase gráfica. Si es el primer vehículo, lo presenta como el vehículo que se está atendiendo. En ese momento el sistema espera a que se le indique el tipo de pago que presenta el usuario. Una vez efectuado el tipo de pago, la transacción ha sido completada por lo que el vehículo que se presenta en la interfase gráfica desaparece. En el caso de que haya más vehículos en cola, se presentará el siguiente en la fila como el nuevo vehículo que se está atendiendo, esperando nuevamente el tipo de pago.

La operación en forma automática, es la condición normal del equipo, esta no debe cambiarse salvo que existan condiciones especiales que lo impidan o alguna falla grave en el sistema, en condiciones de tráfico que impidan el cierre del carril.

#### 3.2.2 Operación manual.

Este modo operativo el equipo acepta, lo que el cajero le indique, sin tomar en consideración si la clasificación es correcta o no. Cuando se use este modo operativo, en el sistema de auditoria quedará grabado todo lo que se haya hecho con el carril desde el momento en que se abrió al sistema.

### 3.2.3 Descripción de los datos registrados en el monitor:

El monitor prácticamente proporciona toda la información que se requiere, para el trabajo del cobrador de turno.

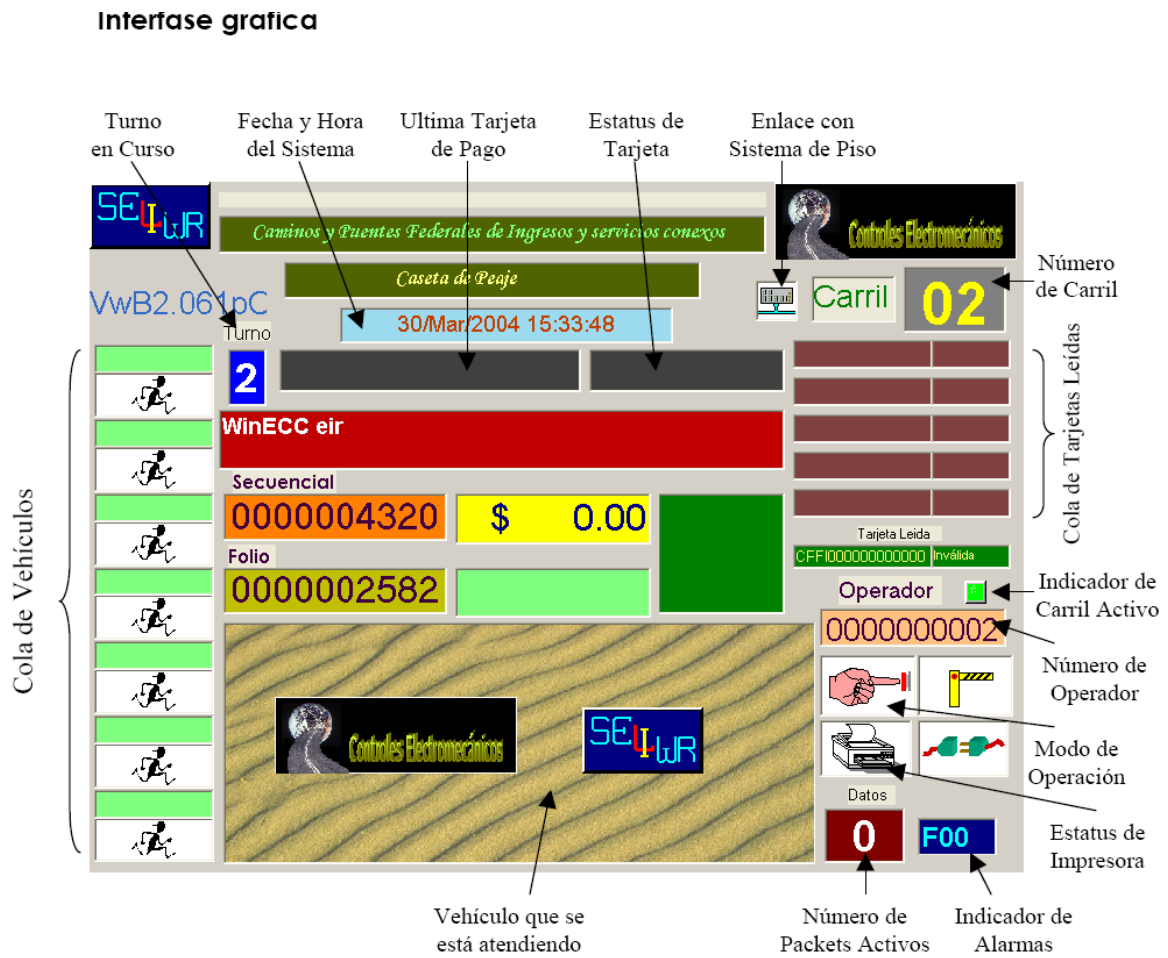


Figura 3.7: Descripción de datos registrados en el monitor

- Turno en curso

Es el turno en que el carril está operando, existen tres turnos, el primero de 6h00 de la mañana a las 14h00, el segundo de las 14h00 de la tarde a las 22h00 de la noche y el tercero y ultimo de las 22h00 de la noche de un día a las 6h00 de la mañana del siguiente.

- Fecha y Hora del sistema

Es la fecha y hora del reloj de la PC y del sistema en general.

- Ultima tarjeta de pago

Es la última tarjeta que se utilizó para hacer un pago.

- Estatus de Tarjeta

Es el estatus que registra la tarjeta, pudiendo ser válida ó inválida, identifica también pasadas que restan, monto disponible, etc.

- Enlace con sistema de piso

Indica si hay enlace con el sistema de Piso, que esta instalado a la entrada del carril.

- Número de Carril

Es el Carril de referencia que identifica la caseta.

- Cola de Tarjetas leídas

Es la cola de las últimas 5 tarjetas que han sido leídas y el estatus respectivo de las tarjetas.

- Indicador de Carril Activo

Este indicador debe estar en verde siempre que se esté operando el carril, si se encuentra en rojo el carril operará, pero las liquidaciones se cargarán al cajero cero.

- Número de cajero

Es el número de cajero asignado a la persona que está trabajando en el carril.

- Modo de Operación

Este tiene 2 modalidades: Automático y Manual.

- Estatus de impresora

Indica si está activa la impresora.

- Indicador de Alarmas

Indica el estatus de Alarma del sistema.

- Vehículo que se está atendiendo

Es la clase de vehículo que se está atendiendo en ese instante.

- Mensajes al cajero

Son instrucciones o eventos que se presentan durante la operación.

- Número de evento

Es el número de evento o vehículo que pasó. Se conoce como secuencial, porque lleva el conteo consecutivo de todos los vehículos que pasan o ingresan al carril, sin importar su forma de pago o si se devuelven.

- Tarifa a pagar

Es la cantidad a pagar por el usuario.

- Datos de Caseta

Es información de la caseta y tramo.

- Última tarjeta leída

Es el número de la última tarjeta leída por el sistema.

- Estatus de Carril

Indica si el carril está abierto o cerrado, básicamente es usado para los carriles reversibles, ya que solo puede operar uno a la vez.

- Enlace con el servidor

Este indicador informa cuando hay un enlace con el concentrador o servidor de datos.

Transacciones en tarjetas

Este cuadro presenta las transacciones cuando se recarga una tarjeta de Monedero Electrónico.

- Clasificación del vehículo

Es la clasificación del vehículo que se está atendiendo.

- Número de folio

Es el número de folio o nota de venta que se le entrega al usuario.

- Insertar

Con este botón se inserta un vehículo en operación manual y no elimina vehículo de la cola, también es usado en conjunto con la tecla “T” para hacer el corte de carril por teclado.

- Autobús

El sistema identifica automáticamente el tipo de vehículo que pasó por sensores, pero siempre los identifica como vehículos de carga, para cambiar el tipo de clase de Carga a Autobús es necesario presionar este botón. También cambio de automóvil a moto para su cobro.

- Auto-Man

Con este selector se pasa de la modalidad de operación Automática a Manual y viceversa.

- Abierto-Cerrado

Este selector es para seleccionar el equipo que operará en un carril reversible.

- Pago Extranjera

Con este botón se genera un pago con moneda extranjera, este es opcional ya que no en todos los carriles o casetas se tiene esta modalidad.

- Pago Normal

Este botón se presionará para los vehículos que pagan tarifa normal.

- Teclado

Mediante este dispositivo se hacen las clasificaciones en modo manual, selecciona un tipo de pago diferente al normal, etc.

“0...9” Numéricos, para clasificar o identificar un tipo de pago diferente al normal

“C” Borrar dato numérico tecleado

“EN” Entrada a la clasificación de vehículo manual o carga de tarjetas

“REC” Reclasificación, en caso de que la clasificación automática sea incorrecta.

“IAVE” Para tarjetas de prepago

“SP” Vehículos Sin Pago - devueltos sin pagar

“TE” Vehículos con TARIFA ESPECIAL

“VSC” - Vehículos al Servicio de la Comunidad, sin uso actual

“RPA” Residentes con Pago Anticipado, sin uso actual

“RSP” Residentes Sin Pago, sin uso actual

“T” Recarga de Monederos Electrónicos o Corte

- Lector de Tarjeta Magnética

Es utilizado para hacer el corte de carril mediante Tarjetas de banda magnética

Se llama “Corte” al hecho de terminar o iniciar la sesión del cajero.

### 3.2.4 Corte de turno.

La primera actividad al ingresar al carril consistirá en asegurarse de que todo está en orden y puede iniciar el turno sin problemas, para ello verificará:

Que la impresora tenga suficiente papel y esté encendida.

Que su semáforo de marquesina esté en “verde” al inicio de su turno y en “rojo” cuando va a efectuarse el corte del turno.

En caso de que todo esté en condiciones de funcionamiento, se procederá al inicio del turno, deslizando su tarjeta de identificación personal por el lector de la banda magnética o usando el teclado con la tecla de insertar, seguida por el código personal asignado y la “T”, verificando que en la pantalla del monitor aparezca el número de la misma.

El procedimiento de trabajo anterior se desarrolla con base en los teclados con que se encuentra equipado el sistema como son el teclado de piso-eléctrico y los botones de control.

Para que el equipo de control de tránsito opere en forma correcta, se requiere que el cajero “conozca”, cuales son las clases de vehículos que habrá de manejar en forma cotidiana.

Es importante hacer notar que la tarjeta del nip o el código asignado, proporcionará los datos necesarios, para que se emitan los diferentes reportes en el sistema, sobre la actividad del cajero, por lo tanto si se utiliza una tarjeta diferente se cargarán a quien esté registrado como supervisor titular, con las consecuencias que ello pudiera tener en caso de auditoria.

### 3.2.5 Procedimiento de cobro.

Una vez que el sistema ha aceptado los datos para operar, se procederá a la atención del primer vehículo.

Se puede observar en la pantalla del monitor como van avanzando los vehículos que se tienen en espera y van ocupando el lugar que se encuentra libre, en la parte inferior derecha del monitor. Aquí cabe destacar que el vehículo que se observa en esta sección, es el mismo que debe estar en ese momento a la izquierda del cajero, si este no



corresponde, se estará ante la presencia de algo que se conoce como “discrepancia” y cuyo tema se tratará mas adelante.

El procedimiento de trabajo anterior se desarrolla con base en los teclados con que se encuentra equipado el sistema como son el teclado de piso-eléctrico y los botones de control.

Si el equipo se encuentra funcionando en condiciones normales este será el único teclado que deberemos operar, el funcionamiento de cada uno de los botones es el siguiente:

- Selector Automático / Manual.

El Modo automático: Este modo será la posición normal del botón; no deberá cambiarse si no es por necesidad, cuando el sistema se encuentre con fallas de funcionamiento.

El Modo manual: Se cambiará a esta posición únicamente por falla del equipo, en esta forma permitirá introducir en forma manual las clases o categorías de los vehículos. Tanto el cambio de posición del botón, como las clases que se introduzcan son registrados por el sistema de auditoria.

- Pago normal

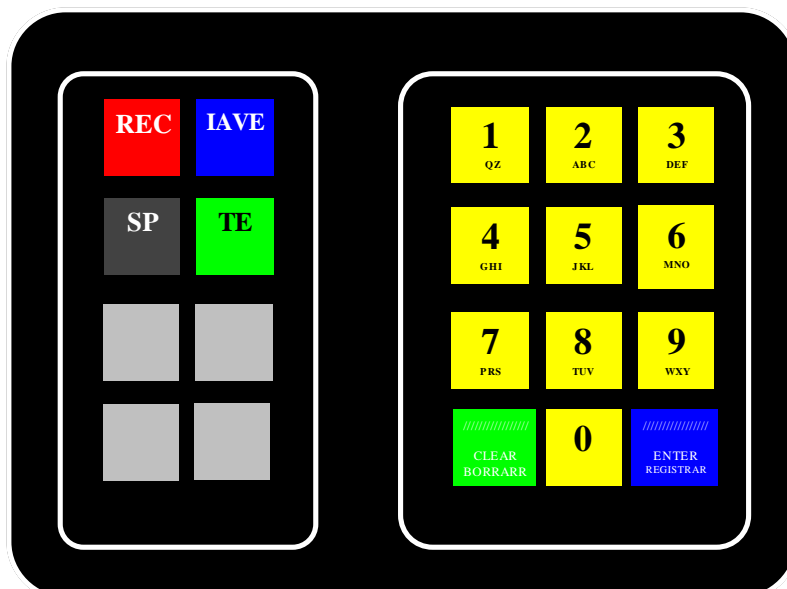
Este botón de color rojo y con un tamaño más grande, servirá para la confirmación de paso de los vehículos con pago de tarifa completa. Al oprimirlo se registrará automáticamente el pago en efectivo y el tiquete se emitirá en forma automática en un tiempo no mayor de dos segundos. Así en el caso de que pase un vehículo cuya clase corresponde a buses, si no se lleva a cabo esta operación el vehículo será registrado como camión de carga, por lo cual es estrictamente necesario su empleo. Cabe señalar que la operación de este botón en ningún momento implica ninguna confirmación de pago, sino tan solo el cambio del tipo de unidad.

#### 3.2.5.1 Operación manual.

Este modo de operación se lleva a cabo bajo la combinación de los siguientes elementos:

El botón de operación manual / automática, se cambia a modo “manual”

Las categorías se introducen a través del teclado de piso-eléctrico.



Automático/  
Manual

Figura 3.8: Esquema del teclado de piso-eléctrico

La función de cada una de las teclas es la siguiente:

REC Para iniciar el proceso de reclasificación de un vehículo.

IAVE para el registro de vehículos con tarjeta de identificación automática vehicular.

SP para marcar vehículos sin pago, ya sean residentes, exentos, eludidos, acorde al código correspondiente, etc.

TE para efectuar la confirmación de pago con tarifa especial.

VSC para los vehículos al servicio de la comunidad – no utilizado en la actualidad-.

S.R.I. dispone tiquetes con tarifa cero.

RPA residentes con pago anticipado y boleto – no utilizado en la actualidad-.

RSP residentes sin pago S.R.I. dispone tiquetes con tarifa cero.

C para corregir un incorrecto marcaje.

En para confirmar que los datos son correctos y la máquina efectúe el proceso de registro y pueda emitir el boleto o registrar la información como válida.

#### 3.2.5.1.1 Como usar el teclado para la operación en modo manual.

En la siguiente tabla se puede observar como se debe llevar a cabo la manipulación del teclado, para la clasificación manual de cada una de las categorías vehiculares que se encuentran autorizadas.

Tabla 3.1: Descripción de la marcación del teclado para el procedimiento de cobro usando el modo manual.

Marcación	Descripción del vehículo
1 + en	2 ejes automóvil
1 + en + λ	2 ejes motocicleta
2 + en + λ	2 ejes autobus
3 + en + λ	3 ejes autobus
2 + en	2 ejes camion
3 + en	3 ejes camion
4 + en	4 ejes camion
5 + en	5 ejes camion
6 + en	6 ejes camion
7 + en	7 ejes camion
11 + en	Automóvil con remolque de 1 eje ligero
12 + en	Automóvil con remolque de 2 ejes ligeros

### 3.2.6 Errores más comunes del equipo y como resolverlos.


#### 3.2.6.1 Reclasificación.

Cuando lo detectado por el equipo, no concuerde con lo que esta viendo, ocurre una discrepancia; la cual por obligación se debe corregir, para ello presentamos el siguiente ejemplo.

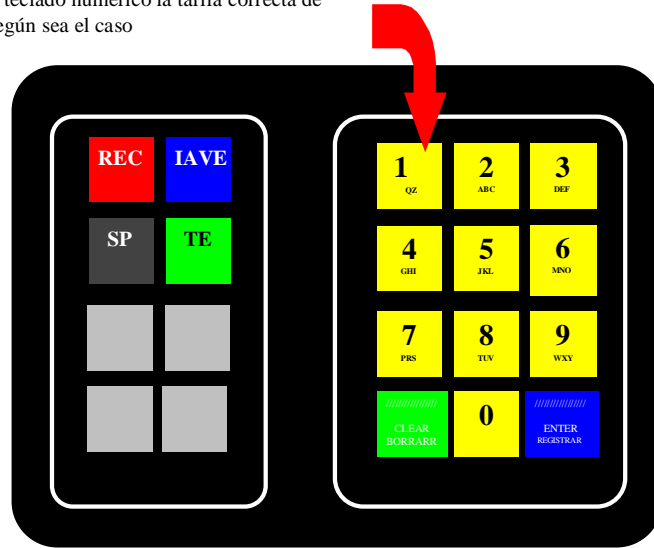
Puede pasar un vehículo de 5 ejes y el equipo lo detectó como dos camiones, uno de 2 ejes y uno de 3 ejes.

La forma de corregir esta discrepancia se realiza de la siguiente forma:

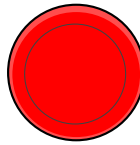
Se aprieta el botón de reclasificación rojo, la clasificación correcta (tabla 3.1) y el botón azul enter, como en la siguiente secuencia.

Oprimir la tecla de reclasificación: 

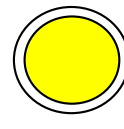
Y se marca en el teclado numérico la tarifa correcta de acuerdo a la tabla 3.1, según sea el caso



Automático/  
Manual



Pago



Autobús/Mo-  
tociçleta

En seguida la tecla ENTER



Y aparecerá en el monitor la clasificación correcta.

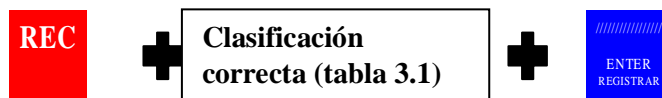


Figura 3.9: Esquema de descripción de la forma de corregir una discrepancia.

Es necesario que esta secuencia se cumpla y que la tecla enter se oprima al final, porque si no se hace el dato no es admitido por el sistema.

### 3.2.6.2 Balanceo

Otra de las posibilidades que pueden ocurrir es la del balanceo. Debemos entender por ello, la maniobra que ocurre cuando al existir filas de vehículos en un congestionamiento vial, de pronto avanza frente a los sistemas de sensado, y por alguna razón retorna y provoca que se marque un vehículo de más que en la realidad no existe, en este caso hay que efectuar una corrección en los siguientes términos.

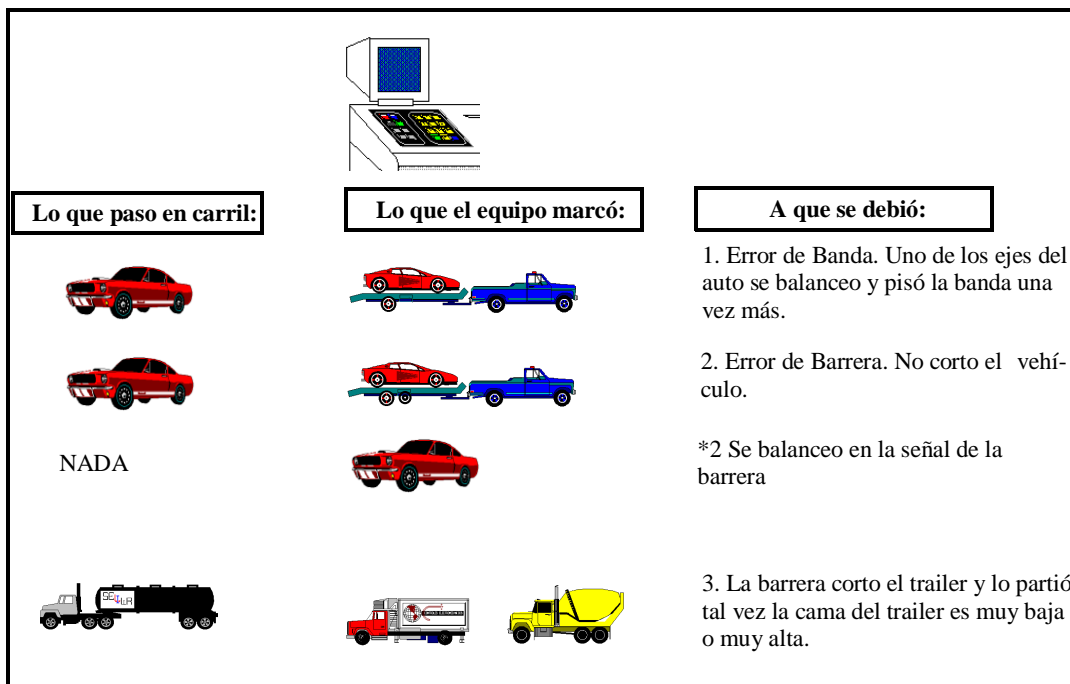


Figura 3.10: Esquema que muestra errores detectados por el equipo a causa del balanceo.

### 3.2.6 .3 Tratamiento de remolques y ejes adicionales

Los equipos están preparados para aplicar tarifas diferenciales en el caso de remolques y ejes adicionales, sin embargo las disposiciones operativas que constan en el pliego tarifario acordado con las autoridades responsables, no contemplan este tipo de recaudación.

### 3.2.7 Término de actividades para cajeros

Al finalizar su turno para efectuar el corte del mismo, tan solo tendrá que deslizar su tarjeta o marcar su código y esperar la indicación correspondiente. Esto demora solamente algunos segundos, después puede el cajero debe retirarse a la oficina de supervisión y entregar el dinero completo de lo recaudado.

Una vez que ha contado el dinero en efectivo a entregar, el supervisor de cajas hará la captura de los datos correctamente en la pantalla que tendrá a su disposición, una vez que los datos se dan por buenos y aceptados, no podrá volver a digitarlos o corregirlos. Por lo tanto cualquier diferencia o entrega de efectivo posterior, implica que se aplique un proceso de revisión a detalle, hasta que se dictamine lo procedente por parte del personal de auditoria.

### 3.2.8 Labores de auditoria

La función principal de la Auditoria es certificar la información real de tráfico y recaudo diario del peaje.

Su primera labor del día es la de verificar el valor de los depósitos hechos el día inmediatamente anterior, la cual debe coincidir con la registrada en el sistema.

Las políticas de operación de PANAVIAL S.A. tienen establecidos tres turnos de trabajo, el primero denominado matutino o mañana, que va de las seis horas de la

mañana a las dos de la tarde. El segundo vespertino o tarde, que comprende el trabajo que se realiza entre las dos de la tarde y las diez de la noche y por último el nocturno, que inicia a las diez de la noche de un día y termina a las 6 de la mañana del siguiente. Es decir que el día de trabajo, operación e información, se genera en días de las 6 de la mañana de un día a las 6 de la mañana del siguiente.

Las estaciones de peaje de Machachi y Panzaleo, cuentan cada una con nueve vías de circulación, de las cuales la central es de uso reversible. Es decir puede operar en sentido norte – sur o viceversa. Por lo que están instalados diez equipos en carril de control de tráfico, usados cuatro en sentido norte – sur, cuatro en sentido sur – norte y el central de forma reversible, como se indicó.

La estación de peaje de San Andres, cuenta con cuatro vías de circulación y están instalados cuatro equipos en carril de control de tráfico, usados: dos en sentido norte – sur y dos en sentido sur – norte.

El equipo de carril cuenta con un insertador de texto que une la imagen tomada por la cámara del carril, con el texto con el que se emite el ticket de pago, de tal forma que envía al equipo de auditoria la señal completa de imagen y texto enlazados.

El equipo de auditoria cuenta con una videgrabadora análoga de tipo industrial, por cada cuatro equipos de carril, que permite almacenar en una cinta de video normal de 120 minutos, hasta 96 horas de información continua de la recibida de los carriles.

Adicionalmente tiene una videgrabadora digital, por cada doce equipos de carril, que permite almacenar en su disco la información continua de la recibida de los carriles, la cual tiene que se revisada por el auditor.

La revisión se hace carril por carril, incluyendo los que no estuvieron en operación, para garantizar el control de tráfico de todas las vías.



La consolidación de la información de todos los carriles, genera la de cada turno de trabajo y la información de todos los turnos, la del día.

El sistema registra todo los eventos detectados por el equipo de control de tráfico, Discrimina y clasifica todos los vehículos incluidos los que se devuelven, los que son de bomberos, ambulancias y demás de servicio a la comunidad, los que pasan con violencia y tratan de evitar el pago del peaje, etc.

Por ser un equipo de tipo preclasificador, en ocasiones pueden existir diferencias, conocidas como discrepancias, entre lo detectado por el equipo E.T.C. y lo cobrado por el cajero. O pueden cometer errores de marcaciones o descuidos al identificar y clasificar los buses y camiones por parte del cajero, que generan errores que pueden ser corregidos por el cajero, pero que sin la verificación, comprobación por imagen y aprobación de auditor,

La función principal del auditor es revisar y confirmar que todas las clasificaciones que hizo el cajero de acuerdo a las formas de pago y en forma particular de las “reclasificaciones”, registro de vehículos sin pago y como dijimos anteriormente, la revisión general de aquellos eventos que pudieron ocasionar una diferencia en los ingresos.

Todo este proceso es conocido como Liquidación y es la dictaminación definitiva del tráfico, correctamente categorizado. De todos los ajustes, queda un registro en el que consta, lo marcado por el equipo, por el cajero y lo ajustado por el auditor, para transparencia, conocimiento e información de cualquier interesado.

Adicionalmente el sistema genera el archivo contable con el que se reportan las ventas ante el Servicio de Rentas Internas y el del informe al Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones.

También genera reportes detallados de tráfico, pudiendo generarse de todos los vehículos de un día, de un turno, de un carril, de discrepancias, de un determinado tipo de vehículo, etc., resúmenes consolidados de tráfico por hora, bitácoras en archivos Excel de todas las transacciones diarias.

Las herramientas del sistema permiten hacer una verificación del conteo o tráfico diario, indiscriminadamente de todos los carriles, de todos los días desde que inicio la operación del peaje hasta la fecha, ya que con las bitácoras de eventos diarios, junto con las imágenes y texto que enlazan, se puede constatar, las transacciones efectuadas una a una. Con lo que se garantiza la confiabilidad, reemplazando los conteos manuales o con detectores de tráfico, ya que la hora, fecha, imagen y tarifa pagada, dan todas las herramientas de juicio que se requieren para establecer la seguridad de la información.

3.2.9 Costos actuales para circular por la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba concesionada a PANAVIAL (2007).

Las tarifas que se cobran al usuario por el servicio prestado por la concesionaria para que el usuario pueda circular con las ventajas de seguridad, rapidez, comodidad y confort se lo hacen de acuerdo a su categoría, es decir a su composición en livianos y número de ejes, estas tarifas son las siguientes;

Categoría 1: Livianos → \$1,00

Categoría 2: Pesados con dos ejes → \$2,00

Categoría 3: Pesados con tres ejes → \$3,00

Categoría 4: Pesados con cuatro ejes → \$4,00

Categoría 5: Extrapesados con cinco ejes → \$5,00

Categoría 2: Extrapesados con seis ejes → \$6,00

3.3. Conteos de tráfico en subtramos.

El objetivo de los conteos de tráfico por subtramos es el de establecer una comparación de una muestra obtenida a partir de los conteos manuales realizados y entre los datos de las estaciones de peaje y la proyecciones obtenidas.

Para realizar los conteos se han planteado estaciones que se encuentren entre las estaciones de peaje, pero además cuenten con los requisitos necesarios para ejecutar dichos conteos como son:

El sitio debe estar libre de salidas de tráfico.

El sector vial debe tener un estado uniforme.

Debe ser representativo de la vía.

Debe contar con facilidades logísticas.

Los conteos se han realizado en tres sitios estratégicos:

Estación 1: Sector La Avanzada (Machachi-Aloasi) Km 7+000

Estación 2: Sector Cunchibamba Km 81+400

Estación 3: Sector Cabañas del Bosque Km 149+600.

Para realizar los conteos se ha dispuesto de personal ubicado a los dos lados de la calzada, uno en cada borde de la vía de tal manera que se pueda registrar el tráfico en cada dirección.

Para levantar los registros se ha utilizado el formato diseñado por el Departamento de Factibilidad de la Dirección de Estudios del Ministerio de Obras Públicas, en la cual se puede registrar el tráfico de acuerdo a una composición detallada por horas; además establecer el comportamiento climático característico para cada hora de conteo. Esta hoja de registros se muestra en el anexo 1.

3.3.1. Estacion 1; sector La Avanzada (km 7+000).



Figura 3.11: Logistica de la estación 1; sector La Avanzada.



Figura 3.12: Visibilidad de la calzada de estación 1: sector La Avanzada.

Este sitio se ha escogido además de por cumplir con los requisitos detallados anteriormente, así:

**Logística:** Se encuentra en un sitio donde se puede acampar a los dos lados, a el lado del carril de ida tenemos una heladería y a el lado de retorno un paradero “Pablito” que cuenta incluso con una visera que permite protegerse del sol y de las lluvias.

**Uniformidad:** Es uniforme en cuanto a carriles y pendiente, no se encuentran salidas vehiculares, ni curvas al menos en una distancia de 200m.

**Importancia:** Es un sitio que se encuentra a 2,5 kilómetros antes de la estación de Peaje Machachi (Km 9+500) por lo que nos permitirá comprobar la validez de los registros.

Los conteos pudieron realizarse completamente como se planificó desde las 6:00 am hasta las 18:00pm los días: Sábado 20 de Enero del 2007 y el Miércoles 11 de Febrero del 2007, levantando de esta manera los datos para un día normal laborable (Miércoles) y otro día comúnmente no laborable (Sábado).

El resto de horas ha sido completada en base a el comportamiento de los únicos datos históricos que se han disponen publicados en la estación La Calera, datos que han sido validados para el tramo Machachi-Lasso, de los cuales se ha realizado un promedio y los porcentajes respecto al tráfico total, correlacionándolo con la información histórica de 1991; estos valores se han relacionado con aquellos de los conteos realizados y de esta manera, completar los registros levantados.

3.3.2 Estación 2: sector Cunchibamba (km 81+400).



Figura 3.13: Logística de la estación 2; sector Cunchibamba.



Figura 3.14: Visibilidad de la calzada de estación 2: sector Cunchibamba.

Las principales razones por las que se ha escogido esta estación de conteo son:

**Logística:** Se encuentra en un sitio donde se puede acampar, pues en el lado derecho (en el sentido de avance del abscisado) se encuentra un comedor “Buen Provecho” y el almacén Agroahorro y al frente se encuentra una fábrica de lácteos y su localización es el sector de la población de Cunchibamba.

**Uniformidad:** Es uniforme en cuanto a carriles y pendiente, no se encuentran curvas ni salidas importantes de tráfico.

**Importancia:** Es un sitio que se encuentra a 7, 20 kilómetros después de la estación de Peaje Panzaleo (Km 74+200) por lo que nos permitirá comprobar la validez de los registros de esta estación.

Los conteos pudieron realizarse completamente como se planificó desde las 6:00 am hasta las 18:00 pm los días: viernes 2 de febrero del 2007 y Sábado 3 de Febrero del 2007, levantando de esta manera los datos para un día normal laborable (Viernes) y otro día comúnmente no laborable (Sábado).

El resto de horas ha sido completada en base a el comportamiento de los únicos datos históricos que se disponen publicados en la estación, ubicada en el sector de Unamuncho correlacionados con la información de tráfico mensual de 1991, datos históricos que han sido válidados en ese entonces para el tramo Latacunga-Ambato.

### 3.3.3. Estación 3: sector Cabañas Del Bosque (km 149+600.).



Figura 3.15: Logística de la estación 3; sector Cabañas del Bosque.



Figura 3.16: Visibilidad de la calzada de estación 3: sector Cabañas del Bosque.

Logística: Se encuentra en el sector Cabañas del Bosque que es un sitio donde existe un local comercial que dispone de una visera donde se puede proteger de los fenómenos climáticos y que en el trayecto de este tramo es el sitio más adecuado para el conteo del tráfico, pues reúne las condiciones de logística y visibilidad de la vía.



Uniformidad: Es uniforme en cuanto a carriles y pendiente, no se encuentran curvas ni salidas de tráfico en los dos sentidos de la vía.

Importancia: Es un sitio que se encuentra a 5, 3kilómetros al sur de la estación de Peaje San Andrés (Km 144+300) por lo que nos permitirá comprobar la validez de los registros obtenidos en esa estación.

Los conteos pudieron realizarse completamente como se planifico desde las 6:00 am hasta las 18:00pm los días: Viernes 26 de Enero del 2007 y el Sábado 27 de Enero del 2007, levantando de esta manera los datos para un día normal laborable (Viernes) y otro día comúnmente no laborable (Sábado).

La información se completa con los mismos registros históricos horarios de los datos históricos registrados en Unamuncho y con los registros mensuales de 1991, puesto que no se cuenta con otros levantamientos de tráfico publicados para este tramo.

#### 3.3.4. Registros totales de conteos diarios por horas.

Los conteos comúnmente se realizan en lapsos de 12 horas en jornadas diurnas y no durante las noches, debido principalmente a las condiciones de seguridad, falta de visualización por la oscuridad, cansancio, baja supervisión y guía hacia las personas que hacen el contaje. Los datos obtenidos se complementan con valores de registros correspondientes a comportamientos históricos registrados en ocasiones anteriores.

Como los conteos se han realizado de 6:00 am a 18:00 pm es decir en 12 horas, la información complementaria se basa en los porcentajes obtenidos en los promedios horarios de los contajes publicados en MOP, correlacionada con la información mensual de 1991.

El procedimiento para lograr dicho objeto es el siguiente:

Del promedio de los registros obtenidos en las estaciones de conteo de MOP correlacionada con la información mensual de 1991, se obtiene el porcentaje horario con respecto al tráfico diario.

Se suma el total de tráfico que hemos contado en nuestras estaciones establecidas, es decir los obtenidos de 6:00 am a 18:00pm.

Sumar los porcentajes establecidos en el paso anterior, pero solo los correspondientes a las horas que se han hecho los actuales conteos es decir de 6:00 a 18:00.

Obtenemos el TPD, basándonos en la siguiente regla de tres:

*Trafico..contado* → 100%

*TPD?* → *Suma..porcentaje..correspondiente*

Se completan los registros mediante la siguiente relación:

$$\text{Datos.completados.y.ajustados} = \frac{\text{Porcentaje..correspondiente} \times \text{TPD}}{100} \quad (3.1)$$

#### 3.4. Factores de cálculo de corrección del tráfico: diario, semanal, mensual.

Los factores de corrección del tráfico nos permiten obtener el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), para un determinado tramo de camino. Para obtener el TPDA es necesario recopilar datos de conteos de tráfico durante el período de un año y de su sumatoria dividirla para el número de días del año; período de tiempo que demasiado largo si se toma en cuenta la urgencia de disponer de información para la evaluación de un determinado proyecto, es precisamente esta la importancia del conocimiento de los factores de corrección de tráfico.

Según la Dirección de Planificación del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones los factores de corrección del tráfico se obtienen mediante el conocimiento de los porcentajes de variación del tráfico sean estos horarios, diarios o mensuales.

La base para obtener estas variaciones será la de la información de tráfico registrado en estaciones convenientemente instaladas en la red vial de largos periodos de conteos realizados con anterioridad.

La base de datos para lograr obtener los factores de corrección son de 24 horas, los 7 días de una semana normal.

Sin embargo gracias a los registros de las estaciones de peaje nosotros podemos establecer las variaciones de tráfico semanales, mensuales y anuales a fin de poder tener una base para lograr obtener el TPDA.

#### 3.4.1. Factores horarios.

Los factores horarios los obtenemos promediando todos los valores de que se disponen en forma horaria en el periodo de que se hayan registrado los conteos, obteniendo entonces un promedio horario para una semana completa, con estos valores podemos encontrar un promedio horario diario el cual servirá de base para obtener los factores de las horas de cada día de una semana. Es conveniente tener factores promedio para todos los días comúnmente laborables, esto es de lunes a viernes y otro para sábados y domingos, ya que el comportamiento de el tráfico en estos días no es similar.

Los factores horarios los obtenemos de la única información que se ha logrado obtener de contajes realizados en años anteriores realizados en forma continua en al menos dos meses por horas en el año 1991, información base de la cual se ha obtenido los factores de para poder proyectar cuando se requiera el tráfico por horas cuando se conozcan los tráficos diarios.

Los factores horarios los hemos expresado como porcentajes respecto del total del promedio de cada día de los registros históricos, esto se lo hace por facilidad de aplicación directa a los conteos realizados.

### 3.4.2. Factores diarios.

Los factores diarios los obtenemos de la recopilación de la información de tráfico diario disponible por semanas, esto es de lunes a domingo, obteniendo un promedio para cada uno de los días de la semana, de aquí, promediamos un valor entre ellos -que correspondería al TPDS- y esta será la base para obtener los factores de cada día.

El factor de ajuste diarios se define como:

$$Fd = \frac{TPDS}{TD}. \quad (3.2)$$

Los factores diarios los obtenemos de la información estadística disponible resultado de los conteos automáticos de las estaciones de peaje.

### 3.4.3. Factores mensuales.

La obtención de factores mensuales requiere el conocimiento de los tráficos de los meses del año.

El conocimiento de un tráfico promedio mensual de algunos años cercanos a la actualidad nos permitirá mediante premediación de los mismos obtener factores más exactos para la futura proyección.

El factor de ajuste mensual se define como:

$$fm = \frac{TPDA}{TPDM} \quad (3.3)$$

Los factores mensuales son el resultado de los promedios mensuales de la información disponible de las Estaciones de Peaje.

### 3.4.4 Tráfico promedio diario.

El tráfico promedio diario que se obtiene en base a un conteo de tráfico se consigue mediante la siguiente relación:

$$TPD_i = TD_i(Fd)(Fm) \quad (3.4)$$

Donde:

TPDi = Tránsito promedio diario.

TDi = Volumen de tráfico diario (registrado en un conteo diario).

Fm = Factor de ajuste mensual.

Fd = Factor de ajuste diario.

#### 3.4.5 Ejemplo de aplicación de los factores de ajuste.

Para resaltar la importancia de estos factores de ajuste realizaremos un ejemplo en donde se requiere determinar el TPD del día viernes en la sección de la carretera en la abscisa K81+400 que debe tomarse para propósitos de análisis operacional o de proyecto.

En la estación de Cunchibamba el Sábado 03-02-07, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3.2: Tráfico horario en la estación de Cunchibamba.

HORA	VIERNES
0 a 1	80
1 a 2	64
2 a 3	65

3 a 4	94
4 a 5	192
5 a 6	349
6 a 7	497
7 a 8	504
8 a 9	558
9 a 10	558
10 a 11	569
11 a 12	582
12 a 13	622
13 a 14	600
14 a 15	633
15 a 16	653
16 a 17	672
17 a 18	651
18 a 19	542
19 a 20	409
20 a 21	298
21 a 22	213
22 a 23	170
23 a 24	105
TOTAL	9680

Solución:

La zona se encuentra cerca de la estación de Panzaleo y antes de llegar a la ciudad de Ambato por lo que los datos que usaremos serán las de la estación de peaje de Panzaleo, de la cual se han obtenido los siguientes factores de ajuste:

Factores de ajuste mensual:

Tabla 3.3: Factores mensuales en base a los volúmenes de tráfico registrados en la estación de peaje de Panzaleo.

MES	Fm
ENERO	1.06664633
FEBRERO	0.99372857
MARZO	1.06397314
ABRIL	0.98489673
MAYO	1.02208232
JUNIO	1.04976366
JULIO	0.98279299
AGOSTO	0.92790385
SEPTIEMBRE	1.00309196
OCTUBRE	1.01895171
NOVIEMBRE	0.99208232
DICIEMBRE	0.93760327

Tabla 3.4: Factores de ajuste diarios obtenidos en base a los volúmenes de tráfico registrados en la estación de peaje de Panzaleo.

LUNES	1.0224572
MARTES	1.131001448
MIERCOLES	1.113511735
JUEVES	0.998034012
VIERNES	0.934468477
SABADO	0.927977333
DOMINGO	0.917412126

Entonces:

$$TPD_{viernes} = TD_{viernes} \times Fm_{febrero} \times Fd_{viernes}$$

$$TPD_{viernes} = 9680 \times 0.99373 \times 0.93446$$

$$TPD_{viernes} = 89889 \text{ vehiculos mixtos / dia.}$$

3.4.6 Complemento de las tablas de conteos para las horas no contadas por medio de los factores (porcentajes), obtenidos de los registros históricos.

Como los conteos se han realizado desde las 6:00a.m. hasta las 18:00p.m. en dos días de la semana por los motivos ya explicados anteriormente, se puede completar la información por medio de los porcentajes promedios obtenidos de los registros históricos, para ello se ha procedido de la siguiente manera:

Se pasan a Excel todos los datos de la información histórica horaria registrada en los conteos de tráfico.

Se procede a obtener los promedios de cada hora para todos los días de la semana.

Se suma los volúmenes de tráfico para cada día de la semana.

Se obtienen los porcentajes de cada hora respecto del total de tráfico para cada día.

Se suman los valores obtenidos de los volúmenes de tráfico contados (de los contajes realizados, es decir los correspondientes de 6:00a.m. a 18:00p.m.

Se suman los porcentajes obtenidos de los registros históricos correspondientes al día que se hicieron los contajes y a las horas realizadas es decir de 6:00a.m. a 18:00p.m.

Se obtienen con estos datos un tráfico promedio diario (TPD), que resulta del cociente entre la suma del tráfico contado y la suma del porcentaje de tráfico contado para el día correspondiente.

Finalmente se multiplica este TPD obtenido por el porcentaje correspondiente al día y hora obtenidos del promedio de los registros históricos.

3.4.7 Presentación de tablas referentes a los conteos.



A continuación se presentan las tablas, cuadros y gráficos que resumen los resultados de los registros de los conteos realizados en las estaciones de conteo a lo largo del tramo en estudio: Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba:

En las tablas 3.5 a 3.10 se presentan los resultados totalizados obtenidos de los conteos con sus respectivas gráficas de variación.

En las tablas 3.11 a 3.16 se presentan los promedios de tráfico y los factores horarios, obtenidos de los registros históricos correspondientes al año 1991 en los sitios La Calera y Unamuncho, en base a los procedimientos de cálculo para complementar la información horaria según se indicó anteriormente.

En las tablas 3.17 se presentan los porcentajes y los TPD de los conteos realizados, esta tabla permite visualizar los resultados obtenidos con la aplicación de los procedimientos de cálculo descritos anteriormente.

En la tabla 3.18 se presentan los resultados del tráfico para las 24 horas del día, en cada una de las estaciones de conteo, habiéndose realizado el completamiento de las horas no contadas, mediante los factores (porcentajes) obtenidos en base al comportamiento del tráfico en concordancia con los registros históricos.

Notas:

Los conteos de tráfico históricos son en pares de ejes pero ello no afecta a la obtención de porcentajes como factores en nuestro trabajo; en base a la información horaria mensual del año 1991 se ha traducido en tráfico total real de vehículos individuales.

Los datos horarios completados para el tramo 3 se los obtiene en base a la información histórica de la estación Unamuncho, por no disponer de otra información horaria histórica más cercana a donde se han realizado los conteos actuales.

Tabla 3.5: Resultados totalizados de los conteos de la estación 1, en el sector La Avanzada (Km 7+000), realizados el Miércoles 11 de Febrero del 2007.

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
6 a 7	331	87	182	600
7 a 8	518	76	187	781
8 a 9	631	85	138	854
9 a 10	581	65	147	793
10 a 11	472	54	176	702
11 a 12	479	76	211	766
12 a 13	399	64	170	633
13 a 14	483	71	228	782
14 a 15	514	87	243	844
15 a 16	512	84	219	815
16 a 17	578	91	245	914
17 a 18	643	91	210	944
<b>TOTAL</b>	<b>6141</b>	<b>931</b>	<b>2356</b>	<b>9428</b>

Cuadro 3.1: Variación diaria registrada en la estación 1, en el sector La Avanzada (Km 7+000), realizados el Miércoles 11 de Febrero del 2007.

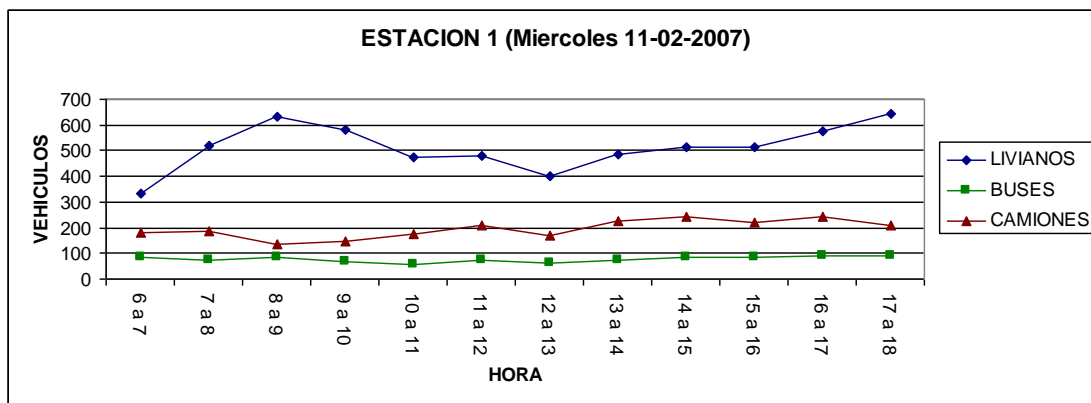


Tabla 3.6: Resultados totalizados de los conteos en la estación 1, en el sector La Avanzada (Km 7+000), realizados el Sábado 20 de Enero del 2007.

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
6 a 7	566	95	164	825
7 a 8	838	122	151	1111
8 a 9	814	130	203	1147
9 a 10	781	79	146	1006
10 a 11	816	96	209	1121
11 a 12	710	72	146	928
12 a 13	859	79	171	1109
13 a 14	809	93	194	1096
14 a 15	893	81	215	1189
15 a 16	957	163	207	1327
16 a 17	923	123	197	1243
17 a 18	881	106	170	1157
<b>TOTAL</b>	<b>9847</b>	<b>1239</b>	<b>2173</b>	<b>13259</b>

Cuadro 3.2: Variación diaria registrada en la estación 1, en el sector La Avanzada (Km 7+000), realizados el Sábado 20 de Enero del 2007.

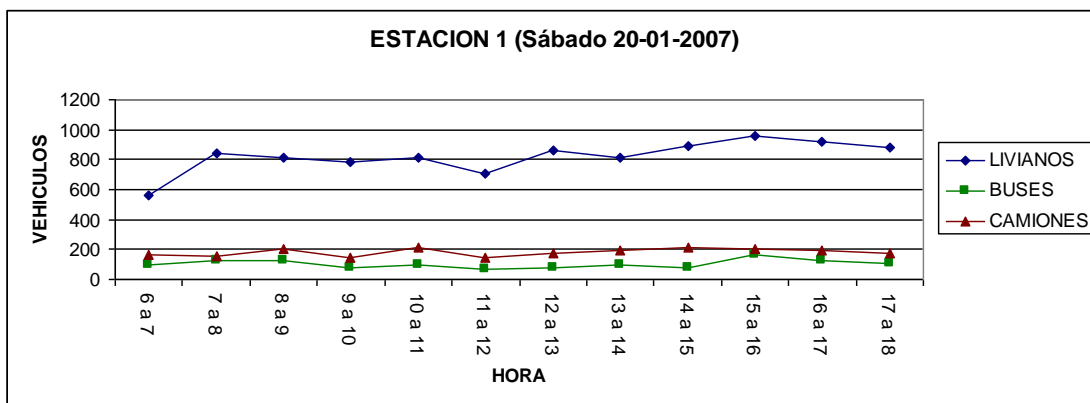


Tabla 3.7: Resultados totalizados de los Conteos de la Estación 2, en el sector Cunchibamba (Km 81+400), realizados el Viernes 2 de Febrero del 2007.

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
6 a 7	169	77	127	373
7 a 8	284	98	111	493
8 a 9	325	62	150	537
9 a 10	325	63	148	536
10 a 11	361	58	132	551
11 a 12	372	83	137	592
12 a 13	327	56	89	472
13 a 14	384	62	102	548
14 a 15	441	78	121	640
15 a 16	461	62	132	655
16 a 17	498	39	88	625
17 a 18	567	76	152	795
<b>TOTAL</b>	<b>4514</b>	<b>814</b>	<b>1489</b>	<b>6817</b>

Cuadro 3.3: Variación diaria registrada en la estación 2, en el sector en el sector Cunchibamba (Km 81+400), realizados el Viernes 2 de Febrero del 2007.

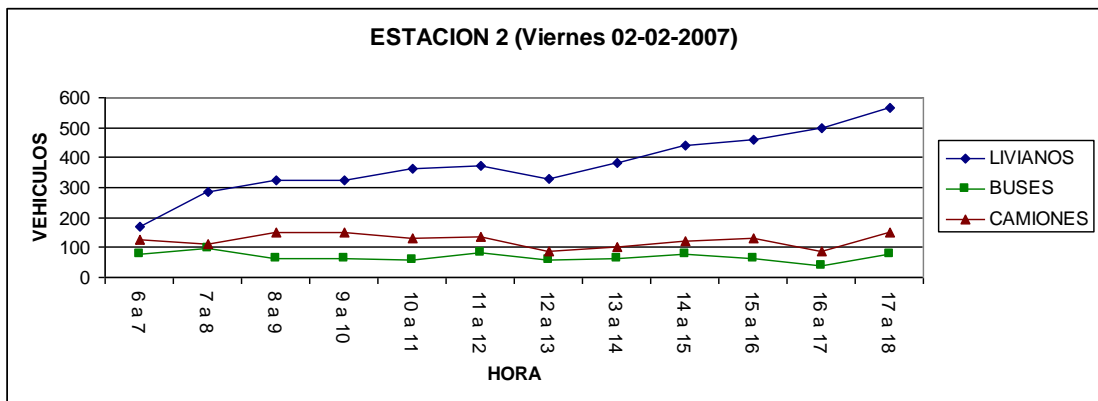


Tabla 3.8: Resultados totalizados de los Conteos de la Estación 2, en el sector Cunchibamba (Km 81+400), realizados el Sábado 3 de Febrero del 2007.

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
6 a 7	409	89	87	585
7 a 8	584	99	109	792
8 a 9	607	94	102	803
9 a 10	575	89	132	796
10 a 11	664	62	123	849
11 a 12	665	88	144	897
12 a 13	579	69	113	761
13 a 14	636	86	174	896
14 a 15	643	74	119	836
15 a 16	699	78	120	897
16 a 17	788	69	106	963
17 a 18	716	97	102	915
<b>TOTAL</b>	<b>7565</b>	<b>994</b>	<b>1431</b>	<b>9990</b>

Cuadro 3.4: Variación diaria registrada en la estación 2, en el sector en el sector Cunchibamba (Km 81+400), realizados el Sábado 3 de Febrero del 2007.

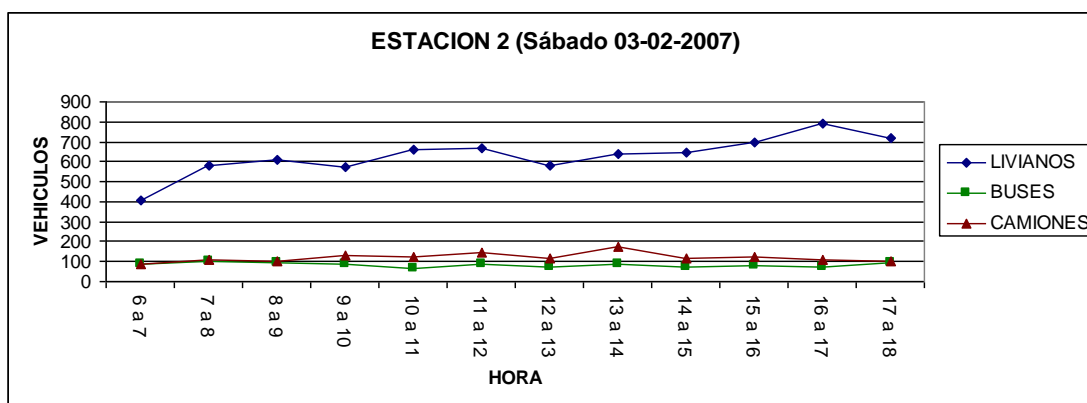


Tabla 3.9: Resultados totalizados de los conteos de la estación 3, en el sector Cabañas del Bosque (Km 149+600), realizados el Viernes 26 de Enero del 2007.

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
6 a 7	162	53	67	282
7 a 8	193	54	79	326
8 a 9	224	44	115	383
9 a 10	230	47	129	406
10 a 11	242	40	102	384
11 a 12	268	43	123	434
12 a 13	235	46	70	351
13 a 14	297	44	69	410
14 a 15	258	58	118	434
15 a 16	323	42	125	490
16 a 17	328	39	118	485
17 a 18	352	42	93	487
<b>TOTAL</b>	<b>3112</b>	<b>552</b>	<b>1208</b>	<b>4872</b>

Cuadro 3.5: Variación diaria registrada en la estación 2, en la estación 3, en el sector Cabañas del Bosque (Km 149+600), realizados el Viernes 26 de Enero del 2007.

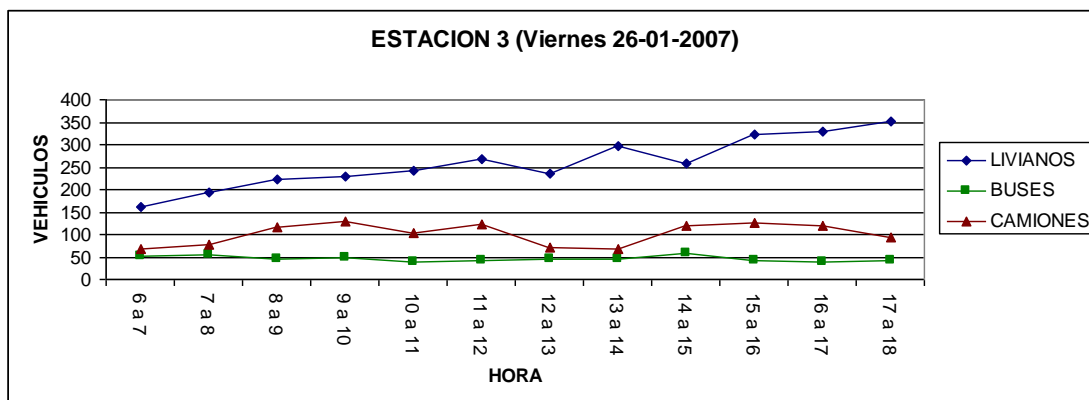


Tabla 3.10: Resultados totalizados de los conteos de la estación 3, en el sector Cabañas del Bosque (Km 149+600), realizados el Sábado 27 de Enero del 2007.

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
6 a 7	245	73	67	385
7 a 8	341	65	85	491
8 a 9	377	62	84	523
9 a 10	306	55	78	439
10 a 11	301	50	52	403
11 a 12	317	50	79	446
12 a 13	335	56	70	461
13 a 14	398	62	62	522
14 a 15	399	53	81	533
15 a 16	367	44	44	455
16 a 17	365	61	70	496
17 a 18	346	52	51	449
<b>TOTAL</b>	<b>4097</b>	<b>683</b>	<b>823</b>	<b>5603</b>

Cuadro 3.6: Variación diaria registrada en la estación 2, en la estación 3, en el sector Cabañas del Bosque (Km 149+600), realizados el Sábado 27 de Enero del 2007.

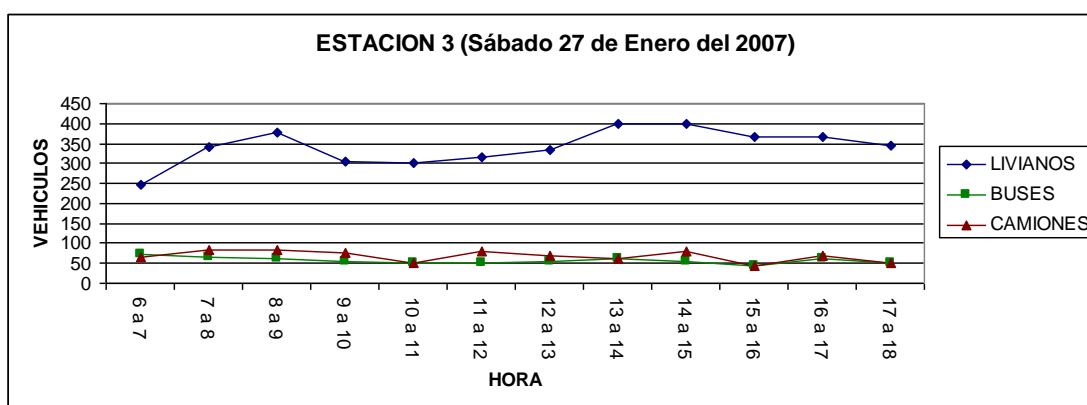


Tabla 3.11: Registro histórico horario promedio del año 1991 correspondiente a los  
contajes realizados en el sector de La Calera, válidos para el Tramo 1.

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
0 a 1	403	383	384	560	314	335	300
1 a 2	344	276	329	493	233	294	237
2 a 3	396	314	564	493	249	289	242
3 a 4	652	613	721	654	352	451	363
4 a 5	1,084	1,110	1,034	945	622	593	494
5 a 6	1,517	1,501	1,386	1,538	1,201	1,029	832
6 a 7	2,293	2,749	2,491	2,611	2,110	1,663	1,292
7 a 8	3,055	3,714	3,571	3,576	2,824	2,134	1,689
8 a 9	3,048	3,637	3,665	3,448	2,916	2,565	2,158
9 a 10	3,158	3,630	3,540	3,293	2,765	2,783	2,589
10 a 11	3,414	3,553	3,611	3,293	2,765	2,940	2,908
11 a 12	3,341	3,607	3,665	3,218	2,879	3,098	2,971
12 a 13	3,495	3,783	3,838	3,495	2,889	3,148	2,729
13 a 14	3,385	3,576	3,532	3,259	2,895	2,966	2,453
14 a 15	3,385	3,515	3,368	3,077	2,873	2,925	2,594
15 a 16	4,147	3,882	3,642	3,326	3,149	2,951	3,019
16 a 17	4,426	3,798	3,603	3,360	3,225	3,001	3,334
17 a 18	4,162	3,622	3,595	3,151	3,241	3,006	3,305
18 a 19	3,605	3,446	3,305	2,949	2,949	2,580	2,763
19 a 20	2,638	2,427	2,373	2,085	2,213	1,891	1,960
20 a 21	1,964	1,922	1,966	1,626	1,753	1,414	1,471
21 a 22	1,451	1,378	1,637	1,255	1,347	1,039	963
22 a 23	916	873	1,143	837	914	674	639
23 a 24	550	513	854	533	557	401	392
TOTALES	56,829	57,822	57,817	53,073	47,237	44,172	41,697



Tabla 3.12: Factores horarios válidos para el Tramo 1 en base a la información histórica de la tabla 3.11.

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
0 a 1	0.0071	0.0066	0.0066	0.0106	0.0066	0.0076	0.0072
1 a 2	0.0061	0.0048	0.0057	0.0093	0.0049	0.0067	0.0057
2 a 3	0.0070	0.0054	0.0098	0.0093	0.0053	0.0065	0.0058
3 a 4	0.0115	0.0106	0.0125	0.0123	0.0074	0.0102	0.0087
4 a 5	0.0191	0.0192	0.0179	0.0178	0.0132	0.0134	0.0118
5 a 6	0.0267	0.0260	0.0240	0.0290	0.0254	0.0233	0.0200
6 a 7	0.0404	0.0475	0.0431	0.0492	0.0447	0.0376	0.0310
7 a 8	0.0538	0.0642	0.0618	0.0674	0.0598	0.0483	0.0405
8 a 9	0.0536	0.0629	0.0634	0.0650	0.0617	0.0581	0.0518
9 a 10	0.0556	0.0628	0.0612	0.0620	0.0585	0.0630	0.0621
10 a 11	0.0601	0.0614	0.0624	0.0620	0.0585	0.0666	0.0697
11 a 12	0.0588	0.0624	0.0634	0.0606	0.0609	0.0701	0.0713
12 a 13	0.0615	0.0654	0.0664	0.0659	0.0612	0.0713	0.0655
13 a 14	0.0596	0.0618	0.0611	0.0614	0.0613	0.0671	0.0588
14 a 15	0.0596	0.0608	0.0582	0.0580	0.0608	0.0662	0.0622
15 a 16	0.0730	0.0671	0.0630	0.0627	0.0667	0.0668	0.0724
16 a 17	0.0779	0.0657	0.0623	0.0633	0.0683	0.0679	0.0800
17 a 18	0.0732	0.0626	0.0622	0.0594	0.0686	0.0681	0.0793
18 a 19	0.0634	0.0596	0.0572	0.0556	0.0624	0.0584	0.0663
19 a 20	0.0464	0.0420	0.0410	0.0393	0.0468	0.0428	0.0470
20 a 21	0.0346	0.0332	0.0340	0.0306	0.0371	0.0320	0.0353
21 a 22	0.0255	0.0238	0.0283	0.0236	0.0285	0.0235	0.0231
22 a 23	0.0161	0.0151	0.0198	0.0158	0.0194	0.0153	0.0153
23 a 24	0.0097	0.0089	0.0148	0.0100	0.0118	0.0091	0.0094

Tabla 3.13: Registro histórico horario promedio del año 1991 correspondiente a los contajes realizados en el sector de Unamuncho, válidos para el Tramo 2.

HORA	LUNE S	MARTE S	MIERCOLE S	JUEVE S	VIERNE S	SABAD O	DOMING O
0 a 1	348	374	409	277	284	336	279
1 a 2	279	254	253	217	236	240	249
2 a 3	285	296	282	211	278	264	244
3 a 4	410	345	394	277	331	316	244
4 a 5	838	479	639	506	515	484	297
5 a 6	1,522	881	1,011	939	804	753	489
6 a 7	2,166	1,557	1,754	1,589	1,292	1,151	755
7 a 8	2,200	1,966	2,111	1,992	1,481	1,419	1,086
8 a 9	2,434	2,333	2,334	2,185	1,749	1,630	1,343
9 a 10	2,434	2,382	2,579	2,359	1,928	1,899	1,605
10 a 11	2,479	2,664	2,639	2,407	2,027	2,119	1,915
11 a 12	2,536	2,671	2,564	2,546	2,059	2,148	1,993
12 a 13	2,713	2,685	2,587	2,389	2,106	2,177	1,959
13 a 14	2,616	2,629	2,602	2,461	2,048	2,201	1,867
14 a 15	2,758	2,854	2,721	2,522	2,279	2,340	2,137
15 a 16	2,850	3,207	3,003	2,877	2,447	2,220	2,591
16 a 17	2,929	3,326	3,167	2,792	2,668	2,392	2,709
17 a 18	2,838	3,108	3,018	2,744	2,626	2,354	2,526
18 a 19	2,365	2,755	2,639	2,407	2,269	2,105	2,133
19 a 20	1,784	2,065	2,163	1,926	1,875	1,357	1,662
20 a 21	1,299	1,600	1,554	1,402	1,387	1,108	1,143
21 a 22	929	1,177	1,145	1,089	1,066	772	794
22 a 23	741	796	847	824	788	585	563
23 a 24	456	543	528	481	541	441	388
SUMA TOTAL	42,208	42,946	42,942	39,419	35,084	32,808	30,970

Tabla 3.14: Factores horarios válidos para el Tramo 2 en base a la información histórica de la Tabla 3.13.

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
0 a 1	0.0082	0.0087	0.0095	0.0070	0.0081	0.0102	0.0090
1 a 2	0.0066	0.0059	0.0059	0.0055	0.0067	0.0073	0.0080
2 a 3	0.0068	0.0069	0.0066	0.0053	0.0079	0.0080	0.0079
3 a 4	0.0097	0.0080	0.0092	0.0070	0.0094	0.0096	0.0079
4 a 5	0.0198	0.0112	0.0149	0.0128	0.0147	0.0148	0.0096
5 a 6	0.0361	0.0205	0.0235	0.0238	0.0229	0.0229	0.0158
6 a 7	0.0513	0.0363	0.0409	0.0403	0.0368	0.0351	0.0244
7 a 8	0.0521	0.0458	0.0492	0.0505	0.0422	0.0433	0.0351
8 a 9	0.0577	0.0543	0.0544	0.0554	0.0499	0.0497	0.0434
9 a 10	0.0577	0.0555	0.0601	0.0598	0.0549	0.0579	0.0518
10 a 11	0.0587	0.0620	0.0615	0.0611	0.0578	0.0646	0.0618
11 a 12	0.0601	0.0622	0.0597	0.0646	0.0587	0.0655	0.0644
12 a 13	0.0643	0.0625	0.0602	0.0606	0.0600	0.0663	0.0632
13 a 14	0.0620	0.0612	0.0606	0.0624	0.0584	0.0671	0.0603
14 a 15	0.0654	0.0665	0.0634	0.0640	0.0650	0.0713	0.0690
15 a 16	0.0675	0.0747	0.0699	0.0730	0.0698	0.0677	0.0837
16 a 17	0.0694	0.0775	0.0737	0.0708	0.0760	0.0729	0.0875
17 a 18	0.0672	0.0724	0.0703	0.0696	0.0749	0.0718	0.0815
18 a 19	0.0560	0.0642	0.0615	0.0611	0.0647	0.0642	0.0689
19 a 20	0.0423	0.0481	0.0504	0.0489	0.0534	0.0414	0.0537
20 a 21	0.0308	0.0372	0.0362	0.0356	0.0395	0.0338	0.0369
21 a 22	0.0220	0.0274	0.0267	0.0276	0.0304	0.0235	0.0256
22 a 23	0.0176	0.0185	0.0197	0.0209	0.0225	0.0178	0.0182
23 a 24	0.0108	0.0126	0.0123	0.0122	0.0154	0.0134	0.0125

Tabla 3.15: Registro histórico horario promedio del año 1991 correspondiente a los contajes realizados en el sector de Unamuncho correlacionados con la información mensual del Tramo 3, válidos para el Tramo 3.

HORA	LUNE S	MARTE S	MIERCOLE S	JUEVE S	VIERNE S	SABAD O	DOMING O
0 a 1	173	186	204	138	141	167	139
1 a 2	139	127	126	108	118	120	124
2 a 3	142	148	141	105	139	132	122
3 a 4	205	172	196	138	165	158	122
4 a 5	418	239	319	252	257	242	148
5 a 6	759	439	504	468	401	375	244
6 a 7	1,080	777	875	792	644	574	376
7 a 8	1,097	981	1,053	994	739	708	542
8 a 9	1,214	1,163	1,164	1,090	872	813	670
9 a 10	1,214	1,188	1,286	1,177	961	947	801
10 a 11	1,237	1,329	1,316	1,201	1,011	1,057	955
11 a 12	1,265	1,332	1,279	1,270	1,027	1,071	994
12 a 13	1,353	1,339	1,290	1,192	1,050	1,086	977
13 a 14	1,305	1,311	1,298	1,228	1,022	1,098	931
14 a 15	1,376	1,424	1,357	1,258	1,137	1,167	1,066
15 a 16	1,421	1,599	1,498	1,435	1,221	1,107	1,292
16 a 17	1,461	1,659	1,579	1,393	1,331	1,193	1,351
17 a 18	1,416	1,550	1,505	1,369	1,310	1,174	1,260
18 a 19	1,180	1,374	1,316	1,201	1,132	1,050	1,064
19 a 20	890	1,030	1,079	961	935	677	829
20 a 21	648	798	775	699	692	552	570
21 a 22	463	587	571	543	532	385	396
22 a 23	370	397	423	411	393	292	281
23 a 24	227	271	263	240	270	220	194
SUMA TOTAL	21,052	21,420	21,418	19,661	17,499	16,363	15,446

Tabla 3.16: Factores horarios válidos para el Tramo 3 en base a la información histórica de la Tabla 3.15.

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
0 a 1	0.0082	0.0087	0.0095	0.0070	0.0081	0.0102	0.0090
1 a 2	0.0066	0.0059	0.0059	0.0055	0.0067	0.0073	0.0080
2 a 3	0.0068	0.0069	0.0066	0.0053	0.0079	0.0080	0.0079
3 a 4	0.0097	0.0080	0.0092	0.0070	0.0094	0.0096	0.0079
4 a 5	0.0198	0.0112	0.0149	0.0128	0.0147	0.0148	0.0096
5 a 6	0.0361	0.0205	0.0235	0.0238	0.0229	0.0229	0.0158
6 a 7	0.0513	0.0363	0.0409	0.0403	0.0368	0.0351	0.0244
7 a 8	0.0521	0.0458	0.0492	0.0505	0.0422	0.0433	0.0351
8 a 9	0.0577	0.0543	0.0544	0.0554	0.0499	0.0497	0.0434
9 a 10	0.0577	0.0555	0.0601	0.0598	0.0549	0.0579	0.0518
10 a 11	0.0587	0.0620	0.0615	0.0611	0.0578	0.0646	0.0618
11 a 12	0.0601	0.0622	0.0597	0.0646	0.0587	0.0655	0.0644
12 a 13	0.0643	0.0625	0.0602	0.0606	0.0600	0.0663	0.0632
13 a 14	0.0620	0.0612	0.0606	0.0624	0.0584	0.0671	0.0603
14 a 15	0.0654	0.0665	0.0634	0.0640	0.0650	0.0713	0.0690
15 a 16	0.0675	0.0747	0.0699	0.0730	0.0698	0.0677	0.0837
16 a 17	0.0694	0.0775	0.0737	0.0708	0.0760	0.0729	0.0875
17 a 18	0.0672	0.0724	0.0703	0.0696	0.0749	0.0718	0.0815
18 a 19	0.0560	0.0642	0.0615	0.0611	0.0647	0.0642	0.0689
19 a 20	0.0423	0.0481	0.0504	0.0489	0.0534	0.0414	0.0537
20 a 21	0.0308	0.0372	0.0362	0.0356	0.0395	0.0338	0.0369
21 a 22	0.0220	0.0274	0.0267	0.0276	0.0304	0.0235	0.0256
22 a 23	0.0176	0.0185	0.0197	0.0209	0.0225	0.0178	0.0182
23 a 24	0.0108	0.0126	0.0123	0.0122	0.0154	0.0134	0.0125

Tabla 3.17: Porcentajes y TPD, de los contajes realizados.

ESTACION 1; SECTOR LA AVANZADA (Km 7+000)				
CONTEOS			PORCENTAJES	
HORA	VIERNES	SABADO	MIERCOLES	SABADO
6 a 7	600	825	4.3078	3.7645
7 a 8	781	1,111	6.1772	4.8319
8 a 9	854	1,147	6.3397	5.8074
9 a 10	793	1,006	6.123	6.3009
10 a 11	702	1,121	6.2449	6.6567
11 a 12	766	928	6.3397	7.0125
12 a 13	633	1,109	6.6378	7.1273
13 a 14	782	1,096	6.1095	6.7141
14 a 15	844	1,189	5.825	6.6223
15 a 16	815	1,327	6.2991	6.6797
16 a 17	914	1,243	6.2314	6.7944
17 a 18	944	1,157	6.2178	6.8059
Conteo total	<b>9,428</b>	<b>13,259</b>	<b>72.8529</b>	<b>75.1176</b>
			TPD =	<b>12941</b> <b>17651</b>
ESTACIÓN 2: SECTOR CUNCHIBAMBA (KM 81+400)				
CONTEOS			PORCENTAJES	
HORA	VIERNES	SABADO	VIERNES	SABADO
6 a 7	373	585	3.68263	3.50723
7 a 8	493	792	4.22156	4.32559
8 a 9	537	803	4.98503	4.96858
9 a 10	536	796	5.49401	5.78694
10 a 11	551	849	5.77844	6.45916
11 a 12	592	897	5.86826	6.54684
12 a 13	472	761	6.00299	6.63452
13 a 14	548	896	5.83832	6.70758
14 a 15	640	836	6.49701	7.13138
15 a 16	655	897	6.97605	6.76604
16 a 17	625	963	7.60479	7.29212
17 a 18	795	915	7.48503	7.17522
Conteo total	<b>6,817</b>	<b>9,990</b>	<b>70.43413</b>	<b>73.30118</b>
			TPD =	<b>9679</b> <b>13629</b>
ESTACIÓN 3: SECTOR CABAÑAS DEL BOSQUE (KM 149+600.)				
CONTEOS			PORCENTAJES	
HORA	VIERNES	SABADO	VIERNES	SABADO
6 a 7	282	385	3.6826	3.5072
7 a 8	326	491	4.2216	4.3256
8 a 9	383	523	4.985	4.9686
9 a 10	406	439	5.494	5.7869
10 a 11	384	403	5.7784	6.4592
11 a 12	434	446	5.8683	6.5468
12 a 13	351	461	6.003	6.6345
13 a 14	410	522	5.8383	6.7076
14 a 15	434	533	6.497	7.1314
15 a 16	490	455	6.976	6.766
16 a 17	485	496	7.6048	7.2921
17 a 18	487	449	7.485	7.1752
Conteo total	<b>4,872</b>	<b>5,603</b>	<b>70.4341</b>	<b>73.3012</b>
			TPD =	<b>6,917</b> <b>7,644</b>

Tabla 3.18: Tráfico horario completo del día para los resultados de los conteos realizados de acuerdo con los registros históricos.

ESTACION 1			ESTACION 2			ESTACION 3		
HORA	MIERCOLES	SABADO	HORA	VIERNES	SABADO	HORA	VIERNES	SABADO
0 a 1	86	134	0 a 1	78	139	0 a 1	56	78
1 a 2	74	117	1 a 2	65	100	1 a 2	47	56
2 a 3	126	115	2 a 3	77	110	2 a 3	55	61
3 a 4	161	180	3 a 4	91	131	3 a 4	65	74
4 a 5	231	237	4 a 5	142	201	4 a 5	101	113
5 a 6	310	411	5 a 6	222	313	5 a 6	158	175
6 a 7	557	664	6 a 7	356	478	6 a 7	255	268
7 a 8	799	853	7 a 8	409	590	7 a 8	292	331
8 a 9	820	1,025	8 a 9	483	677	8 a 9	345	380
9 a 10	792	1,112	9 a 10	532	789	9 a 10	380	442
10 a 11	808	1,175	10 a 11	559	880	10 a 11	400	494
11 a 12	820	1,238	11 a 12	568	892	11 a 12	406	500
12 a 13	859	1,258	12 a 13	581	904	12 a 13	415	507
13 a 14	791	1,185	13 a 14	565	914	13 a 14	404	513
14 a 15	754	1,169	14 a 15	629	972	14 a 15	449	545
15 a 16	815	1,179	15 a 16	675	922	15 a 16	483	517
16 a 17	806	1,199	16 a 17	736	994	16 a 17	526	557
17 a 18	805	1,201	17 a 18	724	978	17 a 18	518	548
18 a 19	740	1,031	18 a 19	626	874	18 a 19	447	490
19 a 20	531	756	19 a 20	517	564	19 a 20	370	316
20 a 21	440	565	20 a 21	383	460	20 a 21	273	258
21 a 22	366	415	21 a 22	294	321	21 a 22	210	180
22 a 23	256	269	22 a 23	217	243	22 a 23	155	136
23 a 24	191	160	23 a 24	149	183	23 a 24	107	103
<b>TOTAL</b>	<b>12,938</b>	<b>17,648</b>	<b>TOTAL</b>	<b>9,678</b>	<b>13,629</b>	<b>TOTAL</b>	<b>6,917</b>	<b>7,642</b>
ESTACION 1; SECTOR LA AVANZADA (Km 7+000)								
ESTACION 2; SECTOR CUNCHIBAMBA (KM 81+400)								
ESTACION 3; SECTOR CABAÑAS DEL BOSQUE (KM 149+600.)								

## CAPITULO IV

### CODIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN

#### 4.1. Recopilación de la información obtenida por el MOP.

En el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOP) existen algunos datos de información estadística de conteos de registros anteriores a la instalación de las estaciones de peaje, traducidos en TPDA, sin embargo muchos de ellos no concuerdan con un crecimiento que se pudiese contar con una lógica de crecimiento por lo cual no se podrían tomar como base para sacar factores de crecimiento y menos una proyección

válida. Tampoco se ha contado con la base horaria de los conteos que podría dar una validación a estas estadísticas para efecto de nuestro estudio.

En la búsqueda de información horaria que pueda aportar a este análisis se ha logrado encontrar conteos horarios únicamente para algunos meses que con la información mensual de 1991, han permitido establecer una información histórica válida en virtud de que el comportamiento horario en vías rurales no tiene variación representativa, lo que lo podemos comprobar con la información de los contajes realizados.

En cambio, la Subsecretaría de Concesiones del MOP dispone la información de registros detallados diarios de volúmenes de las estaciones de peaje, que además cuenta con una descomposición del tráfico muy detallada, datos que son de suma importancia para lograr nuestro objeto de la tesis.

No se ha podido encontrar información horaria histórica mas que la presentada, la misma que ha sido correlacionada con la información mensual del año 1991. Se intentó obtener información horaria hasta en la Concesionaria PANAVIAL, lamentablemente se manifestó que no maneja la información estadística horaria.

La información obtenida en el INEC sobre la población, el parque automotor a nivel nacional se ha recopilado por provincias, a partir del año 1989, que ha permitido obtener las tasas de mayoración para la proyección del tráfico en la forma como aparece en las publicaciones del MOP sobre “Estadísticas de Transporte en el Ecuador”, para lograr una adecuada presentación del material recopilado.

Por último se recopilaron los datos sobre el consumo de combustibles en las provincias por las que atravieza el tramo de carretera estudiado, fueron obtenidos en Petrocomercial.

Estos datos nos serán, muy útiles para el cálculo de los factores de crecimiento.



#### 4.2. Ordenamiento de la información.

El objeto de ordenar la información es de presentar en una disposición adecuada los datos que se han recopilado en las distintas fuentes mencionadas, de los cuales se ha obtenido la información requerida para este trabajo y que ha sido de suma importancia para cumplir con la finalidad de la tesis, que realizar proyecciones, obtener factores y el análisis de datos de dicha información.

El ordenamiento de los datos del INEC, se lo ha hecho de tal forma que aparezcan en un solo cuadro los datos de población y el parque automotor según su composición, de manera que se facilite su observación y uso, principalmente para obtener las tasas de crecimiento de cada una de estos parámetros históricos.

La organización del tráfico de las estaciones de peaje se muestra de manera ordenada y conveniente para que estos datos se puedan utilizar fácilmente en el análisis de datos mediante la obtención de factores y porcentajes del tráfico. La manera de ordenar se lo ha hecho en base a los volúmenes de tráfico anual, mensual y diario, este último se ha ordenado de manera que la gran cantidad de datos existentes en un año, en este caso del 2005, se puedan reducir en una sola tabla de totales para cada día de la semana, facilitando la obtención de los factores diarios, hay que notar que hemos tomado los datos para el análisis diario únicamente para el año 2005, en razón de que es mas que suficiente conocer el promedio del comportamiento diario de todo un año, cercano a la proyección y por la disponibilidad de datos diarios que para este año se tiene la información total y descompuesta en días.

Además es conveniente tener una clasificación del tráfico según su composición, la cual se organizó por tramos de acuerdo a la información de las estaciones de peaje y por años, ya que esta información es de utilidad para calcular un factor de composición que

pueda ayudar a analizar su comportamiento en el crecimiento de tráfico con la ayuda de los índices y tasas de crecimiento mas correlacionables con la clase de vehículo.

Se realiza también un ordenamiento del consumo de combustibles por provincias de acuerdo a el tipo de combustible de consumo terrestre, esto es en gasolina extra, diesel y gasolina super, valores que organizados de esta manera nos permitirán con sus tasas de crecimiento, relacionar con la composición de tráfico y deducir con estas bases de datos, los factores que rigen el comportamiento del crecimiento del tráfico.

El cuadro 4.1 presenta la información ordenada por provincias de los datos históricos de población así como del parque automotor descompuesto en livianos, buses y camiones a partir del año 1989 hasta el 2004 que se tienen datos publicados en los anuarios de transporte del INEC.

De la información recopilada por las estaciones de peaje se obtiene la suma y totales de tráfico, para presentar finalmente en forma ordenada los datos anuales de cada una de las estaciones de peaje: Tablas 4.2, la organización mensual: Tabla 4.3 y la organización diaria Tabla 4.4, esta última tomada mediante el promedio de la suma individual por días de los registros diarios del año 2005, se muestra la información unicamente de este caso, puesto que el proceso organización de la gran cantidad de datos diarios mediante el promedio de todos ellos de un año es suficiente para obtener factores adecuados que reflejen el comportamiento diario en todo el año.

La organización de la composición de tráfico anual de las estaciones de peaje en la Tabla 4.5.

En la Tabla 4.6, consta la organización del consumo de combustibles en cada una de las provincias por las que atraviesa el proyecto.

En la Tabla 4.7, está la organización de resumen total del consumo de combustibles por provincias y por tipo de combustible anual, de acuerdo con los datos recopilados de consumo de combustibles.

Tabla 4.1: Vehículos matriculados por provincias según tipo de vehículos, período 1989-2004.

PROVINCIAS	Año	Población	Livianos	Buses	Camiones	TOTAL MATRICULADOS
PICHINCHA	1989	1,869,344	129,936	4,414	10,042	144,392
	1990	1,893,744	113,528	3,036	7,997	124,561
	1991	1,950,923	115,567	3,659	8,548	127,774
	1992	2,008,449	126,234	3,659	8,948	138,841
	1993	2,066,145	134,794	3,396	9,545	147,735
	1994	2,123,829	142,497	2,337	10,353	155,187
	1995	2,181,315	157,289	2,001	11,373	170,663
	1996	2,238,527	163,872	1,874	11,327	177,073
	1997	2,295,739	169,958	1,300	10,396	181,654
	1998	2,352,838	187,555	1,992	15,177	204,724
	1999	2,409,712	194,027	1,887	14,494	210,408
	2000	2,466,245	200,255	1,553	16,434	218,242
	2001	2,388,817	207,695	1,962	17,619	227,276
	2002	2,499,969	224,144	2,599	25,275	252,018
	2003	2,536,195	205,354	2,464	15,972	223,790
	2004	2,572,154	220,261	2,042	18,445	240,748
COTOPAXI	1989	271,501	5,373	500	1,283	7,156
	1990	289,774	4,294	488	1,064	5,846
	1991	291,099	4,657	447	1,240	6,344
	1992	292,476	4,970	497	1,253	6,720
	1993	293,878	5,036	452	1,251	6,739
	1994	295,276	6,266	188	1,446	7,900
	1995	296,647	10,756	268	2,192	13,216
	1996	298,046	9,079	257	2,179	11,515
	1997	299,443	8,182	160	1,778	10,120
	1998	300,824	8,188	154	2,289	10,631
	1999	302,177	8,032	198	1,367	9,597
	2000	303,489	10,542	146	2,285	12,973
	2001	349,540	10,655	165	2,336	13,156
	2002	361,314	10,009	208	4,120	14,337
	2003	368,999	14,850	244	2,569	17,663
	2004	376,917	16,212	227	2,985	19,424

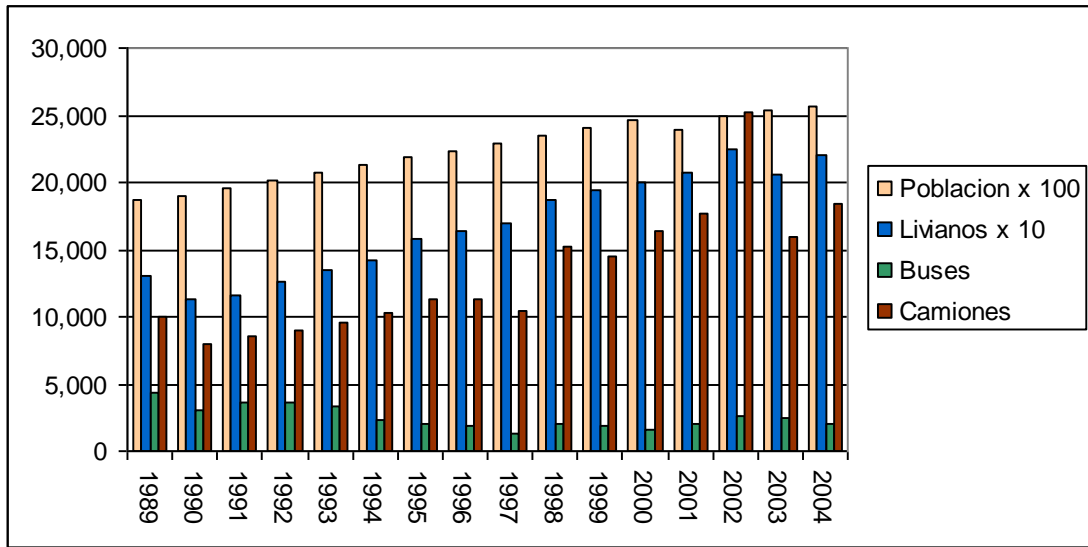
Fuente: INEC.-"Anuarios Estadísticos de Transporte"

Tabla 4.1 (Continuación): Vehículos matriculados por provincias según tipo de vehículos, período 1989-2004.

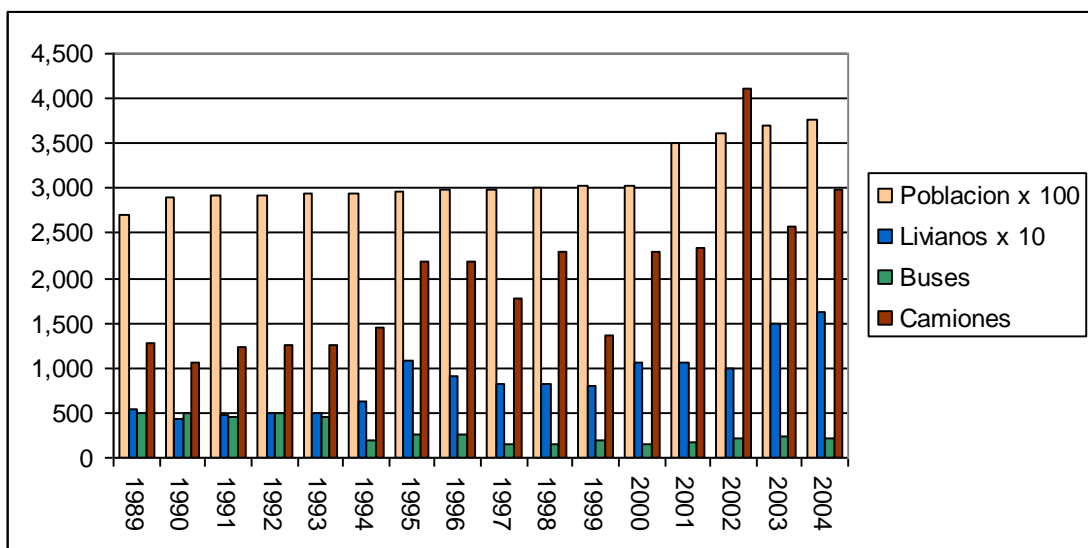
Continuacion Cuadro 4.2.1							
Vehículos Matriculados por Provincias según Tipos de Vehículos							
Período: 1989-2004							
PROVINCIAS	Año	Población	Livianos	Buses	Camiones	TOTAL MATRICULADOS	
TUNGURAHU A	1989	379,288	11,423	924	1,682	9,196	
	1990	383,460	10,328	728	1,397	12,744	
	1991	389,776	12,256	745	1,573	12,431	
	1992	396,162	14,137	825	1,776	11,733	
	1993	402,581	14,991	772	1,788	13,145	
	1994	408,997	14,628	453	1,660	14,029	
	1995	415,375	14,351	303	1,469	16,123	
	1996	421,746	18,129	455	1,944	20,528	
	1997	428,116	22,219	458	1,913	24,590	
	1998	434,465	23,002	422	2,721	26,145	
	1999	440,771	20,520	276	1,970	22,766	
	2000	447,017	21,492	329	2,215	24,036	
	2001	441,034	23,939	382	2,520	26,841	
	2002	456,192	25,143	589	6,257	31,989	
	2003	464,985	38,214	484	4,509	43,207	
	2004	474,063	37,529	513	4,380	42,422	
	CHIMBORAZO	1989	377,262	8,083	734	1,864	8,432
		1990	378,111	6,594	562	1,327	8,735
		1985	383,006	7,001	554	1,426	10,417

199						
2	387,970	7,734	581	1,524	8,992	
199						
3	392,966	8,338	527	1,544	7,976	
199						
4	397,959	9,329	342	1,510	10,681	
199						
5	402,914	10,108	281	1,584	11,973	
199						
6	407,876	11,553	313	1,705	13,571	
199						
7	412,836	12,081	320	1,717	14,118	
199						
8	417,776	8,941	265	1,621	10,827	
199						
9	422,676	13,143	170	1,856	15,169	
200						
0	427,517	13,316	145	1,988	15,449	
200						
1	403,632	13,903	214	1,917	16,034	
200						
2	418,736	13,337	262	3,484	17,083	
200						
3	423,112	17,761	289	2,036	20,086	
200						
4	427,706	18,158	222	2,046	20,426	
Fuente: INEC.-"Anuarios Estadísticos de Transporte"						

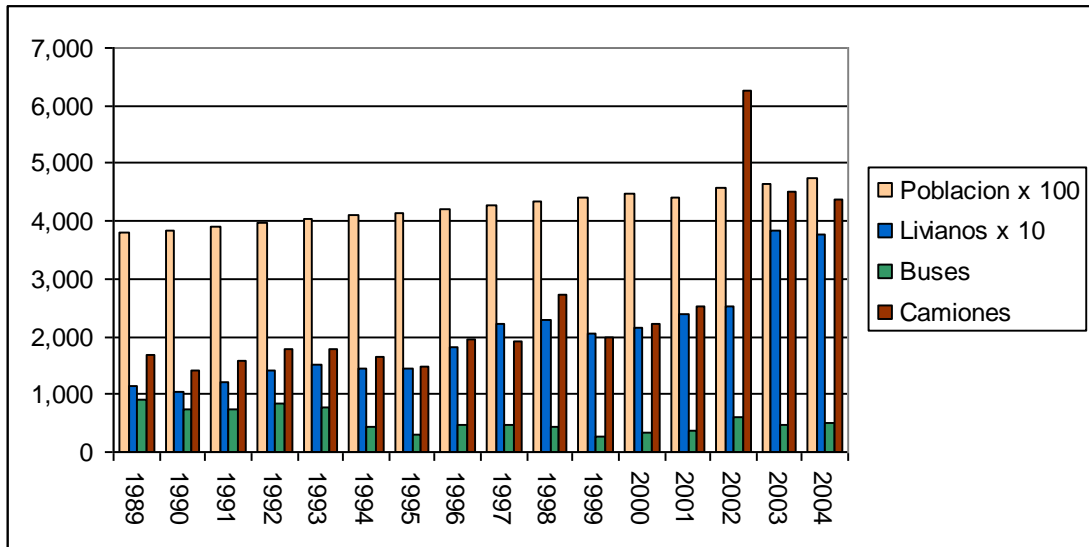
Cuadro 4.1: Representación de la información histórica de la población y los vehículos matriculados de acuerdo a su composición de la provincia de Pichincha.



Cuadro 4.2: Representación de la información histórica de la población y los vehículos matriculados de acuerdo a su composición de la provincia de Cotopaxi.



Cuadro 4.3: Representación de la información histórica de la población y los vehículos matriculados de acuerdo a su composición de la provincia de Tungurahua.



Cuadro 4.4: Representación de la información histórica de la población y los vehículos matriculados de acuerdo a su composición de la provincia de Chimborazo.

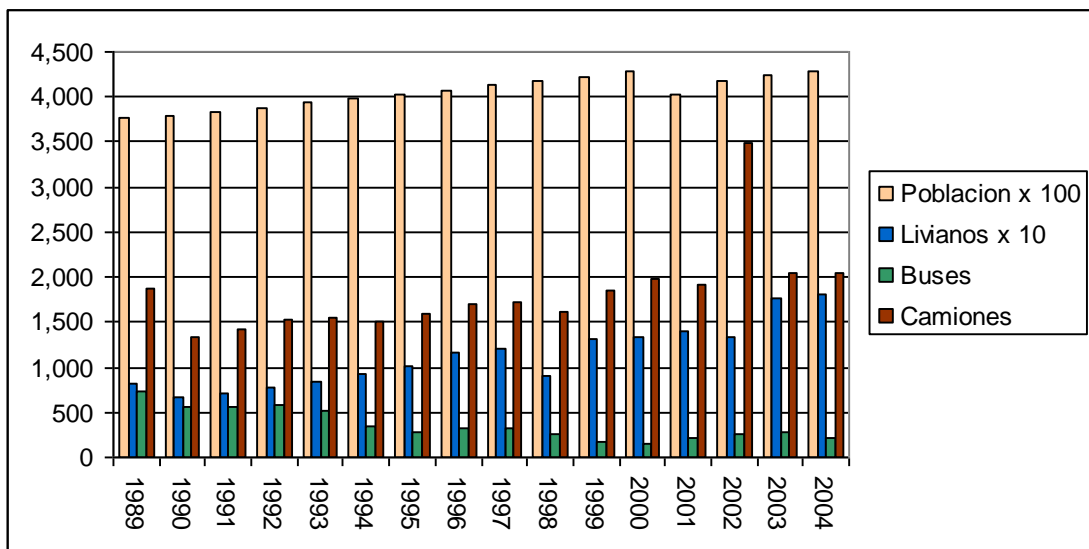




Tabla 4.2: Organización del tráfico anual en las estaciones de peaje.

Tramo 1: Alóag – Latacunga, estación de peaje Machachi.				
2002	2003	2004	2005	2006
3,808,458	3,848,210	4,102,672	4,415,996	4,698,091

Tramo 2: Latacunga – Ambato, estación de peaje Panzaleo.				
	2003	2004	2005	2006
	3,250,493	3,434,709	3,710,489	3,973,224

Tramo 3: Ambato–Riobamba, estación de peaje San Andrés.				
	2003	2004	2005	2006
	1,614,184	1,626,502	1,881,883	1,995,317

Cuadro 4.5: Representación de la organización del tráfico anual en las estaciones de peaje.

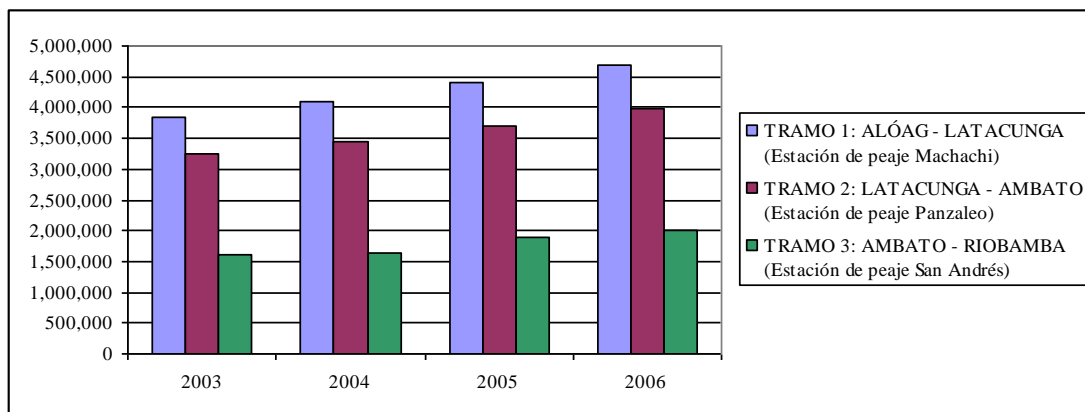


Tabla 4.3: Organización del tráfico mensual en las estaciones de peaje.

Tramo 1: Alóag – Latacunga, estación de peaje Machachi.					
MES	2002	2003	2004	2005	2006
ENERO	291,738	316,382	322,219	355,884	371,864
FEBRERO	300,344	286,625	317,727	343,446	380,174
MARZO	327,643	341,895	325,493	365,962	326,396
ABRIL	296,132	311,595	327,628	327,628	391,710
MAYO	316,758	321,068	336,662	369,753	390,815
JUNIO	303,094	306,765	325,129	349,495	366,928
JULIO	322,643	323,233	351,753	393,455	421,880
AGOSTO	349,790	346,164	378,100	404,403	426,632
SEPTIEMBRE	323,635	312,133	343,192	359,541	390,440
OCTUBRE	318,311	315,917	360,196	364,280	397,049
NOVIEMBRE	323,591	330,083	346,435	386,474	420,288
DICIEMBRE	334,779	336,350	368,138	395,675	413,915

Tramo 1: Latacunga – Ambato, estación de peaje Panzaleo.					
MES		2003	2004	2005	2006
ENERO		266,665	272,432	294,561	313,975
FEBRERO		242,105	268,897	288,088	328,545
MARZO		298,293	279,070	307,237	269,658
ABRIL		265,148	278,417	279,224	335,675
MAYO		271,145	283,039	308,632	335,299
JUNIO		257,433	264,971	290,504	310,315
JULIO		269,234	290,782	323,576	351,334
AGOSTO		286,856	317,920	344,076	354,855
SEPTIEMBRE		263,186	289,353	306,844	328,654
OCTUBRE		270,141	296,236	308,327	331,296
NOVIEMBRE		270,809	283,555	319,613	348,084
DICIEMBRE		289,478	310,037	339,807	365,534

Tramo 3: Ambato–Riobamba, estación de peaje San Andrés.					
MES		2003	2004	2005	2006
ENERO		133,283	131,060	145,779	155,412
FEBRERO		117,160	131,771	148,549	158,129
MARZO		145,664	133,135	156,688	134,503
ABRIL		137,845	137,161	150,119	168,239
MAYO		134,153	133,279	159,194	164,732
JUNIO		127,727	123,190	151,275	155,331
JULIO		132,035	139,949	167,983	177,101
AGOSTO		146,299	155,631	173,308	175,253
SEPTIEMBRE		130,169	136,323	149,093	167,726
OCTUBRE		132,991	137,216	152,264	170,978
NOVIEMBRE		134,434	123,782	157,420	177,931
DICIEMBRE		142,424	144,005	170,211	189,982

Cuadro 4.6: Representaciones gráficas de la organización del tráfico mensual en las estaciones de peaje.

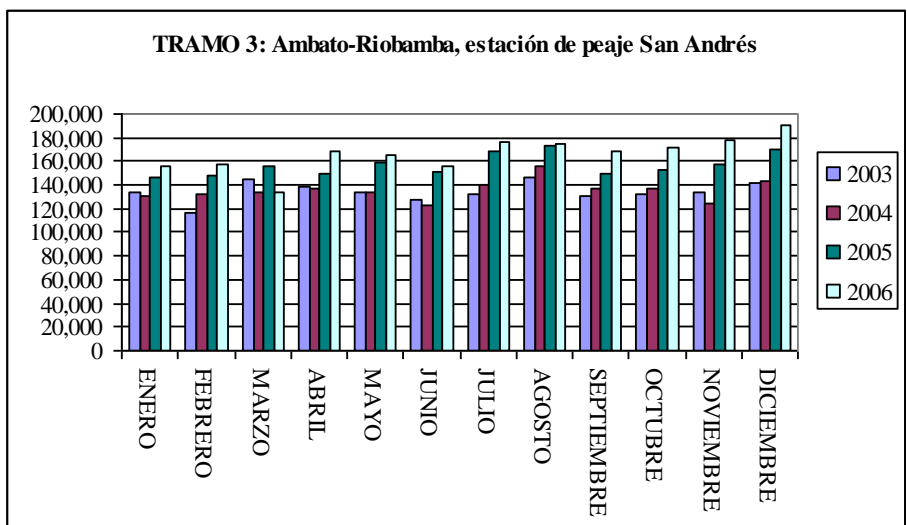
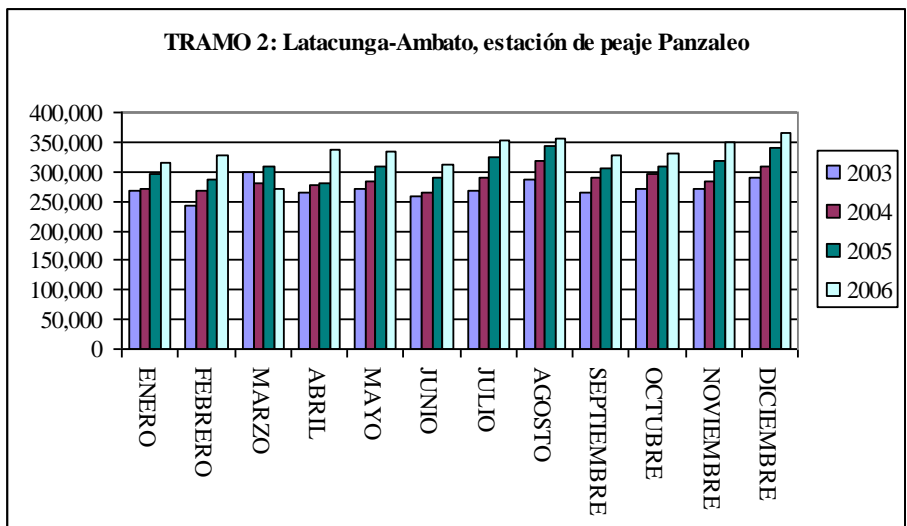
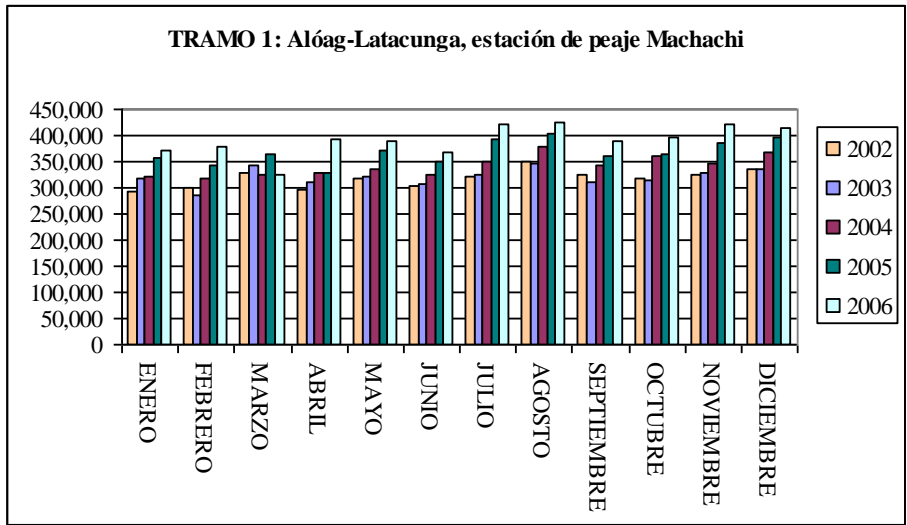


Tabla 4.4: Organización del tráfico diario en las estaciones de peaje para el año 2005.

DÍA	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
LUNES	567,669	526,308	264,606
MARTES	536,866	457,815	237,752
MIERCOLES	536,904	465,043	238,783
JUEVES	584,939	518,807	253,684
VIERNES	657,193	554,099	280,215
SABADO	744,116	590,826	317,261
DOMINGO	788,309	597,591	289,582

TRAMO 1: ALÓAG – LATACUNGA (Estación de peaje Machachi)  
 TRAMO 2: LATACUNGA - AMBATO (Estación de peaje Panzaleo)  
 TRAMO 3: AMBATO - RIOBAMBA (Estación de peaje San Andrés)

Cuadro 4.7: Representación gráfica de la organización del tráfico diario en las estaciones de peaje para el año 2005.

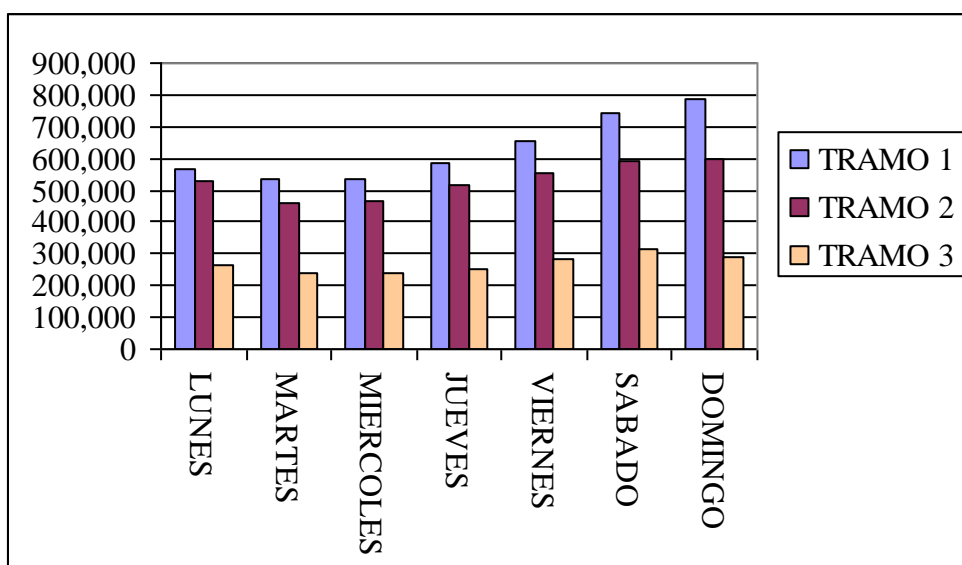


Tabla 4.5: Organización de la composición del tráfico anual en las estaciones de peaje.

Tramo 1: Alóag – Latacunga, estación de peaje Machachi.				
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
2002	2,490,335	477,715	840,408	3,808,458
2003	2,545,549	490,386	811,645	3,847,580
2004	2,728,510	503,524	870,755	4,102,789
2005	2,970,856	516,943	928,197	4,415,996
2006	3,188,878	524,983	972,460	4,686,321

Tramo 2: Latacunga – Ambato, estación de peaje Panzaleo.				
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
2003	2,220,241	431,761	598,491	3,250,493
2004	2,371,470	444,858	618,381	3,434,709
2005	2,613,756	456,013	641,093	3,710,862
2006	2,836,712	458,579	667,804	3,963,095

Tramo 3: Ambato – Riobamba, estación de peaje San Andrés.				
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
2003	995,026	241,010	378,148	1,614,184
2004	1,027,138	243,018	356,346	1,626,502
2005	1,205,460	252,466	423,957	1,881,883
2006	1,315,367	249,345	427,268	1,991,980

Cuadro 4.8: Representaciones gráficas de la composición del tráfico anual en las estaciones de peaje por tramos.

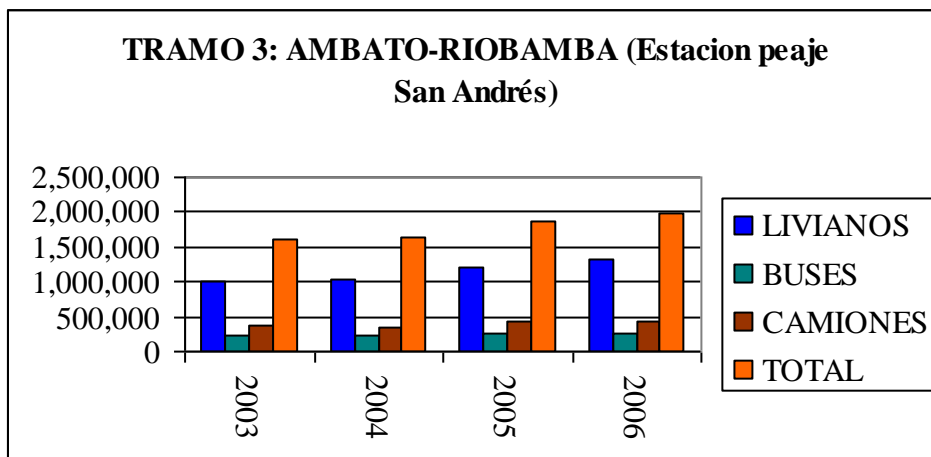
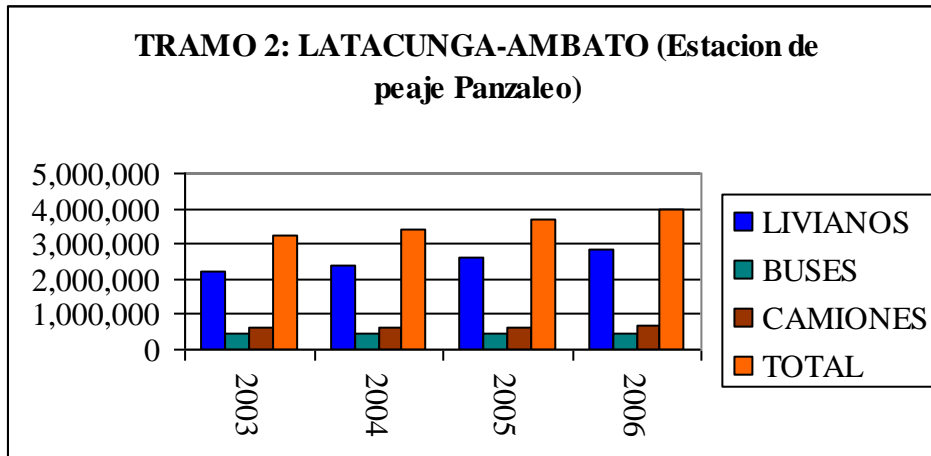
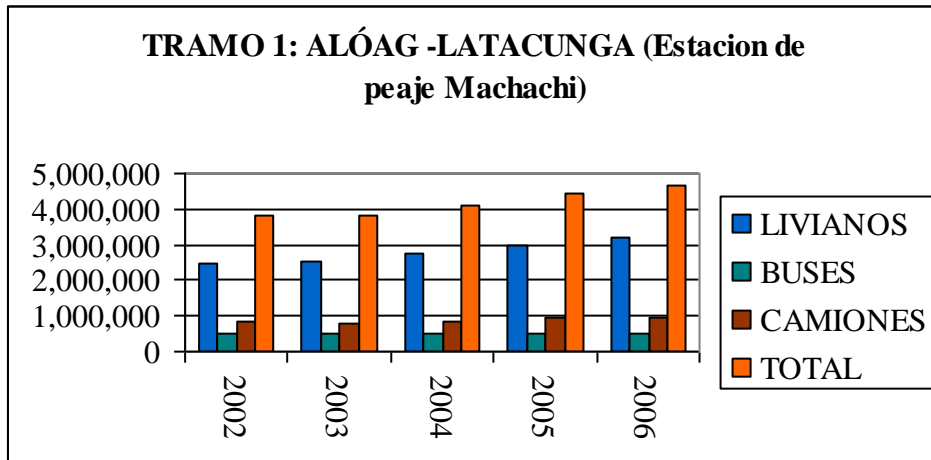


Tabla 4.6: Organización del consumo de combustibles según Provincias.

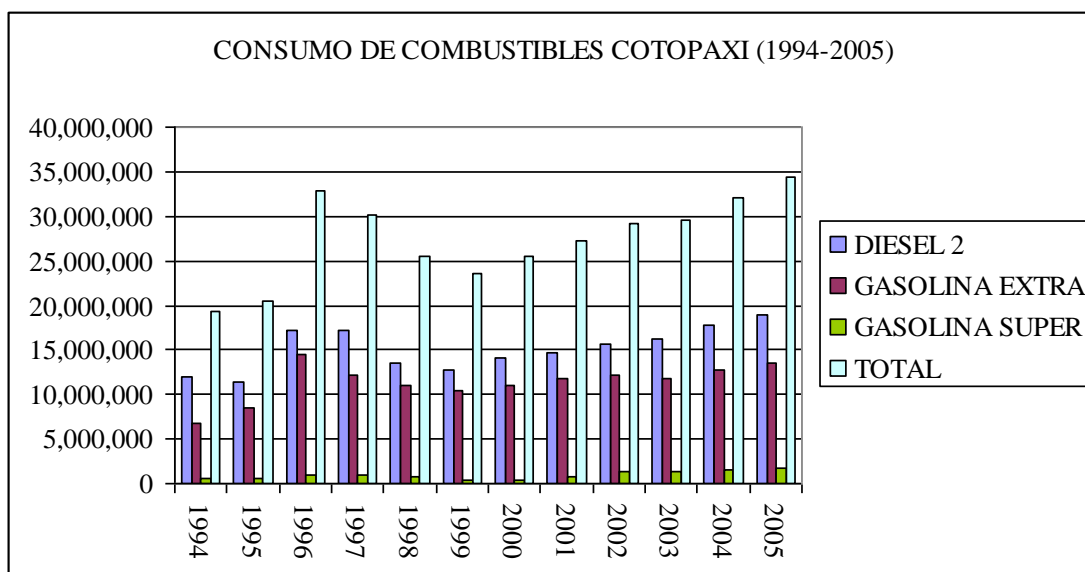
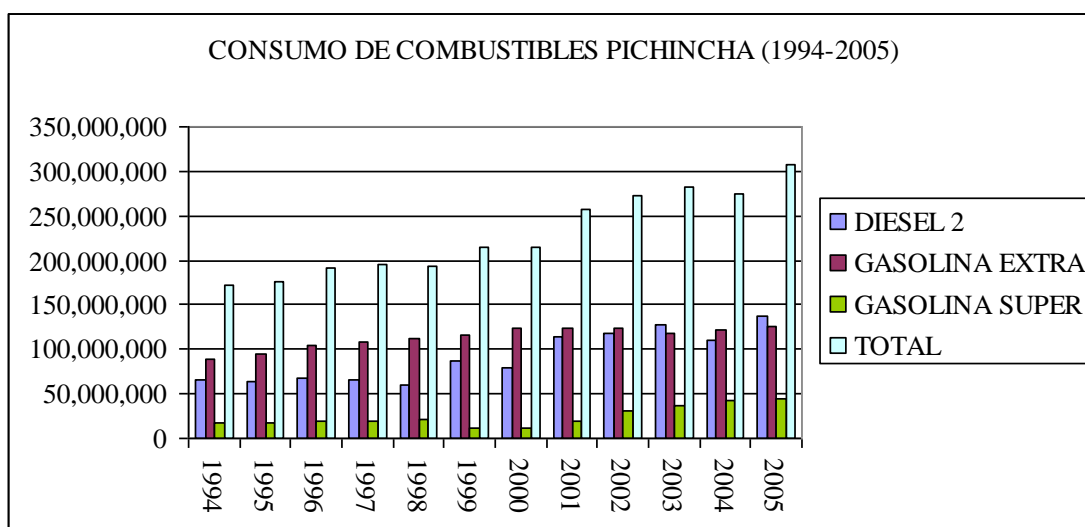
PICHINCHA				
AÑO	DIESEL 2	GASOLINA EXTRA	GASOLINA SUPER	TOTAL
1994	65,330,535	89,460,203	16,603,100	171,393,838
1995	64,063,402	94,572,537	17,551,908	176,187,847
1996	67,516,465	104,389,705	19,373,896	191,280,066
1997	66,643,103	108,758,716	20,184,750	195,586,569
1998	59,045,355	112,797,878	20,934,386	192,777,619
1999	86,674,906	116,443,745	11,472,395	214,591,046
2000	79,326,414	123,715,573	12,503,760	215,545,747
2001	113,868,558	124,303,314	18,715,088	256,886,960
2002	118,471,536	123,341,713	30,472,614	272,285,863
2003	127,127,140	118,556,475	37,117,100	282,800,715
2004	110,368,364	122,788,044	41,629,467	274,785,875
2005	137,211,365	126,034,183	45,109,711	308,355,259
COTOPAXI				
AÑO	DIESEL 2	GASOLINA EXTRA	GASOLINA SUPER	TOTAL
1994	11,965,803	6,787,179	491,475	19,244,457
1995	11,480,988	8,444,889	611,513	20,537,390
1996	17,284,719	14,496,206	1,049,702	32,830,627
1997	17,116,088	12,236,059	886,040	30,238,187
1998	13,616,986	11,027,143	798,500	25,442,629
1999	12,734,659	10,338,814	423,500	23,496,973
2000	14,122,922	10,965,202	452,999	25,541,123
2001	14,716,989	11,825,416	764,034	27,306,439
2002	15,648,498	12,177,079	1,297,000	29,122,577
2003	16,328,183	11,742,309	1,436,000	29,506,492
2004	17,698,175	12,707,429	1,621,500	32,027,104
2005	18,965,909	13,558,553	1,809,010	34,333,472

Tabla 4.6 (Continuación): Organización del consumo de combustibles según provincias.

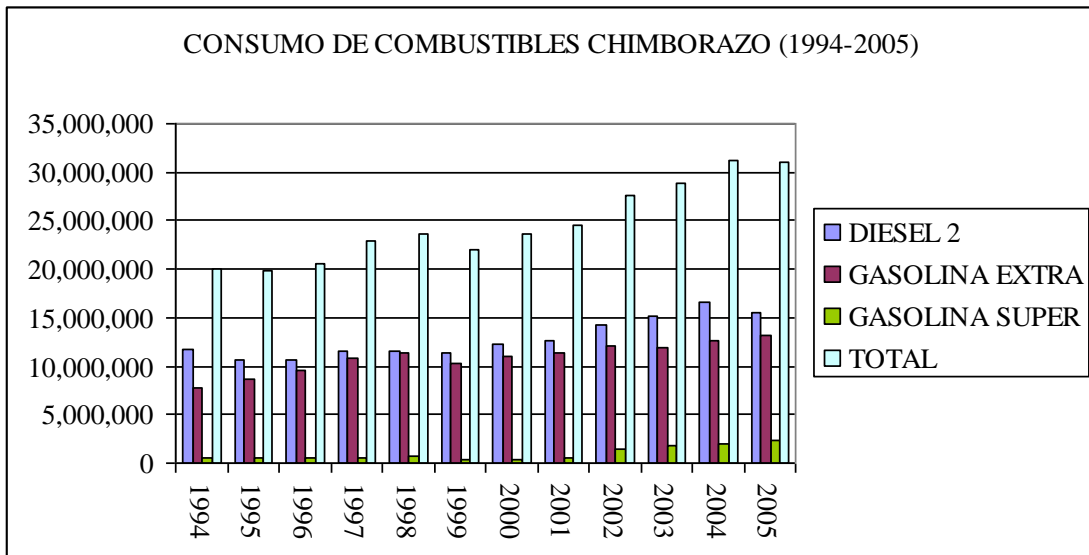
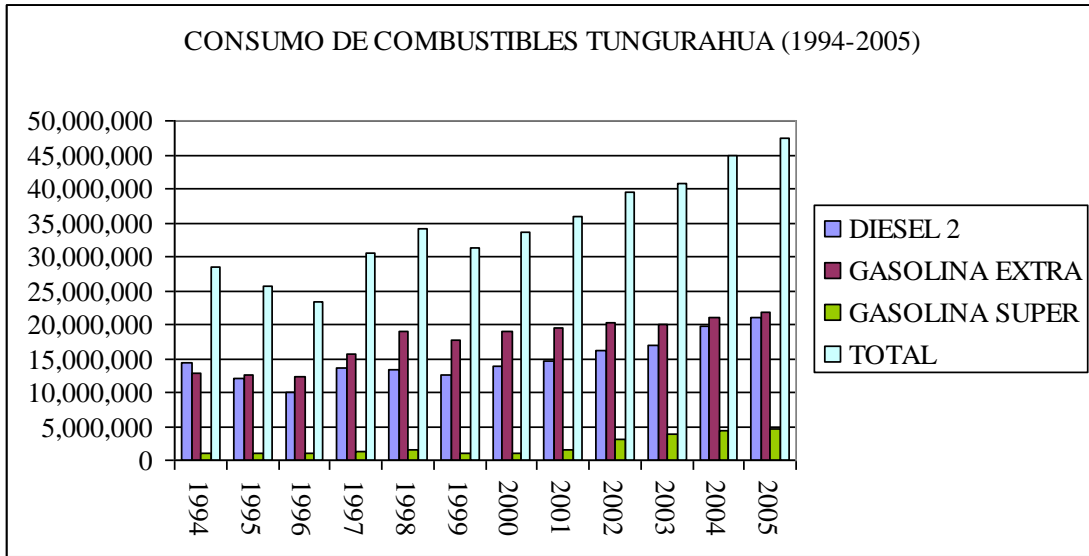
TUNGURAHUA				
AÑO	DIESEL 2	GASOLINA EXTRA	GASOLINA SUPER	TOTAL
1994	14,449,263	12,884,758	1,116,157	28,450,178
1995	11,926,286	12,572,760	1,089,130	25,588,176
1996	10,001,599	12,334,679	1,068,506	23,404,784
1997	13,540,539	15,581,869	1,349,798	30,472,206
1998	13,382,500	19,097,223	1,654,320	34,134,043
1999	12,622,000	17,704,063	918,789	31,244,852
2000	13,728,500	18,868,000	962,239	33,558,739
2001	14,616,039	19,539,006	1,649,964	35,805,009
2002	16,120,060	20,190,102	3,180,106	39,490,268
2003	17,013,500	19,947,500	3,794,065	40,755,065
2004	19,812,363	20,920,500	4,252,674	44,985,537
2005	20,978,756	21,717,000	4,712,627	47,408,383
CHIMBORAZO				
AÑO	DIESEL 2	GASOLINA EXTRA	GASOLINA SUPER	TOTAL
1994	11,806,327	7,814,629	453,445	20,074,401
1995	10,557,855	8,743,424	507,339	19,808,618
1996	10,631,965	9,473,527	549,703	20,655,195
1997	11,504,185	10,827,825	628,286	22,960,296
1998	11,612,500	11,322,683	657,000	23,592,183
1999	11,454,000	10,204,066	329,000	21,987,066
2000	12,326,500	11,020,516	362,000	23,709,016
2001	12,606,460	11,309,239	622,015	24,537,714
2002	14,173,832	12,047,957	1,372,930	27,594,719
2003	15,139,268	11,996,840	1,763,000	28,899,108
2004	16,552,304	12,570,965	2,023,000	31,146,269
2005	15,485,052	13,171,792	2,286,000	30,942,844



Cuadro 4.9 (1 de 2) : Representaciones gráficas de la organización de la información histórica del consumo de combustibles por provincias.



Cuadro 4.9 (2 de 2) : Representaciones gráficas de la organización de la información histórica del consumo de combustibles por provincias.



#### 4.3. Elaboración de tablas y datos históricos.

Con la información recopilada y ordenada se procedió a elaborar tablas de datos históricos para poder contar con datos que puedan servir de base para análisis de tráfico en los años anteriores a los registros de las estaciones de peaje.

El objeto de estas tablas históricas además de presentar información con la que no se cuenta, ya sea por pérdida de datos o por resultados históricos fuera de la lógica y que no han tenido su debido sustento, es también la de presentar el valor de tener unos factores que nos permiten abrir los volúmenes de tráfico a partir de valores anuales.

La Tabla 4.8, tiene como objeto principal mostrar el factor diario que se obtiene como resultado de la relación,  $Fd = \frac{TPDS}{TD}$ , es necesario entonces mostrar en la misma tabla, con la intención de indicar los valores de donde se han obtenido los Fd y a la vez de verlos expresados en cifras, los valores del TPDS y TD.

En la tabla 4.9, tiene varios objetos, el principal es el de mostrar el factor mensual (fm) que se obtiene como resultado de la relación ya descrita :  $fm = \frac{TPDA}{TPDM}$ , por ello entonces en esta tabla, se muestran los TPDA y los TPDM, para cada uno de los tramos analizados, que se obtienen de los datos ya ordenados en el Item anterior (4.2).

Los TPDA, en este cuadro se pueden obtener fácilmente de la división entre el tráfico total registrado para estos años de las estaciones de peaje y el número de días correspondiente a dicho año.

Es conveniente detallar los procedimientos de obtención de estos factores diarios:

Estos valores se han obtenido a partir del ordenamiento de datos diarios realizados en el ítem anterior (4.2), y de el conteo del número de vehículos en cada uno de los días de la semana en el año, que se presenta en la segunda columna bajo el título de “Total de días”, de aquí se puede obtener un tráfico (TD promedio), que es el cociente entre el total de tráfico registrado durante todo el año para cada uno de los días de la semana y el número de días contados de cada uno de los días de la semana durante todo el año.

El tráfico diario semanal (TPDS), será entonces la suma de los TD promedio dividido para los 7 días en que se divide cada semana. De esta manera ya se cuenta con los datos necesarios para calcular el fm (factor mensual), con su relación correspondiente ya explicada.

En la tabla 4.10, se presenta el resultado de los cálculos de las tasas de crecimientos para los datos históricos ya ordenados de población, vehículos matriculados, consumo de combustibles, etc.

El cálculo de las tasas de crecimiento es el resultado del cociente entre el valor mayor y el menor de los datos históricos, se ha expresado este valor dividido para 100 puesto que así se puede aplicar directamente a la fórmula que se aplicará para obtener el tráfico futuro.

En la tabla 4.11, se presentan los resultados de las tasas de consumo de combustibles por provincias y según el tipo de combustible de los datos respectivamente organizados.

Las tasas se presentan y se calculan de la misma manera que para los datos de población y parque automotor.

En la Tabla 4.12, se presentan una tabla en la que se obtienen los TPDA históricos en base a los TPDA de las estaciones de peaje y a los promedios de las tasas de crecimiento de la población, parque automotor y consumo de combustibles.

Para ello únicamente se necesita el último TPDA, registrado en las estaciones de peaje, el cual se lo divide con el promedio de las tasas de crecimiento (multiplicado por 100, por la manera de presentación de las tasas) cuyo cociente (en valor absoluto) es el TPDA del año anterior.

En las tablas 4.13, además de presentar el número de días de cada año y el TPDA histórico se obtienen:

- 1) Las tasas históricas de crecimiento del TPDA, en base a los TPDA históricos ya obtenidos.
- 2) Los tráficos históricos los cuales para los datos anteriores a las estaciones de peaje se obtienen multiplicando el TPDA por su respectivo número de días de cada año.
- 3) El promedio del tráfico mensual histórico, que se lo obtiene mediante el tráfico anual dividido para 12.
- 4) Los tráficos históricos mensuales, que son los tráficos obtenidos mediante el producto del tráfico promedio mensual histórico por los respectivos factores mensuales.
- 5) Finalmente se determina el TPDA del año 2007, obteniéndose la tasa 2007 como promedio de las obtenidas de las estaciones de peaje y esta se la multiplica por el TPDA 2006, obteniendo así el TPDA 2007, el resto de valores para este año se lo obtiene de la misma manera como se ha descrito para los valores históricos.

Por último se debe advertir que las tasas de crecimiento que se muestran han sido divididas para 100 para que puedan ser aplicadas directamente a las fórmulas de proyección.

Tabla 4.8: Tabla de factores diarios, por tramos en base a los registros de las estaciones de peaje del 2005.

<b>TRAMO 1: ALÓAG - LATACUNGA (Estación de peaje Machachi)</b>				
<b>TOTALES</b>	<b>Total annual</b>	<b>Total de dias</b>	<b>TD promedio</b>	<b>Fd = TPDS/TD</b>
LUNES	<b>567,669</b>	53	10,711	1.1269723
MARTES	536,866	51	10,527	1.1466705
MIERCOLES	536,904	51	10,528	1.1465616
JUEVES	584,939	51	11,469	1.0524893
VIERNES	657,193	51	12,886	0.9367531
SABADO	744,116	54	13,780	0.8759797
DOMINGO	<b>788,309</b>	54	14,598	0.8268941
TOTAL	<b>4,415,996</b>		84,499	0.1428538
TPDA	12,099	<b>TPDS =</b>	<b>12,071</b>	1

<b>TRAMO 2: LATACUNGA - AMBATO (Estación de peaje Panzaleo)</b>				
<b>TOTALES</b>	<b>Total annual</b>	<b>Total de dias</b>	<b>TD promedio</b>	<b>Fd = TPDS/TD</b>
LUNES	<b>526,308</b>	53	9,930	1.0224572
MARTES	457,815	51	8,977	1.1310014
MIERCOLES	465,043	51	9,118	1.1135117
JUEVES	518,807	51	10,173	0.998034
VIERNES	554,099	51	10,865	0.9344685
SABADO	590,826	54	10,941	0.9279773
DOMINGO	<b>597,591</b>	54	11,067	0.9174121
TOTAL	<b>3,710,489</b>		71,071	0.1428571
TPDA	10,166	<b>TPDS =</b>	<b>10,153</b>	1

<b>TRAMO 3: AMBATO - RIOBAMBA (Estación de peaje San Andrés)</b>				
<b>TOTALES</b>	<b>Total annual</b>	<b>Total de dias</b>	<b>TD promedio</b>	<b>Fd = TPDS/TD</b>
LUNES	<b>264,606</b>	53	4993	1.0312437
MARTES	237,752	51	4662	1.1044616
MIERCOLES	238,783	51	4682	1.0997437
JUEVES	253,684	51	4974	1.035183
VIERNES	280,215	51	5494	0.9372042
SABADO	317,261	54	5875	0.8764255
DOMINGO	<b>289,582</b>	54	5363	0.960097
TOTAL	<b>1,881,883</b>		36043	0.1428571
TPDA	5,156	<b>TPDS =</b>	<b>5149</b>	1

Tabla 4.9 (1de 3): Factores mensuales, TPDA y TPDM por tramos de acuerdo a los registros de las estaciones de peaje.

<b>TRAMO 1: ALÓAG - LATACUNGA (Estación de peaje Machachi)</b>												
<b>MES</b>	<b>TPDM</b>						<b>FACTOR MENSUAL = TPDA/TPDM</b>					
MES	2002	2003	2004	2005	2006	PROMEDIO	2002	2003	2004	2005	2006	Fm
ENERO	9,411	10,206	10,394	11,480	11,996	10,697	1.1087	1.0330	1.0784	1.0539	1.0729	1.0694
FEBRERO	10,727	10,237	10,956	12,266	13,578	11,553	0.9727	1.0299	1.0231	0.9864	0.9479	0.9920
MARZO	10,569	11,029	10,500	11,805	10,529	10,886	0.9872	0.9559	1.0675	1.0249	1.2224	1.0516
ABRIL	9,871	10,387	10,921	10,921	13,057	11,031	1.0570	1.0150	1.0264	1.1079	0.9858	1.0384
MAYO	10,218	10,357	10,860	11,928	12,607	11,194	1.0211	1.0180	1.0321	1.0143	1.0209	1.0213
JUNIO	10,103	10,226	10,838	11,650	12,231	11,010	1.0328	1.0310	1.0342	1.0385	1.0523	1.0378
JULIO	10,408	10,427	11,347	12,692	13,609	11,697	1.0025	1.0111	0.9878	0.9533	0.9458	0.9801
AGOSTO	11,284	11,167	12,197	13,045	13,762	12,291	0.9247	0.9441	0.9190	0.9275	0.9353	0.9301
SEPTIEMBRE	10,788	10,404	11,440	11,985	13,015	11,526	0.9672	1.0134	0.9798	1.0095	0.9889	0.9918
OCTUBRE	10,268	10,191	11,619	11,751	12,808	11,327	1.0162	1.0345	0.9647	1.0296	1.0049	1.0100
NOVIEMBRE	10,786	11,003	11,548	12,882	14,010	12,046	0.9674	0.9582	0.9706	0.9392	0.9187	0.9508
DICIEMBRE	10,799	10,850	11,875	12,764	13,352	11,928	0.9662	0.9717	0.9439	0.9479	0.9640	0.9587
TPDA	10,434	10,543	11,209	12,099	12,871							

Tabla 4.9 (2de 3): Factores mensuales, TPDA y TPDM de por tramos de acuerdo a los registros de las estaciones de peaje.

<b>TRAMO 2: LATACUNGA - AMBATO (Estación de peaje Panzaleo)</b>										
<b>MES</b>										
	2003	2004	2005	2006	PROMEDIO	2003	2004	2005	2006	Fm
ENERO	8,602	8,788	9,502	10,128	9,255	0.9660	0.9365	0.9347	0.9304	0.9419
FEBRERO	8,647	9,272	10,289	11,734	9,986	0.9710	0.9881	1.0121	1.0779	1.0123
MARZO	9,622	9,002	9,911	8,699	9,309	1.0805	0.9593	0.9749	0.7991	0.9535
ABRIL	8,838	9,281	9,307	11,189	9,654	0.9925	0.9890	0.9155	1.0278	0.9812
MAYO	8,747	9,130	9,956	10,816	9,662	0.9823	0.9729	0.9793	0.9936	0.9820
JUNIO	8,581	8,832	9,683	10,344	9,360	0.9636	0.9412	0.9525	0.9502	0.9519
JULIO	8,685	9,380	10,438	11,333	9,959	0.9753	0.9996	1.0268	1.0411	1.0107
AGOSTO	9,253	10,255	11,099	11,447	10,514	1.0391	1.0928	1.0918	1.0515	1.0688
SEPTIEMBRE	8,773	9,645	10,228	10,955	9,900	0.9852	1.0278	1.0061	1.0063	1.0064
OCTUBRE	8,714	9,556	9,946	10,687	9,726	0.9786	1.0183	0.9784	0.9817	0.9892
NOVIEMBRE	9,027	9,452	10,654	11,603	10,184	1.0137	1.0072	1.0480	1.0659	1.0337
DICIEMBRE	9,338	10,001	10,962	11,791	10,523	1.0486	1.0658	1.0783	1.0831	1.0690
TPDA	9,384	10,166	10,886	11,882						



Tabla 4.9 (3de 3): Factores mensuales, TPDA y TPDM por tramos de acuerdo a los registros de las estaciones de peaje.

<b>TRAMO 3: AMBATO - RIOBAMBA (Estación de peaje San Andrés)</b>										
<b>MES</b>										
MES	2003	2004	2005	2006	PROMEDIO	2003	2004	2005	2006	Fm
ENERO	4,299	4,228	4,703	5,013	4,561	0.9722	0.9514	0.9121	0.9170	0.9382
FEBRERO	4,184	4,544	5,305	5,647	4,920	0.9462	1.0225	1.0289	1.0329	1.0076
MARZO	4,699	4,295	5,054	4,339	4,597	1.0626	0.9665	0.9802	0.7937	0.9508
ABRIL	4,595	4,572	5,004	5,608	4,945	1.0391	1.0288	0.9705	1.0258	1.0161
MAYO	4,328	4,299	5,135	5,314	4,769	0.9787	0.9674	0.9959	0.9720	0.9785
JUNIO	4,258	4,106	5,043	5,178	4,646	0.9629	0.9239	0.9781	0.9471	0.9530
JULIO	4,259	4,514	5,419	5,713	4,976	0.9631	1.0158	1.0510	1.0450	1.0187
AGOSTO	4,719	5,020	5,591	5,653	5,246	1.0672	1.1296	1.0844	1.0340	1.0788
SEPTIEMBRE	4,339	4,544	4,970	5,591	4,861	0.9812	1.0225	0.9639	1.0227	0.9976
OCTUBRE	4,290	4,426	4,912	5,515	4,786	0.9701	0.9959	0.9527	1.0088	0.9819
NOVIEMBRE	4,481	4,126	5,247	5,931	4,946	1.0133	0.9284	1.0176	1.0849	1.0111
DICIEMBRE	4,594	4,645	5,491	6,128	5,215	1.0389	1.0452	1.0650	1.1209	1.0675
TPDA	4,444	5,156	5,467	5,991						

Tabla 4.10 (1 de 2): Tasas de crecimiento históricas (1990-2004) de vehículos matriculados según composición vehicular y por provincias.

<b>PROVINCIAS</b>	<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Livianos</b>	<b>Buses</b>	<b>Camiones</b>	<b>TOTAL</b>
PICHINCHA	1990	0.010131	0.008737	0.006878	0.007964	0.008627
	1991	0.010302	0.01018	0.012052	0.010689	0.010258
	1992	0.010295	0.010923	0.01	0.010468	0.010866
	1993	0.010287	0.010678	0.009281	0.010667	0.010641
	1994	0.010279	0.010571	0.006882	0.010847	0.010504
	1995	0.010271	0.011038	0.008562	0.010985	0.010997
	1996	0.010262	0.010419	0.009365	0.00996	0.010376
	1997	0.010256	0.010371	0.006937	0.009178	0.010259
	1998	0.010249	0.011035	0.015323	0.014599	0.01127
	1999	0.010242	0.010345	0.009473	0.00955	0.010278
	2000	0.010235	0.010321	0.00823	0.011338	0.010372
	2001	0.009686	0.010372	0.012634	0.010721	0.010414
	2002	0.010465	0.010792	0.013247	0.014345	0.011089
	2003	0.010145	0.009162	0.009481	0.006319	0.00888
	2004	0.010142	0.010726	0.008287	0.011548	0.010758
COTOPAXI	1990	0.010673	0.007992	0.00976	0.008293	0.008169
	1991	0.010046	0.010845	0.00916	0.011654	0.010852
	1992	0.010047	0.010672	0.011119	0.010105	0.010593
	1993	0.010048	0.010133	0.009095	0.009984	0.010028
	1994	0.010048	0.012442	0.004159	0.011559	0.011723
	1995	0.010046	0.017166	0.014255	0.015159	0.016729
	1996	0.010047	0.008441	0.00959	0.009941	0.008713
	1997	0.010047	0.009012	0.006226	0.00816	0.008789
	1998	0.010046	0.010007	0.009625	0.012874	0.010505
	1999	0.010045	0.009809	0.012857	0.005972	0.009027
	2000	0.010043	0.013125	0.007374	0.016715	0.013518
	2001	0.011517	0.010107	0.011301	0.010223	0.010141
	2002	0.010337	0.009394	0.012606	0.017637	0.010898
	2003	0.010213	0.014837	0.011731	0.006235	0.01232
	2004	0.010215	0.010917	0.009303	0.011619	0.010997
Fuente: INEC.-"Anuarios Estadísticos de Transporte"						

Tabla 4.10 (2 de 2): Tasas de crecimiento históricas (1990-2004) de vehículos matriculados según composición vehicular y por provincias.

<b>PROVINCIAS</b>	<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Livianos</b>	<b>Buses</b>	<b>Camiones</b>	<b>TOTAL</b>
TUNGURAHUA	1990	0.01011	0.009041	0.007879	0.008306	0.013858
	1991	0.010165	0.011867	0.010234	0.01126	0.009754
	1992	0.010164	0.011535	0.011074	0.011291	0.009439
	1993	0.010162	0.010604	0.009358	0.010068	0.011203
	1994	0.010159	0.009758	0.005868	0.009284	0.010672
	1995	0.010156	0.009811	0.006689	0.008849	0.011493
	1996	0.010153	0.012633	0.015017	0.013233	0.012732
	1997	0.010151	0.012256	0.010066	0.009841	0.011979
	1998	0.010148	0.010352	0.009214	0.014224	0.010632
	1999	0.010145	0.008921	0.00654	0.00724	0.008708
	2000	0.010142	0.010474	0.01192	0.011244	0.010558
	2001	0.009866	0.011139	0.011611	0.011377	0.011167
	2002	0.010344	0.010503	0.015419	0.024829	0.011918
	2003	0.010193	0.015199	0.008217	0.007206	0.013507
	2004	0.010195	0.009821	0.010599	0.009714	0.009818
CHIMBORAZO	1990	0.010023	0.008158	0.007657	0.007119	0.010359
	1985	0.010129	0.010617	0.009858	0.010746	0.011926
	1992	0.01013	0.011047	0.010487	0.010687	0.008632
	1993	0.010129	0.010781	0.009071	0.010131	0.00887
	1994	0.010127	0.011189	0.00649	0.00978	0.013391
	1995	0.010125	0.010835	0.008216	0.01049	0.01121
	1996	0.010123	0.01143	0.011139	0.010764	0.011335
	1997	0.010122	0.010457	0.010224	0.01007	0.010403
	1998	0.01012	0.007401	0.008281	0.009441	0.007669
	1999	0.010117	0.0147	0.006415	0.01145	0.01401
	2000	0.010115	0.010132	0.008529	0.010711	0.010185
	2001	0.009441	0.010441	0.014759	0.009643	0.010379
	2002	0.010374	0.009593	0.012243	0.018174	0.010654
	2003	0.010105	0.013317	0.011031	0.005844	0.011758
	2004	0.010109	0.010224	0.007682	0.010049	0.010169
Fuente: INEC.-"Anuarios Estadísticos de Transporte"						

Tabla 4.11 (1 de 2): Tasas del consumo de combustibles por provincias.

PICHINCHA				
AÑO	DIESEL 2	GASOLINA EXTRA	GASOLINA SUPER	TOTAL
1995	0.00984237	0.01060409	0.01060409	0.01020305
1996	0.00825391	0.00975785	0.00975786	0.00899403
1997	0.00838618	0.00981064	0.00981064	0.00914672
1998	0.01353837	0.01263257	0.01263257	0.01301965
1999	0.00988328	0.01225605	0.01225606	0.0112017
2000	0.00943172	0.00927049	0.00555388	0.00915357
2001	0.01087664	0.01065744	0.01047291	0.01074057
2002	0.01064649	0.01035563	0.01714713	0.01066935
2003	0.01102902	0.01033323	0.01927379	0.01102926
2004	0.01055424	0.00987984	0.01193062	0.01032028
2005	0.01164508	0.01048778	0.01120875	0.01103802

COTOPAXI				
AÑO	DIESEL 2	GASOLINA EXTRA	GASOLINA SUPER	TOTAL
1995	0.00973143	0.0101328	0.01013279	0.00987944
1996	0.00959483	0.01244241	0.0124424	0.01067185
1997	0.01505508	0.01716566	0.01716565	0.01598578
1998	0.00990244	0.00844087	0.00844087	0.00921036
1999	0.00795566	0.00901201	0.00901201	0.00841407
2000	0.00935204	0.00937579	0.00530369	0.00923528
2001	0.01109015	0.01060586	0.01069655	0.01086996
2002	0.01042064	0.01078449	0.01686613	0.01069117
2003	0.01063295	0.01029738	0.01697568	0.0106651
2004	0.01043435	0.00964296	0.0110717	0.01013183
2005	0.01083904	0.01082192	0.01129178	0.01085426

Tabla 4.11 (2 de 2): Tasas del consumo de combustibles por provincias.

TUNGURAHUA				
AÑO	DIESEL 2	GASOLINA EXTRA	GASOLINA SUPER	TOTAL
1995	0.00973143	0.00973143	0.00973143	0.00973143
1996	0.00973143	0.00973143	0.00973143	0.00973143
1997	0.00973143	0.00973143	0.00973143	0.00973143
1998	0.00973143	0.00973143	0.00973143	0.00973143
1999	0.00973143	0.00973143	0.00973143	0.00973143
2000	0.00973143	0.00973143	0.00973143	0.00973143
2001	0.00973143	0.00973143	0.00973143	0.00973143
2002	0.00973143	0.00973143	0.00973143	0.00973143
2003	0.00973143	0.00973143	0.00973143	0.00973143
2004	0.00973143	0.00973143	0.00973143	0.00973143
2005	0.00973143	0.00973143	0.00973143	0.00973143

CHIMBORAZO				
AÑO	DIESEL 2	GASOLINA EXTRA	GASOLINA SUPER	TOTAL
1995	0.00984237	0.01060409	0.01060409	0.01020305
1996	0.00825391	0.00975785	0.00975786	0.00899403
1997	0.00838618	0.00981064	0.00981064	0.00914672
1998	0.01353837	0.01263257	0.01263257	0.01301965
1999	0.00988328	0.01225605	0.01225606	0.0112017
2000	0.00943172	0.00927049	0.00555388	0.00915357
2001	0.01087664	0.01065744	0.01047291	0.01074057
2002	0.01064649	0.01035563	0.01714713	0.01066935
2003	0.01102902	0.01033323	0.01927379	0.01102926
2004	0.01055424	0.00987984	0.01193062	0.01032028
2005	0.01164508	0.01048778	0.01120875	0.01103802

Tabla 4.12: Obtención de registros históricos a partir de tasas de crecimiento de población, parque automotor y consumo de combustibles.

AÑO	Promedio de tasas	TPDA		
		TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
1990	0.009011355	5,986	4,191	2,081
1991	0.010359723	6,201	4,638	2,303
1992	0.010614513	6,582	5,104	2,535
1993	0.010481536	6,899	5,249	2,607
1994	0.010354437	7,144	5,020	2,493
1995	0.010708173	7,650	4,842	2,404
1996	0.010287672	7,870	5,795	2,877
1997	0.010123556	7,967	6,438	3,196
1998	0.010883416	8,671	6,424	3,189
1999	0.010187952	8,834	6,337	3,146
2000	0.010841636	9,577	6,626	3,290
2001	0.010233145	9,800	7,082	3,516
2002	0.010646701	10,434	7,691	3,819
2003	0.009580473	10,543	8,905	4,422
2004	0.010707068	11,209	9,384	4,444
2005		12,099	10,166	5,156
2006		12,871	10,886	5,467

Promedio de tasas: Es el promedio de tasas de población, parque automotor y consumo de combustibles.  
 TRAMO 1: MACHACHI - LASSO (Estación de peaje Machachi).  
 TRAMO 2: LATACUNGA - AMBATO (Estación de peaje Panzaleo).  
 TRAMO 3: MOCHA - RIOBAMBA (Estación de peaje San Andrés).

Cuadro 4.10 : Representación de las tasas de crecimiento en función de los años.

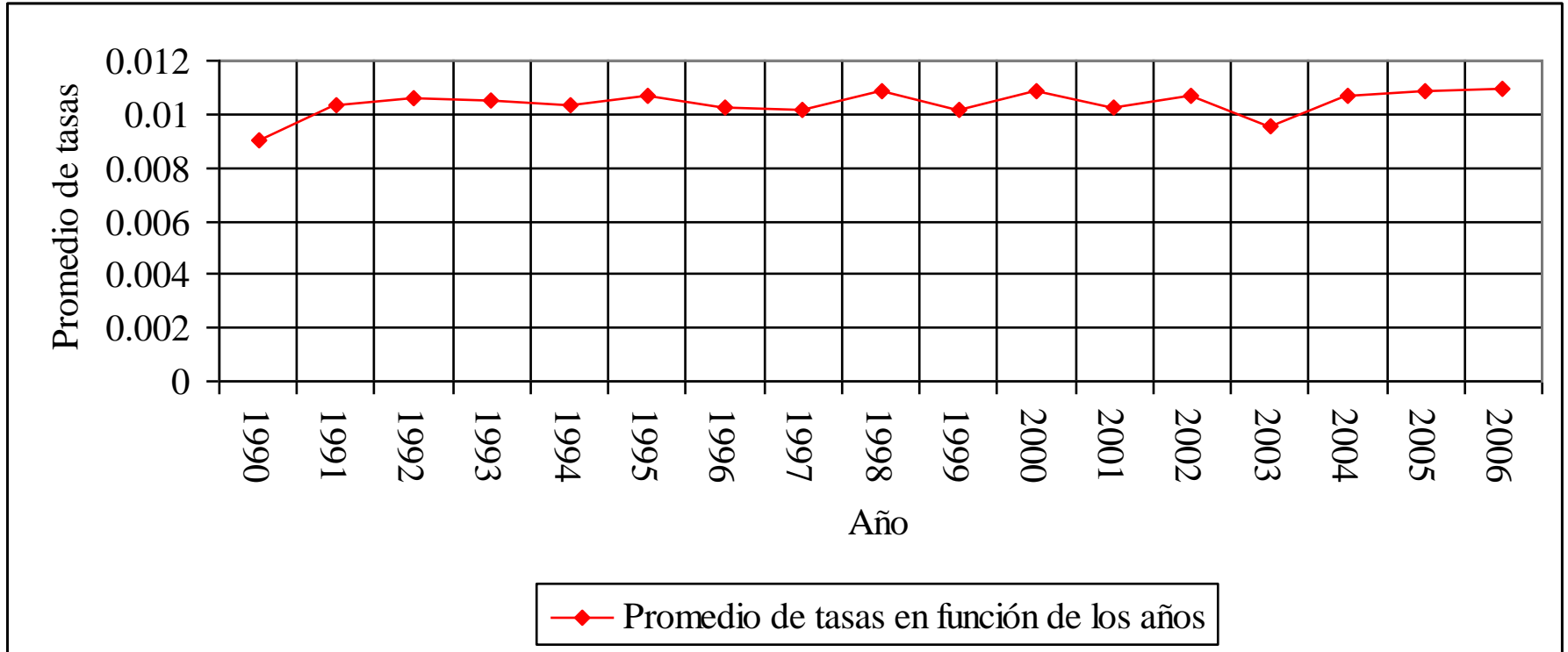


Tabla 4.13 (1 de 3): Datos históricos de tráfico en base a información estadística de Panavial y a las tasas de crecimiento del parque automotor, población y consumo de combustibles.

<b>TRAMO 1: ALÓAG - LATACUNGA (Estación de peaje Machachi)</b>																		
MES	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ENERO	194,710	201,704	214,683	224,408	232,377	248,836	256,693	259,147	282,046	287,349	312,370	318,770	291,738	316,382	322,219	355,884	371,864	441,367
FEBRERO	180,617	187,105	199,144	208,166	215,558	230,826	238,114	240,391	261,632	266,551	289,761	295,697	300,344	286,625	317,727	343,446	380,174	409,421
MARZO	191,470	198,347	211,111	220,674	228,511	244,696	252,422	254,835	277,353	282,567	307,173	313,465	327,643	341,895	325,493	365,962	326,396	434,022
ABRIL	189,067	195,859	208,462	217,905	225,643	241,625	249,255	251,638	273,873	279,022	303,318	309,532	296,132	311,595	327,628	327,628	391,710	428,576
MAYO	185,953	192,632	205,027	214,315	221,926	237,645	245,148	247,492	269,361	274,425	298,321	304,433	316,758	321,068	336,662	369,753	390,815	421,516
JUNIO	188,951	195,738	208,334	217,771	225,505	241,477	249,102	251,483	273,705	278,850	303,132	309,342	303,094	306,765	325,129	349,495	366,928	428,313
JULIO	178,451	184,861	196,756	205,670	212,973	228,058	235,259	237,508	258,495	263,354	286,287	292,152	322,643	323,233	351,753	393,455	421,880	404,512
AGOSTO	169,348	175,431	186,720	195,178	202,109	216,424	223,258	225,392	245,309	249,920	271,683	277,249	349,790	346,164	378,100	404,403	426,632	383,877
SEPTIEMBRE	180,574	187,060	199,097	208,116	215,507	230,771	238,057	240,333	261,570	266,487	289,692	295,627	323,635	312,133	343,192	359,541	390,440	409,323
OCTUBRE	183,893	190,498	202,757	211,941	219,468	235,013	242,433	244,751	266,378	271,385	295,017	301,061	318,311	315,917	360,196	364,280	397,049	416,847
NOVIEMBRE	173,120	179,339	190,879	199,526	206,611	221,245	228,231	230,413	250,773	255,487	277,735	283,425	323,591	330,083	346,435	386,474	420,288	392,428
DICIEMBRE	174,562	180,832	192,468	201,187	208,331	223,087	230,131	232,331	252,861	257,614	280,047	285,784	334,779	336,350	368,138	395,675	413,915	395,695
<b>TM Promedio</b>	182,074	188,614	200,751	209,845	217,297	232,688	240,035	242,330	263,743	268,701	292,099	298,083	317,372	320,684	341,889	368,000	391,508	412,724
<b>TOTAL</b>	<b>2.2E+06</b>	<b>2.3E+06</b>	<b>2.4E+06</b>	<b>2.5E+06</b>	<b>2.6E+06</b>	<b>2.8E+06</b>	<b>2.9E+06</b>	<b>2.9E+06</b>	<b>3.2E+06</b>	<b>3.2E+06</b>	<b>3.5E+06</b>	<b>2.2E+06</b>	<b>2.3E+06</b>	<b>2.4E+06</b>	<b>2.5E+06</b>	<b>2.6E+06</b>	<b>2.8E+06</b>	<b>2.9E+06</b>
TPDA =	<b>5,986</b>	<b>6,201</b>	<b>6,582</b>	<b>6,899</b>	<b>7,144</b>	<b>7,650</b>	<b>7,870</b>	<b>7,967</b>	<b>8,671</b>	<b>8,834</b>	<b>9,577</b>	<b>9,800</b>	<b>10,434</b>	<b>10,543</b>	<b>11,209</b>	<b>12,099</b>	<b>12,871</b>	<b>13,569</b>
Tasa		1.03592	1.06144	1.04816	1.03551	1.07083	1.02876	1.01233	1.08836	1.0188	1.08411	1.02328	1.06469	1.01045	1.06317	1.0794	1.06381	1.05421
N de días año	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365



Cuadro 4.11 : Representación gráfica del tráfico promedio mensual en función de los años para el tramo 1: Alóg- Latacunga.

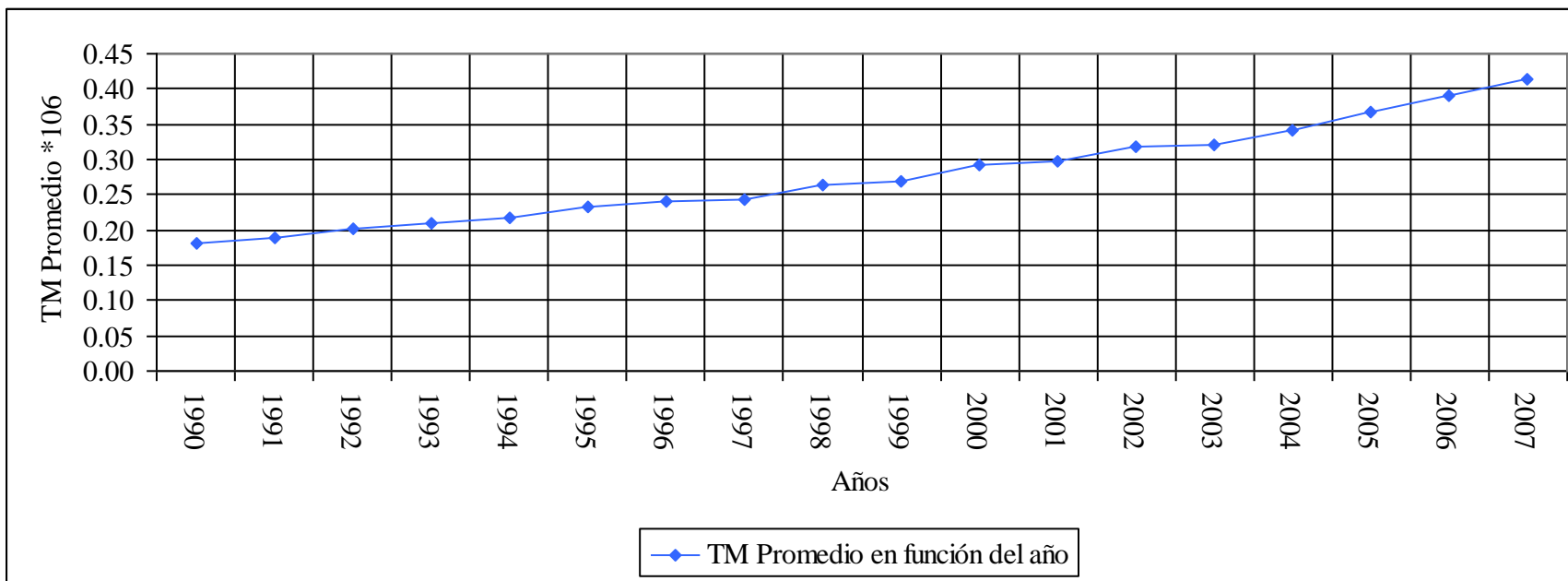


Tabla 4.13 (2 de 3): Datos históricos de tráfico en base a información estadística de Panavial y a las tasas de crecimiento del parque automotor, población y consumo de combustibles.

<b>TRAMO 2: LATACUNGA - AMBATO (Estación de peaje Panzaleo)</b>																		
<b>MES</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
ENERO	135,372	149,811	165,315	169,546	162,150	156,401	187,696	207,953	207,500	204,689	214,611	228,754	248,425	266,665	272,432	294,561	313,975	383,797
FEBRERO	126,128	139,581	154,026	157,968	151,077	145,720	174,879	193,752	193,330	190,711	199,956	213,133	231,461	242,105	268,897	288,088	328,545	357,588
MARZO	135,286	149,716	165,209	169,438	162,047	156,301	187,576	207,820	207,368	204,559	214,474	228,608	248,267	298,293	279,070	307,237	269,658	383,552
ABRIL	130,150	144,032	158,937	163,006	155,895	150,367	180,455	199,930	199,495	196,793	206,332	219,929	238,841	265,148	278,417	279,224	335,675	368,991
MAYO	129,817	143,663	158,530	162,589	155,496	149,982	179,993	199,419	198,985	196,289	205,804	219,366	238,231	271,145	283,039	308,632	335,299	368,047
JUNIO	133,931	148,216	163,554	167,741	160,423	154,735	185,697	205,738	205,291	202,510	212,326	226,318	245,780	257,433	264,971	290,504	310,315	379,711
JULIO	126,209	139,671	154,125	158,071	151,175	145,815	174,992	193,877	193,456	190,835	200,085	213,271	231,611	269,234	290,782	323,576	351,334	357,820
AGOSTO	119,330	132,058	145,724	149,454	142,934	137,866	165,453	183,309	182,910	180,433	189,179	201,645	218,986	286,856	317,920	344,076	354,855	338,316
SEPTIEMBRE	126,699	140,213	154,723	158,684	151,762	146,381	175,671	194,630	194,206	191,575	200,862	214,098	232,509	263,186	289,353	306,844	328,654	359,209
OCTUBRE	128,899	142,648	157,410	161,440	154,397	148,922	178,721	198,009	197,579	194,902	204,349	217,816	236,547	270,141	296,236	308,327	331,296	365,446
NOVIEMBRE	123,387	136,548	150,679	154,536	147,794	142,554	171,078	189,542	189,129	186,567	195,610	208,501	226,431	270,809	283,555	319,613	348,084	349,818
DICIEMBRE	119,272	131,994	145,653	149,382	142,865	137,800	165,373	183,220	182,822	180,345	189,087	201,548	218,879	289,478	310,037	339,807	365,534	338,151
TM Promedio	127,476	141,073	155,672	159,657	152,692	147,278	176,748	195,823	195,397	192,750	202,093	215,411	233,935	270,874	286,226	309,207	331,102	361,411
<b>TOTAL</b>	<b>1.5E+06</b>	<b>1.7E+06</b>	<b>1.9E+06</b>	<b>1.9E+06</b>	<b>1.8E+06</b>	<b>1.8E+06</b>	<b>2.1E+06</b>	<b>2.3E+06</b>	<b>2.3E+06</b>	<b>2.3E+06</b>	<b>2.4E+06</b>	<b>2.6E+06</b>	<b>2.8E+06</b>	<b>3.3E+06</b>	<b>3.4E+06</b>	<b>3.7E+06</b>	<b>4.0E+06</b>	<b>4.3E+06</b>
<b>TPDA =</b>	<b>4,191</b>	<b>4,638</b>	<b>5,104</b>	<b>5,249</b>	<b>5,020</b>	<b>4,842</b>	<b>5,795</b>	<b>6,438</b>	<b>6,424</b>	<b>6,337</b>	<b>6,626</b>	<b>7,082</b>	<b>7,691</b>	<b>8,905</b>	<b>9,384</b>	<b>10,166</b>	<b>10,886</b>	<b>11,882</b>
Tasa		<b>1.107</b>	<b>1.1</b>	<b>1.028</b>	<b>0.956</b>	<b>0.965</b>	<b>1.197</b>	<b>1.111</b>	<b>0.998</b>	<b>0.986</b>	<b>1.046</b>	<b>1.069</b>	<b>1.086</b>	<b>1.158</b>	<b>1.054</b>	<b>1.083</b>	1.07082	1.09145
N de días año	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365

Cuadro 4.12: Representación gráfica del tráfico promedio mensual en función de los años para el tramo 2: Latacunga - Ambato.

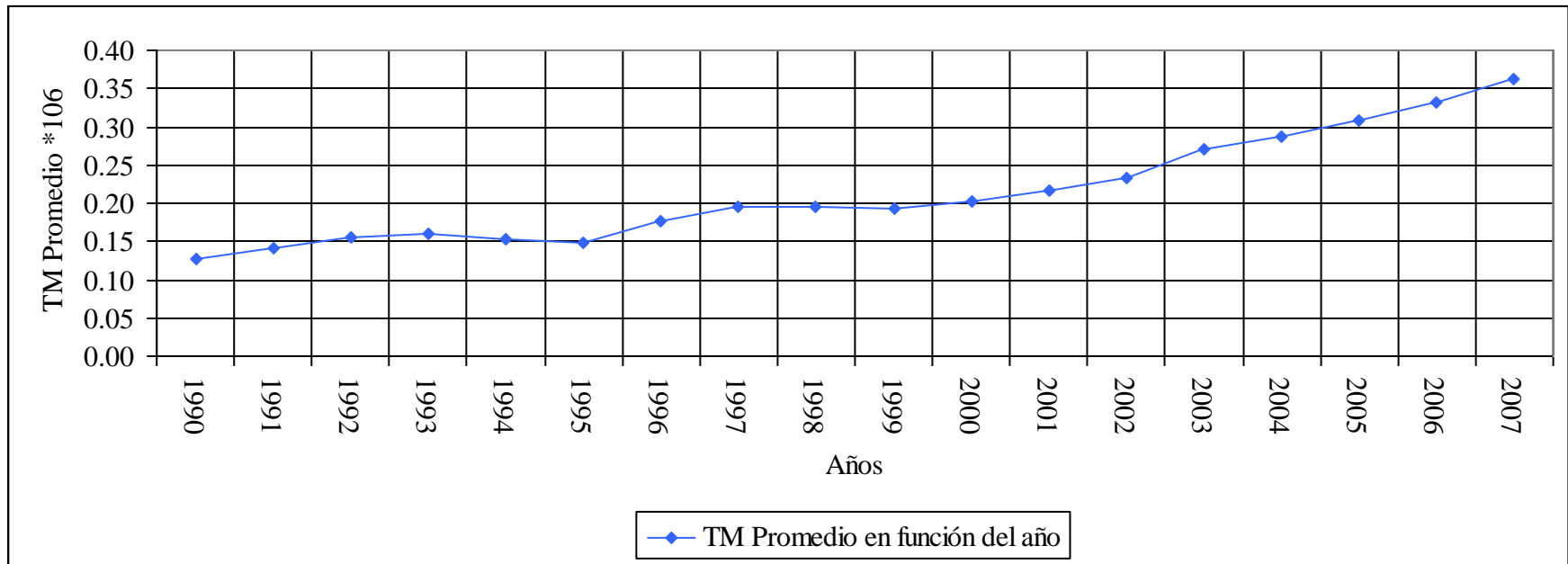


Tabla 4.13 (3 de 3): Datos históricos de tráfico en base a información estadística de Panavial y a las tasas de crecimiento del parque automotor, población y consumo de combustibles.

<b>TRAMO 3: AMBATO - RIOBAMBA (Estación de peaje San Andrés)</b>																		
<b>MES</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
ENERO	67,516	74,719	82,471	84,581	80,883	77,995	93,597	103,691	103,464	102,068	107,033	114,072	123,903	133,283	131,060	145,779	155,412	194,371
FEBRERO	62,900	69,611	76,833	78,799	75,353	72,663	87,199	96,602	96,391	95,091	99,716	106,274	115,433	117,160	131,771	148,549	158,129	181,083
MARZO	67,346	74,531	82,264	84,369	80,680	77,800	93,363	103,431	103,204	101,813	106,764	113,787	123,592	145,664	133,135	156,688	134,503	193,884
ABRIL	62,341	68,992	76,150	78,098	74,684	72,018	86,424	95,744	95,534	94,246	98,829	105,330	114,407	137,845	137,161	150,119	168,239	179,474
MAYO	64,695	71,597	79,025	81,047	77,503	74,737	89,687	99,359	99,141	97,804	102,561	109,307	118,726	134,153	133,279	159,194	164,732	186,250
JUNIO	66,447	73,536	81,166	83,242	79,603	76,761	92,116	102,050	101,826	100,453	105,339	112,267	121,942	127,727	123,190	151,275	155,331	191,294
JULIO	62,208	68,845	75,988	77,932	74,524	71,864	86,239	95,539	95,330	94,044	98,618	105,105	114,162	132,035	139,949	167,983	177,101	179,090
AGOSTO	58,734	65,000	71,744	73,579	70,362	67,850	81,423	90,203	90,006	88,792	93,111	99,235	107,786	146,299	155,631	173,308	175,253	169,088
SEPTIEMBRE	63,493	70,267	77,557	79,541	76,063	73,348	88,020	97,513	97,299	95,987	100,655	107,276	116,520	130,169	136,323	149,093	167,726	182,789
OCTUBRE	64,497	71,378	78,783	80,799	77,266	74,508	89,412	99,054	98,837	97,505	102,247	108,972	118,362	132,991	137,216	152,264	170,978	185,679
NOVIEMBRE	62,796	69,495	76,706	78,668	75,229	72,543	87,054	96,442	96,231	94,933	99,551	106,098	115,241	134,434	123,782	157,420	177,931	180,783
DICIEMBRE	59,347	65,679	72,494	74,348	71,098	68,559	82,274	91,146	90,947	89,720	94,084	100,272	108,913	142,424	144,005	170,211	189,982	170,856
TM Promedio	63,297	70,050	77,318	79,296	75,829	73,122	87,749	97,212	96,999	95,691	100,345	106,945	116,161	134,515	135,542	156,824	166,276	182,226
<b>TOTAL</b>	<b>2.2E+06</b>	<b>2.3E+06</b>	<b>2.4E+06</b>	<b>2.5E+06</b>	<b>2.6E+06</b>	<b>2.8E+06</b>	<b>2.9E+06</b>	<b>2.9E+06</b>	<b>3.2E+06</b>	<b>3.2E+06</b>	<b>3.5E+06</b>	<b>3.6E+06</b>	<b>3.8E+06</b>	<b>3.8E+06</b>	<b>4.1E+06</b>	<b>4.4E+06</b>	<b>4.7E+06</b>	<b>5.0E+06</b>
<b>TPDA =</b>	<b>2,081</b>	<b>2,303</b>	<b>2,535</b>	<b>2,607</b>	<b>2,493</b>	<b>2,404</b>	<b>2,877</b>	<b>3,196</b>	<b>3,189</b>	<b>3,146</b>	<b>3,290</b>	<b>3,516</b>	<b>3,819</b>	<b>4,422</b>	<b>4,444</b>	<b>5,156</b>	<b>5,467</b>	<b>5,991</b>
Tasa		<b>1.10668</b>	<b>1.10074</b>	<b>1.02840</b>	<b>0.95627</b>	<b>0.96430</b>	<b>1.19676</b>	<b>1.11088</b>	<b>0.99781</b>	<b>0.98652</b>	<b>1.04577</b>	<b>1.06869</b>	<b>1.08618</b>	<b>1.15789</b>	<b>1.00498</b>	<b>1.16022</b>	1.06032	1.09585
N de días año	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365

Cuadro 4.13 : Representación gráfica del tráfico promedio mensual en función de los años para el tramo 3:Ambato - Riobamba.

## CAPITULO V

### PROCESOS TEÓRICOS Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS

5.1. Obtención de los factores de mayoración.

5.1.1. Factores de mayoración en función de la población y parque automotor por provincias.

Obtener una proyección por provincias en base a los datos de población y parque automotor permite tener una visión comparativa con respecto al tráfico que soporta la Panamericana Sur, en el tramo que se está analizando; es por ello que se procedió con el cálculo de factores de crecimiento en base a estos datos con la metodología de regresiones lineales.

Los factores de crecimiento y proyecciones de los vehículos matriculados, nos servirá para poder establecer la tendencia de crecimiento del tráfico en base a esta información esto se lo obtiene de la siguiente manera:

Se ingresa los datos de los años en estudio, para poder relacionarlos con los datos de población, vehículos livianos, buses y camiones, mediante una regresión de tipo lineal cuya expresión es:

$$Y=a+bx$$

Donde las constantes a y b se determinan mediante las siguientes ecuaciones:

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{N\sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (5.1)$$

$$b = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{N\sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (5.2)$$

X = Representa los años o la población, según la correlación que se va a realizar, que se obtienen de las tablas de ordenamiento de datos respectiva.

Y= Representa la población, vehículos livianos, buses o vehículos pesados, según la correlación que se desea realizar, obtenidos de las tablas respectivas de los datos ordenados.

N= Es el número de datos X, Y que se va a utilizar en la regresión.

Coefficiente de Correlación:

$$r = \frac{N\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (5.3)$$

El procedimiento es el siguiente: con los datos del parque automotor de los registros históricos, se calcula la regresión en la que en el valor de la ecuación lineal de la regresión Y son los valores del TPDA, y la variable x representan los años, de esta manera se puede obtener las proyecciones para los años posteriores a los datos históricos que se tienen; en este estudio se presentan las proyecciones desde el año 2005 hasta el 2025.

Los factores de crecimiento en función de los años no es sino la división entre la proyección hecha para un año específico y la proyección del año anterior.

Las tasas de crecimiento, se calcula restando el factor de crecimiento menos 1 y todo ello multiplicado por 100.

De esta manera se obtienen las proyecciones, las tasas y los factores de crecimiento de los vehículos en función de los años y se lo hace para presentar estos datos de acuerdo con su composición en livianos, buses y camiones, para cada una de las provincias por

las que atraviesa la carretera Alóag-Riobamba, esto es para Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo.

Además se presenta las proyecciones, factores de crecimiento y tasas para los vehículos en función de la población, los cálculos se efectúan con el mismo procedimiento detallado anteriormente solo que en este caso la variable  $x$  viene a representar la población.

Hay que notar que en la proyección en función de los años, también se presenta una proyección lineal desde le año 2005 hasta el 2025, que se basa en una regresión en la que para este caso  $Y$  representa la población y  $x$  los años.

#### 5.1.2. Metodología general para el cálculo de los factores de mayoración de la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba.

Obtener los factores de mayoración requiere del conocimiento de datos históricos válidos y confiables, es por ello que en el presente capítulo se tomará como base la información obtenida principalmente de las estaciones de peaje y de los datos obtenidos de la información anual estadística que elabora el INEC, sobre los censos y proyecciones del parque automotor y población.

Los factores de mayoración conocidos también como factores de proyección, tienen como objeto ser una constante con la cual se puede proyectar los tráficos futuros mediante su aplicación con los tráficos históricos.

El factor de mayoración de proyección se define como la relación entre el tráfico futuro y el tráfico actual.

$$FP = \frac{TF}{TA} \tag{5.4}$$

FP = Factor de proyección o de mayoración.

TA = Tráfico actual.

TF = Tráfico futuro.

De aquí se deduce que el tráfico futuro puede determinarse con el factor de proyección;

$$TF = FP(TA) \quad (5.5)$$

Para obtener el tráfico futuro se emplea la siguiente relación:

$$TF = TA \times (1 + i)^n \quad (5.6)$$

Donde:

FP = Factor de proyección o de mayoración.

TA = Tráfico actual.

TF = Tráfico futuro.

i = Tasa de crecimiento.

Estableciendo entonces que:

$$FP = (1 + i)^n \quad (5.7)$$

Para proyectar los vehículos en base a las tasas de crecimiento que se pueden obtener de los datos históricos de la población, parque automotor y consumo de combustibles, será necesario conocer la composición vehicular, datos que se obtienen de la información ordenada de las estaciones de peaje.

Obteniendo las proyecciones de cada composición vehicular de acuerdo al previo cálculo de los factores de proyección que se obtienen de acuerdo a las siguientes relaciones:

$$FP_{livianos} = (1 + i_{livianos})^n \quad (5.8)$$

$$FP_{buses} = (1 + i_{buses})^n \quad (5.9)$$

$$FP_{camiones} = (1 + i_{camiones})^n \quad (5.10)$$



Donde:

$$i_{livianos} = \frac{0.010378 + 0.0113689 + 0.0102979}{3} \quad (5.11)$$

$$i_{livianos} = 0.0106816$$

$$i_{buses} = \frac{0.0097755 + 0.0109704}{2} \quad (5.12)$$

$$i_{buses} = 0.0103729$$

$$i_{buses} = \frac{0.0106119 + 0.0109704 + 0.0102164}{3} \quad (5.13)$$

$$i_{buses} = 0.01059956$$

$i_{población}$  = Es el promedio de las tasas de crecimiento de población 15 años de datos históricos que se disponen publicados por INEC, desde 1990 hasta el 2004.

$i_{parqueautomotor}$  = Es el promedio de las tasas de crecimiento del parque automotor de los 15 años de datos históricos que se disponen publicados por INEC, desde 1990 hasta el 2004.

$i_{consumocombustibles}$  = Es el promedio de las tasas de crecimiento de consumo de combustibles de los 10 años de datos históricos que se disponen obtenidos de fuente de Comercialización de PETROCOMERCIAL, desde 1990 hasta el 2004.

El tráfico total proyectado será la suma de la composición de tráfico para cada año, del cual se puede obtener el TPDA proyectado.

## 5.2. Cálculos de los factores de mayoración.

5.2.1. Cálculos de los factores de mayoración en función de la población y parque automotor por provincias.

Se puede obtener las proyecciones de la población y el parque automotor en base a regresiones, en base a los datos históricos para luego de estos poder obtener los factores

y tasas que nos permitirán compararlos con los obtenidos con los obtenidos por medios de los datos históricos de las estaciones de peaje en la carretera Panamericana Sur.

Para su cálculo se siguen los siguientes pasos:

Se colocan los valores de años o población como la variable x y el de la composición del parque automotor como los variables correspondientes a la variable Y, según la regresión que se quiera obtener.

Se obtienen los coeficientes a y b, con las fórmulas de regresión indicadas.

Se obtiene el coeficiente de correlación para determinar si es confiable la regresión lineal aplicada  $Y = a+bX$ .

Se proyectan los valores en base a la fórmula obtenida.

Se obtienen las tasas de crecimiento que es el cociente entre el valor Y de proyección del año dividido para el valor Y de un año anterior de los valores de proyección obtenidos.

Se obtienen los factores de crecimiento que según la fórmula  $FP = \frac{VF}{VA}$ , donde VF=

Valor futuro.

VA = Valor actual.

Proponiendo como el valor actual el correspondiente a el 2007.

### 5.2.2. Factores de mayoración de la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba.

Los resultados de los cálculos de los factores de mayoración sigue la metodología explicada anteriormente; los pasos seguidos son:

Con el tráfico organizado de acuerdo a la composición de las estaciones de peaje, se obtienen factores de composición respecto al total de vehículos.

Se obtienen los promedios de las tasas de crecimiento por provincias de la población y del parque automotor de los últimos 15 años de que se tiene información, además del promedio de los últimos 10 años del consumo de combustibles.

Se aplica entonces estos resultados al factor de proyección para cada año en los próximos 25 años de acuerdo a la composición del tráfico.

Se calcula el tráfico actual, en base a las tasas de crecimiento de los tráficos exactos conocidos de las estaciones de peaje, de las cuales se obtiene un promedio que servirá para multiplicar con el tráfico anterior, es decir del 2006 y de esta manera establecer el tráfico proyectado para el año 2007.

Con estos factores y con el tráfico actual, se puede entonces proceder a calcular las proyecciones para los próximos 25 años por composición de tráfico.

Se suman los resultados de los volúmenes de tráfico establecidos de acuerdo a su composición para obtener el tráfico total.

Con estos resultados del cociente entre el tráfico futuro y actual totalizados, se procede a presentar el factor de proyección total para cada año.

Como ejemplo se presenta el cálculo del factor de proyección para el año 2032 del tramo 1:

De la tabla 4.2, se obtiene los promedios de cada uno de los vehículos de acuerdo a su composición así como el promedio del total de los vehículos el cual para el tramo 1, es igual a 4,172,229.

Entonces se considera que este promedio del total de vehículos corresponde al factor 1, respecto a este calculamos los factores de composición:

$$Factor.livianos = \frac{promedio.livianos}{promedio.total}$$

$$Factor.livianos = \frac{2784826}{4172229} = 0.66746$$

$$Factor.buses = \frac{promedio.buses}{promedio.total}$$

$$Factor.livianos = \frac{502710}{4172229} = 0.12049$$

$$Factor.camiones = \frac{promedio.camiones}{promedio.total}$$

$$Factor.camiones = \frac{884693}{4172229} = 0.21204$$

Para este tramo será necesario conocer los promedios de las tasas de crecimiento de la población, parque automotor y consumo de combustibles de los registros históricos que tenemos de la provincia de Pichincha, los mismos que arrojaron los siguientes resultados:

Promedio de tasas de población (1990-2004) = 0.0102164

Promedio de tasas de parque automotor de livianos (1990-2004) = 0.010378

Promedio de tasas de parque automotor de buses (1990-2004) = 0.0097755

Promedio de tasas de parque automotor de camiones (1990-2004) = 0.0106119

Promedio de tasas de consumo de combustible de Super (1995-2004) = 0.0113689

Promedio de tasas de consumo de combustible de Extra (1995-2004) = 0.0102979

Promedio de tasas de consumo de combustible de Diesel (1995-2004) = 0.0109704

En base a estas tasas, utilizando las fórmulas (5.11), (5.12) y (5.13), calculamos las tasas para los vehículos livianos, buses y camiones:

$$i_{livianos} = i_{parqueautomotor(livianos)} + i_{consumocombustible(super)} + i_{consumocombustible(extra)} \quad (5.14)$$

$$i_{livianos} = i_{parqueautomotor(buses)} + i_{consumocombustible(diesel)} \quad (5.15)$$

$$i_{camiones} = i_{parqueautomotor(camiones)} + i_{consumocombustible(diesel)} + i_{poblacion} \quad (5.16)$$

Se calcula el factor de proyección para el 2032 (n=25años) de los vehículos livianos, buses y camiones con las fórmulas indicadas y los datos obtenidos:

$$FP_{livianos} = (1 + i_{livianos})^n = (1 + 0.010681613)^{25} = 1.30424483$$

$$FP_{buses} = (1 + i_{buses})^n = (1 + 0.010372940)^{25} = 1.294322969$$

$$FP_{camiones} = (1 + i_{camiones})^n = (1 + 0.010599560)^{25} = 1.301600251$$

Se calcula el tráfico actual (2007):

Promedio de tasas de crecimiento de últimos años, esto es el tráfico reportado por las estaciones de peaje de Machachi = 1.054205975, que multiplicado por el tráfico registrado en el 2006 en esta estación equivalente a 12871, da el tráfico actualizado para el 2007 de: 4,952,685.

Con el factor de composición obtenemos el tráfico de livianos, buses y camiones:

$$livianos(2007) = 4,952,685 \times 0.667467198 = 3,305,755$$

$$buses(2007) = 4,952,685 \times 0.120489551 = 596,747$$

$$camiones(2007) = 4,952,685 \times 0.212043251 = 1,050,183$$

Se calcula el tráfico proyectado para el 2032, identificando su composición:

$$TF_{livianos} = TA_{livianos} \times FP_{livianos} \quad (5.17)$$

$$TF_{livianos} = 3,305,755 \times 1.30424483 = 4,311,514$$

$$TF_{buses} = TA_{buses} \times FP_{buses} \quad (5.18)$$

$$TF_{buses} = 596,747 \times 1.294322969 = 772,383$$

$$TF_{camiones} = TA_{camiones} \times FP_{camiones} \quad (5.19)$$

$$TF_{camiones} = 1,050,183 \times 1.301600251 = 1,366,918$$

Los factores de proyección total es el cociente entre el total de vehículos del tráfico futuro proyectado y el total de vehículos del tráfico actual.

Tráfico total actual = Tráfico actual livianos + Tráfico actual buses + Tráfico actual camiones.

Tráfico futuro proyectado = Tráfico proyectado livianos + Tráfico proyectado buses + Tráfico proyectado camiones.

Así para el 2032 se tiene:

Tráfico total actual = 3305755 + 596747 + 1050183 = 4952685

Tráfico futuro proyectado (2032) = 4262168 + 772375 + 1366784 = 6401327

Finalmente el factor de proyección del tramo 1, para el año 2032 será:

$$FP_{2032} = \frac{6401327}{4952685} = 1.292496292$$

### 5.3. Cálculo de TPDA por tramos.

Para la presentación del cálculo del TPDA por tramos, se han definido tres tramos representativos, por contar con la información completa de estos y de las estaciones de peaje. Estos tramos son:

Tramo 1: Alóag-Latacunga, tráfico registrado en estación Machachi, de 55,720 Km de longitud

Tramo 2: Latacunga-Ambato, tráfico registrado en estación Panzaleo, de 28,905 Km de longitud.

Tramo 3: Ambato-Riobamba, tráfico registrado en estación San Andrés, de 47,300 Km de longitud.

Considerando que en la carretera en estudio existe tráfico desviado principalmente en dos puntos intermedios, se puede considerar estas variaciones de tráfico registrados como los principales y representativos que se dan en toda la carretera. Los dos puntos antes referidos son: el desviado hacia la Maná en Latacunga y el desviado hacia Ambato, Baños, Guaranda, actualmente por intermedio del Paso lateral de Ambato.

El cálculo del TPDA para cada tramo ya establecido, será el cociente absoluto de los tráficos proyectados obtenidos dividido para el número de días del año futuro.

$$TPDA = \frac{\text{Tráfico}}{N.dias.ano}.$$

Así por ejemplo el para obtener el TPDA para el año 2032 del tramo 1 tendríamos:

$$TPDA_{2032} = \frac{6,450,815}{366} = 17625$$

#### 5.4 Presentación de resultados de datos de tráfico por tramos viales.

Finalmente después de obtenidos todos los resultados de la manera descrita en los ítems de este capítulo se procede a presentar los resultados de manera que se puedan reflejar los resultados de acuerdo a los tramos establecidos con sus TPDA y factores respectivos en las distintas tablas presentadas a continuación.

La Tabla 5.1, muestra los factores según la composición del tráfico y los datos base para lo cual se calcula primero obteniendo un promedio de cada uno de los tráficos según su composición y luego determinando los factores en base al promedio del total de tráfico. El factor de composición es entonces el cociente entre el promedio de tráfico para cada composición de tráfico dividido para el promedio del tráfico total. Factor que como se ve es útil en la obtención de los factores de crecimiento.

La tabla 5.2, muestra los promedios de las tasas de la población, el parque automotor y consumo de combustibles requeridos para el cálculo de los factores de crecimiento.

Las Tablas 5.3, a 5.5, muestra los factores de crecimiento por composición de tráfico que se obtienen según la fórmula  $FP = (1+i)^n$ , ya indicada.

Para la obtención de los factores de vehículos livianos,

Para el Tramo 1, se utilizan los promedios (1990-2004) de tasas del parque automotor y promedios de las tasas (1995-2005) de consumo de combustibles de la provincia de Pichincha.

Para el Tramo 2, se utilizan los promedios (1990-2004) de tasas del parque automotor y promedios de las (1995-2005) de consumo de combustibles de las provincias de Cotopaxi y Tungurahua.

Para el Tramo 3, se utilizan los promedios (1990-2004) de tasas de población y del parque automotor y promedios de las (1995-2005) de consumo de combustibles de las provincias de Chimborazo.

Las tablas 5.5, a 5.8, se presentan las proyecciones de tráfico y sus correspondientes TPDA, calculados a partir de los factores de crecimiento y de la composición de tráfico para cada uno de los tramos.

El tráfico proyectado será el tráfico actual, que consideramos el obtenido para el 2007, multiplicado por el respectivo factor de crecimiento de cada año.

Se presenta además la proyección total como la suma de la composición de tráfico para cada año y de aquí adicionalmente se muestra un factor de crecimiento total, resultante del cociente entre el Tráfico futuro dividido para el tráfico actual.

Se presenta también el número de días para cada año para calcular el TPDA que resulta del producto del tráfico proyectado por el número de días de cada año.

Las tablas 5.9; 5.11; 5.13 y 5.15, muestran las proyecciones del tráfico en las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, obtenidas con regresiones lineales en función de los años considerados para el estudio.

Las tablas 5.10; 5.12; 5.14 y 5.16, muestran los factores y tasas de crecimiento en función de los años considerados para el análisis para las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo.



Las tablas 5.17; 5.19; 5.21 y 5.23, muestran las proyecciones del tráfico, en las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, obtenidas con regresiones lineales en función de la población considerados para el estudio.

Las tablas 5.18; 5.20; 5.22; 5.24, muestran los factores y tasas de crecimiento en función de la población en las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo.

Tabla 5.1: Tráfico y factores según la composición de tráfico.

TRAMO 1: Machachi - Latacunga (estación de peaje Machachi)				
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
2002	2,490,335	477,715	840,408	3,808,458
2003	2,545,549	490,386	811,645	3,847,580
2004	2,728,510	503,524	870,755	4,102,789
2005	2,970,856	516,943	928,197	4,415,996
2006	3,188,878	524,983	972,460	4,686,321
PROMEDIO	2,784,826	502,710	884,693	4,172,229
Porcentaje	66.747	12.049	21.204	100
Factor	0.6674672	0.12048955	0.21204325	1

TRAMO 2: Latacunga - Ambato (estación de peaje Panzaleo)				
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
2002				
2003	2,220,241	431,761	598,491	3,250,493
2004	2,371,470	444,858	618,381	3,434,709
2005	2,613,756	456,013	641,093	3,710,862
2006	2,836,712	458,579	667,804	3,963,095
PROMEDIO	2,510,545	447,803	631,442	3,589,790
Porcentaje	69.936	12.474	17.590	100.000
Factor	0.69935707	0.12474351	0.17589943	1

TRAMO 3: Ambato - Riobamba (estación de peaje San Andrés)				
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
2002				
2003	995,026	241,010	378,148	1,614,184
2004	1,027,138	243,018	356,346	1,626,502
2005	1,205,460	252,466	423,957	1,881,883
2006	1,315,367	249,345	427,268	1,991,980
PROMEDIO	1,135,748	246,460	396,430	1,778,637
Porcentaje	63.855	13.857	22.288	100.000
Factor	0.63854963	0.13856678	0.22288415	1

Tabla 5.2: Promedio de tasas de población parque automotor y consumo de combustibles

PROMEDIO DE TASAS DE CRECIMIENTO DE POBLACIÓN Y PARQUE 1990 - 2004					
PROVINCIA	POBLACIÓN	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TOTAL PARQUE
PICHINCHA	0.01021636	0.010377996	0.009775452	0.010611893	0.010372497
COTOPAXI	0.01022787	0.010993304	0.009877345	0.01107538	0.010866752
TUNGURAHUA	0.010150219	0.010927474	0.009980239	0.011197668	0.010849234
CHIMBORAZO	0.010085783	0.010687982	0.009472013	0.010339975	0.01053837

PROMEDIO DE TASAS DE CRECIMIENTO DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE 1990 - 2004				
PROVINCIA	DIESEL 2	GASOLINA EXTRA	GASOLINA SUPER	TOTAL
PICHINCHA	0.010970427	0.010297916	0.011368928	0.010595598
COTOPAXI	0.010639865	0.010681671	0.011798048	0.010677793
TUNGURAHUA	0.010657976	0.01060644	0.012136791	0.010685771
CHIMBORAZO	0.010363744	0.010507365	0.012349173	0.010463464

Tabla 5.3: Obtención de los factores de proyección para el Tramo 1: Alóg -

Latacunga (estación de peaje Machachi).

TASAS PARA APLICAR EN EL CALCULO DE LOS FACTORES DE PROYECCION				
PROVINCIA DE:		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
PICHINCHA		0.010681613	0.010372940	0.010599560
FACTORES DE PROYECCION DE TRAFICO (1+i) <sup>n</sup> PARA EL TRAMO 1 (2008 a 2032)				
AÑO	n	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2007	0	1	1	1
2008	1	1.010681613	1.01037294	1.01059956
2009	2	1.021477324	1.020853478	1.021311471
2010	3	1.032388349	1.03144273	1.032136924
2011	4	1.043415923	1.042141823	1.043077121
2012	5	1.054561288	1.052951898	1.05413328
2013	6	1.065825704	1.063874105	1.06530663
2014	7	1.077210442	1.074909607	1.076598411
2015	8	1.088716788	1.08605958	1.088009881
2016	9	1.10034604	1.09732521	1.099542308
2017	10	1.11209951	1.108707699	1.111196973
2018	11	1.123978527	1.120208257	1.122975172
2019	12	1.135984432	1.13182811	1.134878215
2020	13	1.148118578	1.143568495	1.146907425
2021	14	1.160382337	1.155430663	1.159064139
2022	15	1.172777092	1.167415876	1.17134971
2023	16	1.185304244	1.17952541	1.183765502
2024	17	1.197965205	1.191760557	1.196312895
2025	18	1.210761407	1.204122617	1.208993286
2026	19	1.223694292	1.216612909	1.221808083
2027	20	1.236765321	1.229232762	1.234758712
2028	21	1.24997597	1.241983519	1.247846611
2029	22	1.26332773	1.25486654	1.261073237
2030	23	1.276822109	1.267883195	1.274440059
2031	24	1.290460629	1.281034871	1.287948563
2032	25	1.30424483	1.294322969	1.301600251
2033	26	1.318176269	1.307748904	1.315396642

Tabla 5.4: Obtención de los factores de proyección para tramo 2: Latacunga - Ambato

(estación de peaje Panzaleo).

PROVINCIA DE: COTOPAXI Y TUNGURAHUA	LIVIANOS 0.011190621	BUSES 0.010288856	CAMIONES 0.010658163
--	-------------------------	----------------------	-------------------------

<b>FACTORES DE PROYECCION DE TRAFICO (1+i)<sup>n</sup> PARA EL TRAMO 2 (2008 a 2032)</b>				
AÑO	n	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2007	0	1	1	1
2008	1	1.011190621	1.010288856	1.010658163
2009	2	1.022506473	1.020683573	1.021429923
2010	3	1.033948956	1.03118524	1.032316489
2011	4	1.045519487	1.041794956	1.043319087
2012	5	1.0572195	1.052513835	1.054438952
2013	6	1.069050443	1.063342998	1.065677334
2014	7	1.081013781	1.074283582	1.077035497
2015	8	1.093110997	1.085336731	1.088514717
2016	9	1.105343589	1.096503605	1.100116284
2017	10	1.11771307	1.107785373	1.111841503
2018	11	1.130220974	1.119183217	1.123691691
2019	12	1.142868849	1.130698332	1.13566818
2020	13	1.155658262	1.142331925	1.147772317
2021	14	1.168590796	1.154085214	1.160005461
2022	15	1.181668053	1.165959431	1.172368989
2023	16	1.194891653	1.17795582	1.184864289
2024	17	1.208263233	1.190075638	1.197492765
2025	18	1.221784449	1.202320155	1.210255839
2026	19	1.235456976	1.214690654	1.223154943
2027	20	1.249282508	1.227188432	1.236191527
2028	21	1.263262755	1.239814797	1.249367058
2029	22	1.27739945	1.252571074	1.262683016
2030	23	1.291694344	1.265458597	1.276140898
2031	24	1.306149206	1.278478719	1.289742215
2032	25	1.320765828	1.291632803	1.303488498

Tabla 5.5: Obtención de los factores de proyección para el tramo 3: Ambato-Riobamba (estación de peaje San Andrés).

PROVINCIA DE: TUNGURAHUA Y CHIMBORAZO	LIVIANOS 0.011202538	BUSES 0.010118493	CAMIONES 0.010465894
--	-------------------------	----------------------	-------------------------

<b>FACTORES DE PROYECCION DE TRAFICO (1+i)<sup>n</sup> PARA EL TRAMO 2 (2008 a 2032)</b>				
AÑO	n	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2007	0	1	1	1
2008	1	1.011202538	1.010118493	1.010465894
2009	2	1.022530572	1.02033937	1.021041323
2010	3	1.033985509	1.030663667	1.031727434
2011	4	1.045568771	1.04109243	1.042525384
2012	5	1.057281794	1.051626717	1.053436344
2013	6	1.069126033	1.062267594	1.064461497
2014	7	1.081102958	1.073016142	1.075602039
2015	8	1.093214055	1.083873448	1.086859176
2016	9	1.105460826	1.094840614	1.098234129
2017	10	1.117844793	1.105918751	1.109728131
2018	11	1.130367491	1.117108983	1.121342428
2019	12	1.143030475	1.128412442	1.133078279
2020	13	1.155835317	1.139830276	1.144936957
2021	14	1.168783606	1.151363641	1.156919746
2022	15	1.181876948	1.163013706	1.169027945
2023	16	1.195116969	1.174781652	1.181262868
2024	17	1.208505312	1.186668672	1.19362584
2025	18	1.222043638	1.198675971	1.206118202
2026	19	1.235733628	1.210804765	1.218741307
2027	20	1.249576981	1.223056285	1.231496525
2028	21	1.263575414	1.235431771	1.244385237
2029	22	1.277730665	1.247932479	1.257408841
2030	23	1.292044491	1.260559675	1.270568749
2031	24	1.306518668	1.27331464	1.283866387
2032	25	1.321154992	1.286198665	1.297303197

Tabla 5.6: Proyecciones de tráfico y TPDA en base a los factores de crecimiento para el tramo 1: Alóag - Latacunga (estación de peaje Machachi).

AÑO	n	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL	FP (TOTAL)	Días en el año	TPDA
2007	0	3,305,755	596,747	1,050,183	4,952,685	1	365	13,569
2008	1	3,341,066	602,937	1,061,314	5,005,317	1.010626963	366	13,676
2009	2	3,376,754	609,191	1,072,564	5,058,509	1.021366996	365	13,859
2010	3	3,412,823	615,510	1,083,933	5,112,266	1.032221108	365	14,006
2011	4	3,449,277	621,895	1,095,422	5,166,594	1.043190512	365	14,155
2012	5	3,486,121	628,346	1,107,033	5,221,500	1.05427662	366	14,266
2013	6	3,523,359	634,864	1,118,767	5,276,990	1.065480643	365	14,458
2014	7	3,560,994	641,449	1,130,625	5,333,068	1.07680339	365	14,611
2015	8	3,599,031	648,103	1,142,609	5,389,743	1.088246678	365	14,766
2016	9	3,637,474	654,826	1,154,721	5,447,021	1.099811718	366	14,883
2017	10	3,676,329	661,618	1,166,960	5,504,907	1.11149952	365	15,082
2018	11	3,715,598	668,481	1,179,329	5,563,408	1.123311497	365	15,242
2019	12	3,755,286	675,415	1,191,830	5,622,531	1.135249062	365	15,404
2020	13	3,795,399	682,421	1,204,463	5,682,283	1.147313629	366	15,525
2021	14	3,835,940	689,500	1,217,229	5,742,669	1.159506207	365	15,733
2022	15	3,876,914	696,652	1,230,132	5,803,698	1.171828614	365	15,901
2023	16	3,918,325	703,878	1,243,170	5,865,373	1.184281455	365	16,070
2024	17	3,960,179	711,180	1,256,347	5,927,706	1.196867154	366	16,196
2025	18	4,002,481	718,557	1,269,664	5,990,702	1.209586719	365	16,413
2026	19	4,045,234	726,010	1,283,122	6,054,366	1.222441161	365	16,587
2027	20	4,088,443	733,541	1,296,723	6,118,707	1.235432296	365	16,764
2028	21	4,132,114	741,150	1,310,467	6,183,731	1.248561336	366	16,895
2029	22	4,176,252	748,838	1,324,358	6,249,448	1.2618303	365	17,122
2030	23	4,220,861	756,605	1,338,395	6,315,861	1.275239794	365	17,304
2031	24	4,265,947	764,454	1,352,582	6,382,983	1.288792443	365	17,488
2032	25	4,311,514	772,383	1,366,918	6,450,815	1.302488448	366	17,625

Cuadro 5.1: Representación gráfica del TPDA proyectado en función de los años para el tramo 1: Alóag-Latacunga

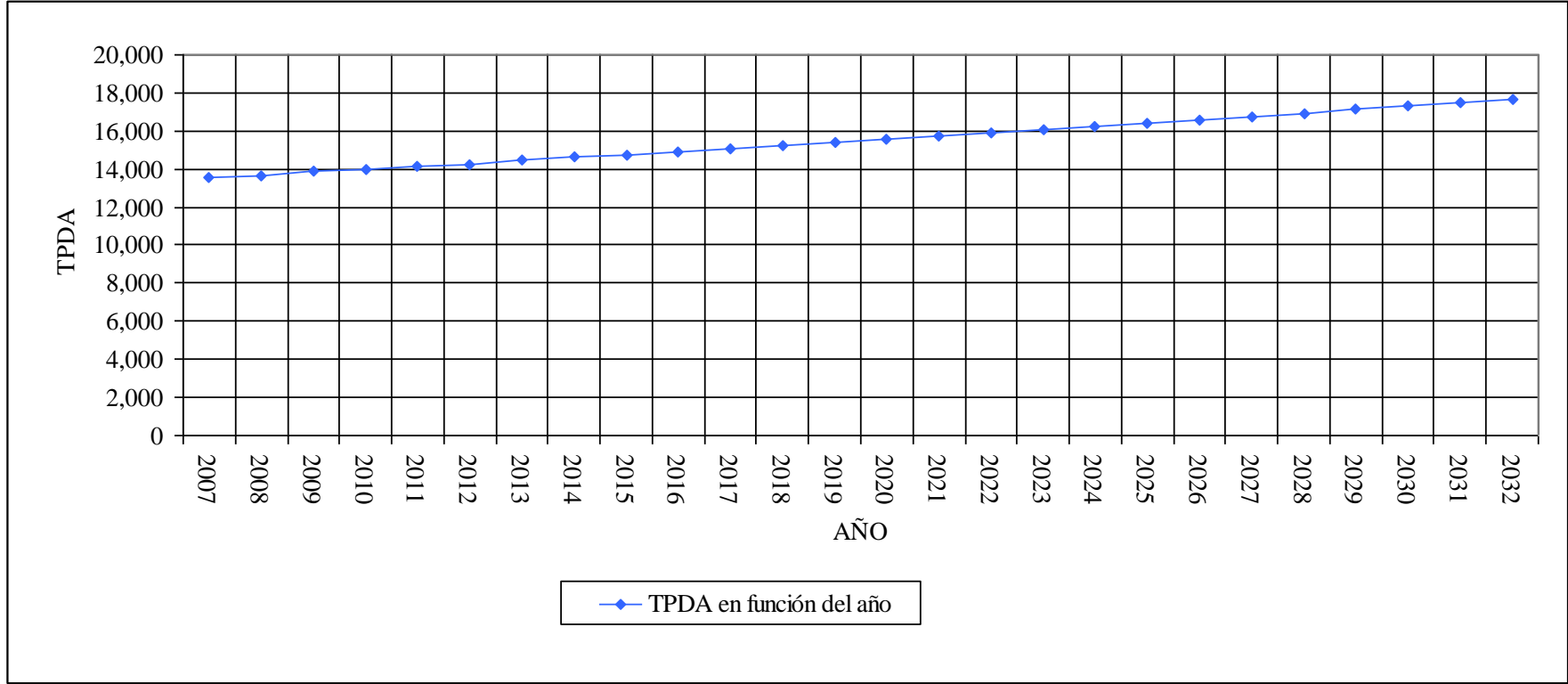


Tabla 5.7: Proyecciones de tráfico y TPDA en base a los factores de crecimiento para el tramo 2: Latacunga - Ambato (estación de peaje Panzaleo).

AÑO	n	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL	FP (TOTAL)	Dias en el año	TPDA
2007	0	3,033,063	541,004	762,863	4,336,930	1	365	11,882
2008	1	3,067,005	546,570	770,994	4,384,569	1.0109845	366	11,980
2009	2	3,101,327	552,194	779,211	4,432,732	1.02208982	365	12,144
2010	3	3,136,032	557,875	787,516	4,481,423	1.03331689	365	12,278
2011	4	3,171,126	563,615	795,910	4,530,651	1.04466777	365	12,413
2012	5	3,206,613	569,414	804,392	4,580,419	1.05614317	366	12,515
2013	6	3,242,497	575,273	812,966	4,630,736	1.06774516	365	12,687
2014	7	3,278,783	581,192	821,631	4,681,606	1.07947465	365	12,826
2015	8	3,315,475	587,172	830,388	4,733,035	1.09133304	365	12,967
2016	9	3,352,577	593,213	839,238	4,785,028	1.10332147	366	13,074
2017	10	3,390,094	599,316	848,183	4,837,593	1.1154418	365	13,254
2018	11	3,428,031	605,483	857,223	4,890,737	1.12769563	365	13,399
2019	12	3,466,393	611,712	866,359	4,944,464	1.14008388	365	13,546
2020	13	3,505,184	618,006	875,593	4,998,783	1.15260864	366	13,658
2021	14	3,544,410	624,365	884,925	5,053,700	1.16527129	365	13,846
2022	15	3,584,074	630,789	894,357	5,109,220	1.17807297	365	13,998
2023	16	3,624,182	637,279	903,889	5,165,350	1.1910153	365	14,152
2024	17	3,664,739	643,836	913,523	5,222,098	1.20410014	366	14,268
2025	18	3,705,749	650,460	923,259	5,279,468	1.21732839	365	14,464
2026	19	3,747,219	657,153	933,100	5,337,472	1.23070282	365	14,623
2027	20	3,789,153	663,914	943,045	5,396,112	1.24422391	365	14,784
2028	21	3,831,556	670,745	953,096	5,455,397	1.25789372	366	14,905
2029	22	3,874,433	677,646	963,254	5,515,333	1.27171363	365	15,111
2030	23	3,917,790	684,618	973,521	5,575,929	1.28568573	365	15,277
2031	24	3,961,633	691,662	983,897	5,637,192	1.29981162	365	15,444
2032	25	4,005,966	698,779	994,383	5,699,128	1.31409269	366	15,571



Cuadro 5.2: Representación gráfica del TPDA proyectado en función de los años para el tramo 2: Latacunga – Ambato

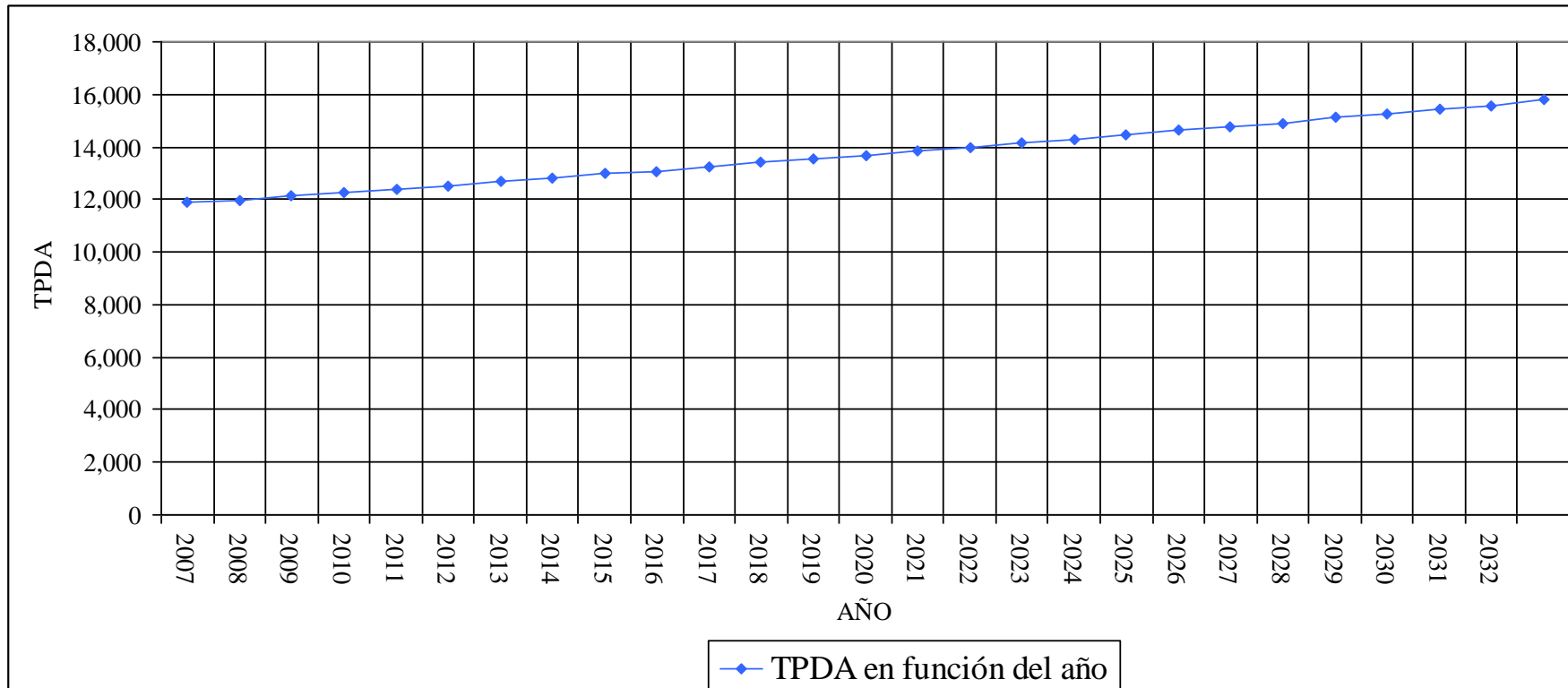


Tabla 5.8: Proyecciones de tráfico y TPDA en base a los factores de crecimiento para el tramo 3: Ambato - Riobamba (estación de peaje San Andrés).

AÑO	n	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL	FP (TOTAL)	Dias en el año	TPDA
2007	0	1,396,326	303,006	487,384	2,186,716	1.00000046	365	5,991
2008	1	1,411,968	306,072	492,485	2,210,525	1.01088848	366	6,040
2009	2	1,427,786	309,169	497,639	2,234,594	1.0218954	365	6,122
2010	3	1,443,781	312,297	502,847	2,258,925	1.03302214	365	6,189
2011	4	1,459,955	315,457	508,110	2,283,522	1.04427052	365	6,256
2012	5	1,476,310	318,649	513,428	2,308,387	1.05564145	366	6,307
2013	6	1,492,848	321,873	518,802	2,333,523	1.06713632	365	6,393
2014	7	1,509,572	325,130	524,231	2,358,933	1.07875649	365	6,463
2015	8	1,526,483	328,420	529,718	2,384,621	1.09050379	365	6,533
2016	9	1,543,584	331,743	535,262	2,410,589	1.10237914	366	6,586
2017	10	1,560,876	335,100	540,864	2,436,840	1.1143839	365	6,676
2018	11	1,578,362	338,491	546,524	2,463,377	1.12651946	365	6,749
2019	12	1,596,043	341,916	552,244	2,490,203	1.13878718	365	6,822
2020	13	1,613,923	345,375	558,024	2,517,322	1.15118888	366	6,878
2021	14	1,632,003	348,870	563,864	2,544,737	1.16372595	365	6,972
2022	15	1,650,286	352,400	569,766	2,572,452	1.17640022	365	7,048
2023	16	1,668,773	355,966	575,729	2,600,468	1.18921213	365	7,125
2024	17	1,687,467	359,568	581,754	2,628,789	1.20216352	366	7,182
2025	18	1,706,371	363,206	587,843	2,657,420	1.21525667	365	7,281
2026	19	1,725,487	366,881	593,995	2,686,363	1.22849251	365	7,360
2027	20	1,744,817	370,593	600,212	2,715,622	1.24187285	365	7,440
2028	21	1,764,363	374,343	606,493	2,745,199	1.25539862	366	7,501
2029	22	1,784,129	378,131	612,841	2,775,101	1.26907302	365	7,603
2030	23	1,804,115	381,957	619,255	2,805,327	1.28289558	365	7,686
2031	24	1,824,326	385,822	625,736	2,835,884	1.29686951	365	7,770
2032	25	1,844,763	389,726	632,285	2,866,774	1.31099572	366	7,833

Cuadro 5.3: Representación gráfica del TPDA proyectado en función de los años para el tramo 3: Ambato - Riobamba.

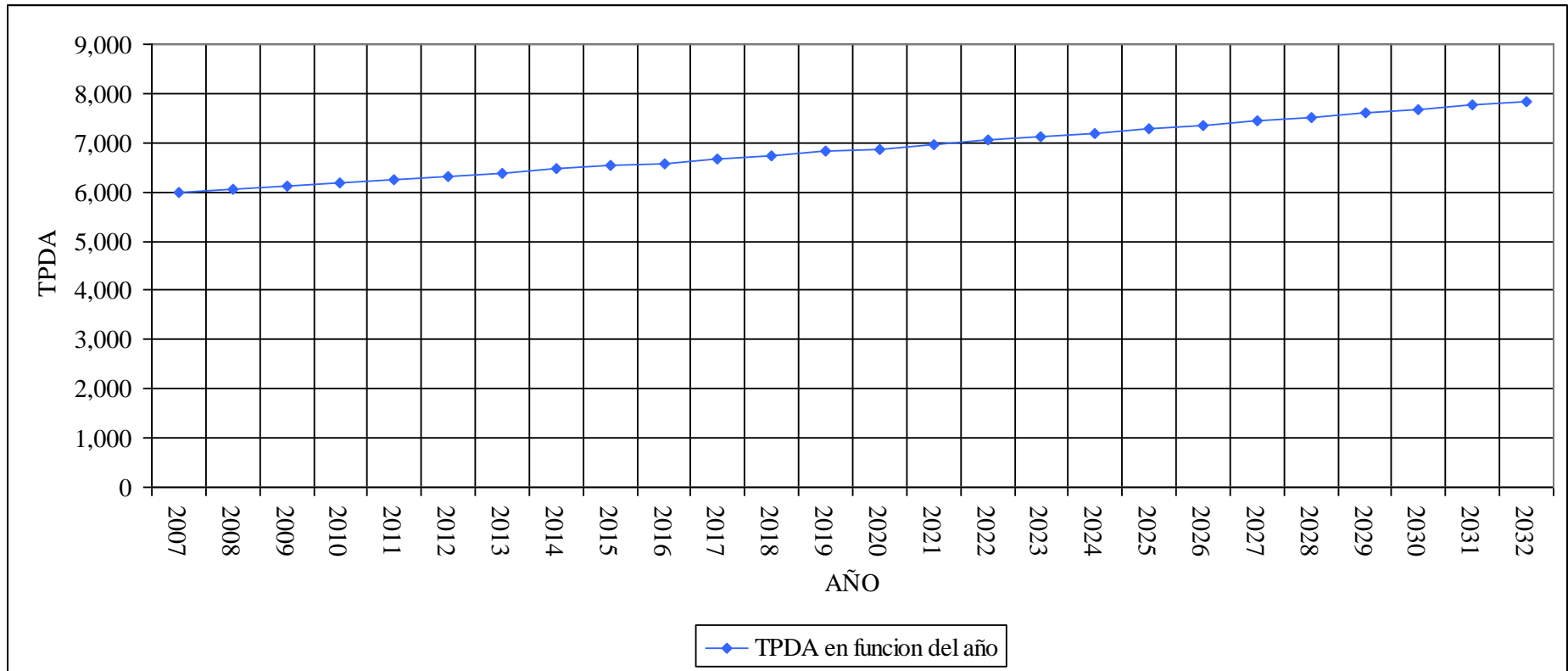


Tabla 5.9: Proyecciones de la Provincia de Pichincha en función de los años.

Años	Población	Livianos	Buses	Camiones	Totales
2005	2,654,537	237,653	2,418	20,887	260,958
2006	2,703,134	246,001	2,509	21,815	270,325
2007	2,751,731	254,349	2,600	22,744	279,693
2008	2,800,328	262,697	2,691	23,672	289,060
2009	2,848,925	271,045	2,782	24,601	298,428
2010	2,897,522	279,393	2,873	25,529	307,795
2011	2,946,119	287,741	2,963	26,457	317,161
2012	2,994,716	296,089	3,054	27,386	326,529
2013	3,043,313	304,437	3,145	28,314	335,896
2014	3,091,910	312,785	3,236	29,242	345,263
2015	3,140,507	321,133	3,327	30,171	354,631
2016	3,189,104	329,481	3,418	31,099	363,998
2017	3,237,701	337,829	3,509	32,028	373,366
2018	3,286,298	346,177	3,600	32,956	382,733
2019	3,334,895	354,525	3,690	33,884	392,099
2020	3,383,492	362,873	3,781	34,813	401,467
2021	3,432,089	371,221	3,872	35,741	410,834
2022	3,480,686	379,569	3,963	36,669	420,201
2023	3,529,283	387,917	4,054	37,598	429,569
2024	3,577,880	396,265	4,145	38,526	438,936
2025	3,626,477	404,613	4,236	39,455	448,304
2026	3,675,074	412,961	4,327	40,383	457,671
2027	3,723,671	421,309	4,418	41,311	467,038
2028	3,772,268	429,657	4,508	42,240	476,405
2029	3,820,865	438,005	4,599	43,168	485,772
2030	3,869,462	446,353	4,690	44,097	495,140
2031	3,918,059	454,701	4,781	45,025	504,507
2032	3,966,656	463,049	4,872	45,953	513,874
2033	4,015,253	471,397	4,963	46,882	523,242

Tabla 5.10: Factores y tasas de crecimiento de la provincia de Pichincha en función de los años.

Años	Factores de Crecimiento F(años )				Tasas de crecimiento			
	Livianos	Buses	Camiones	Totales	Livianos	Buses	Camiones	Totales
2008	1.032821	1.035	1.040802	1.03349	0.010318	0.010338	0.010392	0.010324
2009	1.065642	1.07	1.081648	1.066984	0.010308	0.010327	0.010377	0.010314
2010	1.098463	1.105	1.12245	1.100474	0.010299	0.010313	0.010364	0.010304
2011	1.131284	1.139615	1.163252	1.133961	0.01029	0.010307	0.010351	0.010295
2012	1.164105	1.174615	1.204098	1.167455	0.010282	0.010298	0.010339	0.010287
2013	1.196926	1.209615	1.2449	1.200945	0.010274	0.010289	0.010328	0.010279
2014	1.229747	1.244615	1.285702	1.234436	0.010267	0.010281	0.010318	0.010271
2015	1.262568	1.279615	1.326548	1.267929	0.01026	0.010274	0.010308	0.010264
2016	1.295389	1.314615	1.36735	1.30142	0.010253	0.010266	0.010299	0.010257
2017	1.32821	1.349615	1.408196	1.334914	0.010247	0.010259	0.01029	0.010251
2018	1.361031	1.384615	1.448998	1.368404	0.010241	0.01025	0.010282	0.010245
2019	1.393853	1.419231	1.4898	1.401891	0.010235	0.010247	0.010274	0.010239
2020	1.426674	1.454231	1.530645	1.435385	0.01023	0.010241	0.010267	0.010233
2021	1.459495	1.489231	1.571447	1.468875	0.010225	0.010235	0.01026	0.010228
2022	1.492316	1.524231	1.612249	1.502365	0.01022	0.01023	0.010253	0.010223
2023	1.525137	1.559231	1.653095	1.535859	0.010215	0.010224	0.010247	0.010218
2024	1.557958	1.594231	1.693897	1.569349	0.010211	0.01022	0.010241	0.010213
2025	1.590779	1.629231	1.734743	1.602843	0.010206	0.010215	0.010235	0.010209
2026	1.6236	1.664231	1.775545	1.636333	0.010202	0.01021	0.01023	0.010205
2027	1.656421	1.699231	1.816347	1.669824	0.010198	0.010204	0.010225	0.010201
2028	1.689242	1.733846	1.857193	1.703314	0.010194	0.010202	0.01022	0.010197
2029	1.722063	1.768846	1.897995	1.736804	0.010191	0.010198	0.010215	0.010193
2030	1.754884	1.803846	1.938841	1.770298	0.010187	0.010194	0.01021	0.010189
2031	1.787705	1.838846	1.979643	1.803788	0.010184	0.01019	0.010206	0.010186
2032	1.820526	1.873846	2.020445	1.837279	0.01018	0.010187	0.010202	0.010182
2033	1.853347	1.908846	2.061291	1.870773				

Tabla 5.11: Proyecciones de la Provincia del Cotopaxi en función de los años.

Años	Población	Livianos	Buses	Camiones	Totales
2005	363,339	14,460	239	5,429,849	5,444,548
2006	369,349	15,170	251	5,864,237	5,879,658
2007	375,359	15,880	262	6,333,375	6,349,517
2008	381,369	16,589	274	6,840,045	6,856,908
2009	387,379	17,299	285	7,387,249	7,404,833
2010	393,389	18,009	297	7,978,229	7,996,535
2011	399,399	18,719	308	8,616,487	8,635,514
2012	405,409	19,429	320	9,305,806	9,325,555
2013	411,419	20,138	331	10,050,271	10,070,740
2014	417,429	20,848	343	10,854,293	10,875,484
2015	423,439	21,558	354	11,722,636	11,744,548
2016	429,449	22,268	366	12,660,447	12,683,081
2017	435,459	22,978	378	13,673,283	13,696,639
2018	441,469	23,687	389	14,767,145	14,791,221
2019	447,479	24,397	401	15,948,517	15,973,315
2020	453,489	25,107	412	17,224,398	17,249,917
2021	459,499	25,817	424	18,602,350	18,628,591
2022	465,509	26,527	435	20,090,538	20,117,500
2023	471,519	27,236	447	21,697,781	21,725,464
2024	477,529	27,946	458	23,433,604	23,462,008
2025	483,539	28,656	470	25,308,292	25,337,418
2026	489,549	29,366	481	27,332,955	27,362,802
2027	495,559	30,076	493	29,519,592	29,550,161
2028	501,569	30,785	504	31,881,159	31,912,448
2029	507,579	31,495	516	34,431,652	34,463,663
2030	513,589	32,205	527	37,186,184	37,218,916
2031	519,599	32,915	539	40,161,078	40,194,532
2032	525,609	33,625	550	43,373,965	43,408,140
2033	531,619	34,334	562	46,843,882	46,878,778

Tabla 5.12: Factores y tasas de crecimiento de la provincia del Cotopaxi en función de los años.

Años	Factores de Crecimiento F(años )				Tasas de crecimiento			
	Livianos	Buses	Camiones	Totales	Livianos	Buses	Camiones	Totales
2008	1.044647	1.045802	1.08	1.07991	0.010428	0.010401	0.0108	0.010799
2009	1.089358	1.087786	1.1664	1.166204	0.01041	0.010421	0.0108	0.010799
2010	1.134068	1.133588	1.259712	1.259393	0.010394	0.01037	0.0108	0.010799
2011	1.178778	1.175573	1.360489	1.360027	0.010379	0.01039	0.0108	0.010799
2012	1.223489	1.221374	1.469328	1.468703	0.010365	0.010344	0.0108	0.010799
2013	1.268136	1.263359	1.586874	1.586064	0.010353	0.010363	0.0108	0.010799
2014	1.312846	1.30916	1.713824	1.712805	0.010341	0.010321	0.0108	0.010799
2015	1.357557	1.351145	1.85093	1.849676	0.010329	0.010339	0.0108	0.010799
2016	1.402267	1.396947	1.999005	1.997488	0.010319	0.010328	0.0108	0.010799
2017	1.446977	1.442748	2.158925	2.157115	0.010309	0.010291	0.0108	0.010799
2018	1.491625	1.484733	2.331639	2.329503	0.0103	0.010308	0.0108	0.010799
2019	1.536335	1.530534	2.51817	2.515674	0.010291	0.010274	0.0108	0.010799
2020	1.581045	1.572519	2.719624	2.716729	0.010283	0.010291	0.0108	0.010799
2021	1.625756	1.618321	2.937194	2.93386	0.010275	0.010259	0.0108	0.010799
2022	1.670466	1.660305	3.172169	3.168351	0.010267	0.010276	0.0108	0.010799
2023	1.715113	1.706107	3.425943	3.421593	0.010261	0.010246	0.0108	0.010799
2024	1.759824	1.748092	3.700018	3.695085	0.010254	0.010262	0.0108	0.010799
2025	1.804534	1.793893	3.99602	3.990448	0.010248	0.010234	0.0108	0.010799
2026	1.849244	1.835878	4.315701	4.30943	0.010242	0.010249	0.0108	0.010799
2027	1.893955	1.881679	4.660958	4.653923	0.010236	0.010223	0.0108	0.010799
2028	1.938602	1.923664	5.033834	5.025965	0.010231	0.010238	0.0108	0.010799
2029	1.983312	1.969466	5.436541	5.427761	0.010225	0.010213	0.0108	0.010799
2030	2.028023	2.01145	5.871464	5.861692	0.01022	0.010228	0.0108	0.010799
2031	2.072733	2.057252	6.341181	6.330329	0.010216	0.010204	0.0108	0.0108
2032	2.117443	2.099237	6.848476	6.836448	0.010211	0.010218	0.0108	0.0108
2033	2.162091	2.145038	7.396354	7.383046				

Tabla 5.13: Proyecciones de la provincia de Tungurahua en función de los años

Años	Población	Livianos	Buses	Camiones	Totales
2005	475,696	34,290	497	4,462	39,249
2006	481,828	35,986	509	4,702	41,197
2007	487,960	37,681	522	4,942	43,145
2008	494,092	39,377	534	5,183	45,094
2009	500,224	41,073	547	5,423	47,043
2010	506,356	42,768	559	5,663	48,990
2011	512,488	44,464	572	5,903	50,939
2012	518,620	46,159	584	6,144	52,887
2013	524,752	47,855	597	6,384	54,836
2014	530,884	49,551	609	6,624	56,784
2015	537,016	51,246	622	6,865	58,733
2016	543,148	52,942	634	7,105	60,681
2017	549,280	54,638	647	7,345	62,630
2018	555,412	56,333	659	7,585	64,577
2019	561,544	58,029	672	7,826	66,527
2020	567,676	59,725	684	8,066	68,475
2021	573,808	61,420	697	8,306	70,423
2022	579,940	63,116	709	8,546	72,371
2023	586,072	64,812	722	8,787	74,321
2024	592,204	66,507	734	9,027	76,268
2025	598,336	68,203	747	9,267	78,217
2026	604,468	69,898	759	9,507	80,164
2027	610,600	71,594	772	9,748	82,114
2028	616,732	73,290	784	9,988	84,062
2029	622,864	74,985	797	10,228	86,010
2030	628,996	76,681	809	10,469	87,959
2031	635,128	78,377	822	10,709	89,908
2032	641,260	80,072	834	10,949	91,855
2033	647,392	81,768	847	11,189	93,804



Tabla 5.14: Factores y tasas de crecimiento de la provincia de Tungurahua en función de los años.

Años	Factores de Crecimiento F(años )				Tasas de crecimiento			
	Livianos	Buses	Camiones	Totales	Livianos	Buses	Camiones	Totales
2008	1.045009	1.022989	1.048766	1.045173	0.010431	0.010243	0.0104631	0.010432
2009	1.090019	1.047893	1.097329	1.090347	0.010413	0.010219	0.0104426	0.010414
2010	1.135002	1.070881	1.145892	1.135473	0.010397	0.010233	0.0104238	0.010398
2011	1.180011	1.095785	1.194456	1.180647	0.010381	0.01021	0.0104083	0.010382
2012	1.224994	1.118774	1.243221	1.225797	0.010367	0.010223	0.0103906	0.010369
2013	1.270003	1.143678	1.291785	1.27097	0.010354	0.010201	0.0103759	0.010355
2014	1.315013	1.166667	1.340348	1.31612	0.010342	0.010213	0.0103638	0.010343
2015	1.359996	1.191571	1.389114	1.361293	0.010331	0.010193	0.0103496	0.010332
2016	1.405005	1.214559	1.437677	1.406443	0.01032	0.010205	0.0103378	0.010321
2017	1.450015	1.239464	1.48624	1.451617	0.01031	0.010185	0.0103268	0.010311
2018	1.494997	1.262452	1.534804	1.496744	0.010301	0.010197	0.0103177	0.010302
2019	1.540007	1.287356	1.583569	1.54194	0.010292	0.010179	0.0103067	0.010293
2020	1.585016	1.310345	1.632133	1.58709	0.010284	0.01019	0.0102975	0.010284
2021	1.629999	1.335249	1.680696	1.63224	0.010276	0.010172	0.0102889	0.010277
2022	1.675009	1.358238	1.729259	1.67739	0.010269	0.010183	0.010282	0.010269
2023	1.720018	1.383142	1.778025	1.722587	0.010262	0.010166	0.0102731	0.010262
2024	1.765001	1.40613	1.826588	1.767714	0.010255	0.010177	0.0102659	0.010256
2025	1.81001	1.431034	1.875152	1.812887	0.010249	0.010161	0.010259	0.010249
2026	1.854993	1.454023	1.923715	1.858014	0.010243	0.010171	0.0102535	0.010243
2027	1.900003	1.478927	1.972481	1.90321	0.010237	0.010155	0.0102462	0.010237
2028	1.945012	1.501916	2.021044	1.94836	0.010231	0.010166	0.0102403	0.010232
2029	1.989995	1.52682	2.069607	1.99351	0.010226	0.010151	0.0102356	0.010227
2030	2.035004	1.549808	2.118373	2.038684	0.010221	0.010161	0.0102292	0.010222
2031	2.080014	1.574713	2.166936	2.083857	0.010216	0.010146	0.0102241	0.010217
2032	2.124997	1.597701	2.2155	2.128984	0.010212	0.010156	0.0102192	0.010212
2033	2.170006	1.622605	2.264063	2.174157				

Tabla 5.15: Proyecciones de la provincia de Chimborazo en función de los años.

Años	Población	Livianos	Buses	Camiones	Totales
2005	432,818	17,454	256	2,444	20,154
2006	436,112	18,208	264	2,522	20,994
2007	439,406	18,963	272	2,601	21,836
2008	442,700	19,717	280	2,679	22,676
2009	445,994	20,471	289	2,757	23,517
2010	449,288	21,226	297	2,835	24,358
2011	452,582	21,980	305	2,913	25,198
2012	455,876	22,734	313	2,991	26,038
2013	459,170	23,489	321	3,069	26,879
2014	462,464	24,243	329	3,148	27,720
2015	465,758	24,997	337	3,226	28,560
2016	469,052	25,751	345	3,304	29,400
2017	472,346	26,506	353	3,382	30,241
2018	475,640	27,260	361	3,460	31,081
2019	478,934	28,014	369	3,538	31,921
2020	482,228	28,769	377	3,616	32,762
2021	485,522	29,523	385	3,694	33,602
2022	488,816	30,277	393	3,773	34,443
2023	492,110	31,031	402	3,851	35,284
2024	495,404	31,786	410	3,929	36,125
2025	498,698	32,540	418	4,007	36,965
2026	501,992	33,294	426	4,085	37,805
2027	505,286	34,049	434	4,163	38,646
2028	508,580	34,803	442	4,241	39,486
2029	511,874	35,557	450	4,320	40,327
2030	515,168	36,312	458	4,398	41,168
2031	518,462	37,066	466	4,476	42,008
2032	521,756	37,820	474	4,554	42,848
2033	525,050	38,574	482	4,632	43,688

Tabla 5.16: Factores y tasas de crecimiento de la provincia de Chimborazo en función de los años.

Años	Livianos	Buses	Camiones	Totales	Livianos	Buses	Camiones	Totales
2008	1.039762	1.029412	1.029988	1.038469	0.010382	0.010321	0.0102912	0.010371
2009	1.079523	1.0625	1.059977	1.076983	0.010369	0.010277	0.0102829	0.010358
2010	1.119338	1.091912	1.089965	1.115497	0.010355	0.010269	0.0102751	0.010345
2011	1.159099	1.121324	1.119954	1.153966	0.010343	0.010262	0.0102678	0.010333
2012	1.198861	1.150735	1.149942	1.192435	0.010332	0.010256	0.0102608	0.010323
2013	1.238675	1.180147	1.179931	1.230949	0.010321	0.010249	0.0102574	0.010313
2014	1.278437	1.209559	1.210304	1.269463	0.010311	0.010243	0.0102478	0.010303
2015	1.318199	1.238971	1.240292	1.307932	0.010302	0.010237	0.0102418	0.010294
2016	1.35796	1.268382	1.270281	1.3464	0.010293	0.010232	0.0102361	0.010286
2017	1.397775	1.297794	1.300269	1.384915	0.010284	0.010227	0.0102306	0.010278
2018	1.437536	1.327206	1.330258	1.423383	0.010277	0.010222	0.0102254	0.01027
2019	1.477298	1.356618	1.360246	1.461852	0.01027	0.010217	0.0102205	0.010263
2020	1.517112	1.386029	1.390235	1.500366	0.010262	0.010212	0.0102157	0.010256
2021	1.556874	1.415441	1.420223	1.538835	0.010255	0.010208	0.0102139	0.01025
2022	1.596636	1.444853	1.450596	1.577349	0.010249	0.010229	0.0102067	0.010244
2023	1.636397	1.477941	1.480584	1.615864	0.010243	0.010199	0.0102025	0.010238
2024	1.676212	1.507353	1.510573	1.654378	0.010237	0.010195	0.0101985	0.010233
2025	1.715973	1.536765	1.540561	1.692847	0.010232	0.010191	0.0101947	0.010227
2026	1.755735	1.566176	1.57055	1.731315	0.010227	0.010188	0.0101909	0.010222
2027	1.795549	1.595588	1.600538	1.76983	0.010221	0.010184	0.0101874	0.010217
2028	1.835311	1.625	1.630527	1.808298	0.010217	0.010181	0.0101863	0.010213
2029	1.875073	1.654412	1.6609	1.846813	0.010212	0.010178	0.0101806	0.010209
2030	1.914887	1.683824	1.690888	1.885327	0.010208	0.010175	0.0101774	0.010204
2031	1.954649	1.713235	1.720877	1.923796	0.010203	0.010172	0.0101743	0.0102
2032	1.99441	1.742647	1.750865	1.962264	0.010199	0.010169	0.0101713	0.010196
2033	2.034172	1.772059	1.780854	2.000733				

Cuadro 5.17: Proyecciones de la provincia de Pichincha en función de la población.

Años	Población	Livianos	Buses	Camiones	Totales
2005	2,654,537	236,782	2,302	20,621	259,705
2006	2,703,134	245,019	2,364	21,516	268,899
2007	2,751,731	253,255	2,426	22,411	278,092
2008	2,800,328	261,492	2,488	23,306	287,286
2009	2,848,925	269,728	2,551	24,201	296,480
2010	2,897,522	277,965	2,613	25,096	305,674
2011	2,946,119	286,202	2,675	25,990	314,867
2012	2,994,716	294,438	2,738	26,885	324,061
2013	3,043,313	302,675	2,800	27,780	333,255
2014	3,091,910	310,911	2,862	28,675	342,448
2015	3,140,507	319,148	2,925	29,570	351,643
2016	3,189,104	327,385	2,987	30,465	360,837
2017	3,237,701	335,621	3,049	31,360	370,030
2018	3,286,298	343,858	3,112	32,255	379,225
2019	3,334,895	352,095	3,174	33,150	388,419
2020	3,383,492	360,331	3,236	34,044	397,611
2021	3,432,089	368,568	3,299	34,939	406,806
2022	3,480,686	376,804	3,361	35,834	415,999
2023	3,529,283	385,041	3,423	36,729	425,193
2024	3,577,880	393,278	3,485	37,624	434,387
2025	3,626,477	401,514	3,548	38,519	443,581
2026	3,675,074	409,751	25,040	39,414	474,205
2027	3,723,671	417,988	25,599	40,309	483,896
2028	3,772,268	426,224	26,157	41,204	493,585
2029	3,820,865	434,461	26,716	42,099	503,276
2030	3,869,462	442,697	27,275	42,993	512,965
2031	3,918,059	450,934	27,833	43,888	522,655
2032	3,966,656	459,171	28,392	44,783	532,346
2033	4,015,253	467,407	28,951	45,678	542,036

Tabla 5.18: Factores y tasas de crecimiento de la provincia de Pichincha en función de la población.

Años	Factores de Crecimiento F(años )				Tasas de crecimiento			
	Livianos	Buses	Camiones	Totales	Livianos	Buses	Camiones	Totales
2008	1.032525	1.025556	1.039936	1.033061	0.010315	0.010253	0.010384	0.01032
2009	1.065045	1.051525	1.079871	1.066122	0.010305	0.010243	0.0103698	0.01031
2010	1.09757	1.077082	1.119807	1.099183	0.010296	0.010237	0.0103562	0.010301
2011	1.130094	1.102638	1.159698	1.13224	0.010288	0.010236	0.0103444	0.010292
2012	1.162615	1.128607	1.199634	1.165301	0.01028	0.010226	0.0103329	0.010284
2013	1.195139	1.154163	1.23957	1.198362	0.010272	0.010221	0.0103222	0.010276
2014	1.22766	1.17972	1.279506	1.23142	0.010265	0.01022	0.0103121	0.010269
2015	1.260184	1.205688	1.319441	1.264484	0.010258	0.010212	0.0103027	0.010261
2016	1.292709	1.231245	1.359377	1.297545	0.010252	0.010208	0.0102938	0.010255
2017	1.32523	1.256801	1.399313	1.330603	0.010245	0.010207	0.0102854	0.010248
2018	1.357754	1.28277	1.439249	1.363667	0.01024	0.010199	0.0102775	0.010242
2019	1.390279	1.308326	1.479184	1.396728	0.010234	0.010195	0.0102697	0.010237
2020	1.422799	1.333883	1.519075	1.429782	0.010229	0.010195	0.0102629	0.010231
2021	1.455324	1.359852	1.559011	1.462847	0.010223	0.010188	0.0102562	0.010226
2022	1.487844	1.385408	1.598947	1.495904	0.010219	0.010184	0.0102498	0.010221
2023	1.520369	1.410965	1.638883	1.528965	0.010214	0.010181	0.0102437	0.010216
2024	1.552893	1.436521	1.678818	1.562026	0.010209	0.010181	0.0102379	0.010212
2025	1.585414	1.46249	1.718754	1.595087	0.010205	0.070575	0.0102324	0.01069
2026	1.617938	10.32152	1.75869	1.705209	0.010201	0.010223	0.0102271	0.010204
2027	1.650463	10.55194	1.798626	1.740057	0.010197	0.010218	0.010222	0.0102
2028	1.682984	10.78195	1.838561	1.774898	0.010193	0.010214	0.0102172	0.010196
2029	1.715508	11.01237	1.878497	1.809746	0.01019	0.010209	0.0102124	0.010193
2030	1.748029	11.24279	1.918388	1.844587	0.010186	0.010205	0.0102082	0.010189
2031	1.780553	11.47279	1.958324	1.879432	0.010183	0.010201	0.0102039	0.010185
2032	1.813078	11.70322	1.99826	1.91428	0.010179	0.010197	0.0101999	0.010182
2033	1.845598	11.93364	2.038196	1.949125				

Tabla 5.19: Proyecciones de la provincia de Cotopaxi en función de la población.

Años	Población	Livianos	Buses	Camiones	Totales
------	-----------	----------	-------	----------	---------

2005	363,339	13,307	213	3,013	16,533
2006	369,349	13,866	214	3,135	17,215
2007	375,359	14,424	216	3,258	17,898
2008	381,369	14,983	217	3,380	18,580
2009	387,379	15,542	219	3,502	19,263
2010	393,389	16,101	220	3,624	19,945
2011	399,399	16,659	222	3,746	20,627
2012	405,409	17,218	223	3,869	21,310
2013	411,419	17,777	225	3,991	21,993
2014	417,429	18,335	226	4,113	22,674
2015	423,439	18,894	228	4,235	23,357
2016	429,449	19,453	230	4,357	24,040
2017	435,459	20,011	231	4,479	24,721
2018	441,469	20,570	233	4,602	25,405
2019	447,479	21,129	234	4,724	26,087
2020	453,489	21,688	236	4,846	26,770
2021	459,499	22,246	237	4,968	27,451
2022	465,509	22,805	239	5,090	28,134
2023	471,519	23,364	240	5,212	28,816
2024	477,529	23,922	242	5,335	29,499
2025	483,539	24,481	243	5,457	30,181
2026	489,549	25,040	245	5,579	30,864
2027	495,559	25,599	246	5,701	31,546
2028	501,569	26,157	248	5,823	32,228
2029	507,579	26,716	249	5,946	32,911
2030	513,589	27,275	251	6,068	33,594
2031	519,599	27,833	253	6,190	34,276
2032	525,609	28,392	254	6,312	34,958
2033	531,619	28,951	256	6,434	35,641

Tabla 5.20: Factores y tasas de crecimiento de la provincia de Cotopaxi en función de la población.

Años	Factores de Crecimiento F(años )				Tasas de crecimiento			
	Livianos	Buses	Camiones	Totales	Livianos	Buses	Camiones	Totales
2008	1.038755	1.00463	1.037446	1.038105	0.010373	0.010092	0.0103609	0.010368
2009	1.07751	1.013889	1.074893	1.076266	0.01036	0.010046	0.0103484	0.010354
2010	1.116265	1.018519	1.112339	1.11437	0.010347	0.010091	0.0103366	0.010342
2011	1.15495	1.027778	1.149785	1.152475	0.010336	0.010045	0.0103284	0.010331
2012	1.193705	1.032407	1.187538	1.190636	0.010325	0.01009	0.0103153	0.010321
2013	1.23246	1.041667	1.224985	1.228797	0.010314	0.010044	0.0103057	0.01031
2014	1.271145	1.046296	1.262431	1.266845	0.010305	0.010088	0.0102966	0.010301
2015	1.3099	1.055556	1.299877	1.305006	0.010296	0.010088	0.0102881	0.010292
2016	1.348655	1.064815	1.337324	1.343167	0.010287	0.010043	0.01028	0.010283
2017	1.387341	1.069444	1.37477	1.381216	0.010279	0.010087	0.0102746	0.010277
2018	1.426095	1.078704	1.412523	1.419432	0.010272	0.010043	0.0102651	0.010268
2019	1.46485	1.083333	1.449969	1.457537	0.010265	0.010085	0.0102583	0.010262
2020	1.503605	1.092593	1.487416	1.495698	0.010257	0.010042	0.0102518	0.010254
2021	1.542291	1.097222	1.524862	1.533747	0.010251	0.010084	0.0102456	0.010249
2022	1.581045	1.106481	1.562308	1.571907	0.010245	0.010042	0.0102397	0.010242
2023	1.6198	1.111111	1.599754	1.610012	0.010239	0.010083	0.010236	0.010237
2024	1.658486	1.12037	1.637508	1.648173	0.010234	0.010041	0.0102287	0.010231
2025	1.697241	1.125	1.674954	1.686278	0.010228	0.010082	0.0102236	0.010226
2026	1.735996	1.134259	1.7124	1.724438	0.010223	0.010041	0.0102187	0.010221
2027	1.77475	1.138889	1.749847	1.762543	0.010218	0.010081	0.010214	0.010216
2028	1.813436	1.148148	1.787293	1.800648	0.010214	0.01004	0.0102112	0.010212
2029	1.852191	1.152778	1.825046	1.838809	0.010209	0.01008	0.0102052	0.010208
2030	1.890946	1.162037	1.862492	1.876969	0.010205	0.01008	0.0102011	0.010203
2031	1.929631	1.171296	1.899939	1.915074	0.010201	0.01004	0.0101971	0.010199
2032	1.968386	1.175926	1.937385	1.953179	0.010197	0.010079	0.0101933	0.010195
2033	2.007141	1.185185	1.974831	1.99134				

Tabla 5.21: Proyecciones de la provincia de Tungurahua en función de la población.

Años	Población	Livianos	Buses	Camiones	Totales
2005	475,696	34,281	489	4,434	39,204
2006	481,828	35,987	501	4,673	41,161
2007	487,960	37,694	512	4,911	43,117
2008	494,092	39,400	523	5,150	45,073
2009	500,224	41,106	534	5,388	47,028
2010	506,356	42,813	545	5,627	48,985
2011	512,488	44,519	556	5,865	50,940
2012	518,620	46,225	567	6,104	52,896
2013	524,752	47,932	578	6,342	54,852
2014	530,884	49,638	589	6,581	56,808
2015	537,016	51,344	600	6,819	58,763
2016	543,148	53,051	611	7,058	60,720
2017	549,280	54,757	622	7,296	62,675
2018	555,412	56,464	633	7,535	64,632
2019	561,544	58,170	644	7,773	66,587
2020	567,676	59,876	655	8,012	68,543
2021	573,808	61,583	666	8,250	70,499
2022	579,940	63,289	677	8,489	72,455
2023	586,072	64,995	688	8,728	74,411
2024	592,204	66,702	699	8,966	76,367
2025	598,336	68,408	710	9,205	78,323
2026	604,468	70,114	721	9,443	80,278
2027	610,600	71,821	732	9,682	82,235
2028	616,732	73,527	743	9,920	84,190
2029	622,864	75,233	754	10,159	86,146
2030	628,996	76,940	765	10,397	88,102
2031	635,128	78,646	777	10,636	90,059
2032	641,260	80,352	788	10,874	92,014
2033	647,392	82,059	799	11,113	93,971



Tabla 5.22: Factores y tasas de crecimiento de la provincia de Tungurahua en función de la población.

Años	Factores de Crecimiento F(años )				Tasas de crecimiento			
	Livianos	Buses	Camiones	Totales	Livianos	Buses	Camiones	Totales
2008	1.045259	1.021484	1.048666	1.045365	0.010433	0.01021	0.0104621	0.010434
2009	1.090518	1.042969	1.097129	1.090707	0.010415	0.010206	0.0104436	0.010416
2010	1.135804	1.064453	1.145795	1.136095	0.010398	0.010202	0.010423	0.010399
2011	1.181063	1.085938	1.194258	1.181437	0.010383	0.010198	0.0104075	0.010384
2012	1.226322	1.107422	1.242924	1.226801	0.010369	0.010194	0.0103899	0.01037
2013	1.271608	1.128906	1.291387	1.272166	0.010356	0.01019	0.0103769	0.010357
2014	1.316867	1.150391	1.340053	1.317531	0.010344	0.010187	0.0103616	0.010344
2015	1.362127	1.171875	1.388516	1.362873	0.010332	0.010183	0.0103505	0.010333
2016	1.407412	1.193359	1.437182	1.408261	0.010322	0.01018	0.0103372	0.010322
2017	1.452672	1.214844	1.485644	1.453603	0.010312	0.010177	0.0103276	0.010312
2018	1.497957	1.236328	1.534311	1.498991	0.010302	0.010174	0.0103159	0.010302
2019	1.543216	1.257813	1.582773	1.544333	0.010293	0.010171	0.0103075	0.010294
2020	1.588476	1.279297	1.63144	1.589698	0.010285	0.010168	0.0102971	0.010285
2021	1.633761	1.300781	1.679902	1.635063	0.010277	0.010165	0.0102897	0.010277
2022	1.679021	1.322266	1.728569	1.680428	0.01027	0.010162	0.0102815	0.01027
2023	1.72428	1.34375	1.777235	1.725793	0.010263	0.01016	0.0102727	0.010263
2024	1.769565	1.365234	1.825697	1.771158	0.010256	0.010157	0.0102666	0.010256
2025	1.814825	1.386719	1.874364	1.816522	0.010249	0.010155	0.0102586	0.01025
2026	1.860084	1.408203	1.922826	1.861864	0.010243	0.010153	0.0102531	0.010244
2027	1.90537	1.429688	1.971493	1.907252	0.010238	0.01015	0.0102458	0.010238
2028	1.950629	1.451172	2.019955	1.952594	0.010232	0.010148	0.0102409	0.010232
2029	1.995888	1.472656	2.068621	1.997959	0.010227	0.010146	0.0102343	0.010227
2030	2.041174	1.494141	2.117084	2.043324	0.010222	0.010157	0.0102299	0.010222
2031	2.086433	1.517578	2.16575	2.088712	0.010217	0.010142	0.0102238	0.010217
2032	2.131692	1.539063	2.214213	2.134054	0.010212	0.01014	0.0102198	0.010213
2033	2.176978	1.560547	2.262879	2.179442				

Tabla 5.23: Proyecciones de la provincia de Chimborazo en función de la población.

Años	Población	Livianos	Buses	Camiones	Totales
2005	432,818	16,153	267	2,273	18,693
2006	436,112	16,756	271	2,331	19,358
2007	439,406	17,360	276	2,389	20,025
2008	442,700	17,963	280	2,447	20,690
2009	445,994	18,567	285	2,505	21,357
2010	449,288	19,170	290	2,563	22,023
2011	452,582	19,774	294	2,621	22,689
2012	455,876	20,377	299	2,679	23,355
2013	459,170	20,981	304	2,737	24,022
2014	462,464	21,584	308	2,795	24,687
2015	465,758	22,188	313	2,853	25,354
2016	469,052	22,791	317	2,911	26,019
2017	472,346	23,395	322	2,969	26,686
2018	475,640	23,998	327	3,027	27,352
2019	478,934	24,602	331	3,085	28,018
2020	482,228	25,205	336	3,143	28,684
2021	485,522	25,809	340	3,201	29,350
2022	488,816	26,413	345	3,259	30,017
2023	492,110	27,016	350	3,317	30,683
2024	495,404	27,620	354	3,375	31,349
2025	498,698	28,223	359	3,433	32,015
2026	501,992	28,827	363	3,490	32,680
2027	505,286	29,430	368	3,548	33,346
2028	508,580	30,034	373	3,606	34,013
2029	511,874	30,637	377	3,664	34,678
2030	515,168	31,241	382	3,722	35,345
2031	518,462	31,844	386	3,780	36,010
2032	521,756	32,448	391	3,838	36,677
2033	525,050	33,051	396	3,896	37,343

Tabla 5.24: Factores y tasas de crecimiento de la provincia de Chimborazo en función de la población.

Años	Livianos	Buses	Camiones	Totales	Livianos	Buses	Camiones	Totales
2008	1.034735	1.014493	1.024278	1.033208	0.010336	0.010179	0.010237	0.010322
2009	1.069528	1.032609	1.048556	1.066517	0.010325	0.010175	0.0102315	0.010312
2010	1.104263	1.050725	1.072834	1.099775	0.010315	0.010138	0.0102263	0.010302
2011	1.139055	1.065217	1.097112	1.133034	0.010305	0.01017	0.0102213	0.010294
2012	1.17379	1.083333	1.12139	1.166292	0.010296	0.010167	0.0102165	0.010286
2013	1.208583	1.101449	1.145668	1.1996	0.010287	0.010132	0.0102119	0.010277
2014	1.243318	1.115942	1.169946	1.232809	0.01028	0.010162	0.0102075	0.01027
2015	1.278111	1.134058	1.194224	1.266117	0.010272	0.010128	0.0102033	0.010262
2016	1.312846	1.148551	1.218501	1.299326	0.010265	0.010158	0.0101992	0.010256
2017	1.347638	1.166667	1.242779	1.332634	0.010258	0.010155	0.0101954	0.01025
2018	1.382373	1.184783	1.267057	1.365893	0.010252	0.010122	0.0101916	0.010243
2019	1.417166	1.199275	1.291335	1.399151	0.010245	0.010151	0.010188	0.010238
2020	1.451901	1.217391	1.315613	1.432409	0.01024	0.010119	0.0101845	0.010232
2021	1.486694	1.231884	1.339891	1.465668	0.010234	0.010147	0.0101812	0.010227
2022	1.521486	1.25	1.364169	1.498976	0.010228	0.010145	0.010178	0.010222
2023	1.556221	1.268116	1.388447	1.532235	0.010224	0.010114	0.0101749	0.010217
2024	1.591014	1.282609	1.412725	1.565493	0.010218	0.010141	0.0101719	0.010212
2025	1.625749	1.300725	1.437003	1.598752	0.010214	0.010111	0.010166	0.010208
2026	1.660541	1.315217	1.460862	1.63196	0.010209	0.010138	0.0101662	0.010204
2027	1.695276	1.333333	1.48514	1.665218	0.010205	0.010136	0.0101635	0.0102
2028	1.730069	1.351449	1.509418	1.698527	0.010201	0.010107	0.0101608	0.010196
2029	1.764804	1.365942	1.533696	1.731735	0.010197	0.010133	0.0101583	0.010192
2030	1.799597	1.384058	1.557974	1.765044	0.010193	0.010105	0.0101558	0.010188
2031	1.834332	1.398551	1.582252	1.798252	0.01019	0.01013	0.0101534	0.010185
2032	1.869124	1.416667	1.60653	1.831561	0.010186	0.010128	0.0101511	0.010182
2033	1.903859	1.434783	1.630808	1.864819				

## CAPITULO VI

### PLAN DE MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS.

#### 6.1. Estructura de los pavimentos.

### 6.1.1. Pavimento.

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de construcción y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmite durante el período para el cual fué diseñada la estructura del pavimento.

El pavimento existente de la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba es un pavimento flexible, constituido por capas de base y subbase de tipo granular las cuales soportan una carpeta de hormigón asfáltico.

Se desconoce los espesores hasta donde llega la base y empieza la subbase por ser datos muy variables a lo largo de la carretera, pero se sabe que los materiales que lo componen tienen similar comportamiento al ser del tipo granular. Por esta razón en el análisis de este estudio, así como lo hacen empresas consultoras que han realizado estudios de rehabilitación del pavimento, se ha considerado una sola capa de base y subbase granular con las características representativas de las capas de la base y subbase existentes y el espesor dominante entre la superficie asfáltica y la subrasante en el trayecto de la vía en servicio. Los espesores y propiedades de los materiales de las capas existentes se las detalla en el ítem referido a diseño de refuerzo del pavimento, características que serán de imprescindibles para dicho objeto.

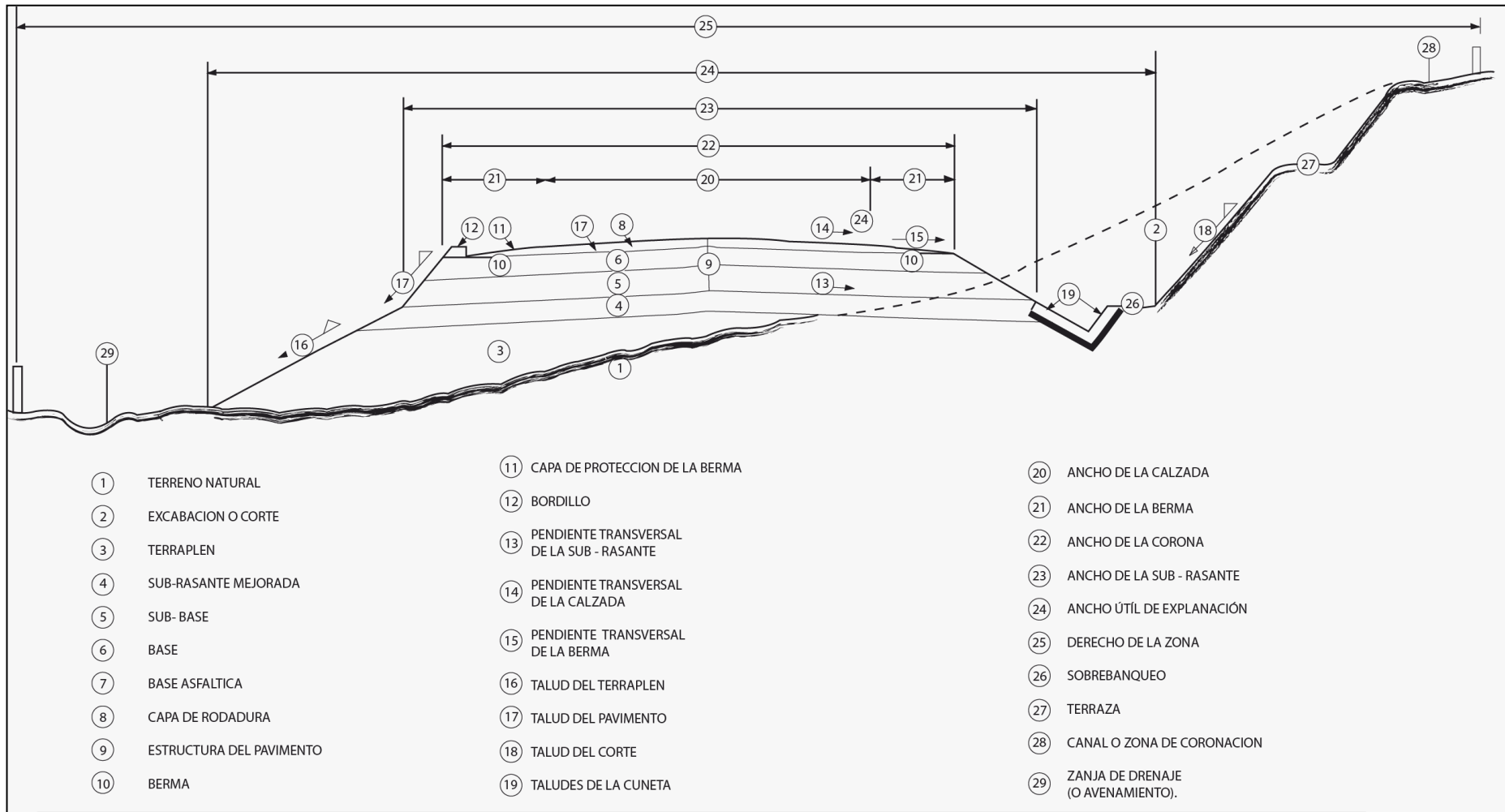


Figura 6.1: Sección típica de un pavimento.

### 6.1.2. Características que debe reunir un pavimento

Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos:

Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito

Ser resistente ante los agentes de la intemperie.

Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.

Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.

Debe ser durable.

Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje

El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos, que afectan al usuario, así como en el exterior, que influyen en el entorno, debe ser adecuadamente moderado.

Debe ser económico.

Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.

### 6.1.3. Clasificación de los pavimentos

Los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, pavimentos semi-rígidos o semi-flexibles, pavimentos rígidos y pavimentos articulados.

#### 6.1.3.1 Pavimentos flexibles

Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra.

Los pavimentos flexibles son estructuras formadas por capas de agregados minerales de una resistencia a la compresión y al corte que pueden soportar las cargas concentradas de los vehículos y transmitir las al terreno en una superficie tal que el esfuerzo unitario sea aceptado por el suelo que lo conforma. En la parte superior del pavimento los agregados están cementados con material bituminoso.

#### 6.1.3.2 Pavimentos semi- rígidos

En este tipo de pavimentos una de sus capas se encuentra rigidizada con un aditivo que puede ser asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos para modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que algunas veces no son aptos para la construcción de las capas de los pavimentos.

#### 6.1.3.3 Pavimentos rígidos

Se denominan así los pavimentos constituidos por losas de hormigón hidráulico cuya alta rigidez y elevado coeficiente de elasticidad le dan una alta resistencia a la flexión permiten que los esfuerzos a que es sometida la calzada puedan distribuirse en una área grande. Esta característica permite además que el comportamiento del pavimento dependa en menor medida de las características del material subyacente.

#### 6.1.3.3. Pavimentos articulados

Llamados así por ser pavimentos conformados por bloques de concreto prefabricado, llamados adoquines, los cuales son colocados sobre una capa de arena la cual a la vez descansa sobre capas granulares.

#### 6.1.4. Estructura del pavimento

De acuerdo a la clase de pavimento que se vaya a utilizar, a las cargas de tráfico, a el comportamiento de la subrasante, las condiciones climáticas, topografía y al drenaje a utilizar el pavimento puede ser estructurado con diferentes capas estructurales de diversos espesores y materiales de acuerdo al diseño que se haya proyectado sin embargo como en este trabajo interesa la constitución de un pavimento flexible con los cuales están conformados los tramos de la Panamericana Sur que se está estudiando, se va a revisar la estructura típica de un pavimento flexible.

##### 6.1.4.1 Superficie de rodamiento

La Superficie de rodadura de un pavimento flexible es la capa superior de la calzada, destinada para dar comodidad al tráfico. Debe tener características antideslizantes, ser impermeable y resistir al desgaste producido por el paso de los vehículos y las condiciones climáticas.

Se presentan varias alternativas de superficies de rodadura flexibles:

Tratamiento bituminosos superficial (simple o dobles).

Hormigón asfáltico mezclado en sitio (en frío o en caliente).

Hormigón asfáltico mezclado en planta (en caliente).

Sobre las superficies terminadas, se coloca generalmente una capa bituminosa de sellado, con el propósito de impermeabilizar la capa de rodadura o darle una rugosidad conveniente para evitar el deslizamiento de los vehículos.



#### 6.1.4.2. Base granular

La base es la capa de material de espesor definido, de materiales sujetos a determinadas especificaciones que se coloca entre la subbase y la superficie de rodadura y que está compuesta por agregados parcial o totalmente triturados o cribados, estabilizados con agregados finos provenientes de la trituración o cribado y su función es, que impidan que los finos de la subrasante contaminen a la base, menoscabando su calidad.

#### 6.1.4.3 Subbase

La subbase es la capa de material que se coloca entre la base y la subrasante con agregados obtenidos por proceso de trituración o cribado y su función es la de impedir la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante, además de actuar como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen menoscabando su calidad.

#### 6.1.5 Estructura del pavimento de la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba.

La estructura del pavimento de la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba, corresponde a la de un pavimento flexible, compuesto de una capa de subbase y capa de base granular, las mismas que se consideran como una sola capa de base para efectos de análisis estructural y una capa de hormigón asfáltico. Las propiedades de los materiales y espesores de las capas son variables a lo largo de la carretera, pero para motivos de este trabajo en el que se toma como parámetro principal el tráfico que soporta la estructura, se ha dividido la carretera en los mismos tres tramos considerados para el estudio del tráfico, obteniendo un promedio general de espesores

y propiedades elásticas de los materiales en cada uno de estos tramos, los mismos que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 6.1: Espesores y Módulos de elasticidad existentes

ESPESORES EXISTENTES (cm)			
	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
CARPETA ASFÁLTICA	5	4	4
BASE GRANULAR	48.5	58	46.6

MÓDULOS DE ELASTICIDAD EXISTENTES (Kg/cm <sup>2</sup> )			
	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
CARPETA ASFÁLTICA	1,500	1,600	1,500
BASE GRANULAR	1,900	1,600	1,500

En cuanto a las dimensiones laterales de la calzada de la carretera, estas varían dependiendo principalmente del número de carriles, el ancho de un carril normativamente es de 3,65m. Sin embargo se debe tomar en cuenta también el ancho de las bermas la distancia de separación central entre carriles.

## 6.2. Establecimiento de la condición del pavimento

El objetivo primordial de una rehabilitación de un pavimento, es corregir las alteraciones en la superficie de rodamiento de los pavimentos que afectan a la seguridad, comodidad y velocidad con que deben transitar los vehículos para alcanzar un grado de transitabilidad adecuado durante un tiempo prolongado que justifique la inversión realizada.

## 6.2.1. Tipos de fallas en los pavimentos

### 6.2.1.1 Fallas estructurales

Este tipo de fallas afecta a las capas que se encuentran bajo la superficie de rodamiento, su tratamiento significará el diseño de una estructura nueva formada por subrasante-pavimento antiguo- refuerzo para corregir deformaciones permanentes o fatigas producidas en la estructura del pavimento.

### 6.2.1.2 Fallas de superficie

Este tipo de fallas son las presentadas en la superficie de la capa de rodadura, por lo que su tratamiento supondrá hasta lograr una superficie regular y corregir los defectos de permeabilidad y rugosidad. Estas correcciones se consiguen mediante la colocación de delgadas capas asfálticas, proceso conocido con el nombre de recapeo.

## 6.2.2 Parámetros que establecen la condición del pavimento.

El estado de la condición de la superficie de un pavimento viene dado por algunos parámetros entre los cuales conviene indicar los siguientes:

### 6.2.2.1 Condición presente del pavimento (PCI)

Que es una manera cualitativa de identificar la condición de un pavimento.

Este índice provee una medida consistente de la integridad estructural del pavimento así como su condición funcional operacional graduándose de 0 a 100.

El PCI, está en función de la densidad de las fallas en el área estudiada, con esta densidad se determina el valor de deducción que cada tipo de falla aporta de acuerdo a su severidad.

### 6.2.1.2. Índice de serviciabilidad presente (PSI)

Es un parámetro indicador de la evaluación del comportamiento de un pavimento en base a mediciones de la varianza de la pendiente de la sección, profundidad del ahuellamiento, área de agrietamiento y area parchada.

El PSI, se determina según la siguiente ecuación:

$$PSI = 5.03 - 1.91 \text{Log}(1 + SV) - 1.38(RD)^2 - 0.001(C + P)^{1/2} \quad (6.1)$$

Donde:

SV = Varianza de la rugosidad.

RD = Promedio de la profundidad del surco de huella.

C = Area de fisuramiento tipo piel de cocodrilo ( $\text{pie}^2/1000 \text{ m}^2$ ).

P = Area de bacheo en  $\text{pie}^2/1000\text{m}^2$ .

Mediante los datos dados de PCI se puede estimar los valores de PSI según indica la siguiente tabla:

Tabla 6.2: Relación del PCI y PSI, para el estado del pavimento

PCI	ESTADO DEL PAVIMENTO	PSI
85 - 100	EXCELENTE	5
70 - 85	MUY BUENO	4
55 - 70	BUENO	3
40 - 55	REGULAR	2 - 3
25 - 40	MALO	1.5 - 2
10 - 25	MUY MALO	1 - 1.5
0 - 10	FALLADO	0 - 1

En la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba lo que se conoce respecto a este parámetro es que se ha establecido un máximo  $PSI=3.0$ . (Estudios de Rehabilitación de Pavimentos Pte Jambelí-El Chasqui-Latacunga, realizados por PROTECVIA en el año 1996), por lo que este tramo podría categorizarse con un estado del pavimento regular.

#### 6.2.1.3 Índice de rugosidad internacional (IRI)

El IRI, es un parámetro que refleja la calidad de la capa de rodadura a lo largo del perfil longitudinal de la carretera, determinado en función de las vibraciones que experimenta un vehículo tipo cuando circula longitudinalmente sobre la carretera a 80 Km/h. En base a este criterio se entiende que un  $IRI = 0$ , significará una superficie totalmente lisa.

Los mayores IRI para los tramos del proyecto que se ha reportado en los estudios de rehabilitación que consta en el informe de Ingeniería de Panamericana Sur realizado por la Consultora INETEX Cía. Ltda. en el año 2006 son los siguientes resultados:

Tramo 1 = 2.55

Tramo 2 = 3.28

Tramo 3 = 2.72

#### 6.2.2. Establecimiento de la condición del pavimento del proyecto.

##### 6.2.2.1 Pérdida de serviciabilidad ( $\Delta PSI$ )

La pérdida de serviciabilidad de un pavimento es uno de los parámetros necesarios a determinar para el diseño de un pavimento y refleja la pérdida de idoneidad del pavimento para servir a la clase de tráfico que lo va utilizar. La pérdida de serviciabilidad viene dada por la siguiente ecuación:

$$\Delta PSI = P_o - P_t \quad (6.2)$$

Donde;

Po = Índice de servicio inicial.

Pt = Índice de servicio final.

El índice de Seveciavilidad final que sugiere la AASHTO para vias principales es de 2.5., mientras que el índice de servicio inicial de 4.2. Estos serán los valores que adoptaremos para el diseño de la rehabilitación del pavimento de la carretera.

Entonces la pérdida de serviciabilidad que se adoptará para el proyecto será:

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.5 = 1.7 \quad (6.3)$$

### 6.3. Capacidad de los pavimentos

#### 6.3.1. Funciones generales de los constituyentes del pavimento en su capacidad.

La capacidad de los pavimentos dependerá de muchos factores, pero se puede entender que ella depende del comportamiento y del mantenimiento de sus tres componentes: la subrasante, la estructura del pavimento y la superficie de rodadura. El comportamiento de esta dependerá además de la reacción que presente el suelo a los cambios de humedad y de su constitución.

##### 6.3.1.1 La Subrasante

La capacidad de un pavimento dependerá de la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo cargas de tránsito de la subrasante. El comportamiento de esta dependerá además de la reacción que presente el suelo a los cambios de humedad y de su constitución.

### 6.3.1.2 Estructura del pavimento

La capacidad de la estructura del pavimento dependerá de los espesores y del tipo de material con que se hayan diseñado de acuerdo a las cargas de tránsito, subrasante, clima, y tiempo de diseño que deba soportar.

### 6.3.1.3 Superficie de rodadura

La capacidad de soporte de un pavimento depende del buen mantenimiento de la superficie de rodadura, puesto que las fallas superficiales que se presenten, producirán el ingreso de agua a las capas subyacentes provocando alteraciones en las mismas, disminuyendo así su capacidad de soporte.

El juicio para establecer una alternativa de rehabilitación de pavimentos en base a su capacidad viene dado por el índice de deterioro superficial ( $I_s$ ), y su cálculo depende de dos parámetros que son el índice de deformación y el índice de fisuración, que son índices que de calificación de la calzada en base a un examen visual de la misma.

El procedimiento de cálculo se muestra en el siguiente gráfico:

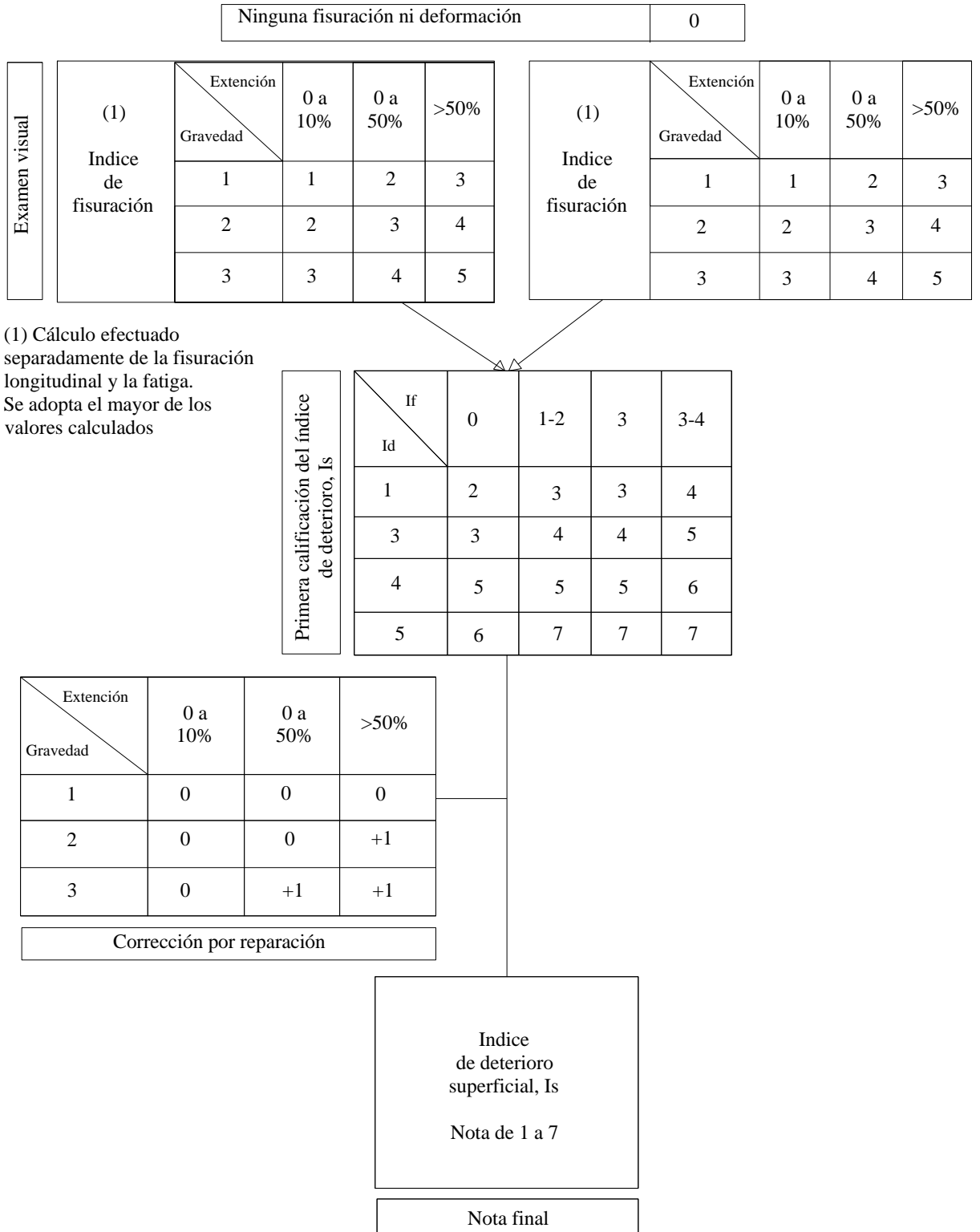


Figura 6.2: Esquema de cálculo del índice de deterioro superficial.



De la forma antes indicada se han obtenido generalizando para todo el proyecto en estudio:

$$I_f = 2$$

$$I_d = 2$$

$$\text{Corrección por reparación} = 0$$

$$I_s = 3.$$

### 6.3.2. Evaluación estructural no destructiva.

La evaluación estructural no destructiva consiste en una técnica para la determinación de la capacidad de soporte de un pavimento en base al análisis de las deflexiones de superficie medidas en el pavimento.

El objeto de los ensayos no destructivos es evaluar las propiedades mecánicas de los materiales y principalmente los módulos de elasticidad, que conforman las capas de los pavimentos.

La deflexión máxima (DO) es pues un indicador de la capacidad de soporte de la subrasante y su determinación se la obtiene con equipos de medida en el campo de estas deflexiones.

El procedimiento de determinar la capacidad de soporte del pavimento está relacionado con la determinación del módulo de elasticidad de sus capas, pero principalmente del módulo de elasticidad de la subrasante, pues del soporte de esta capa dependerá el diseño del resto de capas que componen la estructura del pavimento.

El cálculo del módulo de elasticidad de la subrasante es determinado en función del modelo de cálculo de Boussinesq, según el cual:

$$E = K \times \frac{p \times a}{DO} \quad (6.4)$$

Donde:

E = Módulo de elasticidad de la subrasante

K = Coeficiente que depende del coeficiente de Poisson.

P = Carga total.

a = Radio de la carga circular uniforme

DO = Deflexión máxima.

El procedimiento para determinar estos parámetros en base a la interpretación de las deflexiones es el siguiente:

- a) Se aplica una carga conocida al modelo del pavimento.
- b) Se mide las deflexiones por medio de algun aparato diseñado para este propósito.
- c) Se calcula el módulo de elasticidad del material.

Los datos de deflexiones que se presentan en este trabajo se la han obtenido mediante ensayos realizados por estudios reportados en el informe de Ingeniería de pavimentos 2006 de la carretera Panamericana emitido por Panavial y preparado por INEXTEC, cuyos ensayos han sido el resultado de la deflexión por impacto, simulando cargas de 8.2T por eje, mediante pulsaciones entre 25 y 35milisegundos, con cargas efectivas sobre un plato de 300mm de diámetro de 45KN±5. con detención de la velocidad de transmisión de onda de impacto mediante 9 geófonos.

El equipo de medición de deflexiones consiste en una masa que es levantada y luego soltada sobre una placa circular, la misma que es amortiguada en el pavimento. Los desplazamientos verticales producidos por el impacto son detectados por geofonos ubicados en línea recta; estos desplazamientos se registran en un computador en forma de picos, que se los traduce en deflexiones.

La conveniencia de usar este sistema es su capacidad para poder modelar con mayor aproximación una rueda en movimiento tanto en magnitud como en tiempo de aplicación de carga, produciendo una deflexión que simula de mejor manera la que produce el vehículo en movimiento. Otra ventaja es que estos equipos incluyen la posibilidad de registro del cuenco de deflexiones y el alto rendimiento en la ejecución de los ensayos.



Figura 6.3 : Deflectometro de impacto

Las máximas deflexiones para los tramos del proyecto que se ha reportado en el informe de ingeniería de los estudios de rehabilitación de los pavimentos de la carretera Panamericana Sur realizados por INEXTEC en el año 2006 son las siguientes:

$$DO_{tramo1} = 0.65m$$

$$DO_{tramo2} = 0.90m$$

$$DO_{tramo3} = 1.38m$$

### 6.3.3. Refuerzo del pavimento

La metodología de diseño de rehabilitación que se ha utilizado esta basada en los conceptos de la AASHTO, Instituto de Asfalto y Shell, combinando de manera conveniente para obtener un refuerzo de diseño seguro.

## 6.4. Influencia del pronóstico del tráfico en la rehabilitación de pavimentos

### 6.4.1. El tráfico en el diseño de pavimentos

Al producir el tráfico automotor, las cargas que influyen en el diseño estructural del pavimento se hace imprescindible el conocimiento de las cargas de tráfico que va a soportar la estructura en su vida de servicio. Para ello se hace necesario tener un parámetro que nos permita traducir las diferentes cargas que transmiten los ejes de los vehículos al pavimento.

Este parámetro es el número de ejes equivalentes simples a 80KN que transitarán en el carril de diseño en el año del cual se desea calcular. Este valor corresponde a ejes equivalentes de 8.2 toneladas que circularán en el carril de diseño durante el período de vida útil del pavimento.

### 6.4.2 Procedimiento para la determinación del tráfico de diseño

Determinar el tráfico de diseño equivale a determinar el número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el carril de diseño en el año de inicio del período de diseño.

La ecuación que avala este cálculo es la siguiente:

$$W = TPDi \times Fd \times Dc \times 365 \times \frac{(1+i)^n - 1}{Ln(1+i)} \times FC. \quad (6.5)$$

Donde:

W= Es el número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas.

TPDA<sub>i</sub> = Tráfico promedio diario anual inicial de vehículos comerciales (buses y camiones).

F<sub>d</sub> = Factor de distribución direccional.

D<sub>c</sub> = Porcentaje de vehículos comerciales (buses y camiones).

i = tasa de crecimiento del tránsito.

FC = Factor camión.

#### 6.4.2.1. Factor camión (FC).

El factor camión al valor que representa el número de aplicaciones de ejes sencillos con carga equivalente de 8.2 toneladas, correspondientes al paso de un vehículo comercial (bus o camión).

El cálculo del factor camión requiere del cálculo del factor de equivalencia de una carga por eje simple en relación a la carga estándar de 8.2 toneladas. Este factor viene dado por la siguiente expresión:

$$\text{Factor.de.equivalencia.de.carga} = FECE = \left( \frac{P_1}{P_o} \right)^4 \quad (6.6)$$

donde:

FECE= Factor de equivalencia de carga.

P<sub>o</sub> = Carga estándar.

P<sub>1</sub> = Carga cuya equivalencia con la estándar se desea calcular.

Conociendo los factores de equivalencia de carga, es posible determinar el factor camión, si conocemos la distribución del tránsito según su composición.

Por lo que el factor camión se determinaría de la siguiente manera:

$$FC = \frac{\sum \%.\text{vehiculo}.i \times \text{factor.de.equivalencia.de.carga}.i}{\sum \%.\text{de.vehiculo}.i} \quad (6.7)$$

#### 6.4.3. Determinación del número de ejes equivalentes acumulados.

Para determinar el tránsito de diseño en base a los datos obtenidos del proyecto, tomamos los pesos máximos permitidos en toneladas por eje que se tienen para los vehículos comerciales (buses y camiones).

*Bus* → 9.30.toneladas

*Camion* → 12.toneladas

Luego el factor de equivalencia de carga para cada uno de ellos será:

$$FECE_{BUSES} = \left( \frac{9.30}{8.2} \right) = 1.134$$

$$FECE_{CAMIONES} = \left( \frac{12}{8.2} \right) = 1.463$$

Luego nuestro factor camión, será:

$$FC_{tramo.1} = \frac{1.134 \times 12.049 + 1.463 \times 21.204}{12.049 + 21.204} = 1.344$$

$$FC_{tramo.2} = \frac{1.134 \times 12.474 + 1.463 \times 17.590}{12.474 + 17.590} = 1.326$$

$$FC_{tramo.3} = \frac{1.134 \times 13.857 + 1.463 \times 22.288}{13.857 + 22.288} = 1.337$$

El Factor de distribución direccional se considera 0.5 (se considera que el tráfico se distribuye equitativamente en cada dirección).

El TPDA se lo considera el del 2007.

$$TPDA_{tramo1} = 13569$$

$$TPDA_{tramo2} = 11882$$

$$TPDA_{tramo3} = 5991$$

Pero el porcentaje deducido de la tabla 5.1. de buses y camiones (DC), para cada uno de los tramos son los siguientes:

$$DC_{tramo1} = 33,25\%$$

$$DC_{tramo2} = 30,06\%$$

$$DC_{tramo3} = 36,15\%$$

Como tenemos el FP para el año 2032 de  $n=25$  años la tasa de crecimiento la podemos obtener despejando la fórmula  $FP = (1+i)^n$ . (6.8)

de donde:

$$i = \sqrt[n]{FP} - 1 \quad (6.9)$$

Entonces los  $i$  calculados para el 2032, obtenidos en función del factor de proyección (FP) de las tablas 5.6. a 5.8. son:

$$i_{tramo.1} = \sqrt[25]{1.302} - 1 = 0.0106$$

$$i_{tramo.2} = \sqrt[25]{1.314} - 1 = 0.0110$$

$$i_{tramo.3} = \sqrt[25]{1.310} - 1 = 0.0109$$

Por facilidad debido a los datos que hemos obtenido, la fórmula para calcular el número de ejes equivalentes puede transformarse a:

$$W = TPDi \times Fd \times Dc \times 365 \times \frac{FP - 1}{Ln(1+i)} \times FC. \quad (6.10)$$

Luego el número de ejes equivalentes acumulados de 8.2 toneladas para el 2032 en cada uno de los tramos será:

$$W_{tramo1} = 13569 \times 0.5 \times 0.33 \times 365 \times \frac{1.292 - 1}{Ln(1 + 0.0103)} \times 1.344 = 31456953 \text{ ejes.de.8.2toneladas.}$$

$$W_{tramo2} = 11882 \times 0.5 \times 0.30 \times 365 \times \frac{1.305 - 1}{Ln(1 + 0.0107)} \times 1.326 = 24758932 \text{ ejes.de.8.2toneladas.}$$

$$W_{tramo3} = 5991 \times 0.5 \times 0.36 \times 365 \times \frac{1.298 - 1}{Ln(1 + 0.0105)} \times 1.337 = 15096846 \text{ ejes.de.8.2toneladas.}$$

Siguiendo el mismo procedimiento se obtiene los ejes equivalentes acumulados en base a los factores de proyección y tasas de crecimiento para el resto de años considerados en el estudio.

Tabla 6.3: Cálculo de los ejes equivalentes acumulados (W) para los años proyectados en base a los factores de proyección del tráfico promedio diario anual del tramo 1.

N	Año	FP	Tasa	W
1	2008	1.011	0.0106	1,145,783
2	2009	1.021	0.0106	2,187,404
3	2010	1.032	0.0106	3,333,187
4	2011	1.043	0.0106	4,478,970
5	2012	1.054	0.0106	5,624,753
6	2013	1.065	0.0106	6,770,536
7	2014	1.077	0.0106	8,020,481
8	2015	1.088	0.0106	9,166,265
9	2016	1.100	0.0106	10,416,210
10	2017	1.111	0.0106	11,561,993
11	2018	1.123	0.0106	12,811,938
12	2019	1.135	0.0106	14,061,883
13	2020	1.147	0.0106	15,311,828
14	2021	1.160	0.0106	16,665,935
15	2022	1.172	0.0106	17,915,881
16	2023	1.184	0.0106	19,165,826
17	2024	1.197	0.0106	20,519,933
18	2025	1.210	0.0106	21,874,040
19	2026	1.222	0.0106	23,123,985
20	2027	1.235	0.0106	24,478,093
21	2028	1.249	0.0106	25,936,362
22	2029	1.262	0.0106	27,290,469
23	2030	1.275	0.0106	28,644,577
24	2031	1.289	0.0106	30,102,846
25	2032	1.302	0.0106	31,456,953



Tabla 6.4: Cálculo de los ejes equivalentes acumulados (W) para los años proyectados en base a los factores de proyección del tráfico promedio diario anual del tramo 2.

N	Año	FP	Tasa	W
0	2007			
1	2008	1.011	0.0110	867,351
2	2009	1.022	0.0110	1,734,702
3	2010	1.033	0.0110	2,602,053
4	2011	1.045	0.0110	3,548,255
5	2012	1.056	0.0110	4,415,606
6	2013	1.068	0.0110	5,361,807
7	2014	1.079	0.0110	6,229,158
8	2015	1.091	0.0110	7,175,359
9	2016	1.103	0.0110	8,121,560
10	2017	1.115	0.0110	9,067,762
11	2018	1.128	0.0110	10,092,813
12	2019	1.140	0.0110	11,039,014
13	2020	1.153	0.0110	12,064,065
14	2021	1.165	0.0110	13,010,267
15	2022	1.178	0.0110	14,035,318
16	2023	1.191	0.0110	15,060,369
17	2024	1.204	0.0110	16,085,421
18	2025	1.217	0.0110	17,110,472
19	2026	1.231	0.0110	18,214,373
20	2027	1.244	0.0110	19,239,425
21	2028	1.258	0.0110	20,343,326
22	2029	1.272	0.0110	21,447,227
23	2030	1.286	0.0110	22,551,129
24	2031	1.300	0.0110	23,655,030
25	2032	1.314	0.0110	24,758,932

Tabla 6.5: Cálculo de los ejes equivalentes acumulados (W) para los años proyectados en base a los factores de proyección del tráfico promedio diario anual del tramo 3.

N	Año	FP	Tasa	W
0	2007			
1	2008	1.011	0.0109	533,972
2	2009	1.022	0.0109	1,067,944
3	2010	1.033	0.0109	1,601,916
4	2011	1.044	0.0109	2,135,888
5	2012	1.056	0.0109	2,718,403
6	2013	1.067	0.0109	3,252,375
7	2014	1.079	0.0109	3,834,890
8	2015	1.091	0.0109	4,417,405
9	2016	1.102	0.0109	4,951,377
10	2017	1.114	0.0109	5,533,892
11	2018	1.127	0.0109	6,164,950
12	2019	1.139	0.0109	6,747,465
13	2020	1.151	0.0109	7,329,980
14	2021	1.164	0.0109	7,961,038
15	2022	1.176	0.0109	8,543,552
16	2023	1.189	0.0109	9,174,610
17	2024	1.202	0.0109	9,805,668
18	2025	1.215	0.0109	10,436,726
19	2026	1.228	0.0109	11,067,784
20	2027	1.242	0.0109	11,747,385
21	2028	1.255	0.0109	12,378,443
22	2029	1.269	0.0109	13,058,043
23	2030	1.283	0.0109	13,737,644
24	2031	1.297	0.0109	14,417,245
25	2032	1.311	0.0109	15,096,846

## 6.5 Diseño del refuerzo del pavimento

### 6.5.1 Obtención del espesor de refuerzo.

Como nuestro planteamiento de rehabilitación del pavimento es un reciclado de la capa de rodadura y parte de la base existente, se propone con el fin de mejorar las condiciones de la base granular existente colocar una capa de base asfáltica. La ventaja de esta solución es que este tipo de base asfáltica resiste los esfuerzos mucho mejor que la base granular existente carente de resistencia a la tensión y para las mismas condiciones de carga las bases asfálticas pueden ser construidas con un espesor menor que las bases granulares. Adicionalmente, parte de los agregados requeridos para la construcción de esta base asfáltica, se obtendrán como producto del reciclado.

Existen muchos métodos para lograr este objetivo, sin embargo en este proyecto, en base a la información recopilada se lo obtendrá aplicando los principios de diseño propuestos por la AASHTO y el Instituto de Asfalto, el procedimiento se detalla a continuación:

- 1) Establecimiento de las propiedades de los materiales y espesores existentes.

Tabla 6.6. Espesores existentes del pavimento.

ESPESORES EXISTENTES (cm)			
	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
CARPETA ASFÁLTICA	5	4	4
BASE GRANULAR	48.5	58	46.6

MÓDULOS DE ELASTICIDAD EXISTENTES (Kg/cm <sup>2</sup> )			
	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
CARPETA ASFÁLTICA	1,500	1,600	1,500
BASE GRANULAR	1,900	1,600	1,500

2) Establecimiento de las propiedades de los materiales para el diseño de pavimento nuevo:

Tabla 6.7 Módulos de elasticidad (E) coeficientes estructurales del pavimento nuevo.

MÓDULOS DE ELASTICIDAD (E) Y SUS CORRESPONDIENTES COEFICIENTES ESTRUCTURALES			
CAPA	E(lb/plg <sup>2</sup> )	Coefficiente de Poisson	Coefficientes estructurales
CARPETA ASFÁLTICA	482,579	0.3	0.46
BASE ASFÁLTICA	425,806	0.3	0.3
SUBBASE GRANULAR	21,290	0.4	0.16
SUBRASANTE	2,254	0.5	

3) Obtención del número estructural de la subrasante esperado para el año 2032, con el respectivo número de ejes equivalentes acumulados y los correspondientes módulos de elasticidad, utilizando los ábacos de la AASHTO, mostrados en el Anexo C, hay que notar que los coeficientes de drenaje ( $m_i$ ) toma el valor de 1 de acuerdo a la recomendación de AASHTO para calidad de drenaje bueno y exposición del pavimento a nivel de humedad proximos a la saturación de un 25%.

Tabla 6.8: Números estructurales para el diseño del pavimento nuevo

NÚMEROS ESTRUCTURALES PARA DISEÑO DE PAVIMENTO NUEVO			
	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
CARPETA	1.00	1.00	1.00
BASE	2.39	2.39	2.39
SUBBASE	4.79	4.29	3.99
SUBRASANTE	8.20	7.70	7.40

4) Obtención del volumen estructural cooperante de la base granular existente:

Tabla 6.9: Volumen estructural cooperante de la base granular existente

TRAMO	Coficiente estructural	Espesor existente (plg)	SN
TRAMO 1	0.13	19.09	2.48228346
TRAMO 2	0.13	22.83	2.96850394
TRAMO 3	0.13	18.35	2.38503937

5) Obtención de los espesores de diseño de una capa de concreto asfáltico suponiendo que ésta debe contar con todo el volumen estructural (SN) resultante de el número estructural de diseño de la subrasante calculada para el 2032, menos el aporte estructural de la base granular existente.

Tabla 6.10: Espesores de capa de concreto asfáltico resultante

SN resultante	Espesor de capa de concreto asfáltico
5.72	315.72
4.73	261.26
5.01	276.91

6) Obtención de espesores de reciclaje:

Tabla 6.11: Espesores de reciclaje

ESPESORES DE RECICLAJE			
DESCRIPCIÓN	ESPESORES (mm)		
	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
Espesor mínimo de capa de rodadura	100.00	100.00	100.00
Espesor a reciclar	215.72	161.26	176.91
Capa de rodadura existente	50.00	40.00	40.00
Espesor de base a reciclar	165.72	121.26	136.91
Espesor total a reciclar	215.72	161.26	176.91

El espesor a reciclar se obtiene de la diferencia entre el espesor obtenido de concreto asfáltico en el paso 4), menos el espesor mínimo de la capa de rodadura que se puede poner sobre una base reciclada en caliente que es 50mm.

El espesor de la base a reciclar es la diferencia entre el espesor a reciclar menos el espesor de la capa de rodadura existente.

El espesor total a reciclar es la suma del espesor de la capa de rodadura existente mas el espesor de la base a reciclar.

7) Obtención del espesor real de diseño descontando el espesor de la base granular existente que se va a reciclar que ya no aporta como volumen estructural del pavimento que se va a diseñar.

Tabla 6.12: Espesor real de diseño y espesores de reciclaje (en milímetros).

DESCRIPCIÓN	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
Espesor actual de la base	485.00	580.00	466.00
Espesor a reciclar de la base	165.72	121.26	136.91
Espesor remanente de la base	319.28	458.74	329.09
SN cooperante de la base	0.62	0.82	0.69
SN subrasante	8.20	7.70	7.40
SN de diseño	7.58	6.88	6.71
Espesor de diseño	362.55	116.35	124.25

8) Evaluación del período a transcurrir a partir de la deflexión característica, antes de que sea indispensable la colocación de un refuerzo en el pavimento.

Para el desarrollo de este paso nos ayudamos de las tablas y procedimiento que nos proporcionados por el Instituto de Asfalto.

Para el objeto es necesario calcular el parámetro  $N_r/N_o$ , conocido según el Instituto de Asfalto como el “factor de crecimiento”, que no debe confundirse con los factores de proyección calculados anteriormente en este trabajo.

Donde:

$N_r$ : Tránsito remanente (en ejes equivalentes).

$N_o$ : Tráfico actual (en ejes equivalentes).

El  $N_o$ , se calcula mediante un análisis de tráfico de la siguiente manera:

Tabla 6.13: Cálculo del número de ejes equivalentes del tráfico actual según Instituto de Asfalto

TRAMO 1				
Tipo de vehículo	Número de vehiculos	Fd	Factor de equivalencia	Ejes equivalentes
LIVIANOS CAMION 2	3,188,878	0.5	0.02	31,889
EJES CAMION 3	1,243,135	0.5	0.31	192,686
EJES CAMION 4	85,964	0.5	0.47	20,202
EJES CAMION 5	4,209	0.5	0.83	1,747
EJES CAMION 6	51,185	0.5	0.98	25,081
EJES	112,952	0.5	0.98	55,346
			No=	326,951
TRAMO 2				
Tipo de vehículo	Número de vehiculos	Fd	Factor de equivalencia	Ejes equivalentes
LIVIANOS CAMION 2	2,836,712	0.5	0.02	28,367
EJES CAMION 3	990,487	0.5	0.31	153,525
EJES CAMION 4	70,088	0.5	0.47	16,471
EJES CAMION 5	3,169	0.5	0.83	1,315
EJES CAMION 6	31,589	0.5	0.98	15,479
EJES	31,050	0.5	0.98	15,215
			No=	230,372
TRAMO 3				
Tipo de vehículo	Número de vehiculos	Fd	Factor de equivalencia	Ejes equivalentes
LIVIANOS CAMION 2	1,315,367	0.5	0.02	13,154
EJES CAMION 3	567,846	0.5	0.31	88,016
EJES CAMION 4	54,131	0.5	0.47	12,721
EJES CAMION 5	1,970	0.5	0.83	818
EJES CAMION 6	28,314	0.5	0.98	13,874
EJES	24,352	0.5	0.98	11,932
			No=	140,515



Mediante el gráfico propuesto por el Instituto de Asfalto y siguiendo el procedimiento de cálculo en hacer que la deflexión característica coincida con la admisible para usar esta gráfico, se obtiene los valores de Nr con lo que se calcula el “factor de crecimiento” esto se resume en la siguiente tabla:

Tabla 6.14: Presentación de Nr, No y Nr/No por tramos

TRAMO	Deflexion	Nr	No	Nr/No
TRAMO 1	0.65	3.00E+06	326,951	9.18
TRAMO 2	0.90	2.20E+06	230,372	9.55
TRAMO 3	1.38	1.40E+06	140,515	9.96

Conocido este parámetro se entra en la tabla 6.15, propuesta por el Instituto de Asfalto.

En la que  $r$  = tasa de crecimiento y el factor llamado de crecimiento según el Instituto de Asfalto se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Factor = \frac{(1+r)^n - 1}{r} \quad (6.11)$$

La tasa de crecimiento en nuestro proyecto esta alrededor del 1%, por lo que se pueden tomar los valores correspondientes a esta columna que se presenta en la tabla 6.15.

Con lo que se concluye que el número de años por transcurrir antes que sea necesario el refuerzo es de 9años para todos los tramos.

Se puede entonces Proponer realizar los refuerzos en los siguientes años:

- 2008
- 2015
- 2023

Tabla 6.15: Tabla de factores de crecimiento propuesta por el Instituto de Asfalto para la obtención del número de años a transcurrir antes de que sea necesario el refuerzo del pavimento.

FACTOR DE CRECIMIENTO							
Periodo de diseño (n años)	Crecimiento	Tasa de crecimiento anual, porcentaje					
		1	2	4	6	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.01	2.02	2.04	2.06	2.08	2.10
3	3.00	3.03	3.06	3.12	3.18	3.25	3.31
4	4.00	4.06	4.12	4.25	4.37	4.51	4.64
5	5.00	5.10	5.20	5.42	5.64	5.87	6.11
6	6.00	6.15	6.31	6.63	6.98	7.34	7.72
7	7.00	7.21	7.43	7.90	8.39	8.92	9.49
8	8.00	8.29	8.58	9.21	9.90	10.6	11.4
9	9.00	9.37	9.75	10.5	11.4	12.4	13.5
10	10.00	10.4	10.9	12.0	13.1	14.4	15.9
11	11.00	11.5	12.1	13.4	14.9	16.6	18.5
12	12.00	12.6	13.4	15.0	16.8	18.9	21.3
13	13.00	13.8	14.6	16.6	18.8	21.5	24.5
14	14.00	14.9	15.9	18.2	21.0	24.2	27.9
15	15.00	16.1	17.2	20.0	23.2	27.1	31.7
16	16.00	17.2	18.6	21.8	25.6	30.3	35.9
17	17.00	18.4	20.0	23.7	28.2	33.7	40.5
18	18.00	19.6	21.4	25.6	30.9	37.4	45.6
19	19.00	20.8	22.8	27.6	33.7	41.4	51.1
20	20.00	22.0	24.3	29.7	36.7	45.7	57.2
21	21.00	23.2	25.7	31.9	39.9	50.4	64.0
22	22.00	24.4	27.3	34.2	43.3	55.4	71.4
23	23.00	25.7	28.8	36.6	47.0	60.8	79.5
24	24.00	26.9	30.4	39.0	50.8	66.7	88.5

		7	2	8	2	6	0
		28.2	32.0	41.6	54.8	73.1	98.3
25	25.00	4	3	5	6	1	5

9) Cálculo del espesor de la base asfáltica:

Como nuestro objeto es mejorar la capacidad estructural y propiedades mecánicas de la base granular existente se colocará una base asfáltica cuyo espesor estará determinado por las relaciones de coeficientes estructurales de la carpeta de concreto asfáltico y de la base asfáltica y el número estructural de la subrasante.

Tabla 6.16: Tabla de espesores diseñados de base asfáltica y carpeta de concreto asfáltico en base a los coeficientes y números estructurales obtenidos.

TRAMO 1				
CAPA	Coefficiente estructural	Espesor (plg)	SN	Espesor (mm)
Carpeta de concreto asfáltico	0.46	4.58	2.11	11.63
Base asfáltica	0.30	14.87	4.46	37.76
Subrasante			6.57	

TRAMO 2				
CAPA	Coefficiente estructural	Espesor (plg)	SN	Espesor (mm)
Carpeta de concreto asfáltico	0.46	4.14	1.91	10.52
Base asfáltica	0.30	11.49	2.83	29.18
Subrasante			5.35	

TRAMO 3				
CAPA	Coefficiente estructural	Espesor (plg)	SN	Espesor (mm)
Carpeta de concreto asfáltico	0.46	4.14	1.91	10.52
Base asfáltica	0.30	12.70	3.81	32.26
Subrasante			5.72	

10) Periodificación de los recapeos

Como se ha previsto realizar los refuerzos en los años 2007, 2015 y 2023 es necesario encontrar los espesores de concreto asfáltico a colocar en estos períodos sobre la base asfáltica que se va a construir en el 2008; este parámetro para un mismo tramo está en relación con el número de ejes equivalentes que soportará en este período. De la misma manera que se ha realizado el proceso de cálculo para el diseño del pavimento en los tres tramos para el 2032, se ha calculado para el 2007, 2015 y 2023. En razón de que la base asfáltica colocada en el año 2007 se conservará durante los siguientes años considerados, tan solo se han restado los espesores de carpeta asfáltica correspondientes a los años anteriores de aquellos que se han obtenido en los diseños para los respectivos años posteriores, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 6.17: Diseño periodificado de los refuerzos por tramos

DISEÑO PERIODIFICADO			
TRAMO 1			
CAPA	2015	2023	2032
CARPETA	5.00	8.31	11.63
BASE ASFÁLTICA	37.76	37.76	37.76
TRAMO 2			
CAPA	2015	2023	2032
CARPETA	5.00	8.87	10.52
BASE ASFÁLTICA	29.18	29.18	29.18
TRAMO 3			
CAPA	2015	2023	2032
CARPETA	5.00	8.31	10.52
BASE ASFÁLTICA	32.26	32.26	32.26

Los incrementos del concreto asfáltico en todos los tramos, serán entonces de 5 centímetros en cada período inmediatamente anterior; esto es: la base asfáltica colocada en el 2007, más la carpeta existente en el año en el cual se realiza la rehabilitación. Los resultados quedan resumidos de la siguiente manera:

Tabla 6.18: Trabajos de rehabilitación a realizarse por tramos

TRAMO 1			
CAPA	2007	2015	2023
CARPETA	5	5	5
BASE ASFÁLTICA	37.76		
TRAMO 2			
CAPA	2007	2015	2023
CARPETA	5	5	5
BASE ASFÁLTICA	29.18		
TRAMO 3			
CAPA	2007	2015	2023
CARPETA	5	5	5
BASE ASFÁLTICA	32.26		

6.5.2 Análisis de fatiga de la carpeta asfáltica y deformaciones plásticas de la subrasante.

Para garantizar que el pavimento no vaya a fallar estructuralmente, es necesario verificar que no se sobrepase la deformación unitaria admisible de tensión radial en la capa de la base de concreto asfáltico ( $\epsilon_t$ ) y la deformación admisible unitaria de compresión en la subrasante. ( $\epsilon_v$ ).

Para conocer si las deformaciones admisibles no son rebasadas de sus límites se requiere conocer las deformaciones producidas por cada uno de los modelos de rehabilitación ( $\epsilon_v$  y  $\epsilon_t$ ), propuestos para los diferentes años incorporando los datos de

espesores y propiedades de los materiales de cada una de las capas tales como su módulo de elasticidad y coeficientes de Poisson en un programa de computador. Para este efecto se ha utilizado el programa BISAR, de Shell.

Una vez determinadas las deformaciones que aparecen con el diseño de la estructura propuesta ( $\epsilon_t$  y  $\epsilon_v$ ), se procede a determinar las deformaciones unitarias admisibles:

$$\epsilon_{vadm} = \epsilon_{vr} \left[ \frac{N_F}{N_A} \right]^{0.23} \quad (6.12)$$

$$\epsilon_{tadm} = \epsilon_{tr} \left[ \frac{N_F}{N_A} \right]^{0.23} \quad (6.13)$$

Donde;

$\epsilon_{vadm}$  = Deformación de compresión unitaria admisible en la subrasante.

$\epsilon_{tadm}$  = Deformación de tensión unitaria admisible en la base de la carpeta asfáltica.

$N_F$  = Tráfico en ejes equivalentes esperado hasta el año de rehabilitación.

$N_A$  = Tráfico en ejes equivalentes que se estima que ha soportado el pavimento desde su última rehabilitación de importancia.

Se debe comprobar aquí que:

$$\epsilon_{vr} < \epsilon_{vadm} \text{ y que :}$$

$$\epsilon_{tr} < \epsilon_{tadm}$$

Debe además determinar el Factor de daño acumulado (FDA), que permitirá conocer si se cuenta con la existencia de la vida residual del pavimento, para que ello suceda FDA deberá ser menor que uno.

El factor de daño acumulado aplicado a la capa asfáltica nos permite saber si el pavimento a causa del tráfico que circulará ha sido capaz de consumir totalmente la vida a la fatiga de la capa asfáltica, así un FDA=1 significará que el 100% de la vida a fatiga ha sido consumida en su totalidad.

De manera similar se entiende que se debe contar con un FDA <1 aplicado a la subrasante para prevenir el ahuellamiento prematuro de la subrasante.

El factor de daño acumulado se define mediante la siguiente ecuación:

$$FDA = \frac{N_F}{N_{adm}} \quad (6.14)$$

Donde:

$N_F$  = Tráfico en ejes equivalentes esperado hasta el año de rehabilitación.

$N_{ADM}$  = Tráfico admisible en ejes equivalentes que garantiza el buen comportamiento con en el criterio que se este considerando.

Se deduce que  $N_{ADM}$  se lo obtiene despejando N, de las ecuaciones que rigen el comportamiento de deformación unitaria y igualando:  $N = N_{ADM}$ .

Para establecer el factor de daño acumulado (FDA), es necesario determinar el tráfico que soportará la capa asfáltica y subrasante; para ello se definen las ecuaciones que rigen el comportamiento de deformación unitaria de tensión de la capa asfáltica (ev) y de compresión de la subrasante (et) las mismas que se presentan a continuación:

$$\varepsilon_v = 0.021 \times N^{-0.25} \quad (6.15)$$

$$\varepsilon_t = 0.00238 \times N^{-0.2} \quad (6.16)$$

Estas fórmulas deducidas según las recomendaciones de Shell.

A modo de ejemplo vamos a realizar la comprobación para el diseño de rehabilitación hasta el año 2032 del tramo 1 de la carretera en estudio:

1) Modelación de la capa ha evaluarse:

Tabla 6.19: Modelación de la capa para evaluar la no existencia de ahuellamiento de la subrasante y fatiga de las carpetas asfálticas.

TRAMO 1 (2032)			
CAPA	Espesor (cm)	Módulo de elasticidad (lb/plg <sup>2</sup> )	Coefficiente de Poisson
CARPETA ASFÁLTICA	15.00	482,579	0.3
BASE ASFÁLTICA	37.76	425,806	0.4
SUBBASE GRANULAR	31.928	21,290	0.4
SUBRASANTE		2,254	0.5

Debe convertirse en unidades adecuadas para ingresar datos en programa:

Tabla 6.20: La modelación de la tabla 6.19 con la conversión de unidades del Módulo de elasticidad en MPa.

TRAMO 1 (2032)
----------------



CAPA	Espesor (m)	Modulo de elasticidad (MPa)	Coefficiente de Poisson
CARPETA ASFÁLTICA	0.1500	3,327	0.3
BASE ASFÁLTICA	0.3776	2,936	0.4
SUBBASE GRANULAR	0.31928	147	0.4
SUBRASANTE		16	0.5

2) Con este modelo se introduce los datos en el programa BISAR de Shell:

a) Control del ahuellamiento de la Subrasante:

De donde se obtiene un  $\varepsilon_v=1.942E-05$ .

Entonces se calcula el  $\varepsilon_{vadm}$  con el  $N_f=31296561$  ejes equivalentes, esperado para el 2032 y con estos parámetros se puede calcular la deformación unitaria admisible de la subrasante:

$$\varepsilon_{vadm} = \varepsilon_{vr} \left[ \frac{N_F}{N_A} \right]^{0.23}$$

$$\varepsilon_{vadm} = 1.87E - 05 \times \left[ \frac{31,456,953}{1,145,783} \right]^{0.23} = 4.0061E - 05$$

$$\varepsilon_{vr} < \varepsilon_{vadm} \text{ OK.}$$

Ahora se comprueba el factor de daño acumulado (FDA):

$N_{ADM}$  se obtiene de la ecuación de comportamiento de la subrasante

$$\varepsilon_v = 0.021 \times N^{-0.25},$$

De donde:

$$N_{ADM_s} = \left( \frac{0.021}{\varepsilon_v} \right)^{1/0.25}$$

$$N_{ADM_s} = \left( \frac{0.021}{1.87E-05} \right)^{1/0.25} = 1.5904E+12$$

Entonces el FDA será:

$$FDA = \frac{N_F}{N_{adm}} = \frac{31,456,953}{1.5904E+12} = 1.9779E-05 < 1 \text{ OK.}$$

b) Control de fatiga de la capa asfáltica:

$$\varepsilon_t = 1.95E-05$$

$$\varepsilon_{tadm} = 1.95E-05 \times \left[ \frac{31,456,953}{1,145,783} \right]^{0.23} = 4.1775E-05$$

$$\varepsilon_{tr} < \varepsilon_{tadm} \text{ OK.}$$

$N_{ADM}$  se obtiene de la ecuación de comportamiento de la capa asfáltica:

$$\varepsilon_t = 0.00238 \times N^{-0.2},$$

De donde:

$$N_{ADM_t} = \left( \frac{0.00238}{\varepsilon_t} \right)^{1/0.25}$$

$$N_{ADM_t} = \left( \frac{0.0238}{1.95E-05} \right)^{1/0.25} = 2.7153E+10$$

$$FDA = \frac{N_F}{N_{adm}} = \frac{31,456,953}{2.7153E+10} = 1.1585E-03 < 1 \text{ OK.}$$

La comprobación del factor de daño acumulado (FDA) en función del ahuellamiento de la subrasante y de la fatiga en la capa asfáltica en los diferentes años de rehabilitación periodificada se resume en los siguientes cuadros:





### 6.5.3 Costos de la rehabilitación del pavimento:

Para estimar el costo de la rehabilitación se utiliza el concepto del valor presente neto es un método que convierte los gastos presentes y futuros en actuales su fórmula es la siguiente:

$$VP = F \times (1 + i)^n$$

Siendo:

F: La suma futura del dinero al final de n años

i: La tasa de descuento o de actualización.

La tasa de descuento o conocida también como de actualización se define como la diferencia entre la tasa de interés en el mercado y la inflación en dinero constante.

Los costos para la rehabilitación de la carretera en estudio, se referirán a los rubros de trabajo: base asfáltica y hormigón asfáltico para el recapeo de 5 centímetros en cada intervención. Para el objeto es necesario previamente determinar las áreas en las que se ejecutarán los indicados trabajos en base a las longitudes de los tramos en los que se ha dividido el proyecto y a las dimensiones de la calzada que no son uniformes a lo largo de su desarrollo, ya sea por el número y las diferencias en los anchos de los carriles que conforman la capa de rodadura, así como los anchos de los espaldones y bermas que complementan la calzada. Con este fin se ha elaborado el siguiente cuadro:

Tabla 6.23: Dimensiones y área de la calzada a intervenir.

TRAMO No 1: ALÓAG - PUENTE LATACUNGA				
DE	HASTA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	AREA (m <sup>2</sup> )
0+000	4+600	4,600	17.6	80,960
4+600	7+600	3,000	6.7	20,100
7+600	12+640	5,040	14	70,560
12+640	13+300	660	11	7,260
13+300	26+000	12,700	18	228,600
26+000	35+150	9,150	14	128,100
35+150	35+200	1,050	9.9	10,395
35+200	55+720	19,520	11	214,720
TOTAL		55,720		760,695
TRAMO No 2: PUENTE LATACUNGA – AMBATO				
DE	HASTA	LONGITUD	ANCHO	AREA
56+600	68+305	11,705	16.6	194,303
68+305	71+300	SALCEDO (TRAMO NO CONCESIONADO)		
71+300	72+600	1,300	18	23,400
72+600	73+250	650	9.2	5,980
73+250	80+100	6,850	18	123,300
80+100	88+500	8,400	18	151,200
88+500	105+700	PASO LATERAL (NO CONCESIONADO A PANAVIAL), AMBATO		
TOTAL		28,905		346,983
TRAMO No 3: YAMBO – RIOBAMBA				
DE	HASTA	LONGITUD	ANCHO	AREA
105+700	140+000	34,300	8	274,400
140+000	153+000	13,000	13	169,000
TOTAL		47,300	0	443,400

Tabla 6.24: Dimensiones por tramos que se considerarán en el cálculo de costos de los costos de rehabilitación.

TRAMO	AREA (m <sup>2</sup> )	Espesor base reciclada (m)	Volumen de base reciclada	Volumen de emulsión asfáltica para base	Volumen de riego de imprimación
1	760,695	0.165717	126,060	0.30	228,209
2	346,983	0.121261	42,075	0.30	104,095
3	443,400	0.136913	60,707	0.30	133,020

Tabla 6.25: Análisis de precios unitarios de capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de 5 centímetros de espesor.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA DE 5cm							
RUBRO						UNIDAD	M <sup>2</sup>
						REND(U/H)	400
Fecha	Marzo 2007					K (H/U)	0.00250
EQUIPOS	POTENCIA	NÚMERO	COSTO HORARIO		COSTO		
PLANTA ASFÁLTICA CEDARAPIS 85 TON	0	1	99.54		0.249		
PLANTA ELECTRICA 175KVA	260	1	25.57		0.064		
TERMINADORA DE ASFALTO BARBER-GREENE BG-210	107	1	77.80		0.195		
RODILLO VIBRATORIO LISO	107	1	25.50		0.064		
RODILLO NEUMATICO PS-100	77	1	31.25		0.078		
CARGADORA FRONTAL CAT 926E	110	1	22.13		0.055		
SUBTOTAL EQUIPOS						<b>0.704</b>	
MANO DE OBRA	OTROS	SALARIO BASICO	F.S.R.	NÚMERO	SALARIO	COSTO	
ACABADORA DE PAVIMENTO ASFÁLTICO	0.25	0.77	2.12	1.00	1.88	0.005	
PLANTA ASFÁLTICA	0.25	0.80	2.11	1.00	1.93	0.005	
CARGADORA FRONTAL	0.25	0.80	2.11	1.00	1.93	0.005	
RODILLO AUTOPROPULSADO	0.25	0.77	2.12	2.00	1.88	0.009	
AYUDANTE MAQUINARIA	0.25	0.73	2.13	2.00	1.80	0.009	
MAESTRO DE OBRA	0.25	0.74	2.12	1.00	1.83	0.005	
PEON	0.25	0.72	2.13	10.00	1.77	0.044	
SUBTOTAL MANO DE OBRA						<b>0.082</b>	
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		COSTO		
ASFALTO (ESMERALDAS)	Lts	7.20	0.30		2.146		
MATERIAL PARA CARPETA	M <sup>3</sup>	0.07	8.00		0.560		
DIESEL	Lts	1.50	0.24		0.362		
ADITIVO DE ADHERENCIA	Lts	0.07	2.88		0.200		
SUBTOTAL MANO DE OBRA						<b>3.267</b>	
TRANSPORTE	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/KM	CANTIDAD	COSTO		
ASFALTO (ESMERALDAS)	Lts	350	0.00	7.20	0.252		
MATERIAL PARA CARPETA	M <sup>3</sup>	15	0.18	0.07	0.190		
SUBTOTAL DE TRANSPORTE						<b>0.442</b>	
TOTAL COSTO DIRECTO						<b>4.495</b>	
GASTOS GENERALES					0.08	0.360	
IMPREVISTOS					0.08	0.360	
UTILIDADES					0.03	0.135	
IMPUESTOS					0.0241	0.129	
COSTO INDIRECTO						<b>0.983</b>	
PRECIO UNITARIO						5.478	
PRECIO OFERTADO						<b>5.48</b>	

Tabla 6.26: Análisis de precios unitarios de capa de base recuperada

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
RUBRO	CAPA DE BASE RECUPERADA						
UNIDAD	M <sup>3</sup>						
REND(U/H)	35						
K (H/U)	0.02857						
Fecha	Marzo 2007						
EQUIPOS		POTENCIA	NÚMERO	COSTO HORARIO		COSTO	
RECUPERADOR DE CAMINOS		0	1	80.00		2.286	
TANQUERO PARA EMULSIÓN ASFÁLTICA		210	2	15.21		0.869	
MOTONIVELADORA 130 G		135	1	26.91		0.769	
RODILLO VIBRATORIO LISO CS-431		107	1	25.50		0.729	
RODILLO NEUMATICO PS-100		77	1	31.25		0.893	
						0.000	
SUBTOTAL EQUIPOS						<b>5.545</b>	
MANO DE OBRA		OTROS	SALARIO BASICO	F.S.R.	NÚMERO	SALARIO	COSTO
RECICLADORA DE PAVIMENTO ASFÁLTICO		0.25	0.796	2.119	1.000	1.932	0.055
LICENCIA TIPO E		0.25	0.748	2.114	2.000	1.838	0.105
MOTONIVELADORA		0.25	0.796	2.114	2.000	1.932	0.110
RODILLO AUTOPROPULSADO		0.25	0.770	2.119	2.000	1.881	0.108
AYUDANTE MAQUINARIA		0.25	0.731	2.126	4.000	1.804	0.206
MAESTRO DE OBRA		0.25	0.743	2.123	1.000	1.828	0.052
PEON		0.25	0.716	2.129	10.000	1.773	0.507
SUBTOTAL MANO DE OBRA						<b>1.143</b>	
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		COSTO	
ASFALTO (ESMERALDAS)		Lts					
MATERIAL PARA CARPETA		M <sup>3</sup>					
DIESEL		Lts					
ADITIVO DE ADHERENCIA		Lts					
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.00	
TRANSPORTE		UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/KM	CANTIDAD	COSTO	
ASFALTO (ESMERALDAS)		Lts					
MATERIAL PARA CARPETA		M <sup>3</sup>					
SUBTOTAL DE TRANSPORTE						0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO						<b>6.688</b>	
GASTOS GENERALES					0.08	0.535	
IMPREVISTOS					0.03	0.201	
UTILIDADES					0.08	0.535	
IMPUESTOS					0.0241	0.192	
COSTO INDIRECTO						<b>1.463</b>	
PRECIO UNITARIO						<b>8.151</b>	
PRECIO OFERTADO						<b>8.15</b>	



Tabla 6.27: Análisis de precios unitarios de capa de asfalto RC para imprimación.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	Asfalto RC para imprimación					
UNIDAD	LTS					
REND(U/H)	600					
K (H/U)	0.00167					
Fecha	Marzo 2007					
EQUIPOS	POTENCIA	NÚMERO	COSTO HORARIO	COSTO		
DISTRIBUIDO DE ASFALTO	300	1	17.31	0.029		
ESCOBA AUTOPROPULSADA	76	1	6.72	0.011		
				<b>SUBTOTAL EQUIPOS 0.040</b>		
MANO DE OBRA	OTROS	SALARIO BASICO	F.S.R.	NÚMERO	SALARIO	COSTO
RECICLADORA DE PAVIMENTO ASFÁLTICO	0.25	0.770	2.119	1.000	1.881	0.003
LICENCIA TIPO E	0.25	0.770	2.119	1.000	1.881	0.003
MOTONIVELADORA	0.25	0.716	2.129	2.000	1.773	0.006
RODILLO AUTOPROPULSADO						
AYUDANTE MAQUINARIA						
MAESTRO DE OBRA						
PEON						
				<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA 0.012</b>		
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO		
ASFALTO (ESMERALDAS)	Lts	0.84	0.298	0.250		
MATERIAL PARA CARPETA	M <sup>3</sup>	0.21	0.241	0.051		
				<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA 0.301</b>		
TRANSPORTE	UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/KM	CANTIDAD	COSTO	
ASFALTO (ESMERALDAS)	Lts	350	0.0001	0.84	0.029	
	M <sup>3</sup>					
				<b>SUBTOTAL DE TRANSPORTE 0.029</b>		
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO 0.383</b>		
GASTOS GENERALES				0.08	0.031	
IMPREVISTOS				0.03	0.011	
UTILIDADES				0.08	0.031	
IMPUESTOS				0.0241	0.011	
COSTO INDIRECTO				<b>0.084</b>		
PRECIO UNITARIO				0.466		
PRECIO OFERTADO				<b>0.47</b>		

Tabla 6.28: Análisis de precios unitarios para emulsión asfáltica para base recuperada.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	Emulsión asfáltica para base					
UNIDAD	L					
REND(U/H)	3000					
K (H/U)	0.00033					
Fecha	Marzo 2007					
EQUIPOS			POTENCIA	NÚMERO	COSTO HORARIO	COSTO
SUBTOTAL EQUIPOS						<b>0.000</b>
MANO DE OBRA	OTROS	SALARIO BASICO	F.S.R.	NÚMERO	SALARIO	COSTO
SUBTOTAL MANO DE OBRA						<b>0</b>
MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
EMULSIÓN ASFÁLTICA			Lts	1.03	0.344	0.354
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.354
TRANSPORTE		UNIDAD	DISTANCIA	COSTO/KM	CANTIDAD	COSTO
EMULSIÓN ASFÁLTICA		Lts	110	0.0004	1.03	0.05
SUBTOTAL DE TRANSPORTE						0.05
TOTAL COSTO DIRECTO						<b>0.40</b>
GASTOS GENERALES					0.08	0.032
IMPREVISTOS					0.03	0.012
UTILIDADES					0.08	0.032
IMPUESTOS					0.0241	0.011
COSTO INDIRECTO						<b>0.087</b>
PRECIO UNITARIO						0.487
PRECIO OFERTADO						<b>0.49</b>

Tabla 6.29: Análisis de precios unitarios para capa de sello asfáltico (slurry)

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
RUBRO	Capa de sello de mortero asfáltico (slurry) Tipo II con polimero			
UNIDAD	M <sup>2</sup>			
REND(U/H)	196.078			
K (H/U)	0.00510			
Fecha	Abril 2007			
EQUIPOS	TARIFA	CANTIDAD	COSTO HORARIO	COSTO
ESCOBA AUTOPROPULSADA	6.72	1	6.72	0.0343
CAMION CISTERNA	15.21	1	15.21	0.0776
PAVIMENTADORA DE MORTERO ASFÁLTICO	77.8	1	77.80	0.3968
CARGADORA FRONTAL CAT926E	22.13	1	22.13	0.1129
HERRAMIENTA MENOR (% M.O.)	17.55	0.05	0.88	0.0045
SUBTOTAL EQUIPOS				<b>0.626</b>
MANO DE OBRA	JORNAL/H	CANTIDAD	COSTO HORARIO	COSTO
OP. BARREDORA AUTOPROPULSADA	1.88	1	1.88	0.0096
LICENCIA TIPO E	1.84	1	1.84	0.0094
MAESTRO DE OBRA	1.83	1	1.83	0.0093
PEÓN	1.77	4	7.08	0.0361
OP. CARGADORA FRONTAL	1.93	1	1.93	0.0098
OP. ACABADORA PAVIM. DE ASFALTO	1.88	1	1.88	0.010
SUBTOTAL EQUIPOS				<b>0.084</b>
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
EMULSIÓN TIPO CSS-1h(CON 3% DE POLIMERO)	Lt	2.0000	0.390	0.780
MATERIAL PARA SELLO	M <sup>3</sup>	0.0100	8.000	0.080
AGUA	M <sup>3</sup>	0.0003	3.00	0.001
CEMENTO	KG	0.2730	0.11	0.030
SUBTOTAL MATERIALES				<b>0.891</b>
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
EMULSIÓN TIPO CSS-1h(CON 3% DE POLIMERO)	Lt	200.0000	0.0001	0.020
MATERIAL PARA SELLO	M <sup>3</sup>	0.6100	0.2	0.122
SUBTOTAL DE TRANSPORTE				<b>0.142</b>
TOTAL COSTO DIRECTO				<b>1.743</b>
INDIRECTOS Y UTILIDAD				0.373
COSTO TOTAL DEL RUBRO				2.116
PRECIO OFERTADO				<b>2.12</b>

Tabla 6.30: Precios unitarios en base a la evaluación de costos por rubros.

Rubros	Precio unitario (US.D)	Unidad de medida
Carpeta de 5cm de concreto asfáltico	5.48	m2
Base recuperada	8.15	m3
Asfalto para imprimación	0.47	Lt
Emulsión asfáltica para base	0.49	Lt
Slurry	2.12	m2

Tabla 6.31: Cantidades de material asfáltico por rubro de trabajo.

Materiales	Cantidad por unidad de rubro	Unidad
Cantidad de riego para Imprimación	0.3	Lt/m2
Cantidad de emulsión asfáltica	100	Lt/m3

Tabla 6.32: Costos totales de la rehabilitación para año 2008 en US.D.

Descripción	Base recuperada	Emulsión asfáltica para base	Riego para imprimación	Concreto asfáltico 5cm	Lechada con Slurry	Costo Total
TRAMO 1	1,027,526	6,139,555	106,397	4,167,058	1,673,529	13,114,066
TRAMO 2	342,960	2,049,213	48,532	1,900,760	763,363	5,104,827
TRAMO 3	494,829	2,956,642	62,017	2,428,928	975,480	6,917,897

Tabla 6.33: Costos de refuerzos futuros por tramos en US.D.

Descripción	2015	2023
TRAMO 1	4,167,058	4,167,058
TRAMO 2	1,900,760	1,900,760
TRAMO 3	2,428,928	2,428,928

Tabla 6.34: Costo por tramos de mantenimiento rutinario futuro con slurry en US.D.

Descripción	2013	2018	2023	2028
TRAMO 1	1,673,529	1,673,529	1,673,529	1,673,529
TRAMO 2	763,363	763,363	763,363	763,363
TRAMO 3	975,480	975,480	975,480	975,480

Tabla 6.35: Costos totales por años en US.D.

COSTOS TOTALES POR AÑOS						
Descripción	2008	2013	2015	2018	2023	2028
TRAMO 1	13,114,066	1,673,529	4,167,058	1,673,529	1,673,529	1,673,529
TRAMO 2	5,104,827	763,363	1,900,760	763,363	763,363	763,363
TRAMO 3	6,917,897	975,480	2,428,928	975,480	975,480	975,480

Tabla 6.36: Determinación del valor presente neto (tasa de actualizacion =12%)

Año	Número de año de rehabilitación	Factor $(1+i)^n$	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
2008	0	1	13,114,066	5,104,827	6,917,897
2013	5	0,567426856	949,605	433,153	553,514
2015	7	0,452349215	1,884,966	859,807	1,098,724
2018	10	0,321973237	538,832	245,782	314,078
2023	15	0,182696261	305,747	178,217	178,217
2028	20	0,103666765	173,489	79,135	101,125
TOTAL			16,966,705	6,900,921	9,163,555

## CAPITULO VII

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones:

- 1) En el estudio realizado, se ha logrado determinar los factores de crecimiento del del tráfico promedio diario anual (TPDA) partiendo de la información estadística del tramo de la carretera del grupo número 2: Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba concesionado a PANAVIAL, obtenida en las estaciones de peaje de Machachi, Panzaleo, San Andrés, así como en los registros históricos de el tráfico, población y consumo de combustibles en las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, proporcionados por el INEN y PETROCOMERCIAL y completar la información para obtener los factores de ajuste de tráfico horario mediante la ejecución de conteos manuales en sitios estratégicamente ubicados para poder ser correlacionados con la información de las estaciones de peaje.
- 2) Se han efectuado visitas a las estaciones de peaje instaladas por PANAVIAL en el tramo estudiado, que ha permitido conocer el proceso de operación, del cual se obtienen los volúmenes de tráfico preclasificado, que luego se procesa estadísticamente para poder hacer el análisis correspondiente del mismo con el fin de lograr obtener los factores de mayoración (factores de proyección) del tráfico que circula por esta carretera.
- 3) En base a las proyecciones para el tráfico futuro traducidas en ejes equivalentes acumulados y a las propiedades mecanicas de las capas constituyentes del pavimento existente y de la subrasante, se ha obtenido un planteamiento general de rehabilitación de la carretera hasta el año 2032, para los tres tramos en que ha

dividido el proyecto estudiado, a fin de soportar las demandas del tráfico proyectado para el año indicado.

- 4) Se han obtenido los TPDA proyectados para los años futuros hasta el 2032 de cada uno de los tramos en los que se ha subdividido la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba, obteniendo de esta manera una fuente de datos importante para futuros análisis de tráfico que se realicen en esta vía.
- 5) Se ha propuesto una alternativa de rehabilitación de pavimento existente, basándonos principalmente en los resultados de las proyecciones de tráfico obtenidas en este trabajo y ayudando con los datos existentes de la carretera y de los datos de evaluación no destructiva emitidos por el informe de mediciones estructurales y funcionales de la carretera Panamericana, realizadas por las consultoras PROTECVIA Cia Ltda.e INEXTEC, así como por las observaciones visuales realizadas en los tramos estudiados.
- 6) Se han diseñado los refuerzos de base asfáltica y capa de rodadura dentro de la propuesta de rehabilitación basados en las herramientas de diseño proporcionadas por la AASHTO, el Instituto del Asfalto y Shell, de cuya aplicación se han obtenido resultados que han sido comprobados que no sobrepasen sus deformaciones unitarias de compresión y tracción producidas por las estructuras nueva y existente, confirmando de esta manera que no existirán problemas de ahuellamiento de la subrasante ni fatiga de los materiales en la carpeta asfáltica respectivamente, esta comprobación se ha logrado realizar por medio del programa BISAR de Shell.

- 7) Se ha propuesto en la rehabilitación de los pavimentos una alternativa periodificada, en la cual se considera que en el año 2008 se proceda a realizar una reconstrucción, recuperando mediante reciclaje la carpeta y parte de la base granular existentes, reemplazándolas con una base asfáltica (recuperada con emulsión), sobre la cual irá una capa de hormigón asfáltico mezclado en planta en caliente, de 5 centímetros de espesor, que será reforzada en los años 2015 y 2023, con sendas capas similares que soportarán el tráfico hasta el año 2032, considerado como final de la vida útil de diseño. En los períodos intermedios se colocará una capa de mortero asfáltico, tipo slurry seal y se realizará el mantenimiento rutinario de la carretera.
  
- 8) Se ha obtenido costos de la rehabilitación de los pavimentos propuesta así como del mantenimiento de la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba, los mismos que han sido calculados en base a las cantidades de obra obtenidas de las dimensiones, longitudinales y transversales de los diferentes tramos y considerando los espesores que tendrán los diferentes rubros previstos para las intervenciones que se realizarán en la calzada. Los precios unitarios para las intervenciones que se realizarán en la calzada. Los precios unitarios para estos rubros, se los ha obtenido del departamento de costos del Ministerio de Transporte y Obras Públicas y el valor final de la rehabilitación se ha determinado, utilizando el concepto de valor presente neto con el cual se obtiene los costos actualizados.



## 7.2 Recomendaciones:

1) Es recomendable aumentar el ancho de la calzada de la carretera en varios tramos de la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba en los sectores en los cuales la vía se reduce tan solo a dos carriles de circulación, como por ejemplo los tramos Puente Jambelí, Salcedo-Panzaleo y Ambato-Mocha-San Andrés, incluyendo sus accesos, pues en estos sitios disminuye la capacidad de la carretera, llevándola a niveles de servicio de tipo C, D y E, en los que el flujo vehicular se torna lento y forzado en las horas de máxima demanda de tráfico particularmente en los fines de semana y en los días festivos y feriados en los que se producen inclusive congestionamientos en la circulación vehicular.

2) Previa a la aplicación de los refuerzos de base asfáltica y capa de rodadura que se han propuesto en este estudio, para que sean realizados en los años 2015 y 2023, es necesario que se realicen pruebas de ensayos no destructivos, a fin de determinar las deflexiones existentes que permitan predecir el comportamiento presente y futuro de la estructura del pavimento.

3) Para conservar la estructura del pavimento y evitar que la capa de rodadura no llegue a presentar grietas o fisuras causantes de la introducción del agua y otros agentes contaminantes a las capas inferiores, ocasionando cambios mecánicos en las mismas, se recomienda realizar los tratamientos superficial previsto, mediante la colocación del mortero asfáltico (slurry seal) en los períodos intermedios entre los refuerzos que constan en la propuesta del presente estudio y realizar restauraciones menores, como sellos de fisuras y bacheos cuando sean necesarios, pues estos

tratamientos preventivos significan menores costos en la etapa de rehabilitación de los pavimentos.

- 4) Considerando que la presencia del agua es uno de los factores que más contribuyen a la destrucción de los pavimentos, es necesario que permanentemente se realice la limpieza de las alcantarillas y de las cunetas tanto de vía como las de coronación, a fin de lograr fluidez en la evacuación del agua superficial y de las provenientes de cuencas definidas. Estos trabajos forman parte del mantenimiento rutinario de la carretera.
- 5) Siendo el peaje es un buen sistema de recaudación necesaria para la conservación de la carretera, es muy probable que con el tráfico proyectado, si se mantiene las condiciones actuales de cobro el sistema llegue a saturarse. Por lo es recomendable que ha futuro se adopten procedimientos acordes con la moderna tecnología como es el telepeaje, que agilizará las recaudaciones sin necesidad de que los vehículos se detengan totalmente.
- 6) Se recomienda a la concesionaria PANAVIAL, registrar estadísticamente los volúmenes horarios del tráfico, puesto que su análisis puede ayudar a tener mejores predicciones de volúmenes futuros de tráfico que permitirán optimizarlos estudios, análisis y diseños para la rehabilitación o reconstrucción futura de los pavimentos de la carretera Alóag-Latacunga-Ambato-Riobamba.

## BIBLIOGRAFIA:

- Alfonso Montejo Ingeniería de pavimentos para carreteras. (2001), segunda edición. Bogotá-Colombia. Ediciones y publicaciones de la Universidad Católica de Colombia.
- Asociación Mexicana de caminos. Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito. (1971). México.
- Cal y Mayor Rafael y Cárdenas Grisales James (1995). Ingeniería de Tránsito. Séptima edición. Cali-Colombia, Editorial Alfaomega.
- Concesionaria PANAVIAL-Ministerio de Obras Públicas. Estudio Geotécnico para diseño de pavimento. Utilización de base de concreto asfáltico reciclado (1998).
- Concesionaria Panavial Informe General de Operación. (Informes 2003-2005).
- Dirección de Planificación, Departamento de Estadística del Ministerio de Obras Públicas, Estadísticas de Transporte en el Ecuador (2004). Quito-Ecuador.
- INETEX CIA LTDA. PANAVIAL S.A. Ministerio de Obras Públicas. Informe de Ingeniería sobre medición de parámetros estructurales y funcionales de la carretera Panamericana tramo: Rumichaca-Riobamba (2006).
- Johanes F. Métodos Estadísticos de la Ingeniería de Tránsito (1975). México. Dpto. de Ingeniería Civil de la Universidad del Estado de Ohio.
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. Curso De Ingeniería De Tráfico (1979) .Primera edición. Quito-Ecuador. Sociedad Argentina de estudios.
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones MOP-001-F (2002). Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.

- Ministerio de Transporte de Colombia. Guía metodológica para el diseño de rehabilitación de pavimentos asfálticos (2002). Bogotá-Colombia. Instituto Nacional de Vías.
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones MOP-001-E. Manual de Diseño de Carreteras MOP-001-E. (1974). Quito. Acesoria Técnica Cía Ltda.
- Ministerio de Obras Públicas, Nuevos procesos de Gestión Vial (2005). Quito-Ecuador, editor: Ricardo Andrade.
- PROTECVIA. Informe de evaluación y diseño de rehabilitación del pavimento del proyecto de la carretera Puente Jambelí-Entrada al Chasqui-Latacunga (1996).
- Valdez Gonzáles Roldán. Ingeniería de Tráfico (1978), segunda edición. Madrid.
- William W. Hay. Ingeniería de Transporte. (1983), primera edición. México.Limusa.