

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

“DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LOS
VEHÍCULOS DE TRANSPORTE PÚBLICO DEL DISTRITO
METROPOLITANO DE QUITO”

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO

Christian Alejandro Andrade C.
Fausto Francisco Loyo Pacheco

SANGOLQUÍ – ECUADOR

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LOS VEHÍCULOS DE TRANSPORTE PÚBLICO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO” fue realizado en su totalidad por los señores Christian Alejandro Andrade C. y Fausto Francisco Loyo Pacheco, como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero Mecánico.

Ing. Alexis Ortiz A.
Director del Proyecto

Ing. Pablo Viteri B.
Codirector del Proyecto

Sangolquí, Marzo del 2005

LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO

“DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LOS VEHÍCULOS DE
TRANSPORTE PÚBLICO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE
QUITO”

ELABORADO POR:

Sr. Christian A. Andrade C.

Sr. Fausto F. Loyo P.

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

DECANO

Sangolquí, Marzo del 2005

DEDICATORIA

A todas aquellas personas que hicieron posible la realización de esta tesis, mis padres, hermanos, familiares y amigos, simplemente les quiero decir que muchas gracias y que lo logre por el empuje y confianza que tuvieron en mi.

Fausto Loyo P.

A mi madre y mi tía, pilares fundamentales en mi formación.

A cada uno de mis familiares que con su cariño y consejo han contribuido a hacer de mí el hombre que hoy soy.

A mis amigos y compañeros que con su amistad y experiencia han enriquecido mi vida.

Al Ing. Alexis Ortiz excepcional maestro y leal amigo, sin cuya paciencia y guía este proyecto no hubiera sido posible.

A todas aquellas personas que de manera desinteresada han dado un poco de luz a mis momentos de oscuridad.

Christian Andrade C.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre quien ha sido mi amiga, quien ha sabido darme el empuje para que pueda salir adelante, a mi padre y hermanos por su guía y consejo en los momentos indicados.

Fausto Loyo P.

A mi madre y mi tía por cada minuto de sacrificio y esfuerzo empelado en convertirme en un hombre de bien.

Christian Andrade C.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CONTENIDOS:

Pág.

CAPÍTULO I

Generalidades

1.1. Antecedentes.	27
1.2. Justificación.	27
1.3. Objetivos.	28
1.3.1. Objetivo general.	28
1.3.2. Objetivos específicos.	29
1.4. Alcance del proyecto.	29

CAPÍTULO II

Gestión de Datos e Información

2.1. Base de datos.	31
2.2. Caracterización del parque automotor del transporte público del Distrito Metropolitano de Quito.	31
2.3. Determinación del vehículo Característico.	32
2.3.1. Transporte Escolar.	32
2.3.1.1. Buses.	32
2.3.1.2. Furgonetas.	35
2.3.2. Taxis.	38
2.3.3. Buses Interparroquiales.	44
2.3.4. Transporte Urbano.	45
2.3.4.1. Buses Urbanos.	46
2.3.4.2. Buses Articulados.	48
2.3.4.3. Trolebuses.	48
2.3.5. Transporte de carga.	49
2.3.5.1. Camionetas.	49
2.3.5.2. Camiones de hasta 7.5 ton.	54
2.4. Datos estadísticos de los vehículos relacionados con el servicio de transporte público	57

2.5. Características de operación y mantenimiento de los vehículos de servicio de transporte.	60
--	----

CAPÍTULO III

Estudio Técnico

3.1. Parámetros de análisis.	61
3.1.1. Sistema eléctrico y encendido.	61
3.1.2. Sistema de frenos.	62
3.1.3. Sistema de suspensión.	62
3.1.4. Sistema de dirección.	62
3.1.5. Sistema motriz.	63
3.1.5.1. Subsistema motor.	63
3.1.5.2. Subsistema admisión – escape.	63
3.1.5.3. Subsistema de enfriamiento.	63
3.1.5.4. Subsistema de transmisión.	63
3.2. Determinación de los kilometrajes de vida útil de los vehículos característicos.	64
3.2.1. Transporte Escolar.	64
3.2.1.1. Buses.	64
3.2.1.2. Furgonetas.	69
3.2.2. Taxis.	78
3.2.3. Buses Interparroquiales.	88
3.2.4. Transporte Urbano.	94
3.2.4.1. Buses Urbanos.	94
3.2.4.2. Buses Articulados.	101
3.2.4.3. Trolebuses.	107
3.2.5. Transporte de carga.	112
3.2.5.1. Camionetas.	112
3.2.5.2. Camiones de hasta 7.5 ton.	122

CAPITULO IV

Análisis Económico

4.1. Análisis económico – técnico de los costos de mantenimiento y operación.	129
--	-----

4.1.1. Parámetros de análisis a partir de costos de mantenimiento.	129
4.1.2. Determinación de la depreciación del vehículo.	129
4.1.2.1. Elaboración de ecuaciones.	129
4.1.2.2. Elaboración de curvas.	130

CAPITULO V

Determinación de la Vida Útil

5.1. Determinación de la vida útil del transporte público en el Distrito Metropolitano de Quito.	149
5.1.1. Transporte Escolar.	149
5.1.1.1. Buses.	149
5.1.1.2. Furgonetas.	150
5.1.2. Taxis.	152
5.1.3. Buses Interparroquiales.	153
5.1.4. Transporte Urbano.	154
5.1.4.1. Buses Urbanos.	154
5.1.4.2. Buses Articulados.	155
5.1.4.3. Trolebuses.	156
5.1.5. Transporte de carga.	158
5.1.5.1. Camionetas.	158
5.1.5.2. Camiones de hasta 7.5 ton.	159

CAPÍTULO VI

Conclusiones y Recomendaciones

6.1. Conclusiones.	161
6.2. Recomendaciones.	164

LISTADO DE TABLAS:

Tabla 2.1 Clasificación de vehículos marca: Hino por año de fabricación.

Tabla 2.2 Clasificación de vehículos marca: Chevrolet por año de fabricación.

Tabla 2.3 Clasificación de vehículos marca: Kia por año de fabricación.

Tabla 2.4 Clasificación de vehículos marca: Hyundai por año de fabricación.

Tabla 2.5 Clasificación de vehículos marca: Toyota por año de fabricación.

Tabla 2.6 Clasificación de vehículos marca: Hyundai por año de fabricación.

Tabla 2.7 Clasificación de vehículos marca: Daewoo por año de fabricación.

Tabla 2.8 Clasificación de vehículos marca: Nissan por año de fabricación.

Tabla 2.9 Clasificación de vehículos marca: Chevrolet por año de fabricación.

Tabla 2.10 Clasificación de vehículos marca: Hino por año de fabricación.

Tabla 2.11 Clasificación de vehículos marca: Chevrolet por año de fabricación.

Tabla 2.12 Clasificación de vehículos marca: Hino por año de fabricación.

Tabla 2.13 Clasificación de vehículos marca: Chevrolet por año de fabricación.

Tabla 2.14 Clasificación de vehículos marca: Mercedes Benz por año de fabricación.

Tabla 2.15 Clasificación de vehículos marca: Mazda por año de fabricación.

Tabla 2.16 Clasificación de vehículos marca: Chevrolet por año de fabricación.

Tabla 2.17 Clasificación de vehículos marca: Toyota por año de fabricación.

Tabla 2.18 Clasificación de vehículos marca: Ford por año de fabricación.

Tabla 2.19 Clasificación de vehículos marca: Chevrolet por año de fabricación.

Tabla 2.20 Clasificación de vehículos marca: Toyota por año de fabricación.

Tabla 2.21 Clasificación de vehículos marca: Daihatsu por año de fabricación.

Tabla 2.22 Clasificación de vehículos marca: Hino por año de fabricación.

Tabla 2.23 Número de encuestas.

Tabla 2.24 Recorrido vs. Tiempo

Transporte Escolar: Buses escolar

Tabla 3.1 Costos mantenimiento preventivo 4000 Km.

Tabla 3.2 Costos mantenimiento preventivo 8000 Km.

Tabla 3.3 Costos mantenimiento preventivo 12000 Km.

Tabla 3.4 Costos mantenimiento preventivo 24000 Km.

Tabla 3.5 Costos mantenimiento preventivo 28000 Km.

Tabla 3.6 Costos mantenimiento preventivo 56000 Km.

Tabla 3.7 Costos mantenimiento preventivo 76000 Km.

Tabla 3.8 Costos mantenimiento preventivo 84000 Km.

Tabla 3.9 Costos mantenimiento preventivo 152000 Km.

Tabla 3.10 Costos mantenimiento preventivo 168000 Km.

Tabla 3.11 Costos mantenimiento preventivo 228000 Km.

Transporte Escolar: Furgonetas

Tabla 3.12 Vida útil del sistema eléctrico en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.13 Vida útil del sistema de encendido en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.14 Vida útil del sistema de arranque en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.15 Vida útil del sistema de frenos en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.16 Vida útil del sistema de suspensión en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.17 Vida útil del sistema de dirección en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.18 Vida útil del subsistema de enfriamiento en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.19 Vida útil del sistema motor en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.20 Vida útil del subsistema de admisión y escape en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.21 Vida útil del subsistema de transmisión en Kilómetros con sus costos.

Taxis

Tabla 3.22 Vida útil del sistema eléctrico en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.23 Vida útil del sistema de encendido en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.24 Vida útil del sistema de arranque en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.25 Vida útil del sistema de frenos en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.26 Vida útil del sistema de suspensión en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.27 Vida útil del sistema de dirección en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.28 Vida útil del subsistema de enfriamiento en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.29 Vida útil del sistema motor en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.30 Vida útil del subsistema de admisión y escape en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.31 Vida útil del subsistema de transmisión en Kilómetros con sus costos.

Buses Interparroquial

Tabla 3.32 Costos mantenimiento preventivo 4000 Km.

Tabla 3.33 Costos mantenimiento preventivo 8000 Km.

Tabla 3.34 Costos mantenimiento preventivo 12000 Km.

Tabla 3.35 Costos mantenimiento preventivo 24000 Km.

Tabla 3.36 Costos mantenimiento preventivo 32000 Km.

Tabla 3.37 Costos mantenimiento preventivo 36000 Km.

Tabla 3.38 Costos mantenimiento preventivo 40000 Km.

Tabla 3.39 Costos mantenimiento preventivo 60000 Km.

Tabla 3.40 Costos mantenimiento preventivo 96000 Km.

Tabla 3.41 Costos mantenimiento preventivo 100000 Km.

Tabla 3.42 Costos mantenimiento preventivo 120000 Km.

Tabla 3.43 Costos mantenimiento preventivo 160000 Km.

Tabla 3.44 Costos mantenimiento preventivo 200000 Km.

Tabla 3.45 Costos mantenimiento preventivo 300000 Km.

Tabla 3.46 Costos mantenimiento preventivo 312000 Km.

Tabla 3.47 Costos mantenimiento preventivo 480000 Km.

Tabla 3.48 Costos mantenimiento preventivo 600000 Km.

Transporte Urbano: Buses Urbanos

Tabla 3.49 Costos mantenimiento preventivo 4000 Km.

Tabla 3.50 Costos mantenimiento preventivo 8000 Km.

Tabla 3.51 Costos mantenimiento preventivo 12000 Km.

Tabla 3.52 Costos mantenimiento preventivo 24000 Km.

Tabla 3.53 Costos mantenimiento preventivo 32000 Km.

Tabla 3.54 Costos mantenimiento preventivo 36000 Km.

Tabla 3.55 Costos mantenimiento preventivo 40000 Km.

Tabla 3.56 Costos mantenimiento preventivo 60000 Km.

Tabla 3.57 Costos mantenimiento preventivo 96000 Km.

Tabla 3.58 Costos mantenimiento preventivo 100000 Km.

Tabla 3.59 Costos mantenimiento preventivo 120000 Km.

- Tabla 3.60** Costos mantenimiento preventivo 160000 Km.
Tabla 3.61 Costos mantenimiento preventivo 200000 Km.
Tabla 3.62 Costos mantenimiento preventivo 300000 Km.
Tabla 3.63 Costos mantenimiento preventivo 312000 Km.
Tabla 3.64 Costos mantenimiento preventivo 480000 Km.
Tabla 3.65 Costos mantenimiento preventivo 600000 Km.

Transporte Urbano: Buses Articulados

- Tabla 3.66** Costos mantenimiento preventivo 4000 Km.
Tabla 3.67 Costos mantenimiento preventivo 8000 Km.
Tabla 3.68 Costos mantenimiento preventivo 12000 Km.
Tabla 3.69 Costos mantenimiento preventivo 24000 Km.
Tabla 3.70 Costos mantenimiento preventivo 32000 Km.
Tabla 3.71 Costos mantenimiento preventivo 36000 Km.
Tabla 3.72 Costos mantenimiento preventivo 40000 Km.
Tabla 3.73 Costos mantenimiento preventivo 60000 Km.
Tabla 3.74 Costos mantenimiento preventivo 96000 Km.
Tabla 3.75 Costos mantenimiento preventivo 100000 Km.
Tabla 3.76 Costos mantenimiento preventivo 120000 Km.
Tabla 3.77 Costos mantenimiento preventivo 160000 Km.
Tabla 3.78 Costos mantenimiento preventivo 200000 Km.
Tabla 3.79 Costos mantenimiento preventivo 300000 Km.
Tabla 3.80 Costos mantenimiento preventivo 312000 Km.
Tabla 3.81 Costos mantenimiento preventivo 480000 Km.
Tabla 3.82 Costos mantenimiento preventivo 600000 Km.

Transporte Urbano: Trolebús

- Tabla 3.83** Mantenimiento preventivo 5000 Km.
Tabla 3.84 Mantenimiento preventivo 20000 Km.
Tabla 3.85 Mantenimiento preventivo 50000 Km.
Tabla 3.86 Mantenimiento preventivo 100000 Km.
Tabla 3.87 Mantenimiento preventivo 150000 Km.

Transporte de Carga: Camionetas

Tabla 3.88 Vida útil del sistema eléctrico en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.89 Vida útil del sistema de encendido en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.90 Vida útil del sistema de arranque en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.91 Vida útil del sistema de frenos en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.92 Vida útil del sistema de suspensión en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.93 Vida útil del sistema de dirección en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.94 Vida útil del subsistema de enfriamiento en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.95 Vida útil del sistema motor en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.96 Vida útil del subsistema de admisión y escape en Kilómetros con sus costos.

Tabla 3.97 Vida útil del subsistema de transmisión en Kilómetros con sus costos.

Transporte Urbano: Camiones hasta 7,5 ton.

Tabla 3.98 Costos mantenimiento preventivo 4000 Km.

Tabla 3.99 Costos mantenimiento preventivo 8000 Km.

Tabla 3.100 Costos mantenimiento preventivo 12000 Km.

Tabla 3.101 Costos mantenimiento preventivo 24000 Km.

Tabla 3.102 Costos mantenimiento preventivo 32000 Km.

Tabla 3.103 Costos mantenimiento preventivo 36000 Km.

Tabla 3.104 Costos mantenimiento preventivo 40000 Km.

Tabla 3.105 Costos mantenimiento preventivo 60000 Km.

Tabla 3.106 Costos mantenimiento preventivo 96000 Km.

Tabla 3.107 Costos mantenimiento preventivo 100000 Km.

Tabla 3.108 Costos mantenimiento preventivo 120000 Km.

Tabla 3.109 Costos mantenimiento preventivo 160000 Km.

Tabla 3.110 Costos mantenimiento preventivo 200000 Km.

Tabla 3.111 Costos mantenimiento preventivo 300000 Km.

Tabla 3.112 Costos mantenimiento preventivo 312000 Km.

Tabla 3.113 Costos mantenimiento preventivo 480000 Km.

Tabla 3.114 Costos mantenimiento preventivo 600000 Km.

LISTADO DE GRAFICAS:

Transporte Escolar: Furgoneta (Microbús)

Figura 3.1 Gráfico de evolución del costo del sistema eléctrico.

Figura 3.2 Gráfico de evolución del costo del sistema de encendido.

Figura 3.3 Gráfico de evolución del costo del sistema de arranque.

Figura 3.4 Gráfico de evolución del costo del sistema de frenos.

Figura 3.5 Gráfico de evolución del costo del sistema de suspensión.

Figura 3.6 Gráfico de evolución del costo del sistema de la dirección.

Figura 3.7 Gráfico de evolución del costo del subsistema de enfriamiento.

Figura 3.8 Gráfico de evolución del costo del sistema motor.

Figura 3.9 Gráfico de evolución del costo del subsistema de admisión y escape.

Figura 3.10 Gráfico de evolución del costo del subsistema de transmisión.

Taxi

Figura 3.11 Gráfico de evolución del costo del sistema eléctrico.

Figura 3.12 Gráfico de evolución del costo del sistema de encendido.

Figura 3.13 Gráfico de evolución del costo del sistema de arranque.

Figura 3.14 Gráfico de evolución del costo del sistema de frenos.

Figura 3.15 Gráfico de evolución del costo del sistema de suspensión.

Figura 3.16 Gráfico de evolución del costo del sistema de la dirección.

Figura 3.17 Gráfico de evolución del costo del subsistema de enfriamiento.

Figura 3.18 Gráfico de evolución del costo del sistema motor.

Figura 3.19 Gráfico de evolución del costo del subsistema de admisión y escape.

Figura 3.20 Gráfico de evolución del costo del subsistema de transmisión.

Transporte de Carga: Camioneta

Figura 3.21 Gráfico de evolución del costo del sistema eléctrico.

Figura 3.22 Gráfico de evolución del costo del sistema de encendido.

Figura 3.23 Gráfico de evolución del costo del sistema de arranque.

Figura 3.24 Gráfico de evolución del costo del sistema de frenos.

Figura 3.25 Gráfico de evolución del costo del sistema de suspensión.

Figura 3.26 Gráfico de evolución del costo del sistema de la dirección.

Figura 3.27 Gráfico de evolución del costo del subsistema de enfriamiento.

Figura 3.28 Gráfico de evolución del costo del sistema motor.

Figura 3.29 Gráfico de evolución del costo del subsistema de admisión y escape.

Figura 3.30 Gráfico de evolución del costo del subsistema de transmisión.

Transporte Escolar: Bus escolar

Figura 4.1 Costo de mantenimiento vs. kilometraje.

Figura 4.2 Costo de mantenimiento en kilómetros vs. kilometraje.

Figura 4.3 Costo acumulado de mantenimiento vs. kilometraje.

Figura 4.4 Depreciación en kilómetros vs. kilometraje.

Transporte Escolar: Furgonetas

Figura 4.5 Costo de mantenimiento vs. kilometraje.

Figura 4.6 Costo de mantenimiento por kilómetros vs. kilometraje.

Figura 4.7 Costo acumulado de mantenimiento vs. kilometraje.

Figura 4.8 Depreciación por kilómetros vs. kilometraje.

Taxis

Figura 4.9 Costo de mantenimiento vs. kilometraje.

Figura 4.10 Costo de mantenimiento por kilómetros vs. kilometraje.

Figura 4.11 Costo acumulado de mantenimiento vs. kilometraje.

Figura 4.12 Depreciación por kilómetros vs. kilometraje.

Buses Interparroquiales

Figura 4.13 Costo de mantenimiento vs. kilometraje.

Figura 4.14 Costo de mantenimiento por kilómetros vs. kilometraje.

Figura 4.15 Costo acumulado de mantenimiento vs. kilometraje.

Figura 4.16 Depreciación por kilómetros vs. kilometraje.

Transporte Urbano: Buses Urbanos

Figura 4.17 Costo de mantenimiento vs. kilometraje.

Figura 4.18 Costo de mantenimiento por kilómetros vs. kilometraje.

Figura 4.19 Costo acumulado de mantenimiento vs. kilometraje.

Figura 4.20 Depreciación por kilómetros vs. kilometraje.

Transporte Urbano: Buses Articulados

Figura 4.21 Costo de mantenimiento vs. kilometraje.

Figura 4.22 Costo de mantenimiento por kilómetros vs. kilometraje.

Figura 4.23 Costo acumulado de mantenimiento vs. kilometraje.

Figura 4.24 Depreciación por kilómetros vs. kilometraje.

Transporte Urbano: Trolebús

Figura 4.25 Costo de mantenimiento vs. kilometraje.

Figura 4.26 Costo de mantenimiento por kilómetros vs. kilometraje.

Figura 4.27 Costo acumulado de mantenimiento vs. kilometraje.

Figura 4.28 Depreciación por kilómetros vs. kilometraje.

Transporte de Carga: Camionetas

Figura 4.29 Costo de mantenimiento vs. kilometraje.

Figura 4.30 Costo de mantenimiento por kilómetros vs. kilometraje.

Figura 4.31 Costo acumulado de mantenimiento vs. kilometraje.

Figura 4.32 Depreciación por kilómetros vs. kilometraje.

Transporte de Carga: Camiones hasta 7,5 ton

Figura 4.33 Costo de mantenimiento vs. kilometraje.

Figura 4.34 Costo de mantenimiento por kilómetros vs. kilometraje.

Figura 4.35 Costo acumulado de mantenimiento vs. kilometraje.

Figura 4.36 Depreciación por kilómetros vs. kilometraje.

Determinación de la Vida útil

Figura 5.1 Determinación vida útil Transporte Escolar: Buses.

Figura 5.2 Determinación vida útil Transporte Escolar: Furgonetas.

Figura 5.3 Determinación vida útil Taxis.

Figura 5.4 Determinación vida útil Buses Interparroquiales.

Figura 5.5 Determinación vida útil Transporte Urbano: Buses Urbanos.

Figura 5.6 Determinación vida útil Transporte Urbano: Buses Articulados.

Figura 5.7 Determinación vida útil Transporte Urbano: Trolebuses.

Figura 5.8 Determinación vida útil Transporte de carga: Camionetas.

Figura 5.9 Determinación vida útil Transporte de carga: Camiones de hasta 7,5 ton.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene como fin determinar la vida útil del servicio de transporte público del Distrito Metropolitano de Quito, a fin de tener una idea clara de cual es la “verdadera” vida útil de las unidades de transporte empleadas, ya que siempre ha existido la disputa, al no tener un estudio veras y profesional sobre este tema, la legislación actual se ha basado en presiones políticas y no en los criterios técnicos como debe realizarse.

Es así que basados en diferentes criterios se iniciará determinando un vehículo característico, que fue clasificado de los registros utilizados en los Centros de Revisión Vehicular (CRV), el mismo que fue facilitado por la Empresa Metropolitana de Servicios y Administración del Transporte (EMSAT). Con nuestro vehículo característico se estableció condiciones normales de funcionamiento, y esto se hizo mediante encuestas en el centro mismo de la información, con la ayuda de los propietarios de los automotores.

Se determinó los parámetros de operación y mantenimiento de los vehículos característicos con el fin de desarrollar gráficas de costos en función del kilometraje recorrido, obteniéndose así el costo de operación y mantenimiento de los automotores.

Finalmente se analizó las graficas obtenidas determinando el tiempo en el cual el costo de operación y mantenimiento se iguala al costo de reposición de la unidad, y determinando la vida útil del transporte público.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

La Empresa Metropolitana de Servicio y Administración del Transporte, EMSAT, es la encargada de administrar el Servicio de Transporte Público en el Distrito Metropolitano del Quito, para lo cual invitó a la ESPE, a través de su Facultad de Ingeniería Mecánica (FIME), para la ejecución de un convenio que tiene como objeto realizar un estudio para determinar la Vida Útil de los Vehículos de Transporte Público.

FIME en 1998 realizó un estudio de la Vida Útil de los Taxis en el Distrito Metropolitano de Quito, para el Consejo Nacional de Tránsito y Transporte Terrestres, mediante un proyecto de Grado, ejecutado por los ingenieros Alexis Ortiz y Santiago Montero. Adicionalmente ha realizado estudios de evaluación ambiental, como lo han sido el Monitoreo de las Emisiones de los gases de escape de los Vehículos en 1997 y en el 2001 la Determinación de los Efectos del Uso de Aditivos en los Motores a Diesel.

Una de las principales fuentes de contaminación son los vehículos automotores, de acuerdo a estudios de Fundación Natura se ha estimado que son responsables del 80 por ciento de las emisiones nocivas. Desde hace varios años se viene trabajando para reducir las emisiones contaminantes y mejorar la calidad de vida de las personas que viven dentro del Distrito Metropolitano de Quito, principalmente con el Proyecto Calidad del Aire, manejado en conjunto con Fundación Natura. Además a partir de junio del 2001 se creó, en el Distrito Metropolitano de Quito, la Corporación para la Revisión y Control Vehicular.

1.2. Justificación

Los estudios realizados y las disposiciones generales existentes para la determinación de la Vida Útil de los Vehículos de Transporte Público han sido cuestionados por los distintos gremios de los transportistas. De acuerdo a una

de las últimas disposiciones existentes en la EMSAT, se establece que el tiempo de vida útil que se encuentra determinado actualmente se mantendrá en vigencia hasta que exista un estudio técnico.

Es así que en la actualidad existe la disputa de cual es la “verdadera” vida útil de las unidades de transporte empleadas para uso público, ya que la legislación actual se ha basado en presiones políticas y no en los criterios técnicos.

Estas continuas discrepancias han llevado a la EMSAT a buscar dentro de la entidades del país, una que tenga el conocimiento, la preparación técnica y el personal capaz de llevar a efecto un estudio veras y profesional sobre la vida útil del transporte público dentro del Distrito Metropolitano de Quito por ser este su área de administración.

Es importante considerar que los beneficios de un estudio técnico serán orientados para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos involucrados, sean usuarios o prestadores del servicio. Para lo cual se utilizarán factores como el mantenimiento, calidad de combustibles y tecnología de los automotores, lo cual incide en la vida útil, así como las condiciones en las que se desenvuelven las unidades, ya que el tráfico y tránsito del Distrito Metropolitano, son únicos y radicalmente distintos, a comparación de las ciudades para las cuales han sido diseñados los vehículos. Es por eso, que se hace necesario un estudio técnico, basado en condiciones reales y características propias del tránsito del Distrito Metropolitano de Quito.

1.3. Objetivos:

1.3.1. Objetivo general

Determinar la Vida Útil de los Vehículos de Transporte Público en el Distrito Metropolitano de Quito en condiciones normales de funcionamiento.

1.3.2. Objetivos específicos

- ❖ Determinar un vehículo característico clasificando los registros utilizados en los Centros de Revisión Vehicular (CRCV).

- ❖ Establecer condiciones normales de funcionamiento de los automotores de cada una de las categorías.
- ❖ Determinar los parámetros de operación y mantenimiento de los vehículos característicos dentro de cada categoría.
- ❖ Desarrollar gráficas de costos en función del kilometraje recorrido por el automotor.
- ❖ Determinar el tiempo en el cual el costo de operación y mantenimiento se iguala al costo de reposición de la unidad dotando de esta manera a la EMSAT de un estudio técnico en el cual basarse, para la elaboración de la legislación correspondiente para el transporte público dentro del Distrito Metropolitano de Quito.
- ❖ Analizar las gráficas obtenidas y determinar la vida útil del transporte público.

1.4. Alcance del proyecto

A través del presente proyecto se determino la vida útil de los vehículos de transporte público del Distrito Metropolitano de Quito, divididos en las siguientes categorías:

- ❖ Transporte Escolar:
 - Buses.
 - Furgonetas.
- ❖ Taxis.
- ❖ Buses Interparroquiales o Microregional.
- ❖ Transporte Urbano:
 - Buses Urbanos.
 - Buses Articulados.
 - Trolebuses.
- ❖ Transporte de carga:
 - Camionetas.
 - Camiones de hasta 7,5 ton.

CAPÍTULO II

GESTIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN

2.1. Base de datos

La base de datos empleada para el presente estudio es el registro de unidades de transporte que actualmente posee la EMSAT, la que se encuentra en el ANEXO 1. (CD Adjunto). De la base de datos se obtuvo la información de año de fabricación, modelo, marca y otras características de los automotores. De esta manera se pudo realizar la caracterización del parque automotor.

2.2. Caracterización del parque automotor del transporte público del Distrito Metropolitano de Quito

La caracterización del parque automotor del transporte público del Distrito Metropolitano de Quito está definida como la cantidad de unidades, dentro de un mismo tipo de servicio, que sean del mismo año modelo, marca. De esta manera se establecieron los vehículos característicos de cada segmento del Transporte Público, que está clasificado en:

- Transporte Escolar:
 - Buses.
 - Furgonetas.
- Taxis.
- Buses Interparroquiales o Microregional.
- Transporte Urbano:
 - Buses Urbanos.
 - Buses Articulados.
 - Trolebuses.
- Transporte de carga:
 - Camionetas.
 - Camiones de hasta 7,5 ton.

2.3. Determinación del vehículo Característico.

El vehículo característico es aquel que representará al universo del parque de un tipo de servicio de transporte público. Dicho vehículo deberá poseer condiciones de mantenimiento similares a los demás vehículos, ya que de esta manera se generalizo las actividades de mantenimiento. Para ello se ejecutaron las siguientes actividades:

- Determinar la población de vehículos.
- Tabular los datos por marca de vehículo y por año de fabricación.
- Determinación del vehículo característico.

2.3.1. Transporte Escolar

Para el caso del transporte escolar se tiene registrada una cantidad de 2748 unidades que prestan este servicio, las cuales se han subdivido en dos categorías, en vista de que no se pueden tratar como única, porque presentan condiciones totalmente diferentes en lo referente a su funcionamiento y mantenimiento, considerando su tamaño y tipo de motor.

2.3.1.1. Buses

Tabla 2.1 Clasificación de vehículos marca: Hino por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad
HINO	AB	1991	1
	Subtotal =		1
	DUTRO	2004	1
	Subtotal =		1
	FB	1992	1
		2004	1
	Subtotal =		2
	FD	1985	5
		1986	3
		1987	3
		1988	1
		1989	2

	1990	17
	1991	39
	1992	22
	1993	14
	1994	40
	1995	39
	1996	11
	1997	6
	1998	10
	1999	1
Subtotal =		213
FF	1991	1
	2002	1
Subtotal =		2
GD	2000	1
	2001	4
	2002	1
	2003	3
	2004	3
Subtotal =		12
OMNIBUS	1995	1
Subtotal =		1
RAINBOW	1993	1
	1994	1
Subtotal =		2
SD	1996	1
Subtotal =		1
SH	1998	1
Subtotal =		1
NO DETER.		58
Subtotal =		58
TOTAL =		294

Tabla 2.2 Clasificación de vehículos marca: Chevrolet por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad
CHEVROLET	C 80	1993	1
	Subtotal =		1
	C 30	1990	1

Subtotal =		1
CHR	1987	1
Subtotal =		1
FSR	1999	1
Subtotal =		1
FTR	1998	1
	1999	1
	2000	1
	2001	2
	2002	6
	2004	1
Subtotal =		12
NKR	2002	1
Subtotal =		1
NPR	1995	1
	1997	4
	1998	1
	2001	8
	2002	26
	2003	3
	2004	11
Subtotal =		54
NO DETER.		33
Subtotal =		33
TOTAL =		104

Como se observa en las tablas anteriores, las marcas con mayor representación dentro de la población son:

Hino, con el modelo FD, con una cantidad de 213 vehículos.

Chevrolet, con el modelo FTR y NPR, con una cantidad de 12 y 54 vehículos respectivamente.

De la información se consideró al modelo Hino FD como el vehículo característico, lo que significa que los análisis se realizarán conforme a sus condiciones de mantenimiento.

2.3.1.2. Furgonetas

Tabla 2.3 Clasificación de vehículos marca: Kia por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad
KIA	BESTA	1992	1
		1993	6
		1994	17
		1995	13
		1996	1
	Subtotal =		38
	CERES	1993	1
	Subtotal =		1
	PREGIO	1998	3
		2001	7
		2002	48
		2003	57
		2004	43
	Subtotal =		158
	NO DETER.		344
	Subtotal =		344
	TOTAL =		541

Tabla 2.4 Clasificación de vehículos marca: Hyundai por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad
HYUNDAI	H 500	1995	1
	Subtotal =		1
	CHORUS	1994	1
		1996	1
	Subtotal =		2
	COUNTY	2002	8
	Subtotal =		8
	FG SALOON	1999	2
	Subtotal =		2
	GRACE	1998	1
	Subtotal =		1

GRAND SALOON	1994	17
	1995	6
	1996	9
Subtotal =		32
H 100	1995	5
	1996	3
	1997	8
	1998	10
	1999	10
	2001	27
	2002	26
	2003	66
	2004	99
Subtotal =		254
H 350	1996	1
Subtotal =		1
H 500	1995	1
Subtotal =		1
HD 100	1999	2
Subtotal =		2
HD 72	2001	7
	2002	6
	2003	1
Subtotal =		14
HDC	1995	1
	1996	1
Subtotal =		2
MINI SUPER L	1994	1
Subtotal =		1
VAN 100	1994	8
	1995	5
	1996	1
	1997	1
	1998	1
Subtotal =		16
TRUCK	1994	4
	1995	2
	1996	3

	2002	1
Subtotal =		10
WINDOW VAN	1994	5
	1995	3
	1996	2
Subtotal =		10
NO DETER.		695
Subtotal =		695
TOTAL =		1051

Tabla 2.5 Clasificación de vehículos marca: Toyota por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad
TOYOTA	COASTER	1991	1
		1992	1
	Subtotal =		2
	HIACE	1989	1
		1993	2
		1995	4
		1996	6
		1997	2
		1998	3
		1999	4
		2001	4
		2002	2
		2003	6
		2004	2
	Subtotal =		36
	HIACE CONMUTER	1994	2
		1995	4
	Subtotal =		6
	HIACE DIESEL	2001	1
		2002	1
			2
	Subtotal =		
	HIACE LH	1998	5
		1999	6

	2002	1
Subtotal =		12
HIACE LM	1999	1
Subtotal =		1
HIACE RZH	1994	1
	1995	1
	1998	1
Subtotal =		3
STOUT	1994	1
Subtotal =		1
NO DETER		115
Subtotal =		115
TOTAL =		177

Como se puede ver en los cuadros anteriores, las marcas con mayor representación dentro de la población son:

- Hyundai, con el modelo H100, con una cantidad de 254 vehículos.
- Kia, con el modelo Pregio, con una cantidad de 158 vehículos.
- Toyota, con el modelo Hiace, con una cantidad de 57 vehículos.

Es así que se estableció como vehículo característico a la furgoneta marca: Hyundai con su modelo H100, lo que significa que los análisis se realizaron conforme a sus condiciones de mantenimiento.

2.3.2. Taxis

Los vehículos que se encontraron registrados como taxis son 8752. Las unidades particulares no fueron consideradas dentro del estudio dado que, legalmente, no están registradas al igual que otras unidades que prestan el mismo servicio sin ningún tipo de autorización.

Se subdividió a los taxis como se detalla a continuación:

Tabla 2.6 Clasificación de vehículos marca: Hyundai por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad	
HYUNDAI	ACCENT	1995	66	
		1996	106	
		1998	210	
		1999	8	
		2000	1	
		2001	315	
		2002	885	
		2003	597	
		2004	190	
		Subtotal =		2378
		ELANTRA	1993	1
			1994	3
			1996	6
			1997	1
			1998	1
			2001	1
		Subtotal =		13
		EXCEL	1992	2
			1993	22
			1994	219
			1995	5
		Subtotal =		248
		GETZ	2003	3
		2004	2	
	Subtotal =		5	
	MATRIX	2002	3	
		2003	10	
		2004	16	
	Subtotal =		29	
	PONY	1994	198	
		1995	2	
		1996	1	
		1998	1	
		2002	1	
	Subtotal =		203	
	STELLAR	1986	3	

Subtotal =		3
NO DETER.		167
Subtotal =		167
TOTAL =		3046

Tabla 2.7 Clasificación de vehículos marca: Daewoo por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad
DAEWOO	CIELO	1995	27
		1996	22
		1997	30
		1998	190
		1999	114
		2001	27
	Subtotal =		410
	ESPERO	1994	2
		1995	3
	Subtotal =		5
	LANOS	1998	65
		1999	25
		2001	48
		2002	571
		2003	4
	Subtotal =		713
	NUBIRA	1998	3
		1999	3
	Subtotal =		6
	RACER	1993	1
		1994	37
		1995	18
		1996	47
		1997	132
		1998	92
	Subtotal =		327
	NO DETER.		65
	Subtotal =		65
	TOTAL =		1526

Tabla 2.8 Clasificación de vehículos marca: Nissan por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad
NISSAN	AD WAGON	1994	1
		1995	2
		2002	4
		2003	6
	Subtotal =		13
	ALMERA	1997	1
	Subtotal =		1
	SENTRA	1993	6
		1994	73
		1995	51
		1996	64
		1997	75
		1998	177
		1999	28
		2000	1
		2001	22
		2002	302
		2003	193
		2004	53
	Subtotal =		1045
	STATION WAGON	1994	4
		1995	1
		2002	13
		2003	2
	Subtotal =		20
	SUNNY	1993	2
	Subtotal =		2
NO DETER.		18	
Subtotal =		18	
TOTAL =		1099	

Tabla 2.9 Clasificación de vehículos marca: Chevrolet por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad	
CHEVROLET	CORSA	1997	23	
		1998	40	
		1999	13	
		2000	2	
		2001	21	
		2002	48	
		2003	49	
		2004	57	
		Subtotal =		253
		ESTEEM	1997	10
			1998	15
			1999	13
			2001	6
			2002	17
			2003	6
			2004	2
			Subtotal =	69
		LUV	1992	1
			1993	1
			1994	1
			1995	1
			1997	1
			Subtotal =	5
		MONZA	1991	2
			1994	1
		Subtotal =	3	
	SAN REMO	1985	2	
		1986	5	
		1987	7	
		1988	3	
		1989	2	
		1990	3	
		1991	7	
		1992	30	
		1993	53	
		1994	187	
		1995	125	

	1996	99
	1997	2
	1998	1
Subtotal =		526
SWIFT	1992	2
	1993	9
	1994	23
	1995	15
	1996	13
	1997	7
Subtotal =		69
NO DETER.		110
Subtotal =		110
TOTAL =		1035

Las marcas con mayor representación dentro de la población son:

- Hyundai, con el modelo ACCENT con 2378 unidades, representando el 27,17% de la población.
- Daewoo, con el modelo LANOS con 713 unidades, representando el 8,15% de la población.
- Nissan con el modelo SENTRA con 1045 unidades, representando el 11,94% de la población.
- Chevrolet con el modelo CORSA, con 253 unidades, representado el 2,89% de la población.

Los cuatro modelos de vehículos representan el 76,63% de la población, siendo la diferencia distribuida entre varias marcas y cuyo proceso de mantenimiento es similar. Para el estudio de vida útil se tomó como vehículo característico al Hyundai Accent.

2.3.3. Buses Interparroquiales

El transporte interparroquial, por sus características de operación, esta subdividido en tres categorías:

- Popular, 276 unidades.
- Especial, 260 unidades.
- Tipo, 103 unidades.

El estudio se realizó para un solo modelo porque los parámetros de mantenimiento son similares.

Tabla 2.10 Clasificación de vehículos marca: Hino por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad
HINO	F2HPSZ	1988	1
	Subtotal =		1
	FD	1993	1
		1994	17
		1995	23
		1996	6
		1997	10
		1998	32
		1999	18
	Subtotal =		107
	FF	1993	1
		1997	3
		1998	7
		1999	9
		2002	5
		2003	1
	Subtotal =		26
	GD	2000	2
		2001	21
		2002	19
		2003	1
	Subtotal =		43

GH	2001	2
Subtotal =		2
NO DETER.		6
Subtotal =		6
TOTAL =		185

Tabla 2.11 Clasificación de vehículos marca: Chevrolet por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad
CHEVROLET	CHR	2003	1
	Subtotal =		1
	FTR	2001	3
		2002	7
		2003	19
		2004	42
	Subtotal =		71
	NO DETER.		2
	Subtotal =		2
	TOTAL =		74

Los buses con mayor número de unidades son:

- Hino, modelo FD, 107 buses.
- Chevrolet, modelo FTR, 71 buses.

Se establecieron estas dos marcas porque son las de mayor servicio de transporte interparroquial. Para este estudio se empleó como bus característico al Hino, modelo FD.

2.3.4. Transporte Urbano

El transporte urbano en Quito esta dividido en tres grandes categorías:

- Bus urbano

- Trolebús
- Articulados (Ecovía)

2.3.4.1. Buses Urbanos

Tabla 2.12 Clasificación de vehículos marca: Hino por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad
HINO	FD	1992	1
		1993	7
		1994	95
		1995	92
		1996	21
		1997	77
		1998	103
		1999	32
	Subtotal =		428
	FF	1997	6
		1998	44
		1999	57
		2002	46
		2003	1
	Subtotal =		154
	GD	1997	1
		1999	1
		2000	3
		2001	74
	2002	56	
Subtotal =		135	
SG	1995	1	
Subtotal =		1	
NO DETER.			10
Subtotal =			10
TOTAL =			732

Tabla 2.13 Clasificación de vehículos marca: Chevrolet por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad
CHEVROLET	CHR	2001	17
		2002	31
		2003	28
		2004	6
	Subtotal =		82
	FTR	1999	2
		2001	28
		2002	28
		2003	63
		2004	56
	Subtotal =		177
	NO DETER.		5
	Subtotal =		5
	TOTAL =		264

Tabla 2.14 Clasificación de vehículos marca: Mercedes Benz por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad
MERCEDES BENZ	O 405 G	1995	7
		1996	41
	Subtotal =		48
	OF 1316	1995	5
	Subtotal =		5
	OF 1318	1995	33
		1996	8
		1997	10
	Subtotal =		51
	OF 1417	1997	1
	Subtotal =		1
	OF 1618	1995	1
	Subtotal =		1
	OF 1620	1998	23
		2001	1
	Subtotal =		24
	OF 1721	1996	1
		2002	13

	2003	33
	2004	114
Subtotal =		161
NO DETER.		23
Subtotal =		23
TOTAL =		267

Los buses con mayor representación en la población son:

- Hino, modelo FD, con 428 vehículos.
- Chevrolet, modelo FTR, con 177 vehículos.
- Mercedes Benz, OF.1721, con 161 vehículos.

De lo que cual se determinó al bus Hino modelo FD como el vehículo característico.

2.3.4.2. Buses Articulados

Se consideró como vehículo característico al bus articulado, propiedad de la Empresa Transoc S.A.. Actualmente existen 35 unidades de marca Volvo, los mismos que serán sujetos a este estudio, para la determinación de la vida útil en condiciones normales que operación.

2.3.4.3. Trolebuses

El sistema integrado de transporte es una red de líneas de transporte urbano que se enlazan entre si mediante estaciones de transferencia y paradas de integración, siendo el trolebús el eje principal de este sistema, son vehículos de marca Mercedes Benz, en los cuales nos apoyaremos para realizar los estudios y consultas de tiempos de mantenimiento y costos de repuestos y mano de

obra, esto se hizo directamente en los talleres de la Unidad Operadora del Servicio Trolebús.

2.3.5. Transporte de carga

El transporte de carga esta subdivido en dos grupos porque tiene distintas características, diferenciándose principalmente en su capacidad de carga y el tipo de motor. Por estas razones no se consideró los mismos parámetros de mantenimiento, teniendo las camionetas y los camiones.

2.3.5.1. Camionetas

Tabla 2.15 Clasificación de vehículos marca: Mazda por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad
MAZDA	B 1600	1988	1
	Subtotal =		1
	B 2000	1987	5
		1988	4
		1989	4
		1990	6
		1991	5
		1992	6
		1993	6
		1994	12
		1995	2
		1996	6
		1997	1
		2002	1
	Subtotal =		58
	B 2200	1991	1
		1994	1
		1995	13
		1996	7
		1997	5

	1998	8
	1999	6
	2001	5
	2002	4
	2003	16
	2004	5
Subtotal =		71
B 2600	1991	1
	1992	2
	1993	4
	1994	4
	1995	1
	1996	1
	1998	2
	1999	4
	2002	1
	2003	2
Subtotal =		22
NO DETER.		47
Subtotal =		47
TOTAL =		199

Tabla 2.16 Clasificación de vehículos marca: Chevrolet por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad
CHEVROLET	LUV	1986	5
		1987	14
		1988	4
		1989	3
		1990	15
		1991	8
		1992	6
		1993	3
		1994	13
		1995	12
		1996	2
		1997	7
		1998	6

	1999	6
	2000	1
	2001	4
	2002	6
	2003	9
	2004	3
Subtotal =		127
NO DETER.		52
Subtotal =		52
TOTAL =		179

Tabla 2.17 Clasificación de vehículos marca: Toyota por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad
TOYOTA	2200	1987	1
		1988	1
		1990	2
		1991	2
		1992	5
		1993	1
		1994	1
		1995	1
		1996	1
		1997	1
		1998	2
	Subtotal =		18
	HILUX	1991	1
		1994	1
	1995	5	
	1996	1	
	2001	1	
	2002	1	
Subtotal =		10	
STOUT	1987	1	
	1988	1	
	1989	1	
	1991	6	
	1992	6	
	1993	7	
	1994	16	

	1995	13
	1996	12
	1997	8
	1998	9
	1999	1
	2001	2
	2002	2
	2003	7
	2004	5
Subtotal =		97
NO DETER.		36
Subtotal =		36
TOTAL =		161

Tabla 2.18 Clasificación de vehículos marca: Ford por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad
FORD	CARGO	2002	1
	Subtotal =		1
	COURIER	1987	3
		1988	3
		1989	3
		1990	5
		1991	4
		1992	10
		1993	3
		1994	7
		1995	10
		1996	3
		1997	1
	Subtotal =		52
	F 150	1987	1
		1994	1
	Subtotal =		2
	F 250	1985	1
		1988	3
		1990	2
		1992	1
		1994	1

Subtotal =		8
F 350	1987	1
	1988	2
	1989	3
	1990	5
	1992	3
	1998	1
	1999	1
Subtotal =		16
RANGER	1986	1
	1994	2
	1998	1
	2003	3
Subtotal =		7
NO DETER		15
Subtotal =		15
TOTAL =		101

Al observar los anteriores cuadros tenemos a las siguientes marcas como el conjunto de representantes de su respectiva categoría:

- Mazda, modelo 2200, 71 unidades.
- Chevrolet, modelo LUV, 127 unidades.
- Toyota, modelo STOUT, 97 unidades.
- Ford, modelo COURIER, 52 unidades.

Del listado se determinó a la camioneta Chevrolet Luv, como el vehículo característico porque es la más representativa en número y condiciones de mantenimiento similares al resto del grupo.

2.3.5.2. Camiones de hasta 7.5 ton

Tabla 2.19 Clasificación de vehículos marca: Chevrolet por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad	
CHEVROLET	FTR	1987	1	
		1998	1	
		2001	1	
		Subtotal =		3
	LUV	1986	5	
		1987	14	
		1988	4	
		1989	3	
		1990	15	
		1991	8	
		1992	6	
		1993	3	
		1994	13	
		1995	12	
		1996	2	
		1997	7	
		1998	6	
		1999	6	
		2000	1	
		2001	4	
		2002	6	
		2003	9	
		2004	3	
		Subtotal =		127
	NHR	2002	10	
		2003	6	
		2004	4	
		Subtotal =		20
	NKR	1991	1	
		1994	1	
		1998	1	
		2001	1	
		2002	1	
	2003	1		
	Subtotal =		6	

NPR	1986	1
	1993	1
	1994	3
	1995	1
	2002	6
	2003	1
Subtotal =		13
NO DETER.		52
Subtotal =		52
TOTAL =		221

Tabla 2.20 Clasificación de vehículos marca: Toyota por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad
TOYOTA	DYNA	1987	1
		1995	2
		1996	3
	Subtotal =		6
	TOTAL =		6

Tabla 2.21 Clasificación de vehículos marca: Daihatsu por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad
DAIHATSU	DELTA	1985	2
		1990	1
		1993	1
		1994	1
		1996	1
		1997	2
		1998	2
		1999	2
		2002	4
		2003	2
	Subtotal =		18
	NO DETER		4
	Subtotal =		4
TOTAL =		22	

Tabla 2.22 Clasificación de vehículos marca: Hino por año de fabricación.

Marca	Modelo	Año	Cantidad	
HINO	FB	1991	2	
		1994	1	
		1997	1	
		1998	3	
		2002	2	
		2003	2	
		Subtotal =		11
	FC	2002	1	
		2004	1	
		Subtotal =		2
	FD	1985	1	
		1991	1	
		1996	1	
		1997	1	
		Subtotal =		4
	FF	1990	1	
		1992	1	
		1998	1	
		1999	1	
		Subtotal =		4
	GD	1999	1	
		2001	1	
		2002	2	
		2003	2	
		2004	1	
		Subtotal =		7
	GH	2002	2	
		2004	1	
		Subtotal =		3
	NO DETER			1
		Subtotal =		1
	TOTAL =		32	

Se obtuvo como resultado de los cuadros:

- Chevrolet, modelo NHR, 20 unidades.

- Toyota, modelo DYNA, 6 unidades.
- Daihatsu, modelo DELTA, 18 unidades.
- Hino, modelo FB, 11 unidades.

Con lo cual se procede a determinar a la marca Chevrolet, modelo NHR, como el vehículo característico.

2.4. Datos estadísticos de los vehículos relacionados con el servicio de transporte público

Para la obtención de datos sobre el tipo de servicio y condiciones de operación y mantenimiento se empleó el método de la encuesta. Esta es una manera rápida y poco costosa para obtener información, se obtiene un mayor grado de cooperación con relación a otros métodos y las respuestas son espontáneas y sinceras.

Se optó por la encuesta de tipo personal, que tiene sus ventajas como: dotar de flexibilidad al encuestador para guiar al encuestado, lograr un mayor número de respuestas.

El tamaño de la muestra al ser bastantes grande se recurre al muestreo, que es una manera de obtener mediante fórmulas un número representativo de la población, el mismo que nos asegure la confiabilidad de los datos por obtenerse. En este estudio se utilizará la fórmula para muestreo proporcional, para una población finita. (menor a treinta mil unidades).

$$n = \frac{Z^2 pqN}{e^2(N-1) + Z^2 pq}$$

Referencia: Estadística para la Administración y Economía, Douglas Lind, William Marchal, Robert Mason, Décima primera edición, Editorial Alfa-Omega S.A., Capítulo N° 9, Pág. 320.

Donde:

- Z = Margen de confiabilidad (expresado en desviación estándar).
- p = Probabilidad de que el evento ocurra (expresado por unidad).

- q = Probabilidad de que el evento no ocurra (1 – p).
e = Error de estimación (máximo error permisible por unidad).
N = Población (universo a investigar).
N – 1 = Factor de corrección por finitud.

Para un margen de confiabilidad del 95 %, se adopta el valor de $Z = 1,96$ y un error estimado del 5 %, por tanto, $e = 0,05$. Para la probabilidad de que el evento ocurra y para la probabilidad de que el evento no ocurra, se adopta los valores de 0,8 y 0,2 respectivamente, debido a que estadísticamente se ha comprobado que para este tipo de encuestas estos son los valores con los que se obtienen cifras más cercanas a la realidad.

Para la realización de las encuestas es necesario recordar que el éxito de la misma depende de la cantidad y calidad de la información intercambiada, por tanto, para asegurar estos parámetros se deberá restringir la población a ser encuestada.

Por lo que seguimos algunos lineamientos y restricciones para mejorar la calidad de la información obtenida.

- Realizar las encuestas a las personas que poseen los vehículos.
- Omitir las unidades que no se encuentran legalizadas con los permisos emitidos por los respectivos entes de control.
- No tomar en cuenta los fallos (accidentes) causados por impericia o negligencia del conductor.

Para la formulación de la encuesta se tomaron algunas consideraciones:

- El orden de las preguntas no debe despertar prejuicios en el encuestado.
- Asegurar que las preguntas que requieran respuestas sobre hechos estén limitadas a cosas que los participantes puedan recordar con claridad.
- Las preguntas se deben formular utilizando un lenguaje simple y común.
- El encuestador no debe guiar la respuesta del encuestado tan solo debe aclarar la pregunta.

- Elaborar la pregunta con cuidado, para que sea breve y, objetiva, para no confundir al entrevistado.
- Ser cuidadoso al recopilar datos personales y amenos que sean esenciales para el estudio, estos deben aparecer al final de la encuesta.

Ejemplo de cálculo: Número de encuestas para taxis.

$$n = \frac{Z^2 pqN}{e^2(N-1) + Z^2 pq}$$

$$n = \frac{1,96^2 \times 0,8 \times 0,2 \times 8752}{0,05^2 \times (8752 - 1) + 1,96^2 \times 0,8 \times 0,2}$$

$$n = 239$$

Aplicando la fórmula para cada una de las categorías se debió realizar el siguiente número de encuestas:

Tabla 2.23 Número de encuestas

Categoría	Tipo	Cantidad	No. Encuestas
Taxis		8752	239
Carga	Camionetas	559	
	Camiones	182	
	No determinado	119	
	Total	860	191
Escolar	Microbus	1201	
	Bus	564	
	No determinado	983	
	Total	2748	226
Interparroquial		639	178
Articulado		35	31

2.5. Características de operación y mantenimiento de los vehículos de servicio de transporte

De las encuestas realizadas (Anexo 2). se obtuvieron las condiciones de funcionamiento, en las cuales se considera su operación y mantenimiento.

Refiriéndonos a estas categorías del transporte público en el Distrito de Quito, se han determinado sus condiciones normales de operación, obteniéndose los siguientes datos:

Tabla 2.24 Recorrido Vs. Tiempo

Categoría	Tipo	RECORRIDO			
		Km/día	Km/sem.	Km/mes	Km/año
Taxis		200	1200	5600	67200
Carga	Camionetas	50	300	1400	16800
	Camiones	50	300	1500	18000
Escolar	Microbús	80	400	1680	16800
	Bus	80	400	1680	16800
Interparroquial		310	1860	8680	104160
Urbano		200	1200	5600	67200
Trole		260	1820	7800	93600
Articulado		130	910	3900	46800

Categoría	Tipo	Frecuencia			
		Hr/día	Días/sem	Días/mes	Mes/Año
Taxis		12	6	28	12
Carga	Camionetas	6	6	28	12
	Camiones	6	6	30	12
Escolar	Microbús	5	5	21	10
	Bus	5	5	21	10
Interparroquial		12	6	28	12
Urbano		10	6	28	12
Trole		18	7	30	12
Articulado		19	7	30	12

CAPÍTULO III

ESTUDIO TÉCNICO

3.1. Parámetros de análisis

El presente capítulo analizará los vehículos de servicio de transporte urbano, desde una perspectiva técnica general, por tanto no es necesario detallar las características técnicas de funcionamiento propias de cada sistema en el vehículo (marca y modelo).

Se utilizó los reportes técnicos, reuniones de discusión sobre el tema con el personal técnico, historiales de cada uno de los concesionarios (fuente secundaria). Es preciso aclarar que por su carácter técnico en los concesionarios esta información es confidencial, razón por la cual el detalle de esta información no se encuentra en el presente estudio, sino se encuentran en el archivo de cada uno de los concesionarios entrevistados, los datos utilizados debido a que son de las casas autorizadas y con licencia de la marca, tienen confiabilidad.

También se utilizó los recursos obtenidos en las encuestas realizadas, que funcionarán como una fuente primaria de información, estos son principalmente sobre condiciones de operación, por ejemplo: la cantidad de kilómetros que recorren al día, el kilometraje actual versus año de fabricación, lugares y tiempos de mantenimiento, que son utilizados como base en las reuniones de discusión con el personal técnico.

Como resultado de las reuniones de discusión, se logra ajustar el estudio técnico para las condiciones de desempeño reales de las unidades que prestan servicio de transporte en el Distrito Metropolitano de Quito.

3.1.1. Sistema eléctrico y encendido

El sistema eléctrico de un vehículo se divide en varios subsistemas: generadores, arranque, cables, alumbrado, instrumentación y otros equipos.

Cada uno de estos sistemas, a su vez, consta de diversos componentes para distintos propósitos.

El sistema de generadores proporciona energía a los diversos puntos de consumos, el sistema consta de un alternador, una batería y un relé de carga.

El sistema de arranque que consiste principalmente del motor de arranque será considerado de forma independiente, ya que su funcionamiento y períodos de mantenimiento son significativamente diferentes al resto de los elementos eléctricos.

3.1.2. Sistema de frenos

En este sistema se observarán diferencias en los elementos, de acuerdo al tamaño del vehículo. Para el caso de los livianos, sean estos taxis y camionetas, se considera el sistema que utiliza frenos hidráulicos de disco en las llantas delanteras y frenos hidráulicos de tambor en las llantas posteriores, activados por medio de una bomba servo asistida. Para los vehículos de transporte pesado como: buses y camiones, se considera un sistema hidráulico de aire comprimido con mando neumático y tambores en todos los ejes.

3.1.3. Sistema de suspensión

En el caso de los vehículos livianos se analizará el sistema de suspensión frontal independiente con resorte en espiral y amortiguador telescópico directo de doble acción, mientras que la suspensión posterior se determina como la barra rígida con resorte en espiral y amortiguador telescópico directo de doble acción.

Para los vehículos pesados se revisará en la suspensión delantera con ballestas y un eje delantero con suspensión neumática, y para la suspensión posterior se revisará con anclajes de ballestas parabólicas.

3.1.4. Sistema de dirección

Se analizará un sistema de dirección asistida electro-hidráulica, que son ampliamente usados en el mundo automotriz.

3.1.5. Sistema motriz

El análisis se ha dividido en subsistemas, para facilidad del estudio, las divisiones se han realizado considerando los fluidos de trabajo de cada subsistema. Siendo estos los componentes necesarios para la operación de un sistema motriz.

Existen otras formas de clasificación para subsistemas motrices, pero no son adecuadas para el desarrollo del presente trabajo.

3.1.5.1. Subsistema motor

Este subsistema se analiza sobre un motor de combustión interna de cuatro tiempos, cuatro cilindros, cárter húmedo, combustible gasolina, de dos válvulas por cilindro, alimentado por inyección, un solo árbol de levas y accionamiento por correa; para los vehículos livianos.

Para los vehículos diesel se ha considerado un motor de combustión interna de cuatro tiempos, con inyección directa, mediante bomba mecánica, sobrealimentado.

3.1.5.2. Subsistema admisión – escape

El subsistema admisión está conformado por las siguientes partes: tanque de abastecimiento de combustible, líneas de conexión, bomba de combustible, inyectores, filtros de combustible y aire.

El subsistema escape se conforma por: tubos de escape y amortiguadores de sonido del escape.

3.1.5.3. Subsistema de enfriamiento

Se considera un subsistema de enfriamiento todos los elementos que intervienen en la extracción del calor del motor, es así que tenemos: radiador, bomba de refrigeración, termóstato, ventilador, calefactor de cabina.

3.1.5.4. Subsistema de transmisión

Para los vehículos a gasolina se considera un embrague monodisco seco, una transmisión de cinco velocidades hacia delante y una velocidad hacia atrás, un eje de mando con unión universal, neumáticos radiales sin cámara interior.

Para los vehículos que tienen diesel como combustible se considera un embrague de disco doble, caja de cambios manual (a excepción de los vehículos articulados y del trolebús).

3.2. Determinación de los kilometrajes de vida útil de los vehículos característicos

A continuación a cada una de las categorías del transporte público de servicio en el Distrito Metropolitano de Quito, se va detallará a cada uno de los sistemas y subsistemas antes detallados para los vehículos a gasolina.

En el caso de los vehículos pesados, con motor diesel, se han establecido cronogramas generales de mantenimiento, que pueden ser preventivos y correctivos. Estos variarán de acuerdo a las condiciones de conducción y tiempo. Por ejemplo, el cambio de aceite se considera como mantenimiento preventivo, mientras que el reemplazo de filtro de aire será mantenimiento correctivo, pese a que en determinado kilometraje se lo limpia, siendo esta última actividad un mantenimiento preventivo.

3.2.1. Transporte Escolar

3.2.1.1. Buses

Intervalos de mantenimiento preventivo recomendado por las casas comerciales y talleres autorizados, con sus respectivos costos de mano de obra y repuestos.

Tabla 3.1: Costos mantenimiento preventivo 4000 Km.

Mantenimiento 4000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo fugas de aire			
Alineación de banana eje II y III			
Chequeo terminales (brazos de la dirección)			
Chequeo de guardapolvos			
Chequeo barra estabilizadora y bujes de goma			
Chequeo de radiadores e intercooler			

Chequeo ventiladores			
Chequeo mangueras			
Cambio de aceite de motor	80,00		
Chequeo bomba de combustible			
Total	80,00	80,00	160,00

Tabla 3.2: Costos mantenimiento preventivo 8000 Km.

Mantenimiento 8000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio filtro separador de agua / combustible	23,27		
Árbol de ventilador			
Cambio de aceite de motor	80,00		
Crucetas			
Cubos			
Cambio filtro de aceite	11,20		
Cambio filtros de aire	140,75		
Diferencial			
Catalinas			
Rodamientos de la caja			
Rodamientos de cono-corona			
Templado de la banda del alternador			
Piñones			
Sincronizados			
Árbol de transmisión de caja			
Total	255,22	100,00	355,22

Tabla 3.3: Costos mantenimiento preventivo 12000 Km.

Mantenimiento 12000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Mantenimiento de 4000	80,00		
Total	123,54	80,00	203,54

Tabla 3.4: Costos mantenimiento preventivo 24000 Km.

Mantenimiento 24000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo del compresor de aire	43,54		

Chequeo bomba de dirección			
Cambio de la banda del ventilador	8,00		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	306,76	100,00	406,76

Tabla 3.5: Costos mantenimiento preventivo 28000 Km.

Mantenimiento 28000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Cambio relé del arranque	12,00		
Mantenimiento de 4000	80,00		
Total	1.481,32	120,00	1.601,32

Nota: El costo de la calibración de la bomba de inyección va prorrateado en los costos de mantenimiento, se encuentra incluyendo en los mantenimientos que se van realizando.

Tabla 3.6: Costos mantenimiento preventivo 56000 Km.

Mantenimiento 56000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Cambio relé del arranque	12,00		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	1.656,54	120,00	1.776,54

Tabla 3.7: Costos mantenimiento preventivo 76000 Km.

Mantenimiento 76000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Reparación completa del alternador	38,00	10,00	
Reparación completa del sistema de arranque	125,00	20,00	
Cambio de amortiguadores	284,84		
Rodamientos y retenedores (delantero y posterior)	80,00		
Cambio de llantas	588,00		
Limpieza tanque de combustible			
Mantenimiento de 4000	80,00		
Total	1.195,84	130,00	1.325,84

Tabla 3.8: Costos mantenimiento preventivo 84000 Km.

Mantenimiento 84000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Cambio relé del arranque	12,00		
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Mantenimiento de 4000	80,00		
Total	1.524,86	120,00	1.644,86

Tabla 3.9: Costos mantenimiento preventivo 152000 Km.

Mantenimiento 152000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Reparación completa del alternador	38,00	10,00	
Reparación completa del sistema de arranque	125,00	20,00	
Cambio de amortiguadores	284,84		
Rodamientos y retenedores (delantero y posterior)	80,00		
Cambio de llantas	588,00		
Limpieza tanque de combustible			
Mantenimiento de 4000	255,22		
Total	1.115,84	130,00	1.245,84

Tabla 3.10: Costos mantenimiento preventivo 168000 Km.

Mantenimiento 168000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Cambio relé del arranque	12,00		
Chequeo bomba de dirección			
Cambio de la banda del ventilador	8,00		
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Mantenimiento de 4000	255,22		
Total	1.708,08	120,00	1.828,08

Tabla 3.11: Costos mantenimiento preventivo 228000 Km.

Mantenimiento 228000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Reparación completa del alternador	38,00	10,00	
Reparación completa del sistema de arranque	125,00	20,00	
Cambio de amortiguadores	284,84		
Rodamientos y retenedores (delantero y posterior)	80,00		
Cambio de llantas	588,00		
Limpieza tanque de combustible			
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Mantenimiento de 4000	80,00		
Total	1.239,38	130,00	1.369,38

3.2.1.2. Furgonetas

Sistema eléctrico y encendido

Tabla 3.12: Vida útil del sistema eléctrico en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA ELÉCTRICO	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Escobilla del alternador	70000	16,36	17,99	34,35
Rodamientos del alternador	126000	16,36	2,30	18,66
Regulador de voltaje	126000	16,36	26,00	42,36
Reparación completa del alternador	252000	23,86	46,29	70,15
Batería	2 años	2,05	80,00	82,05

Tabla 3.13: Vida útil del sistema de encendido en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE ENCENDIDO	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Bujías	7000	2,05	4,00	6,05
Cables de bujías	70000	2,05	45,00	47,05
Bobina	70000	2,05	49,80	51,85
Reparación total del distribuidor	245000	21,82	98,80	120,62
Modulo	245000	21,82	145,00	166,82

Tabla 3.14: Vida útil del sistema de arranque en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE ARRANQUE	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Relé de arranque	70000	4,77	4,70	9,47
Escobillas	70000	4,77	30,00	34,77
Bendix	105000	6,54	25,00	31,54
Rodamientos	70000	6,14	7,00	13,14
Automático	280000	4,09	43,00	47,09
Reparación completa	280000	16,36	109,70	126,06

Los funcionamientos y vida útil del sistema eléctrico se de detalla en las anteriores tablas (3.12, 3.13 y 3.14), teniendo su respectivo apoyo en las figuras (3.1, 3.2 y 3.3).

Sistema de frenos

Tabla 3.15: Vida útil del sistema de frenos en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE FRENOS	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Pastillas	14000	7,50	25,00	32,50
Rectificación de discos	42000	17,72	0,00	17,72
Cilindros delanteros	63000	13,36	90,00	103,36
Zapatatas	21000	10,23	20,00	30,23
Rectificación de tambores	42000	17,98	0,00	17,98
Cilindros posteriores	63000	13,36	180,00	193,36
Cilindro maestro	84000	12,95	250,00	262,95
Servo	84000	45,89	313,00	358,89
Cambio líquido de frenos	21000	12,95	4,00	16,95

Los datos de la Tabla 3.15 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.4, que a continuación se despliega.

Sistema de suspensión

Tabla 3.16: Vida útil del sistema de suspensión en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE SUSPENSIÓN	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Bujes	56000	4,77	17,10	21,87
Cauchos	56000	4,77	35,80	40,57
Rótulas	56000	6,14	25,00	31,14
Rodamientos delanteros	112000	8,66	16,00	24,66
Rodamientos y retenedores posteriores	112000	9,54	19,00	28,54
Amortiguadores Del./Post.	42000	19,77	42,00	61,77
Muelles Del./Post.	84000	14,32	2,00	16,32

Los datos de la Tabla 3.16 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.5, que a continuación se despliega.

Sistema de dirección

Tabla 3.17: Vida útil del sistema de dirección en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE DIRECCIÓN	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Alineación	21000	12,95		12,95
Balanceo	21000	16,36		16,36
Aceite hidráulico	42000	2,00	9,00	11,00
Terminales (brazos de la dirección)	42000	11,59	29,85	41,44
Guardapolvos	42000	18,41	25,47	43,88
Engranajes de dirección	252000	19,09	10,30	29,39
Llantas	21000	2,50	35,00	37,50

Los datos de la Tabla 3.17 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.6, que a continuación se despliega.

Subsistema de enfriamiento

Tabla 3.18: Vida útil del subsistema de enfriamiento en Kilómetros con sus costos.

SUBSISTEMA DE ENFRIAMIENTO	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Banda del ventilador	21000	6,10	6,70	12,80
Bomba de agua	56000	18,41	235,00	253,41
Termostato	35000	9,54	5,68	15,22
Mangueras	140000	4,09	18,00	22,09

Los datos de la Tabla 3.18 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.7, que a continuación se despliega.

Sistema motor

Tabla 3.19: Vida útil del sistema motor en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE MOTOR	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Cambio de banda de la distribución	43000	31,05	5,50	36,55
Templador de la banda	169000	18,41	132,00	150,41
Cambios de aceite	3000	2,58	5,00	7,58
Mantenimiento de 1500	1500	15,91	5,00	20,91
Mantenimiento de 5000	5000	19,09	5,00	24,09
Mantenimiento de 10000	10000	19,77	5,00	24,77
Mantenimiento de 15000	15000	26,77	5,00	31,77
Mantenimiento de 20000	20000	25,22	5,00	30,22
Mantenimiento de 30000	30000	19,77	5,00	24,77
Mantenimiento de 40000	40000	30,68	5,00	35,68
Mantenimiento de 50000	50000	19,77	5,00	24,77
Mantenimiento de 60000	60000	25,22	5,00	30,22
Mantenimiento de 70000	70000	21,13	5,00	26,13
Mantenimiento de 80000	80000	32,78	5,00	37,78
Mantenimiento de 90000	90000	38,64	5,00	43,64
Mantenimiento de 100000	100000	23,86	5,00	28,86
Reparación total del motor	400000	163,61	859,00	1022,61

Los datos de la Tabla 3.19 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.8, que a continuación se despliega.

Subsistema admisión y escape

Tabla 3.20: Vida útil del subsistema de admisión y escape en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
ABC	7000	39,00		39,00
Bomba de combustible	105000	26,59	98,00	124,59
Limpieza de inyectores	7000	4,77		4,77
Revisión tubo de escape	14000	4,77		4,77
Tubo de escape	126000	17,72	125,79	143,51
Limpieza del tanque de combustible	35000	17,72		17,72

Los datos de la Tabla 3.20 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.9, que a continuación se despliega.

Subsistema de transmisión

Tabla 3.21: Vida útil del subsistema de transmisión en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE TRANSMISIÓN	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Cable de embrague	140000	7,50	3,50	11,00
Disco de embrague	42000	37,36	68,90	106,26
Plato de embrague	84000	36,71	65,71	102,42
Rodamiento de embrague	84000	26,59	5,89	32,48
Canastilla	84000	12,95	6,75	19,70
Crucetas	42000	28,35	58,00	86,35
Rodamientos de la caja	252000	17,04	15,34	32,38
Rodamientos de cono-corona	252000	41,30	56,00	97,30
Piñones	252000	18,41	45,00	63,41
Sincronizados	252000	20,45	43,00	63,45

Los datos de la Tabla 3.21 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.10, que a continuación se despliega.

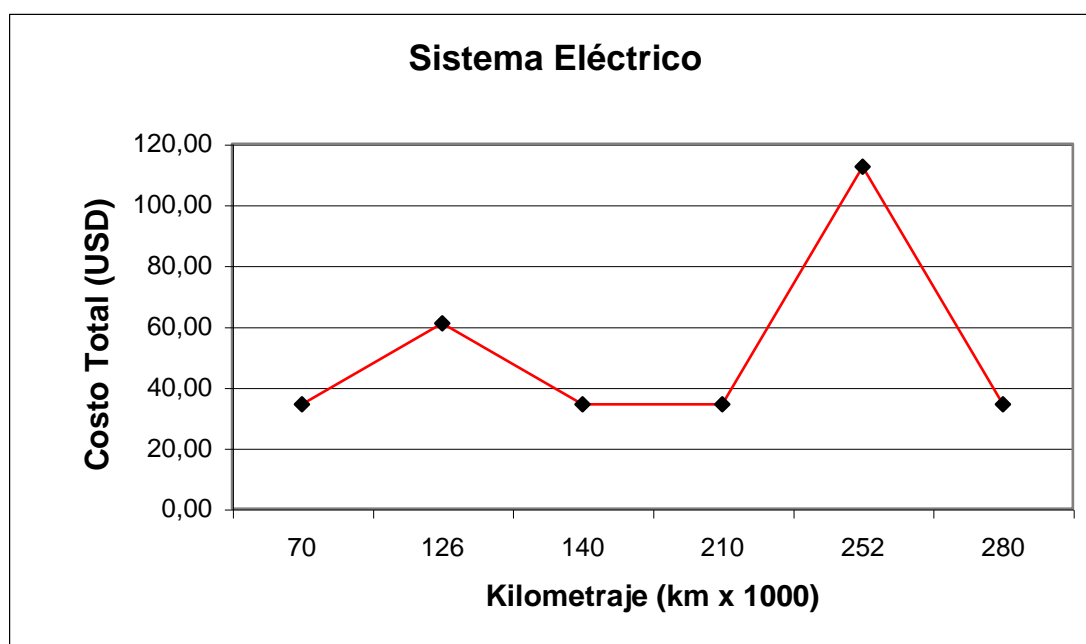


Figura 3.1 Gráfico de evolución del costo del sistema eléctrico

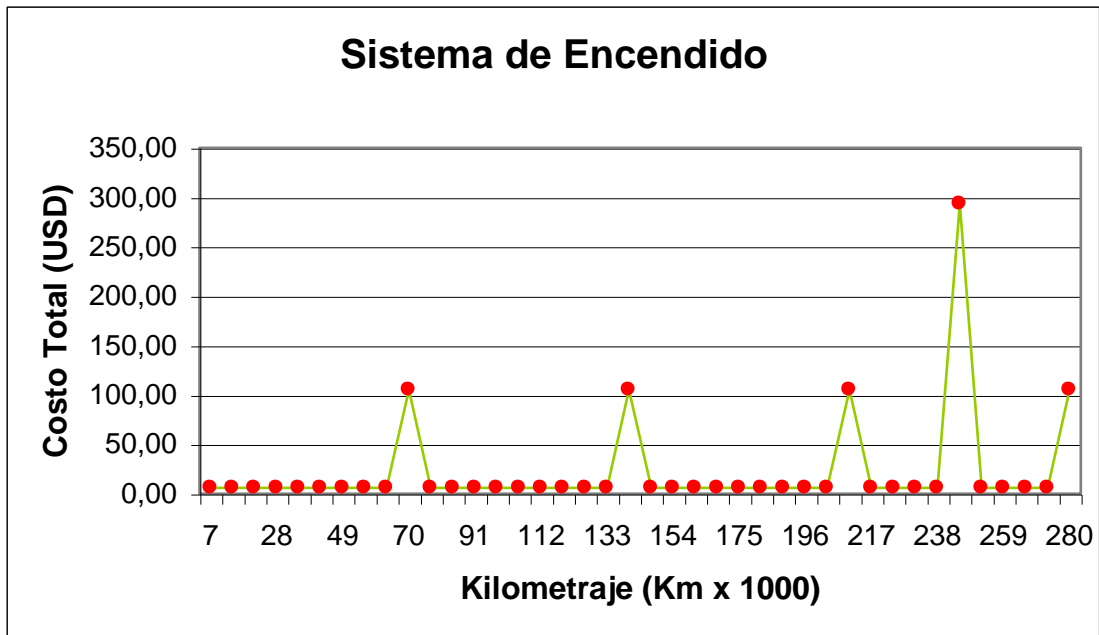


Figura 3.2 Gráfico de evolución del costo del sistema de encendido

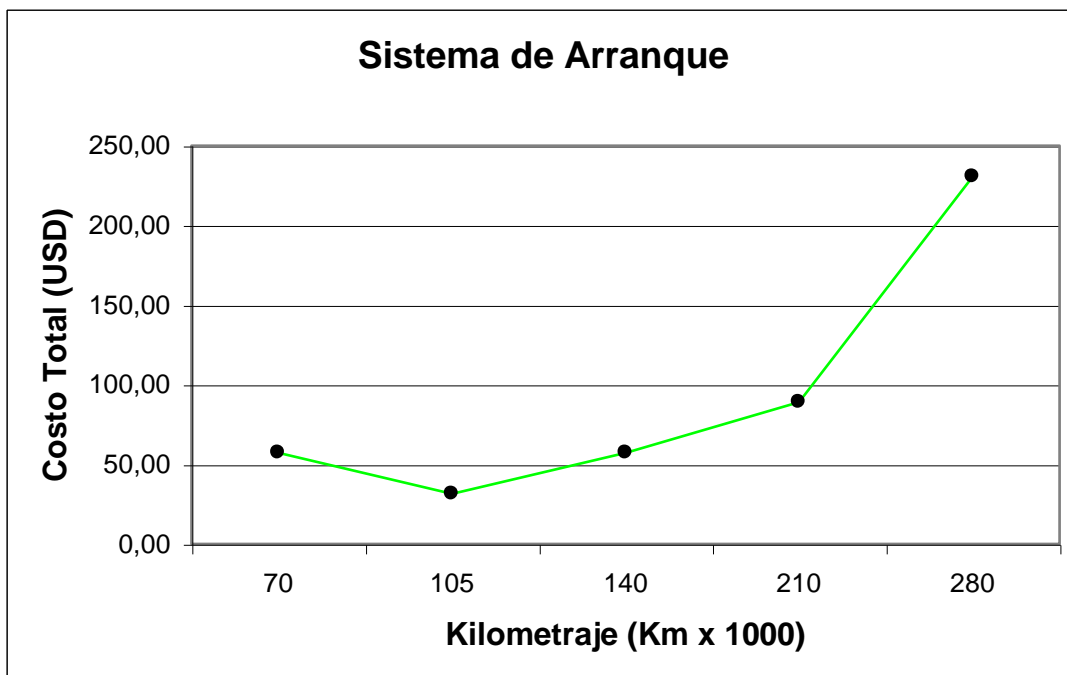


Figura 3.3 Gráfico de evolución del costo del sistema de arranque

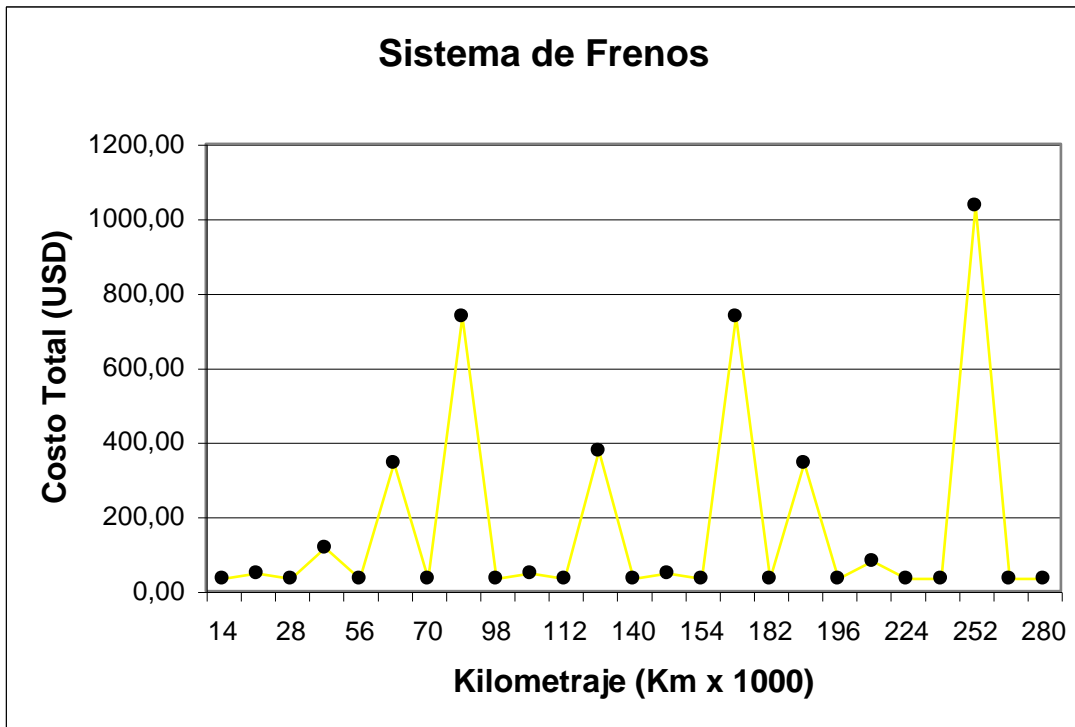


Figura 3.4 Gráfico de evolución del costo del sistema de frenos.

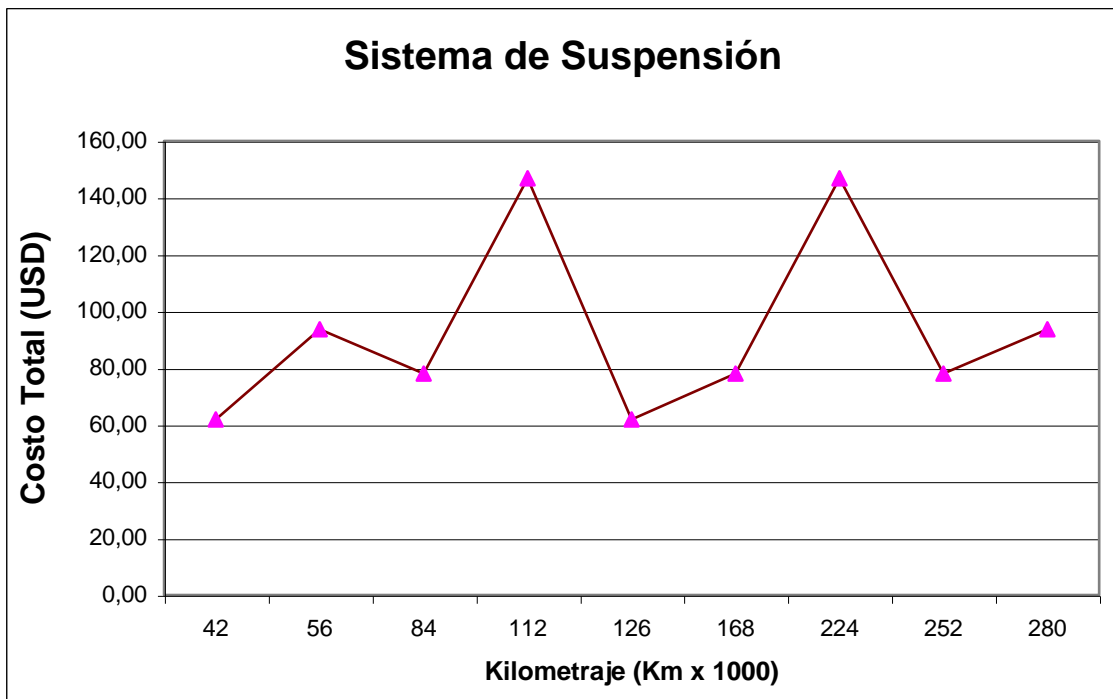


Figura 3.5 Gráfico de evolución del costo del sistema de suspensión.

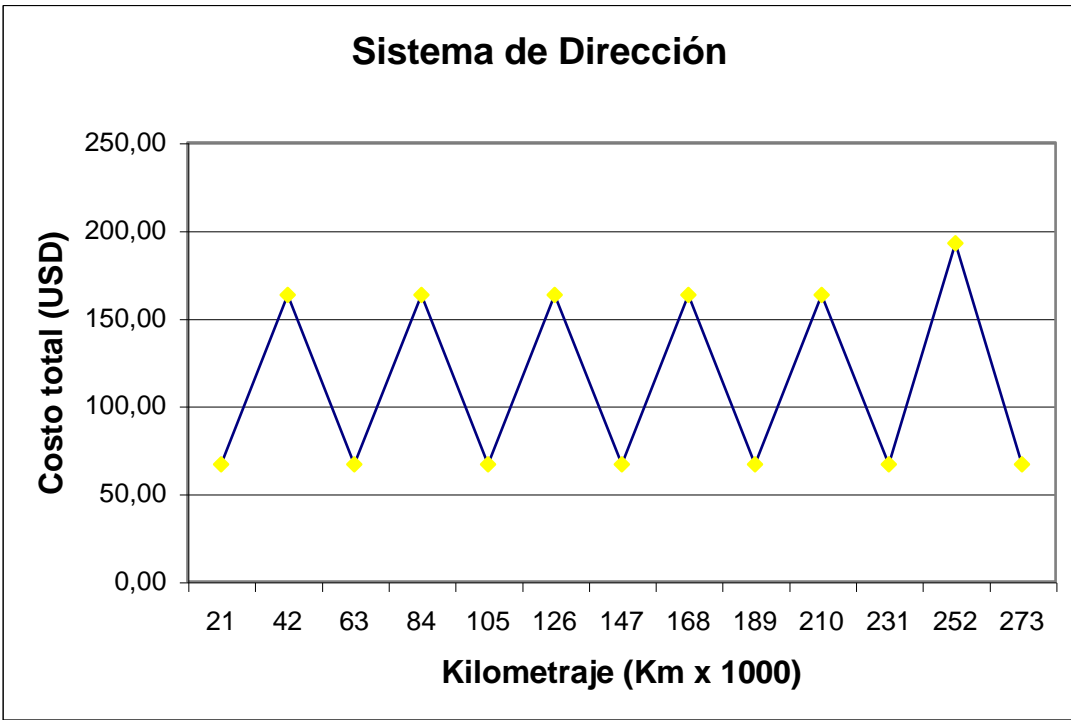


Figura 3.6 Gráfico de evolución del costo del sistema de dirección.

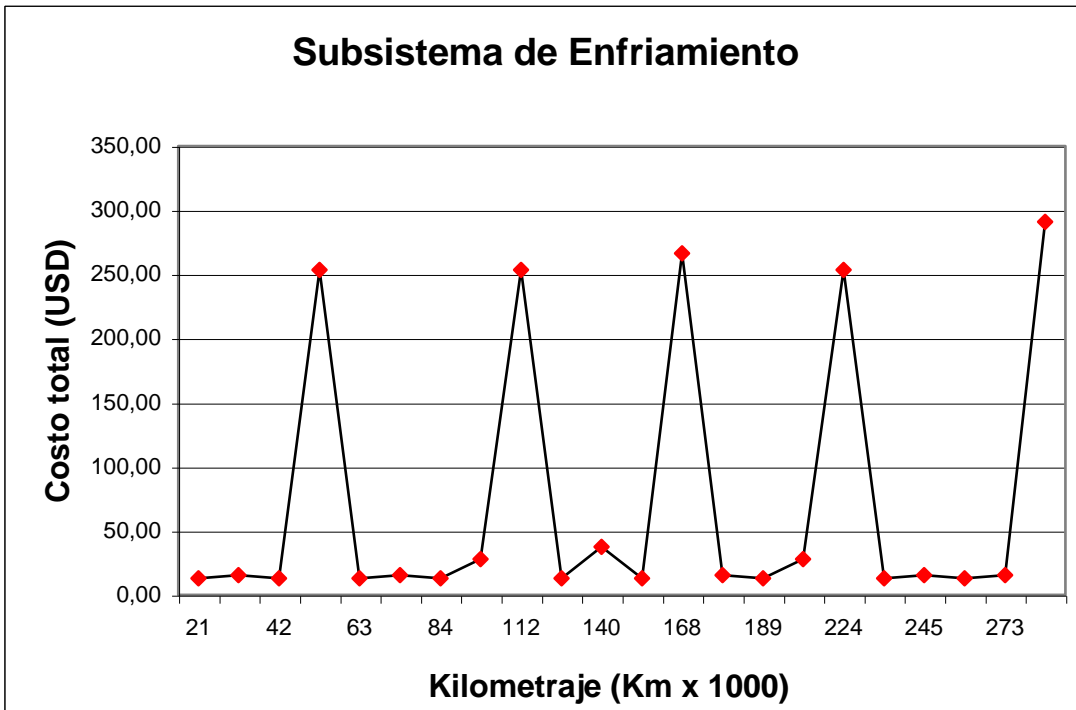


Figura 3.7 Gráfico de evolución del costo del subsistema de enfriamiento.

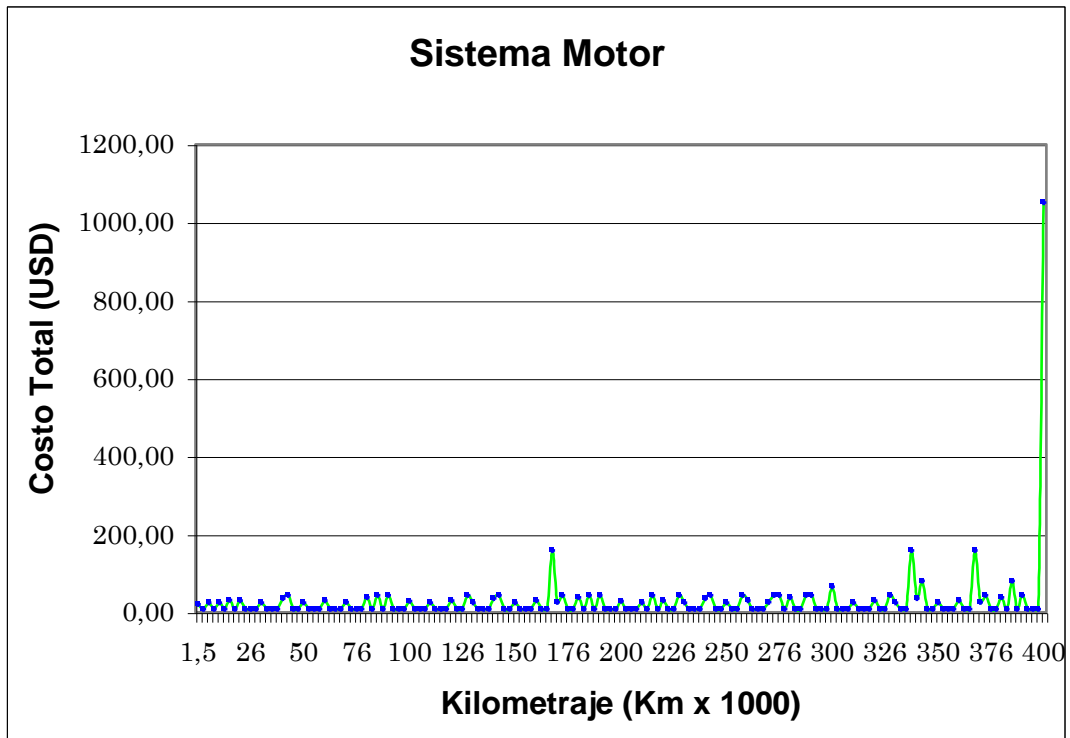


Figura 3.8 Gráfico de evolución del costo del sistema motor.

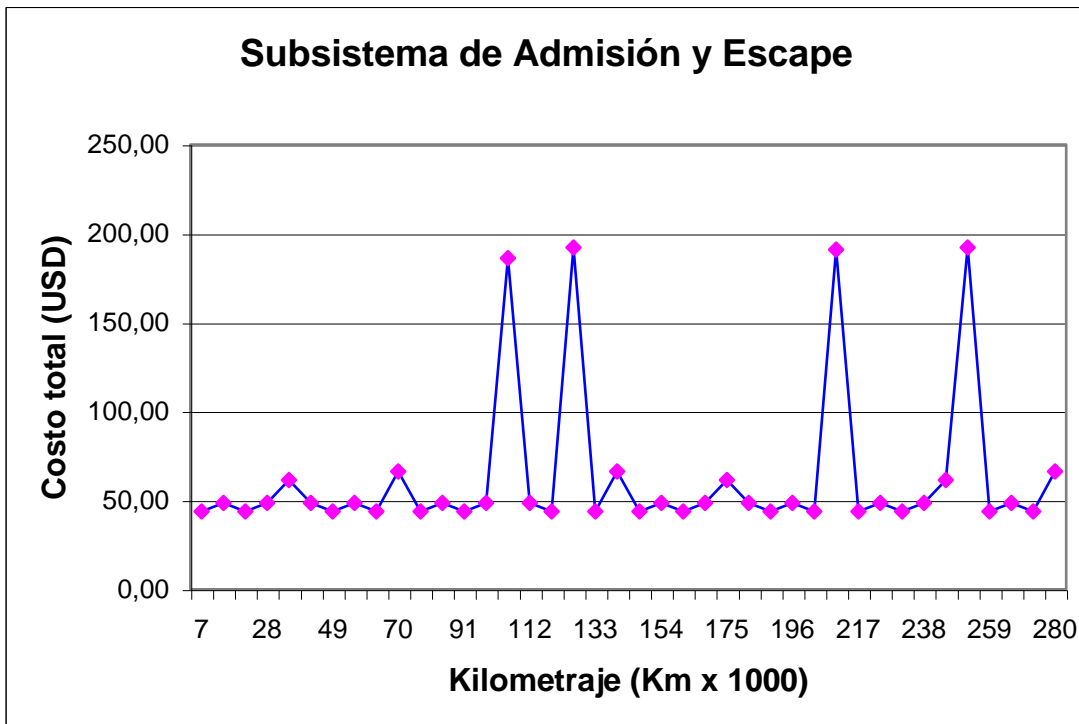


Figura 3.9 Gráfico de evolución del costo del subsistema admisión y escape.

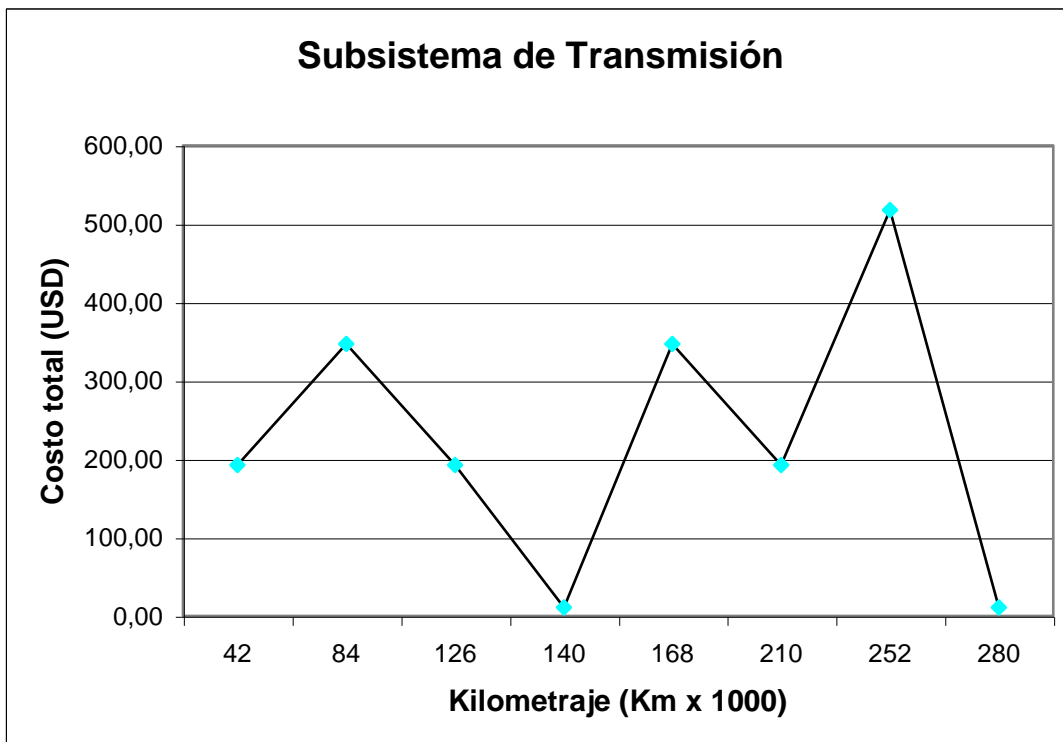


Figura 3.10 Gráfico de evolución del costo del subsistema de transmisión.

3.2.2. Taxis

Sistema eléctrico y encendido

Tabla 3.22: Vida útil del sistema eléctrico en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA ELÉCTRICO	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Escobilla del alternador	100000	12,92	17,99	30,91
Rodamientos del alternador	180000	12,92	2,30	15,22
Regulador de voltaje	180000	11,30	26,00	37,30
Reparación completa del alternador	360000	18,84	46,29	65,13
Batería	2 años	1,61	80,00	81,61

Tabla 3.23: Vida útil del sistema de encendido en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE ENCENDIDO	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Bujías	10000	3,88	4,00	7,88
Cables de bujías	100000	4,91	45,00	49,91
Bobina	100000	1,61	49,80	51,41
Reparación total del distribuidor	350000	17,22	98,80	116,02
Modulo	350000	7,53	145,00	152,53

Tabla 3.24: Vida útil del sistema de arranque en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE ARRANQUE	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Relé de arranque	100000	4,84	4,10	8,94
Escobillas	100000	4,52	25,40	29,92
Bendix	150000	5,81	24,00	29,81
Rodamientos	100000	4,96	6,80	11,76
Automático	400000	15,50	40,00	55,50
Reparación completa	400000	36,02	100,30	136,32

Los funcionamientos y vida útil del sistema eléctrico se de detalla en las anteriores tablas (3.22, 3.23 y 3.24), teniendo su respectivo apoyo en las figuras (3.11, 3.12 y 3.13).

Sistema de frenos

Tabla 3.25: Vida útil del sistema de frenos en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE FRENOS	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Pastillas	20000	7,10	25,00	32,10
Rectificación de discos	60000	17,00	0,00	17,00
Cilindros delanteros	90000	12,27	90,00	102,27
Zapatas	30000	9,69	20,00	29,69
Rectificación de tambores	60000	18,00	0,00	18,00
Cilindros posteriores	90000	12,00	180,00	192,00
Cilindro maestro	120000	12,66	250,00	262,66
Servo	120000	13,00	313,00	326,00
Cambio líquido de frenos	30000	10,98	4,00	14,98

Los datos de la Tabla 3.25 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.14, que a continuación se despliega.

Sistema de suspensión

Tabla 3.26: Vida útil del sistema de suspensión en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE SUSPENSIÓN	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Bujes	80000	4,77	17,10	21,87
Cauchos	80000	4,77	33,35	38,12
Rótulas	80000	6,14	23,50	29,64
Rodamientos delanteros	160000	7,75	8,00	15,75
Rodamientos y retenedores posteriores	160000	8,86	17,00	25,86
Amortiguadores Del./Post.	60000	18,73	35,00	53,73
Muelles Del./Post.	120000	12,27	1,90	14,17

Los datos de la Tabla 3.26 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.15, que a continuación se despliega.

Sistema de dirección

Tabla 3.27: Vida útil del sistema de dirección en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE DIRECCIÓN	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Alineación	30000	12,27	0,00	12,27
Balanceo	30000	15,50	0,00	15,50
Aceite hidráulico	60000	1,83	11,00	12,83
Terminales (brazos de la dirección)	60000	11,92	28,70	40,62
Guardapolvos	60000	17,80	24,90	42,70
Engranajes de dirección	360000	18,67	10,10	28,77
Llantas	30000	6,46	30,00	36,46

Los datos de la Tabla 3.27 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.16, que a continuación se despliega.

Subsistema de enfriamiento

Tabla 3.28: Vida útil del subsistema de enfriamiento en Kilómetros con sus costos.

SUBSISTEMA DE ENFRIAMIENTO	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Banda del ventilador	30000	5,90	5,50	11,40
Bomba de agua	80000	17,89	189,00	206,89
Termostato	50000	8,87	4,75	13,62
Mangueras	200000	3,70	16,00	19,70

Los datos de la Tabla 3.28 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.17, que a continuación se despliega.

Sistema motor

Tabla 3.29: Vida útil del sistema motor en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE MOTOR	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Cambio de banda de la distribución	60000	25,12	5,00	30,12
Templador de la banda	240000	15,43	89,00	104,43
Cambios de aceite	3000	2,30	6,00	8,30
Mantenimiento de 1500	1500	11,90	6,00	17,90
Mantenimiento de 5000	5000	19,09	6,00	25,09
Mantenimiento de 10000	10000	18,73	6,00	24,73
Mantenimiento de 15000	15000	21,35	6,00	27,35
Mantenimiento de 20000	20000	23,90	6,00	29,90
Mantenimiento de 30000	30000	18,73	6,00	24,73
Mantenimiento de 40000	40000	29,06	6,00	35,06
Mantenimiento de 50000	50000	18,73	6,00	24,73
Mantenimiento de 60000	60000	23,90	6,00	29,90
Mantenimiento de 70000	70000	20,02	6,00	26,02
Mantenimiento de 80000	80000	31,05	6,00	37,05
Mantenimiento de 90000	90000	40,80	6,00	46,80
Mantenimiento de 100000	100000	22,60	6,00	28,60
Reparación total del motor	400000	85,00	600,00	685,00

Los datos de la Tabla 3.29 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.18, que a continuación se despliega.

Subsistema admisión y escape

Tabla 3.30: Vida útil del subsistema de admisión y escape en Kilómetros con sus costos.

SUBSISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
ABC	10000	32,00	0,00	32,00
Bomba de combustible	150000	25,78	94,00	119,78
Limpieza de inyectores	10000	18,68	0,00	18,68
Revisión tubo de escape	20000	18,68	0,00	18,68
Tubo de escape	180000	16,80	123,00	139,80
Limpieza del tanque de combustible	50000	16,80	0,00	16,80

Los datos de la Tabla 3.30 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.19, que a continuación se despliega.

Subsistema de transmisión

Tabla 3.31: Vida útil del subsistema de transmisión en Kilómetros con sus costos.

SUBSISTEMA DE TRANSMISIÓN	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Cable de embrague	200000	9,69	3,35	13,04
Disco de embrague	60000	39,74	67,80	107,54
Plato de embrague	120000	34,78	63,00	97,78
Rodamiento de embrague	120000	25,87	5,75	31,62
Canastilla	120000	12,45	6,50	18,95
Crucetas	60000	27,90	57,00	84,90
Rodamientos de la caja	360000	16,95	13,80	30,75
Rodamientos de cono-corona	360000	41,05	54,00	95,05
Piñones	360000	18,20	43,00	61,20
Sincronizados	360000	19,50	39,00	58,50

Los datos de la Tabla 3.31 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.20, que a continuación se despliega.

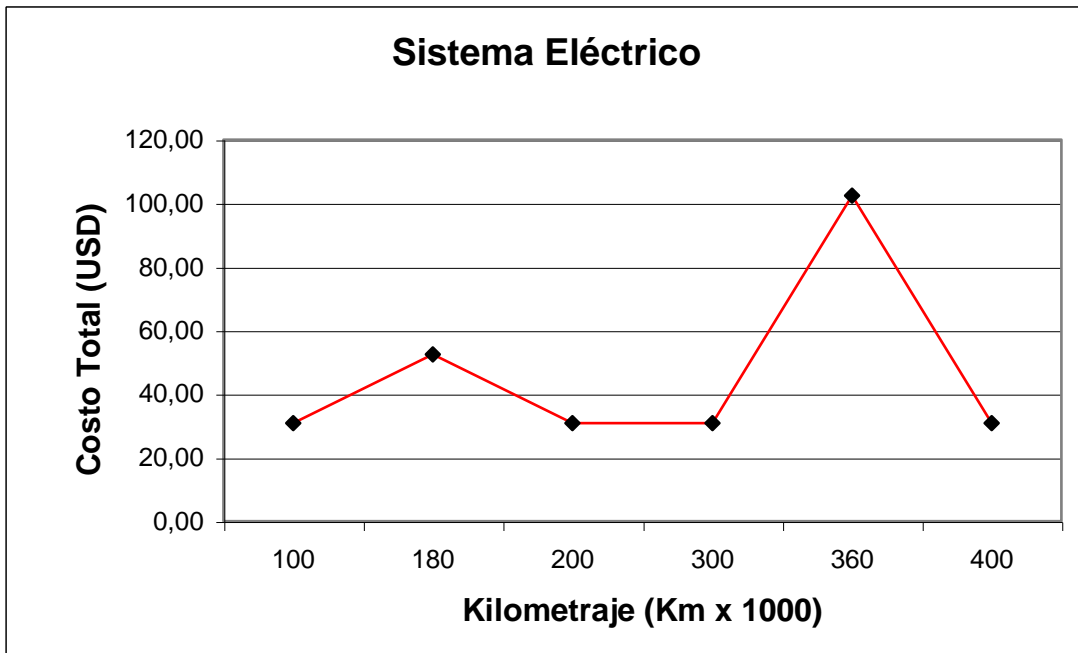


Figura 3.11 Gráfico de evolución del costo del sistema eléctrico

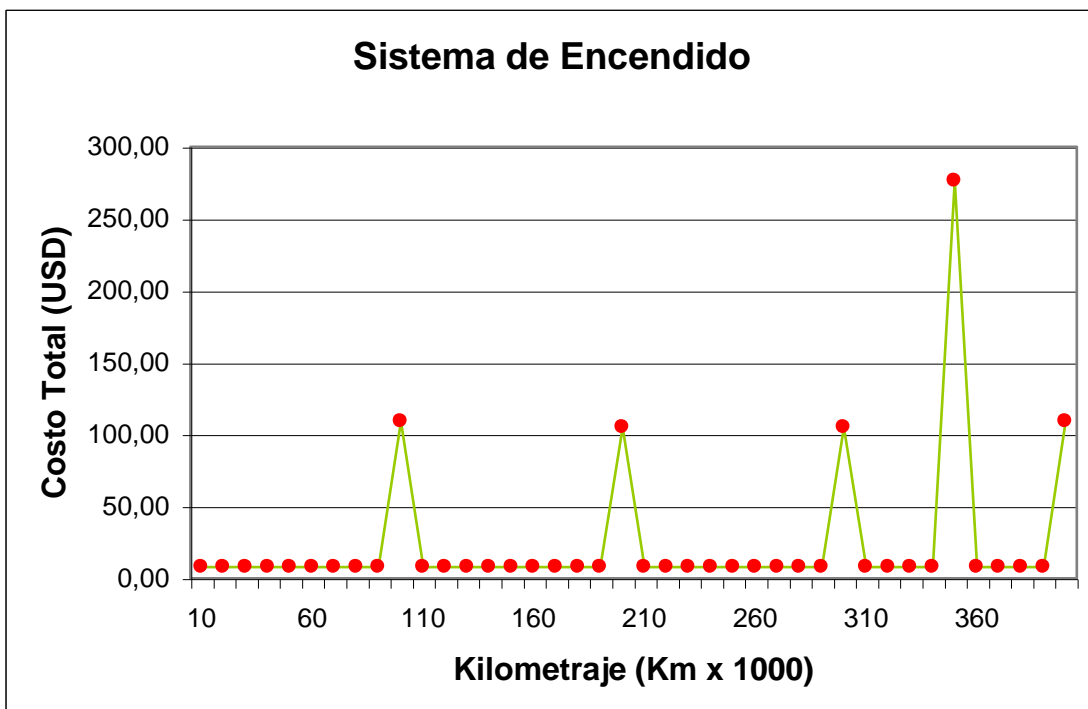


Figura 3.12 Gráfico de evolución del costo del sistema de encendido

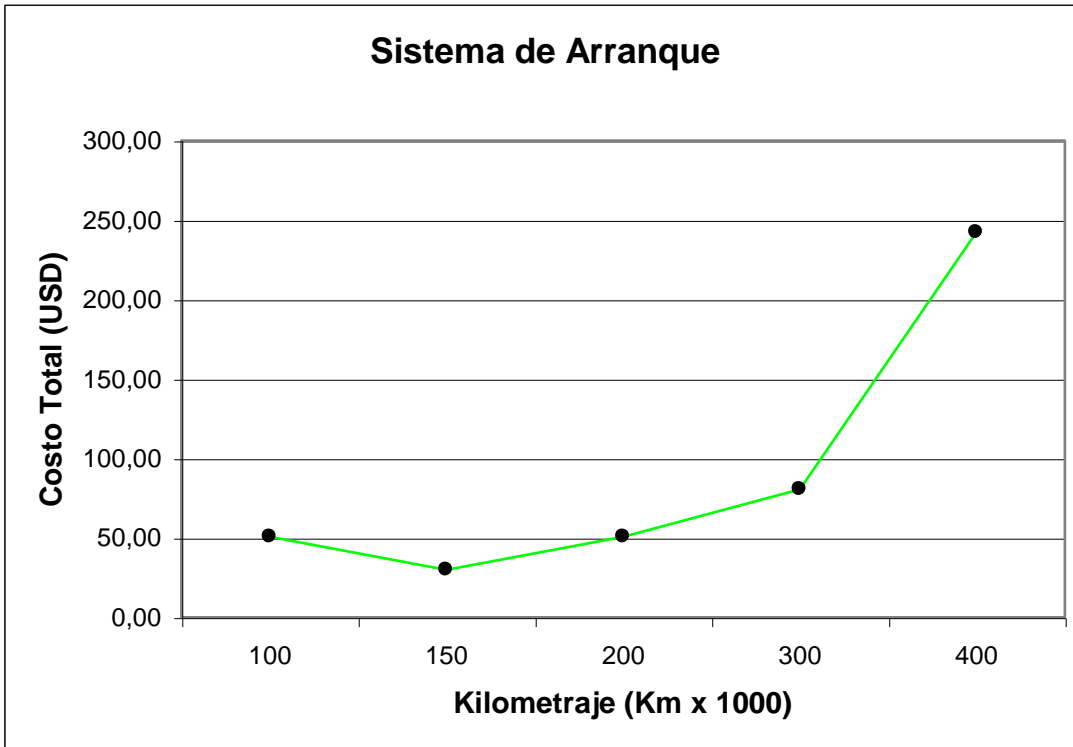


Figura 3.13 Gráfico de evolución del costo del sistema de arranque

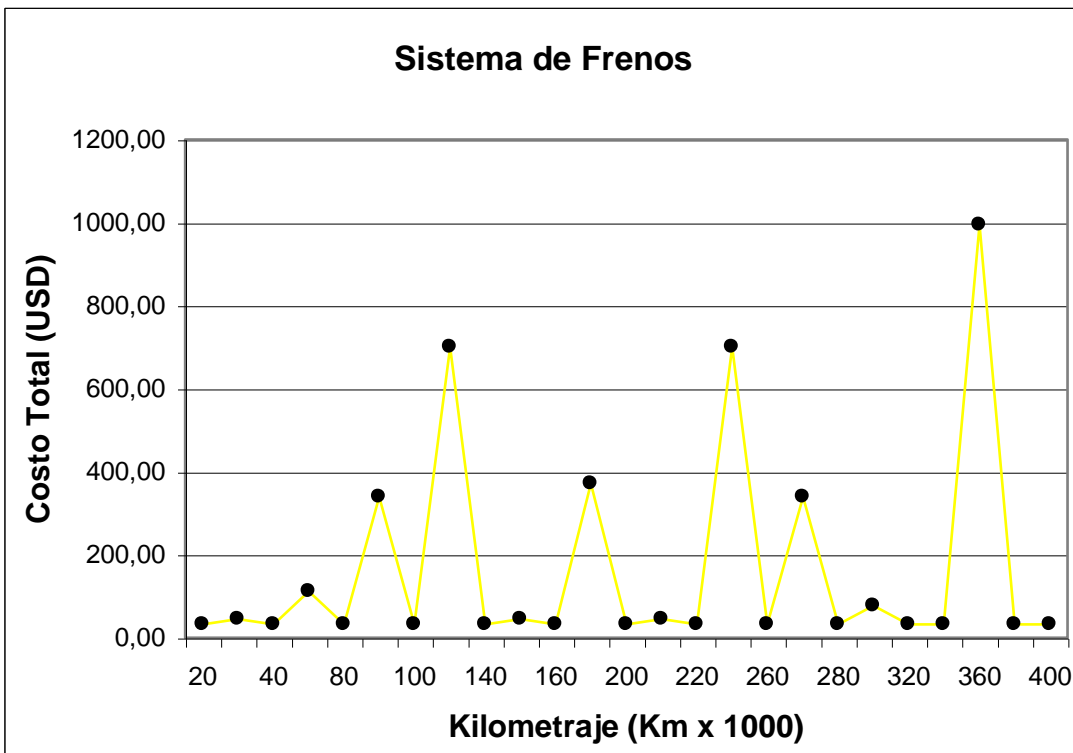


Figura 3.14 Gráfico de evolución del costo del sistema de frenos.

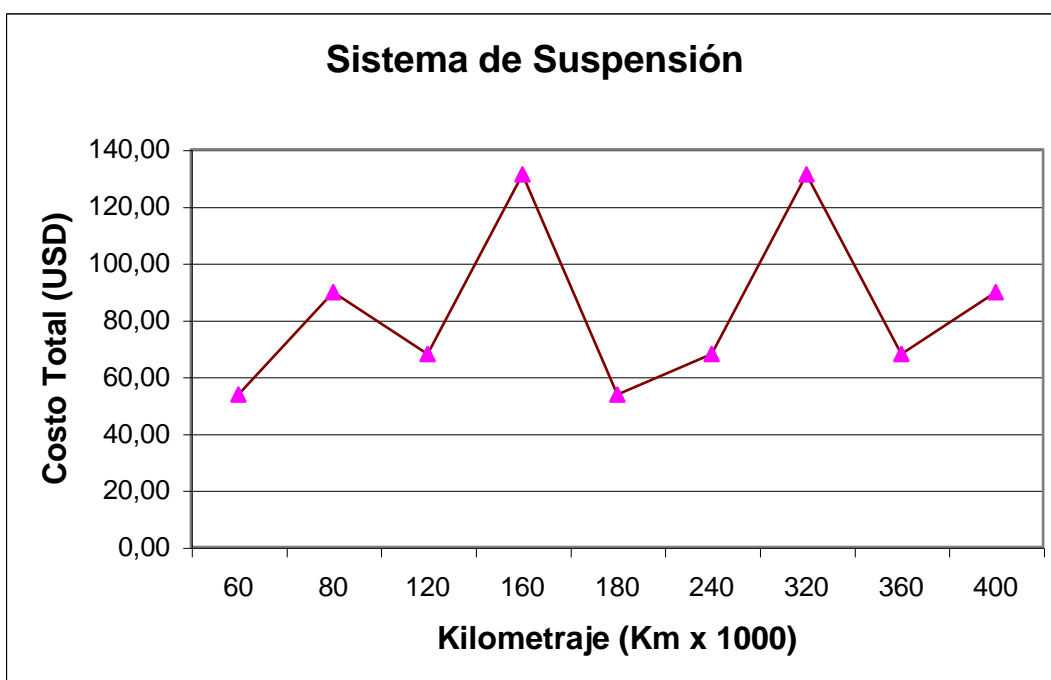


Figura 3.15 Gráfico de evolución del costo del sistema de suspensión.

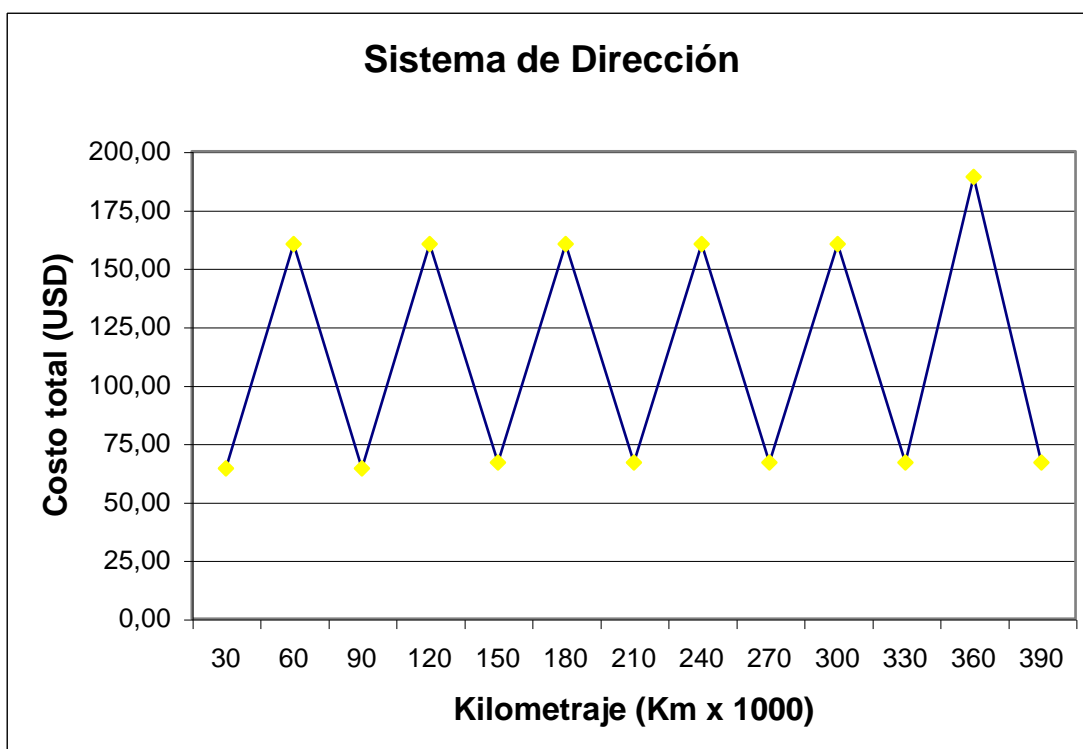


Figura 3.16 Gráfico de evolución del costo del sistema de dirección.

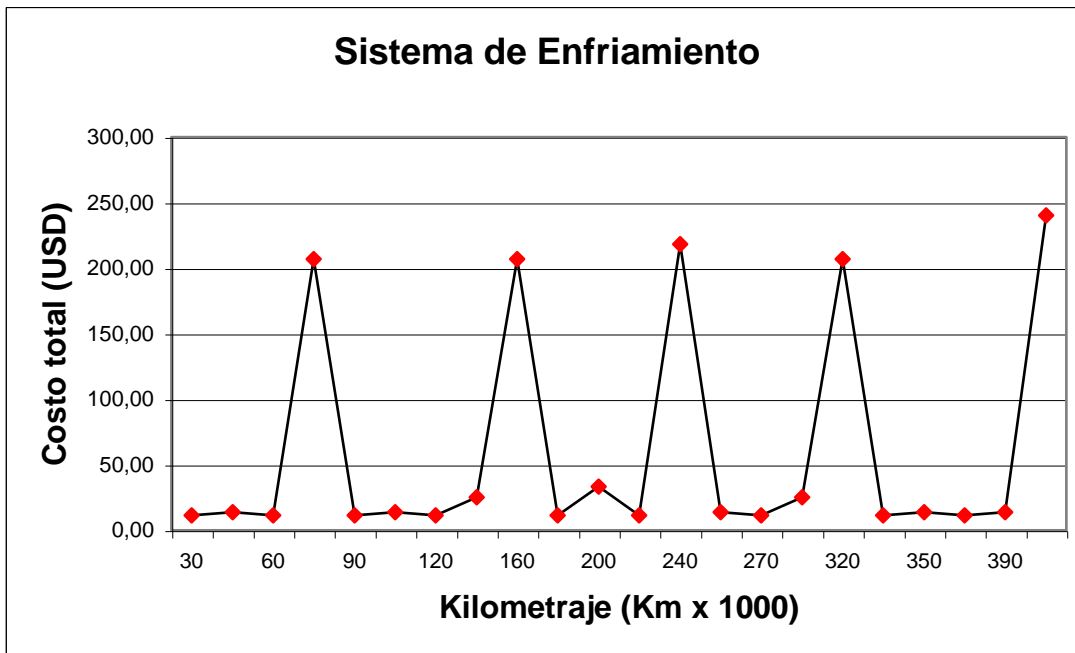


Figura 3.17 Gráfico de evolución del costo del subsistema de enfriamiento.

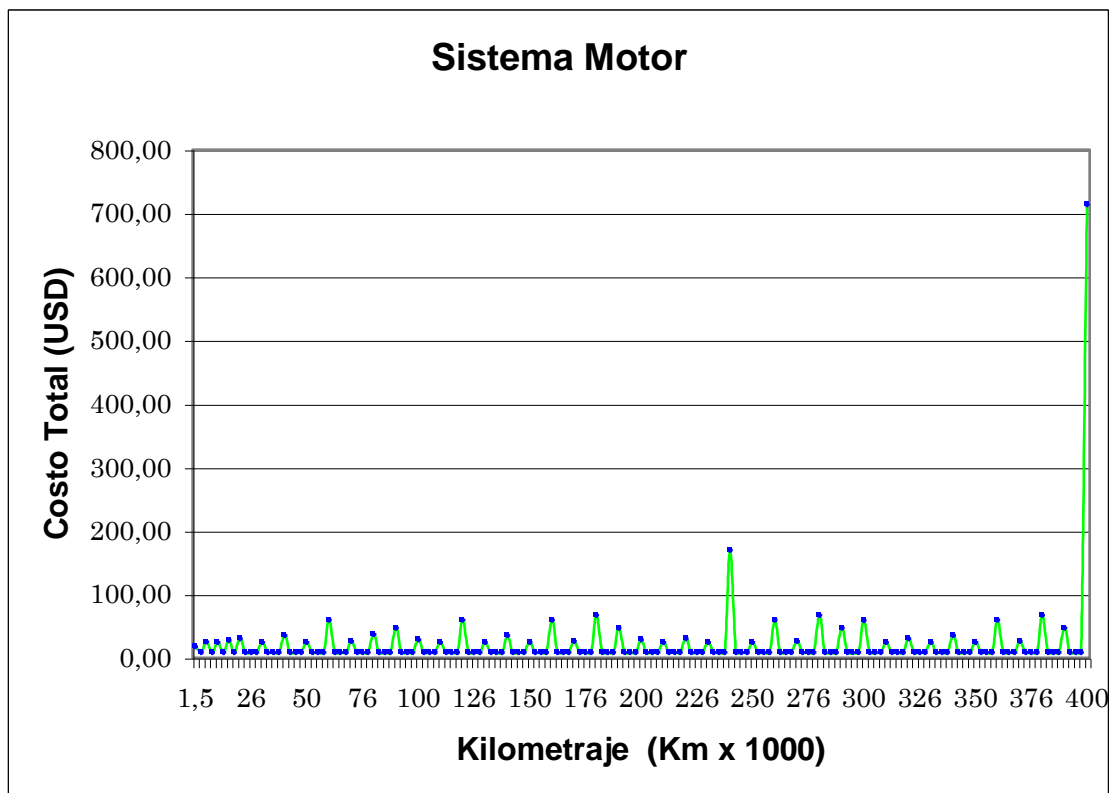


Figura 3.18 Gráfico de evolución del costo del sistema motor.

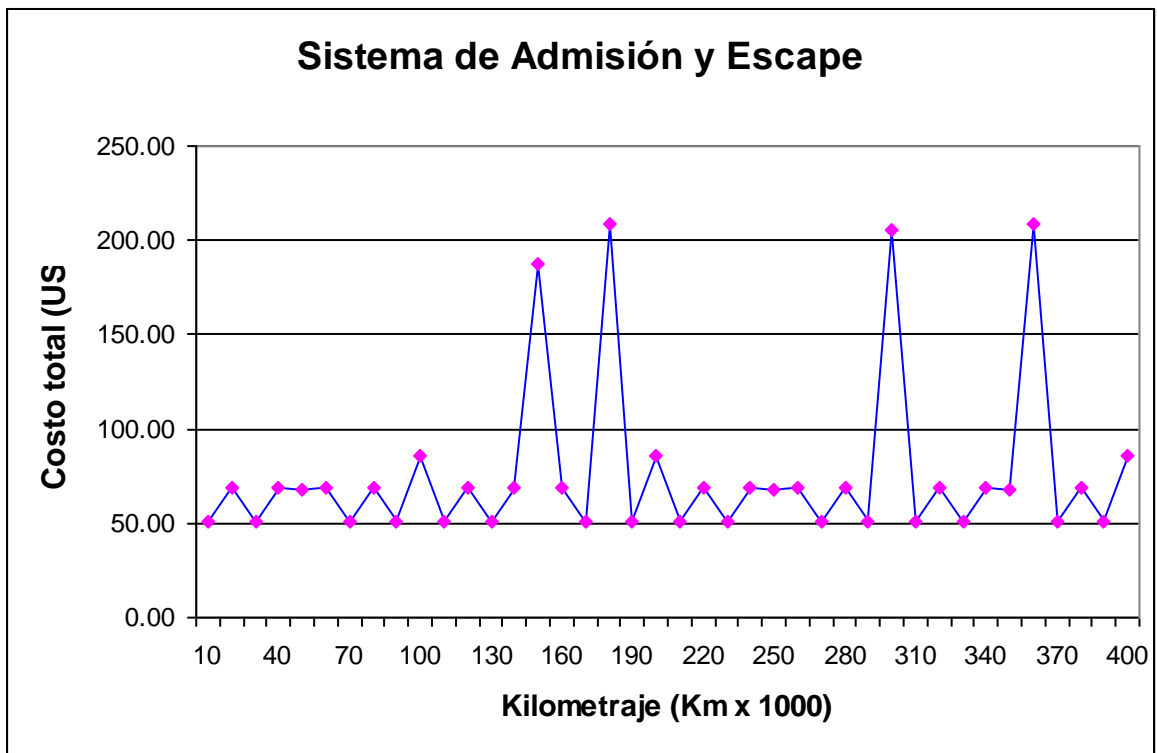


Figura 3.19 Gráfico de evolución del costo del subsistema admisión y escape.

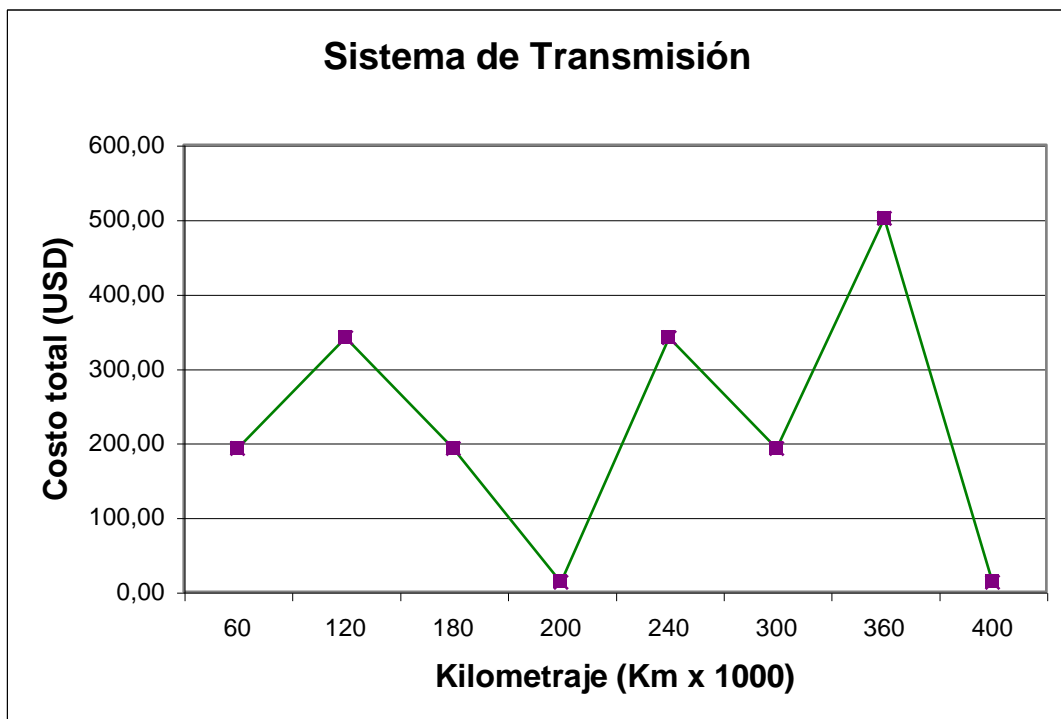


Figura 3.20 Gráfico de evolución del costo del subsistema de transmisión.

3.2.3. Buses Interparroquiales

Intervalos, costos de repuestos y mano de obra de mantenimientos preventivo recomendado por las casas comerciales y talleres autorizados se detallan en las siguientes tablas.

Tabla 3.32: Costos mantenimiento preventivo 4000 Km.

Mantenimiento 4000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo fugas de aire			
Alineación de banana eje II y III			
Chequeo terminales (brazos de la dirección)			
Chequeo de guardapolvos			
Chequeo barra estabilizadora y bujes de goma			
Chequeo de radiadores e intercooler			
Chequeo ventiladores			
Chequeo mangueras			
Cambio de aceite de motor	80,00		
Chequeo bomba de combustible			
Total	80,00	80,00	160,00

Tabla 3.33: Costos mantenimiento preventivo 8000 Km.

Mantenimiento 8000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio filtro separador de agua / combustible	23,27		
Árbol de ventilador			
Cambio de aceite de motor	80,00		
Crucetas			
Cubos			
Cambio filtro de aceite	11,20		
Cambio filtros de aire	140,75		
Diferencial			
Catalinas			
Rodamientos de la caja			
Rodamientos de cono-corona			
Templado de la banda del alternador			

Piñones			
Sincronizados			
Árbol de transmisión de caja			
Total	255,22	100,00	355,22

Tabla 3.34: Costos mantenimiento preventivo 12000 Km.

Mantenimiento 12000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Templado de la banda del alternador			
Mantenimiento de 4000	80,00		
Total	80,00	80,00	160,00

Tabla 3.35: Costos mantenimiento preventivo 24000 Km.

Mantenimiento 24000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	298,76	100,00	398,76

Tabla 3.36: Costos mantenimiento preventivo 32000 Km.

Mantenimiento 32000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio de la banda del ventilador	8,00		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	263,22	100,00	363,22

Tabla 3.37: Costos mantenimiento preventivo 36000 Km.

Mantenimiento 36000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Templado de la banda del alternador			
Chequeo bomba de dirección			
Mantenimiento de 4000	80,00		
Total	80,00	80,00	160,00

Nota: El costo la calibración de la bomba de inyección va prorrateado en los costos de mantenimiento, se encuentra incluido en los mantenimientos que se van realizando.

Tabla 3.38: Costos mantenimiento preventivo 40000 Km.

Mantenimiento 40000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	1.644,54	120,00	1.764,54

Tabla 3.39: Costos mantenimiento preventivo 60000 Km.

Mantenimiento 60000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio relé del arranque	12,00		
Mantenimiento de 4000	80,00		
Total	92,00	100,00	192,00

Tabla 3.40: Costos mantenimiento preventivo 96000 Km.

Mantenimiento de 96000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Templado de la banda del alternador			
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Cambio de la banda del ventilador	8,00		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	306,76	100,00	406,76

Tabla 3.41: Costos mantenimiento preventivo 100000 Km.

Mantenimiento 100000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Reparación completa del alternador	38,00	10,00	
Reparación completa del sistema de arranque	125,00	20,00	
Cambio de amortiguadores	284,84		
Rodamientos y retenedores (delantero y posterior)	80,00		
Cambio de llantas	588,00		
Limpieza tanque de combustible			
Mantenimiento de 4000	80,00		
Total	1.115,84	130,00	1.245,84

Tabla 3.42: Costos mantenimiento preventivo 120000 Km.

Mantenimiento 120000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Cambio relé del arranque	12,00		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	1.700,08	120,00	1.820,08

Tabla 3.43: Costos mantenimiento preventivo 160000 Km.

Mantenimiento 160000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio de la banda del ventilador	8,00		
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		

Cambio de la banda del alternador	110,00		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	1.652,54	120,00	1.772,54

Tabla 3.44: Costos mantenimiento preventivo 200000 Km.

Mantenimiento 200000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Reparación completa del alternador	38,00	10,00	
Reparación completa del sistema de arranque	125,00	20,00	
Cambio de amortiguadores	284,84		
Rodamientos y retenedores (delantero y posterior)	80,00		
Cambio de llantas	588,00		
Limpieza tanque de combustible			
Cambio filtros de aire	140,75		
Cambio filtro de aceite	11,20		
Cambio de aceite de motor	80,00		
Cambio filtro separador de agua / combustible	23,27		
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	3.015,60	190,00	3.205,60

Tabla 3.45: Costos mantenimiento preventivo 300000 Km.

Mantenimiento 300000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Reparación completa del alternador	38,00	10,00	
Reparación completa del sistema de arranque	125,00	20,00	
Cambio de amortiguadores	284,84		
Rodamientos y retenedores (delantero y posterior)	80,00		
Cambio de llantas	588,00		
Limpieza tanque de combustible			
Mantenimiento de 4000	80,00		
Total	1.127,84	130,00	1.257,84

Tabla 3.46: Costos mantenimiento preventivo 312000 Km.

Mantenimiento 312000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio filtro separador de agua / combustible	23,27		
Árbol de ventilador			
Cambio de aceite de motor	80,00		
Crucetas			
Cubos			
Cambio filtro de aceite	11,20		
Cambio filtros de aire	140,75		
Diferencial			
Catalinas			
Rodamientos de la caja			
Rodamientos de cono-corona			
Piñones			
Sincronizados			
Árbol de transmisión de caja			
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Total	298,76	100,00	398,76

Tabla 3.47: Costos mantenimiento preventivo 480000 Km.

Mantenimiento 480000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Cambio relé del arranque	12,00		
Templado de la banda del alternador			
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Cambio de la banda del ventilador	8,00		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	1.751,62	120,00	1.871,62

Tabla 3.48: Costos mantenimiento preventivo 600000 Km.

Mantenimiento 600000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Cambio relé del arranque	12,00		
Reparación completa del alternador	38,00	10,00	
Reparación completa del sistema de arranque	125,00	20,00	
Cambio de amortiguadores	284,84		
Rodamientos y retenedores (delantero y posterior)	80,00		
Cambio de llantas	588,00		
Limpieza tanque de combustible			
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	2.815,92	150,00	2.965,92

3.2.4. Transporte Urbano

3.2.4.1. Buses Urbanos

Intervalos, costos de repuestos y mano de obra de mantenimientos preventivo recomendado por las casas comerciales y talleres autorizados se detallan en las siguientes tablas.

Tabla 3.49: Costos mantenimiento preventivo 4000 Km.

Mantenimiento 4000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo fugas de aire			
Alineación de banana eje II y III			
Chequeo terminales (brazos de la dirección)			
Chequeo de guardapolvos			
Chequeo barra estabilizadora y bujes de goma			
Chequeo de radiadores e intercooler			

Chequeo ventiladores			
Chequeo mangueras			
Cambio de aceite de motor	80,00		
Chequeo bomba de combustible			
Total	80,00	80,00	160,00

Tabla 3.50: Costos mantenimiento preventivo 8000 Km.

Mantenimiento 8000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio filtro separador de agua / combustible	23,27		
Árbol de ventilador			
Cambio de aceite de motor	80,00		
Crucetas			
Cubos			
Cambio filtro de aceite	11,20		
Cambio filtros de aire	140,75		
Diferencial			
Catalinas			
Rodamientos de la caja			
Rodamientos de cono-corona			
Templado de la banda del alternador			
Piñones			
Sincronizados			
Árbol de transmisión de caja			
Total	255,22	100,00	355,22

Tabla 3.51: Costos mantenimiento preventivo 12000 Km.

Mantenimiento 12000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Templado de la banda del alternador			
Mantenimiento de 4000	80,00		
Total	80,00	80,00	160,00

Tabla 3.52: Costos mantenimiento preventivo 24000 Km.

Mantenimiento 24000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	298,76	100,00	398,76

Tabla 3.53: Costos mantenimiento preventivo 32000 Km.

Mantenimiento 32000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio de la banda del ventilador	8,00		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	263,22	100,00	363,22

Tabla 3.54: Costos mantenimiento preventivo 36000 Km.

Mantenimiento 36000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Templado de la banda del alternador			
Chequeo bomba de dirección			
Mantenimiento de 4000	80,00		
Total	80,00	80,00	160,00

Tabla 3.55: Costos mantenimiento preventivo 40000 Km.

Mantenimiento 40000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	1.644,54	120,00	1.764,54

Tabla 3.56: Costos mantenimiento preventivo 60000 Km.

Mantenimiento 60000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio relé del arranque	12,00		
Mantenimiento de 4000	80,00		
Total	92,00	100,00	192,00

Tabla 3.57: Costos mantenimiento preventivo 96000 Km.

Mantenimiento de 96000			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Templado de la banda del alternador			
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Cambio de la banda del ventilador	8,00		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	306,76	100,00	406,76

Tabla 3.58: Costos mantenimiento preventivo 100000 Km.

Mantenimiento 100000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Reparación completa del alternador	38,00	10,00	
Reparación completa del sistema de arranque	125,00	20,00	
Cambio de amortiguadores	284,84		
Rodamientos y retenedores (delantero y posterior)	80,00		
Cambio de llantas	588,00		
Limpieza tanque de combustible			
Mantenimiento de 4000	80,00		
Total	1.115,84	130,00	1.245,84

Tabla 3.59: Costos mantenimiento preventivo 120000 Km.

Mantenimiento 120000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		

Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Cambio relé del arranque	12,00		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	1.700,08	120,00	1.820,08

Tabla 3.60: Costos mantenimiento preventivo 160000 Km.

Mantenimiento 160000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio de la banda del ventilador	8,00		
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	1.652,54	120,00	1.772,54

Tabla 3.61: Costos mantenimiento preventivo 200000 Km.

Mantenimiento 200000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Reparación completa del alternador	38,00	10,00	
Reparación completa del sistema de arranque	125,00	20,00	
Cambio de amortiguadores	284,84		
Rodamientos y retenedores (delantero y posterior)	80,00		
Cambio de llantas	588,00		
Limpieza tanque de combustible			
Cambio filtros de aire	140,75		
Cambio filtro de aceite	11,20		
Cambio de aceite de motor	80,00		
Cambio filtro separador de agua / combustible	23,27		
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		

Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	3.015,60	190,00	3.205,60

Tabla 3.62: Costos mantenimiento preventivo 300000 Km.

Mantenimiento 300000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio relé del arranque	12,00		
Reparación completa del alternador	38,00	10,00	
Reparación completa del sistema de arranque	125,00	20,00	
Cambio de amortiguadores	284,84		
Rodamientos y retenedores (delantero y posterior)	80,00		
Cambio de llantas	588,00		
Limpieza tanque de combustible			
Mantenimiento de 4000	80,00		
Total	1.127,84	130,00	1.257,84

Tabla 3.63: Costos mantenimiento preventivo 312000 Km.

Mantenimiento 312000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio filtro separador de agua / combustible	23,27		
Árbol de ventilador			
Cambio de aceite de motor	80,00		
Crucetas			
Cubos			
Cambio filtro de aceite	11,20		
Cambio filtros de aire	140,75		
Diferencial			
Catalinas			
Rodamientos de la caja			
Rodamientos de cono-corona			
Piñones			
Sincronizados			
Árbol de transmisión de caja			
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Total	298,76	100,00	398,76

Tabla 3.64: Costos mantenimiento preventivo 480000 Km.

Mantenimiento 480000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Cambio relé del arranque	12,00		
Templado de la banda del alternador			
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Cambio de la banda del ventilador	8,00		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	1.751,62	120,00	1.871,62

Tabla 3.65: Costos mantenimiento preventivo 600000 Km.

Mantenimiento 600000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Cambio relé del arranque	12,00		
Reparación completa del alternador	38,00	10,00	
Reparación completa del sistema de arranque	125,00	20,00	
Cambio de amortiguadores	284,84		
Rodamientos y retenedores (delantero y posterior)	80,00		
Cambio de llantas	588,00		
Limpieza tanque de combustible			
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	2.815,92	150,00	2.965,92

3.3.4.2. Buses Articulados

Costos de repuestos, costos de mano de obra e intervalos de mantenimientos preventivo recomendado por el taller de mantenimiento de la empresa Transoc S. A., encargada del mantenimiento de los buses articulados, se detallan en las siguientes tablas.

Tabla 3.66: Costos mantenimiento preventivo 4000 Km.

Mantenimiento 4000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo fugas de aire			
Alineación de banana eje II y III			
Chequeo terminales (brazos de la dirección)			
Chequeo de guardapolvos			
Chequeo barra estabilizadora y bujes de goma			
Chequeo de radiadores e intercooler			
Chequeo ventiladores			
Chequeo y lubricación de la articulación	40,00		
Chequeo mangueras			
Cambio de aceite de motor	80,00		
Chequeo bomba de combustible			
Total	120,00	80,00	200,00

Tabla 3.67: Costos mantenimiento preventivo 8000 Km.

Mantenimiento 8000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio filtro separador de agua / combustible	23,27		
Árbol de ventilador			
Cambio de aceite de motor	80,00		
Crucetas			
Cubos			
Cambio filtro de aceite	11,20		
Cambio filtros de aire	140,75		
Diferencial			
Catalinas			
Rodamientos de la caja	11,50		

Rodamientos de cono-corona	14,75		
Piñones			
Sincronizados			
Árbol de transmisión de caja			
Total	281,47	100,00	381,47

Tabla 3.68: Costos mantenimiento preventivo 12000 Km.

Mantenimiento 12000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Templado de la banda del alternador			
Mantenimiento de 4000	120,00		
Total	120,00	80,00	200,00

Tabla 3.69: Costos mantenimiento preventivo 24000 Km.

Mantenimiento 24000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Mantenimiento de 8000	281,47		
Total	325,01	100,00	425,01

Tabla 3.70: Costos mantenimiento preventivo 32000 Km.

Mantenimiento 32000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio de la banda del ventilador	8,00		
Mantenimiento de 8000	281,47		
Total	289,47	100,00	389,47

Tabla 3.71: Costos mantenimiento preventivo 36000 Km.

Mantenimiento 36000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Templado de la banda del alternador			
Chequeo bomba de dirección			
Mantenimiento de 4000	120,00	20,00	
Total	120,00	100,00	220,00

Tabla 3.72: Costos mantenimiento preventivo 40000 Km.

Mantenimiento 40000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Mantenimiento de 8000	281,47		
Total	1.670,79	120,00	1.790,79

Tabla 3.73: Costos mantenimiento preventivo 60000 Km.

Mantenimiento 60000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio relé del arranque	12,00		
Mantenimiento de 4000	120,00		
Total	132,00	100,00	232,00

Tabla 3.74: Costos mantenimiento preventivo 96000 Km.

Mantenimiento de 96000			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Templado de la banda del alternador			
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Cambio de la banda del ventilador	8,00		
Mantenimiento de 8000	281,47		
Total	333,01	100,00	433,01

Tabla 3.75: Costos mantenimiento preventivo 100000 Km.

Mantenimiento 100000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Reparación completa del alternador	38,00	10,00	
Reparación completa del sistema de arranque	125,00	20,00	
Cambio de amortiguadores	284,84		

Rodamientos y retenedores (delantero y posterior)	80,00		
Cambio de llantas	588,00		
Limpieza tanque de combustible		45,00	
Mantenimiento de 4000	120,00		
Total	1.115,84	175,00	1.290,84

Tabla 3.76: Costos mantenimiento preventivo 120000 Km.

Mantenimiento 120000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Cambio relé del arranque	12,00		
Mantenimiento de 8000	281,47		
Total	1.726,33	120,00	1.846,33

Tabla 3.77: Costos mantenimiento preventivo 160000 Km.

Mantenimiento 160000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio de la banda del ventilador	8,00		
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Mantenimiento de 8000	281,47		
Total	1.678,79	120,00	1.798,79

Tabla 3.78: Costos mantenimiento preventivo 200000 Km.

Mantenimiento 200000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Reparación completa del alternador	38,00	10,00	

Reparación completa del sistema de arranque	125,00	20,00	
Cambio de amortiguadores	284,84		
Rodamientos y retenedores (delantero y posterior)	80,00		
Cambio de llantas	588,00		
Limpieza tanque de combustible		45,00	
Cambio filtros de aire	140,75		
Cambio filtro de aceite	11,20		
Cambio de aceite de motor	80,00		
Cambio filtro separador de agua / combustible	23,27		
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Mantenimiento de 8000	281,47		
Total	3.041,85	235,00	3.276,85

Tabla 3.79: Costos mantenimiento preventivo 300000 Km.

Mantenimiento 300000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio relé del arranque	12,00		
Reparación completa del alternador	38,00	10,00	
Reparación completa del sistema de arranque	125,00	20,00	
Cambio de amortiguadores	284,84		
Rodamientos y retenedores (delantero y posterior)	80,00		
Cambio de llantas	588,00		
Limpieza tanque de combustible		45,00	
Mantenimiento de 4000	120,00		
Total	1.127,84	175,00	1.302,84

Tabla 3.80: Costos mantenimiento preventivo 312000 Km.

Mantenimiento 312000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio filtro separador de agua / combustible	23,27		
Árbol de ventilador			

Cambio de aceite de motor	80,00		
Crucetas			
Cubos			
Cambio filtro de aceite	11,20		
Cambio filtros de aire	140,75		
Diferencial			
Catalinas			
Rodamientos de la caja			
Rodamientos de cono-corona			
Piñones			
Sincronizados			
Árbol de transmisión de caja			
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Total	298,76	100,00	398,76

Tabla 3.81: Costos mantenimiento preventivo 480000 Km.

Mantenimiento 480000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Cambio relé del arranque	12,00		
Templado de la banda del alternador			
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Cambio de la banda del ventilador	8,00		
Mantenimiento de 8000	281,47		
Total	1.777,87	120,00	1.897,87

Tabla 3.82: Costos mantenimiento preventivo 600000 Km.

Mantenimiento 600000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Cambio relé del arranque	12,00		
Reparación completa del alternador	38,00	10,00	
Reparación completa del sistema de arranque	125,00	20,00	
Cambio de amortiguadores	284,84		

Rodamientos y retenedores (delantero y posterior)	80,00		
Cambio de llantas	588,00		
Limpieza tanque de combustible			
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Mantenimiento de 8000	281,47		
Total	2.848,17	150,00	3043,17

3.2.4.2. Trolebuses

Las tablas que a continuación se detallan fueron proporcionadas por el personal encargado del mantenimiento de las unidades del trolebús, en estas se detallan los trabajos que se realizan en materia de mantenimiento preventivo para todas las unidades que prestan este servicio.

Tabla 3.83: Mantenimiento preventivo 5000 Km.

Mantenimiento 5000 Km. (4489 E; 605 D - 6 semanas)			
Área Electrónica			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Inspección y limpieza de cofres de A.T., regleteros y confirmación de contactores			
Inspección del canal de ventilación del motor eléctrico: roturas y/o recalentamientos			
Inspección de la resistencia de freno: niquelinas, aisladores, conexiones			
Revisión de las baterías: limpieza de bornes y conexiones			
Chequeo del nivel de aislamiento			
Revisión y ajuste de escobillas de puesta a tierra			
Revisión de emisores valor trórico eléctrico			
Memoria de incidencias			

Chequeo de señales acústicas y luminosas del panel +112			
Inspección de mangueras de cableado y neumáticas en chasis: rozamientos, roturas, fugas.			
Inspección del estado de conexiones y cableado			
Carrocería			
Verificación del correcto funcionamiento del tablero de instrumentos			
Alineación y revisión de luces, chequeo de faros y verificación de conexiones			
Chequeo del funcionamiento del pito: revisar conexiones y sujeción			
Chequeo del funcionamiento del limpia parabrisas			
Revisión del correcto funcionamiento del motor antivaho			
Chequeo del funcionamiento de los ventiladores del pasillo			
Chequeo del funcionamiento de los rótulos delantero y lateral de rutas.			
Pantógrafo			
Revisión de carbones, estado de barras, latiguillos, cabezas colectoras, aisladores y dispositivos de bloqueo, limpieza y lubricación de partes móviles			
Verificación de pasadores y seguros			
Comprobación del funcionamiento de los troles			
Revisión de fugas de aire			
Revisión del sistema neumático del pantógrafo: cilindros, mangueras, acoples y empaques			
Reposición de tornillos de tapas interiores y hermeticidad de los mismos			
Chequeo de hermeticidad de las bornas superiores fusibles 10F1 y 10F2 y mando ESA 203			
Revisión del funcionamiento del vigilador de aislamiento			

Área Mecánica			
Motor			
Filtro de aire			
filtro de combustible			
Prefiltro de combustible			
Electro válvula aceite / reserva			
Refrigerante			
Lubricación			
Correas de transmisión			
Cañerías y mangueras			
Frenos			
Forros de freno			
Candado de freno			
Perno de candado de freno			
Pulmón del freno I eje			
Pulmón de freno II y III eje			
Caja ZF			
Aceite hidráulico			
Fugas			
Dirección			
Aceite			
Caja			
Fugas			
Refrigerante			
Hidráulico			
Combustible			
Suspensión			
Bases de fuelles			
Fuelles			
Válvulas de altura			
Altura de suspensión			
Amortiguadores I, II, y III eje			
Bujes			
Bases de dirección			
Bases de barra de torsión			
Tándem			
Grasa eje delantero			
Grasa eje intermedio			
Guardabarros			
Terminales de dirección			
Eje de tracción			
Cardán eléctrico			

Cardán diesel			
Diferencial			
Desfogue diferencial			
Propulsor eléctrico			
Propulsor diesel			
Catalinas			
Mangueras			
Cañerías			
Electro válvulas			
Válvula de rebose			
Neumáticos			
Compresor eléctrico			
Aceite			
Filtro de aire			
Filtro purificador de agua			
Filtro separador de aceite			
Ventilador			
Estructura metálica			
Bases de soporte			
Articulación			
Cilindros de articulación			
Mangueras de dirección			
Cañerías de combustible			
Pernos de la corona			
Varilla de suspensión			
Cilindros de recuperación			
Carrocerías			
Parantes			
Asideros			
Rampas			
Ventiladores			
Cofres			
Funda de articulación			
Claraboyas			
Centradores			
Agarraderas			
Filtraciones de agua			
Asiento del conductor			
Piso			
Regulación de rampas			
Mecanismo de plumas			
Insumos varios	150,00		
Total mano de obra		200,00	
Total	150,00	200,00	350,00

Tabla 3.84: Mantenimiento preventivo 20000 Km.

Mantenimiento 20000 Km. (18000 E; 2400 D - 24 semanas)			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Mantenimiento de 5000	150,00	200,00	
Empaquetado de zapatas	261,60	540,00	
Total	411,60	740,00	1151,60

Tabla 3.85: Mantenimiento preventivo 50000 Km.

Mantenimiento 50000 Km. (45000 E; 5000 D - 50 semanas)			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Mantenimiento de 5000	150	200,00	
Cambio aceite de motor	33,60		
Cambio filtro de combustible	3,20		
Cambio aceite de caja autom. y filtro	54,81		
Aceite dirección y filtro	17,14		
Cambio filtro secador de aire	12,06		
Kit cilindro de acoplamiento	2,64		
Cambio de trampilla y serpentín del sistema Neumático	8,50		
Prefiltro de combustible	2,00		
Tarjetas y material electrónico	2000,00		
Total	2283,95	200,00	2483,95

Tabla 3.86: Mantenimiento preventivo 100000 Km.

Mantenimiento 100000 Km. (90000 E; 10000 D - 100 semanas)			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Mantenimiento de 5000	150,00	200,00	
Mantenimiento de 50000	2133,95		
Cambio filtro de aire	3,20		
Cambio de refrigerante	16,70		
Total	2303,85	200,00	2503,85

Tabla 3.87: Mantenimiento preventivo 150000 Km.

Mantenimiento 150000 Km. (135000 E; 15000 D - 150 semanas)			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Mantenimiento de 5000	150,00	200,00	
Cambio de rodamientos y reparación motor eléctrico	1450,00		
Total	1600,00	200,00	1800,00

3.2.5. Transporte de carga

3.2.5.1. Camionetas

Sistema eléctrico y encendido

Tabla 3.88: Vida útil del sistema eléctrico en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA ELÉCTRICO	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Escobilla del alternador	100000	13,00	15,45	28,45
Rodamientos del alternador	180000	13,00	3,30	16,30
Regulador de voltaje	180000	11,00	25,70	36,70
Reparación completa del alternador	360000	17,00	44,50	61,50
Batería	2 años	2,00	77,00	79,00

Tabla 3.89: Vida útil del sistema de encendido en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE ENCENDIDO	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Bujías	10000	15,00	24,00	39,00
Cables de bujías	100000	10,00	40,00	50,00
Bobina	100000	6,00	40,00	46,00
Reparación total del distribuidor	350000	15,00	91,00	106,00
Modulo	350000	7,00	92,00	99,00

Tabla 3.90: Vida útil del sistema de arranque en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE ARRANQUE	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Relé de arranque	100000	5,10	5,00	10,10
Escobillas	100000	4,60	23,40	28,00
Bendix	150000	5,90	23,75	29,65
Rodamientos	100000	5,00	6,75	11,75
Automático	400000	14,50	35,00	49,50
Reparación completa	400000	35,00	93,90	128,90

Los funcionamientos y vida útil del sistema eléctrico se de detalla en las anteriores tablas (3.88, 3.89 y 3.90), teniendo su respectivo apoyo en las figuras (3.21, 3.22 y 3.23).

Sistema de frenos

Tabla 3.91: Vida útil del sistema de frenos en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE FRENOS	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Pastillas	20000	5,00	25,00	30,00
Rectificación de discos	60000	20,00	0,00	20,00
Cilindros delanteros	90000	15,00	90,00	105,00
Zapatas	30000	10,00	15,00	25,00
Rectificación de tambores	60000	24,00	0,00	24,00
Cilindros posteriores	90000	13,00	115,00	128,00
Cilindro maestro	120000	12,00	130,00	142,00
Servo	120000	11,00	210,00	221,00
Cambio líquido de frenos	30000	12,00	9,00	21,00

Los datos de la Tabla 3.91 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.24, que a continuación se despliega.

Sistema de suspensión

Tabla 3.92: Vida útil del sistema de suspensión en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE SUSPENSIÓN	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Bujes	80000	6,50	15,00	21,50
Cauchos	80000	6,50	31,00	37,50
Rótulas	80000	8,00	23,00	31,00
Rodamientos delanteros	160000	12,00	17,50	29,50
Rodamientos y retenedores posteriores	160000	9,00	16,00	25,00
Amortiguadores Del./Post.	60000	18,00	34,00	52,00
Muelles Del./Post.	120000	12,00	13,50	25,50

Los datos de la Tabla 3.92 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.25, que a continuación se despliega.

Sistema de dirección

Tabla 3.93: Vida útil del sistema de dirección en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE DIRECCIÓN	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Alineación	30000	13,00	0,00	13,00
Balanceo	30000	8,00	0,00	8,00
Aceite hidráulico	60000	5,00	25,00	30,00
Terminales (brazos de la dirección)	60000	12,00	29,00	41,00
Guardapolvos	60000	18,00	28,00	46,00
Engranajes de dirección	360000	20,00	34,75	54,75
Llantas	30000	5,00	45,00	50,00

Los datos de la Tabla 3.93 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.26, que a continuación se despliega.

Subsistema de enfriamiento

Tabla 3.94: Vida útil del subsistema de enfriamiento en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Banda del ventilador	30000	12,00	11,00	23,00
Bomba de agua	80000	36,00	180,00	216,00
Termostato	50000	8,00	5,00	13,00
Mangueras	200000	4,00	15,00	19,00

Los datos de la Tabla 3.94 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.27, que a continuación se despliega.

Sistema motor

Tabla 3.95: Vida útil del sistema motor en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE MOTOR	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Cambio de banda de la distribución	60000	25,12	8,00	33,12
Templador de la banda	240000	15,43	89,00	104,43
Cambios de aceite	3000	2,75	12,00	14,75
Mantenimiento de 1500	1500	28,00	12,00	40,00
Mantenimiento de 5000	5000	30,00	12,00	42,00
Mantenimiento de 10000	10000	66,00	12,00	78,00
Mantenimiento de 15000	15000	30,00	12,00	42,00
Mantenimiento de 20000	20000	83,00	12,00	95,00
Mantenimiento de 30000	30000	66,00	12,00	78,00
Mantenimiento de 40000	40000	110,00	12,00	122,00
Mantenimiento de 50000	50000	66,00	18,00	84,00
Mantenimiento de 60000	60000	83,00	18,00	101,00
Mantenimiento de 70000	70000	66,00	18,00	84,00
Mantenimiento de 80000	80000	110,00	18,00	128,00
Mantenimiento de 90000	90000	66,00	18,00	84,00
Mantenimiento de 100000	100000	83,00	24,00	107,00
Reparación total del motor	400000	155,00	645,00	800,00

Los datos de la Tabla 3.95 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.28, que a continuación se despliega.

Subsistema admisión y escape

Tabla 3.96: Vida útil del subsistema de admisión y escape en Kilómetros con sus costos.

SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
ABC	10000	30,00	0,00	30,00
Bomba de combustible	150000	36,00	94,00	130,00
Limpieza de inyectores	10000	45,00	0,00	45,00
Revisión tubo de escape	20000	12,00	0,00	12,00
Tubo de escape	180000	25,00	115,00	140,00
Limpieza del tanque de combustible	50000	24,00	0,00	24,00

Los datos de la Tabla 3.96 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.20, que a continuación se despliega.

Subsistema de transmisión

Tabla 3.97: Vida útil del subsistema de transmisión en Kilómetros con sus costos.

SUBSISTEMA DE TRANSMISIÓN	Km.	Precio mano de obra	Precio repuestos	Precio Total
Cable de embrague	200000	8,00	7,50	15,50
Disco de embrague	60000	40,00	55,00	95,00
Plato de embrague	120000	30,00	50,00	80,00
Rodamiento de embrague	120000	20,00	5,50	25,50
Canastilla	120000	12,00	8,00	20,00
Crucetas	60000	28,00	50,00	78,00
Rodamientos de la caja	360000	17,00	12,00	29,00
Rodamientos de cono-corona	360000	35,00	55,00	90,00
Piñones	360000	15,00	45,00	60,00
Sincronizados	360000	20,00	40,00	60,00

Los datos de la Tabla 3.97 se apoyan con la representación de la gráfica en la Figura 3.30, que a continuación se despliega.

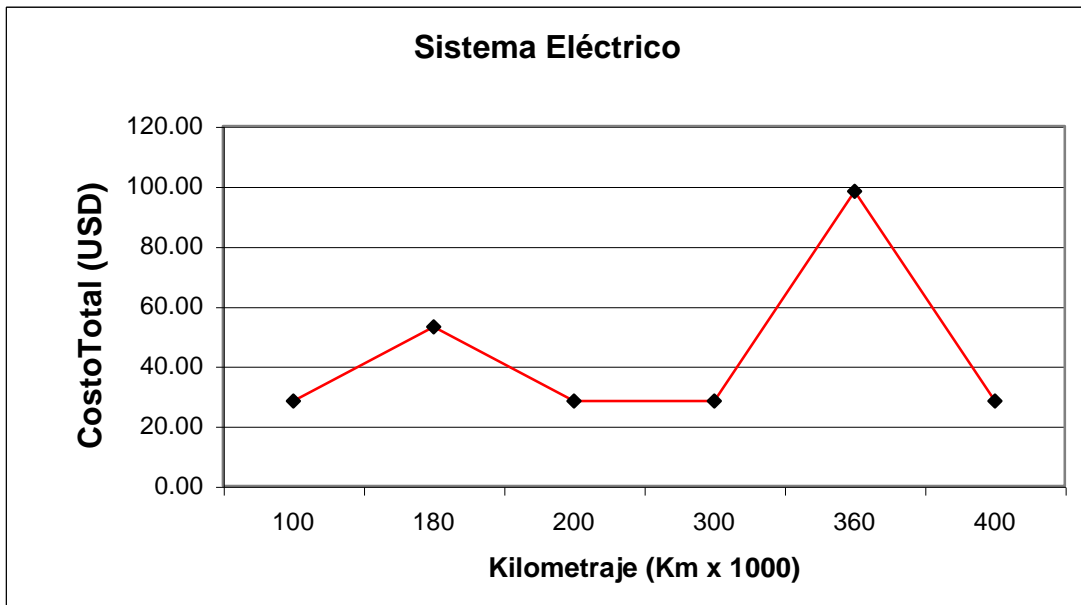


Figura 3.21 Gráfico de evolución del costo del sistema eléctrico

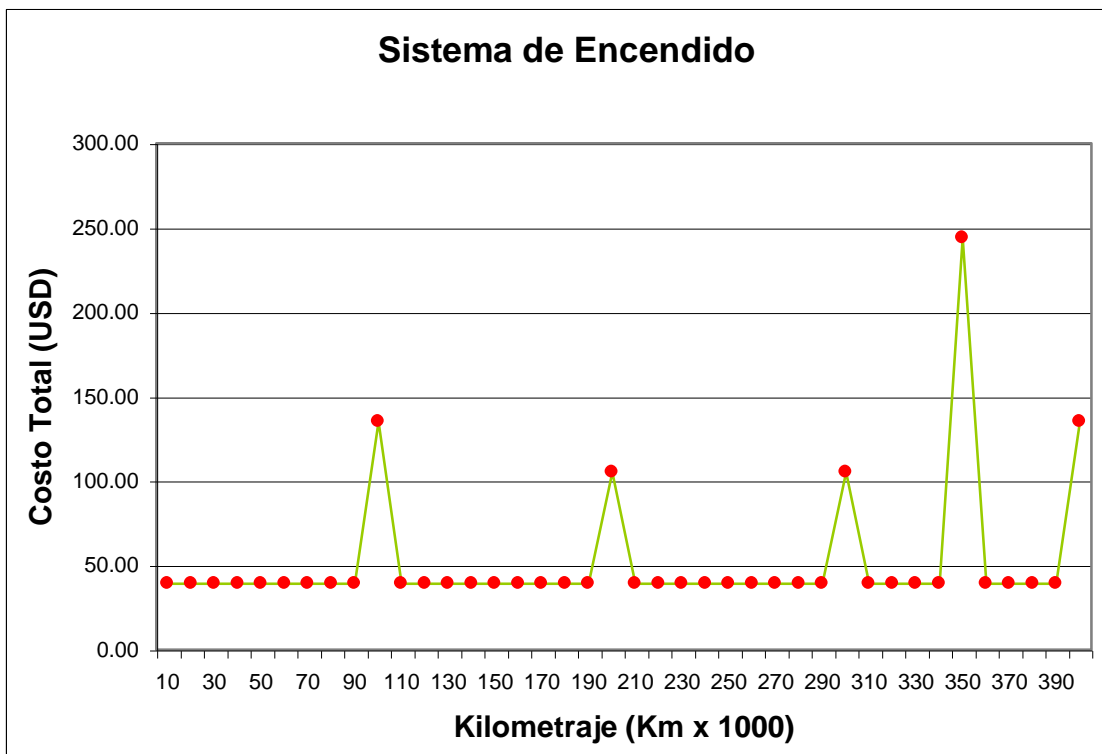


Figura 3.22 Gráfico de evolución del costo del sistema de encendido

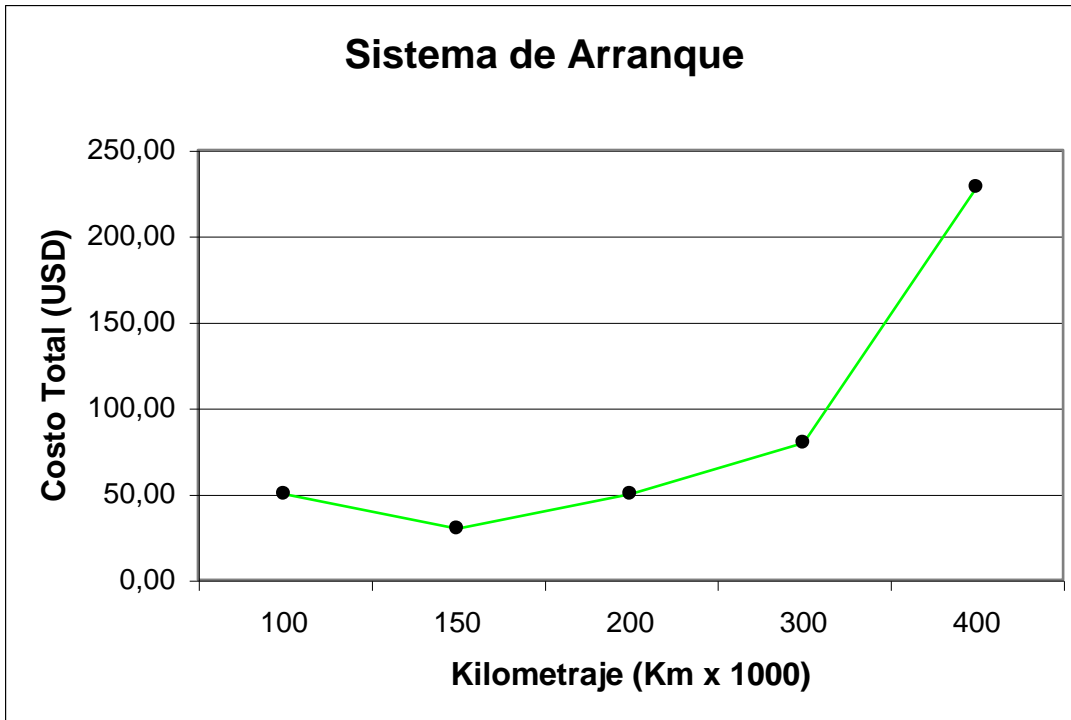


Figura 3.23 Gráfico de evolución del costo del sistema de arranque

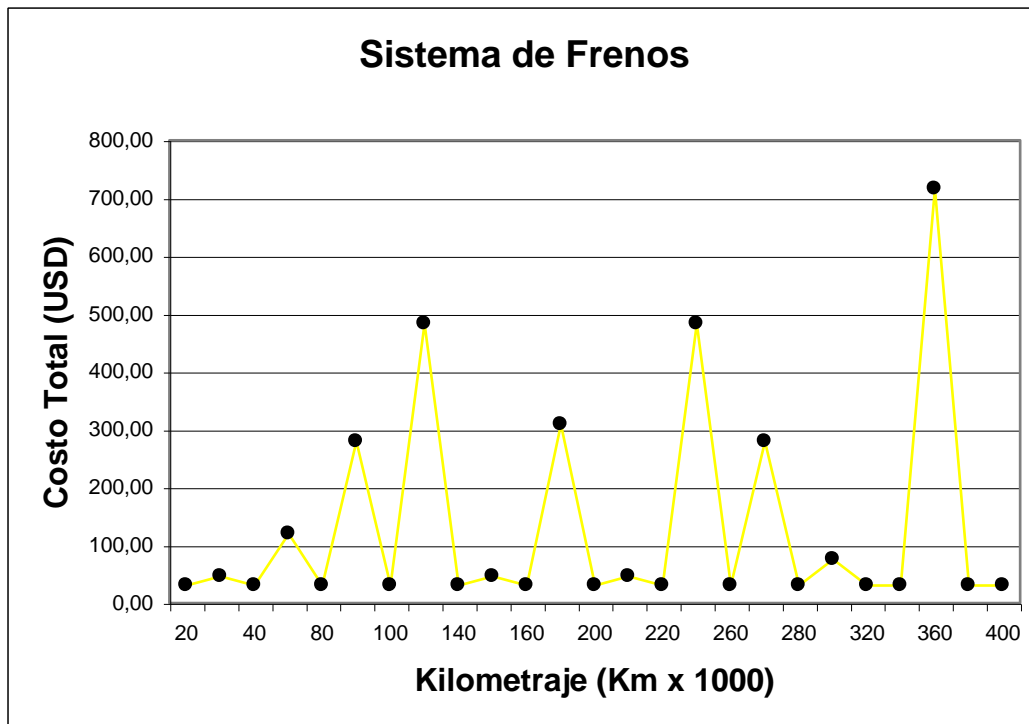


Figura 3.24 Gráfico de evolución del costo del sistema de frenos.

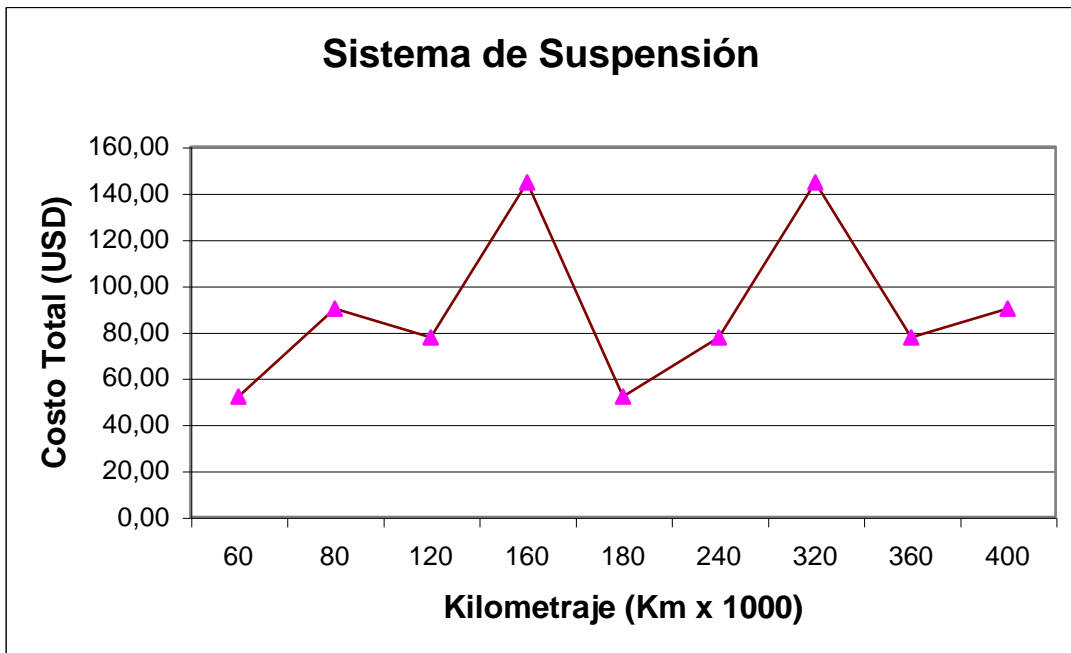


Figura 3.25 Gráfico de evolución del costo del sistema de suspensión.

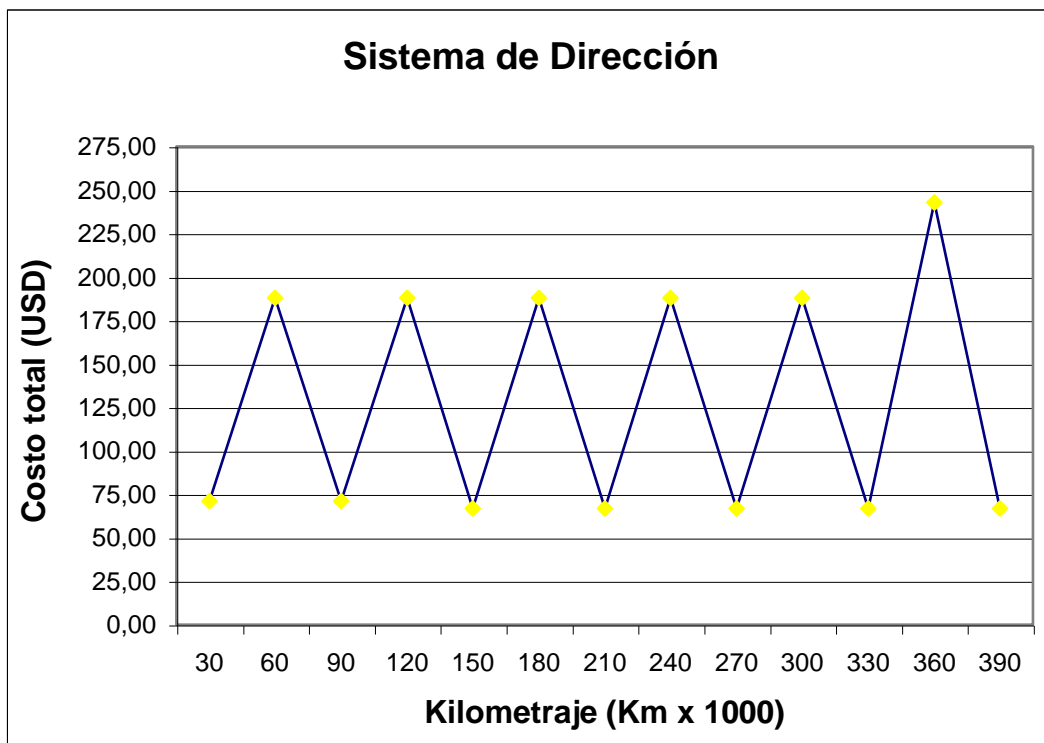


Figura 3.26 Gráfico de evolución del costo del sistema de dirección.

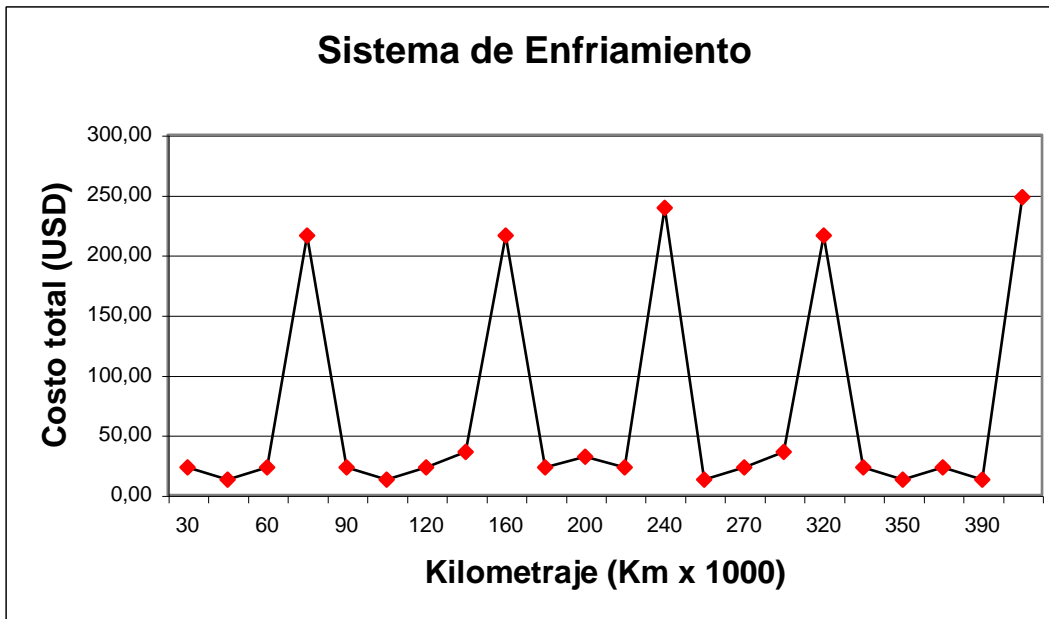


Figura 3.27 Gráfico de evolución del costo del subsistema de enfriamiento.

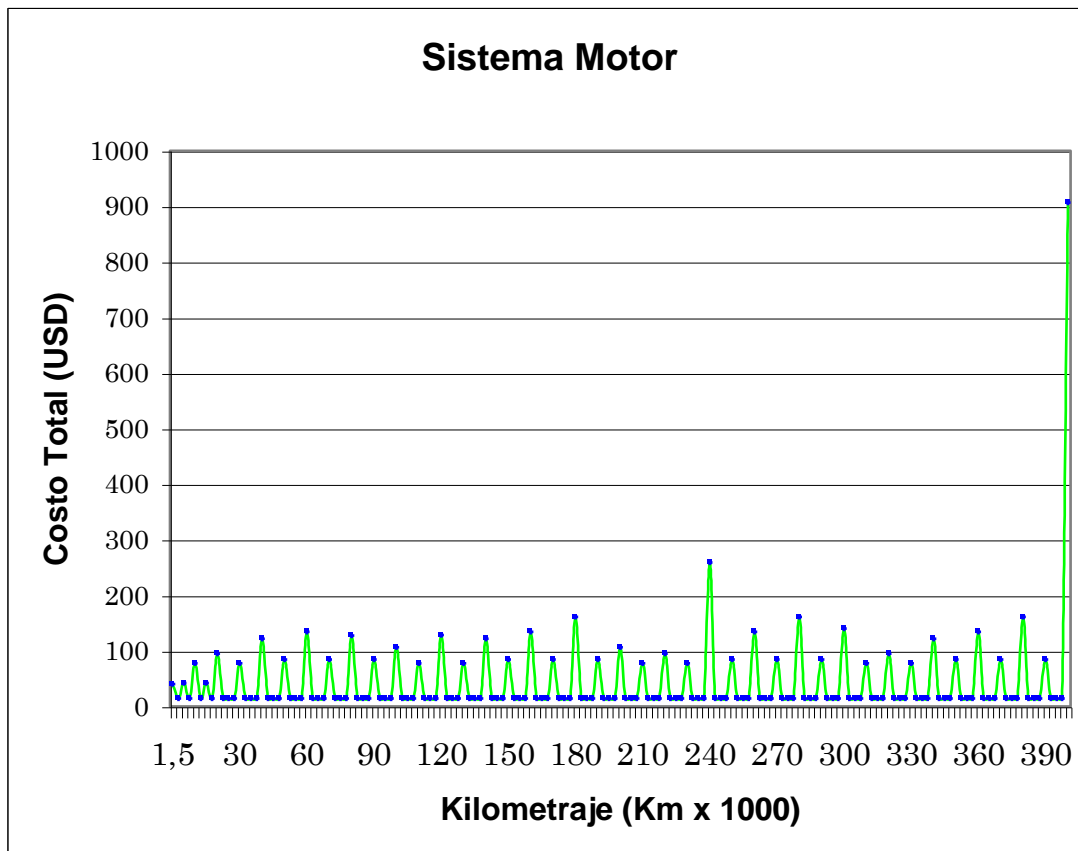


Figura 3.28 Gráfico de evolución del costo del sistema motor.

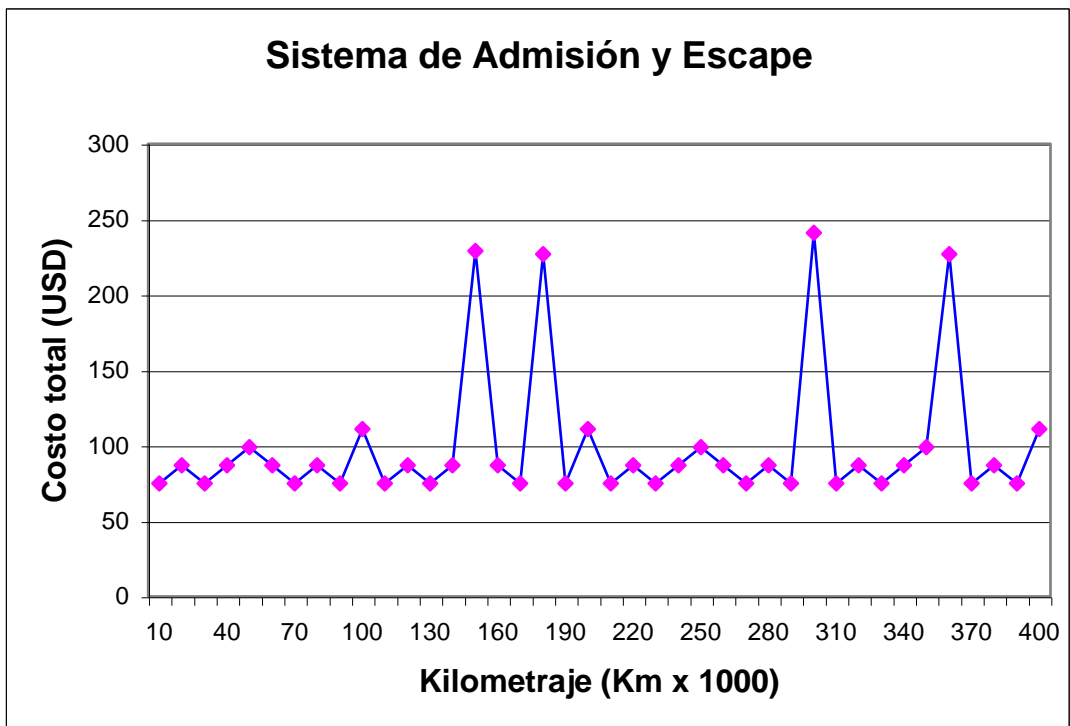


Figura 3.29 Gráfico de evolución del costo del subsistema admisión y escape.

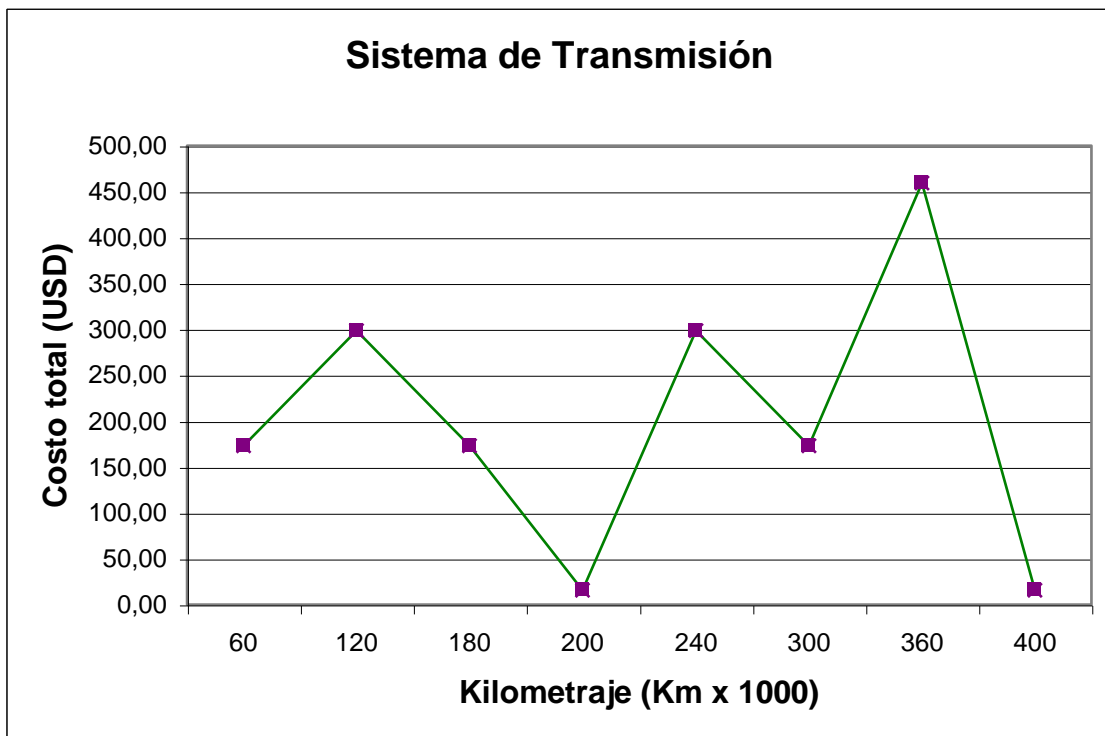


Figura 3.30 Gráfico de evolución del costo del subsistema de transmisión.

3.2.5.2. Camiones de hasta 7,5 ton.

Tabla 3.98: Costos mantenimiento preventivo 4000 Km.

Mantenimiento 4000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo fugas de aire			
Chequeo terminales (brazos de la dirección)			
Chequeo de guardapolvos			
Chequeo de radiadores e intercooler			
Chequeo ventiladores			
Chequeo mangueras			
Cambio de aceite de motor	45,00		
Chequeo bomba de combustible			
Total	45,00	28,00	73,00

Tabla 3.99: Costos mantenimiento preventivo 8000 Km.

Mantenimiento 8000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio filtro separador de agua / combustible	18,00		
Árbol de ventilador			
Cambio de aceite de motor	45,00		
Crucetas			
Cubos			
Cambio filtro de aceite	11,20		
Cambio filtros de aire	45,00		
Diferencial			
Catalinas			
Rodamientos de la caja			
Rodamientos de cono-corona			
Piñones			
Sincronizados			
Árbol de transmisión de caja			
Total	119,20	100,00	219,20

Tabla 3.100: Costos mantenimiento preventivo 12000 Km.

Mantenimiento 12000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Templado de la banda del alternador			
Mantenimiento de 4000	45,00		
Total	45,00	80,00	125,00

Tabla 3.101: Costos mantenimiento preventivo 24000 Km.

Mantenimiento 24000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo del compresor de aire	23,00		
Mantenimiento de 8000	119,20		
Total	142,20	100,00	242,20

Tabla 3.102: Costos mantenimiento preventivo 32000 Km.

Mantenimiento 32000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio de la banda del ventilador	12,00		
Mantenimiento de 8000	119,20		
Total	131,20	100,00	231,20

Tabla 3.103: Costos mantenimiento preventivo 36000 Km.

Mantenimiento 36000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Templado de la banda del alternador			
Chequeo bomba de dirección			
Mantenimiento de 4000	45,00		
Total	45,00	80,00	125,00

Tabla 3.104: Costos mantenimiento preventivo 40000 Km.

Mantenimiento 40000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	41,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Mantenimiento de 8000	119,20		
Total	489,36	120,00	609,36

Tabla 3.105: Costos mantenimiento preventivo 60000 Km.

Mantenimiento 60000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio relé del arranque	12,00		
Mantenimiento de 4000	45,00		
Total	57,00	100,00	157,00

Tabla 3.106: Costos mantenimiento preventivo 96000 Km.

Mantenimiento de 96000			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Cambio de la banda del ventilador	8,00		
Mantenimiento de 8000	119,20		
Total	170,74	100,00	270,74

Tabla 3.107: Costos mantenimiento preventivo 100000 Km.

Mantenimiento 100000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Reparación completa del alternador	38,00	10,00	
Reparación completa del sistema de arranque	115,00	20,00	
Cambio de amortiguadores	284,84		
Rodamientos y retenedores (delantero y posterior)	80,00		
Cambio de llantas	160,00		

Limpieza tanque de combustible			
Mantenimiento de 4000	45,00		
Total	677,84	130,00	807,84

Tabla 3.108: Costos mantenimiento preventivo 120000 Km.

Mantenimiento 120000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Cambio relé del arranque	12,00		
Mantenimiento de 8000	119,20		
Total	573,90	120,00	693,90

Tabla 3.109: Costos mantenimiento preventivo 160000 Km.

Mantenimiento 160000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio de la banda del ventilador	8,00		
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Mantenimiento de 8000	119,20		
Total	526,36	120,00	646,36

Tabla 3.110: Costos mantenimiento preventivo 200000 Km.

Mantenimiento 200000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Reparación completa del alternador	38,00	10,00	
Reparación completa del sistema de arranque	115,00	20,00	
Cambio de amortiguadores	253,00		
Rodamientos y retenedores (delantero y posterior)	25,00		
Cambio de llantas	160,00		
Limpieza tanque de combustible			

Cambio filtros de aire	45,00		
Cambio filtro de aceite	11,20		
Cambio de aceite de motor	45,00		
Cambio filtro separador de agua / combustible	18,00		
Cambio de cilindro maestro del freno	150,00		
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Mantenimiento de 8000	119,20		
Total	1.139,40	170,00	1.309,40

Tabla 3.111: Costos mantenimiento preventivo 300000 Km.

Mantenimiento 300000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio relé del arranque	12,00		
Reparación completa del alternador	38,00	10,00	
Cambio de amortiguadores	284,84		
Rodamientos y retenedores (delantero y posterior)	80,00		
Cambio de llantas	588,00		
Limpieza tanque de combustible			
Mantenimiento de 4000	45,00		
Total	1.002,84	110,00	1.112,84

Tabla 3.112: Costos mantenimiento preventivo 312000 Km.

Mantenimiento 312000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Cambio filtro separador de agua / combustible	23,27		
Árbol de ventilador			
Cambio de aceite de motor	45,00		
Crucetas			
Cubos			
Cambio filtro de aceite	11,20		
Cambio filtros de aire	140,75		
Diferencial			
Catalinas			
Rodamientos de la caja			
Rodamientos de cono-corona			
Piñones			
Sincronizados			
Árbol de transmisión de caja			

Chequeo del compresor de aire	23,00		
Total	243,22	100,00	343,22

Tabla 3.113: Costos mantenimiento preventivo 480000 Km.

Mantenimiento 480000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de cilindros de freno (delanteros y posteriores)	990,16		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Cambio relé del arranque	12,00		
Templado de la banda del alternador			
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Cambio de la banda del ventilador	8,00		
Mantenimiento de 8000	119,20		
Total	1.615,60	120,00	1.735,60

Tabla 3.114: Costos mantenimiento preventivo 600000 Km.

Mantenimiento 600000 Km.			
Actividad	Precio Repuestos	Precio Mano de Obra	Total
Chequeo del compresor de aire	43,54		
Cambio relé del arranque	12,00		
Reparación completa del alternador	38,00	10,00	
Reparación completa del sistema de arranque	125,00	20,00	
Cambio de amortiguadores	284,84		
Rodamientos y retenedores (delantero y posterior)	80,00		
Cambio de llantas	160,00		
Limpieza tanque de combustible			
Cambio de cilindro maestro del freno	169,16		
Empaquetado de zapatas	70,00	20,00	
Rectificación de tambores	50,00		
Cambio de la banda del alternador	110,00		
Mantenimiento de 8000	255,22		
Total	1.397,76	150,00	1.547,76

CAPÍTULO IV

Análisis Económico

4.1. Análisis económico-técnico de los costos de mantenimiento y operación

A continuación se consideran los costos de mantenimiento obtenidos en el análisis técnico realizado en este estudio, estos costos de mantenimiento que se utilizaron son función del kilometraje que realizan las unidades de acuerdo con los cuadros anteriormente indicados, acumulándose para determinar el costo total por kilómetro.

4.1.1. Parámetros de análisis a partir de costos de mantenimiento

En esta etapa del estudio se consideró que no se debe realizar una depreciación en el tiempo, sino por kilómetro, debido a que el estudio integral se ha basado en los kilómetros recorridos, además es posible controlar el parámetro de kilómetros recorridos con mayor facilidad.

4.1.2. Determinación de la depreciación del vehículo

El valor de la depreciación se transforma en una capacidad de ahorro que el conductor tendrá al final, dotando de los medios económicos para que el conductor esté en la posibilidad de renovar la unidad al final de la vida útil técnica.

4.1.2.1. Elaboración de ecuaciones

En un estudio es frecuente que se obtenga datos como resultado de las diferentes consultas e investigaciones y para una fácil comprensión se a

resumido toda esta información en ecuaciones que fueron generadas por las curvas que se presentan a continuación.

4.1.2.2. Elaboración de curvas

En la gráfica de costo de mantenimiento en función del kilometraje se cuantifica, en el eje Y el costo de mantenimiento de todos y cada uno de los sistemas y, en el eje X, el kilometraje en el cual se genera dicho costo.

En la gráfica costo de mantenimiento en kilómetros Vs. Kilometraje se cuantifica, en el eje Y el costo de mantenimiento acumulado de los diferentes sistemas, dividido para el kilometraje en el cual se genera dicho costo, mientras en el eje X se expresan los valores del kilometraje para los cuales se esta dividiendo el costo acumulado. En esta gráfica es necesario linealizar la curva debido a la fluctuación de los valores.

En la gráfica costo acumulado de mantenimiento Vs. Kilometraje en el eje Y se considera el costo acumulado de mantenimiento de los sistemas. En el eje X se considera el kilometraje en el cual se genera ese valor acumulado de costos de mantenimiento debiendo realizarse una linealización de la curva por la fluctuación de los datos.

En la gráfica depreciación por kilómetro Vs. Kilometraje se cuantifica en el eje Y el valor de la unidad nueva dividido para la cantidad de kilómetros recorridos, mientras en el eje X se expresa los kilometrajes para los cuales se va dividiendo el valor de la unidad nueva.

Transporte Escolar: Buses.

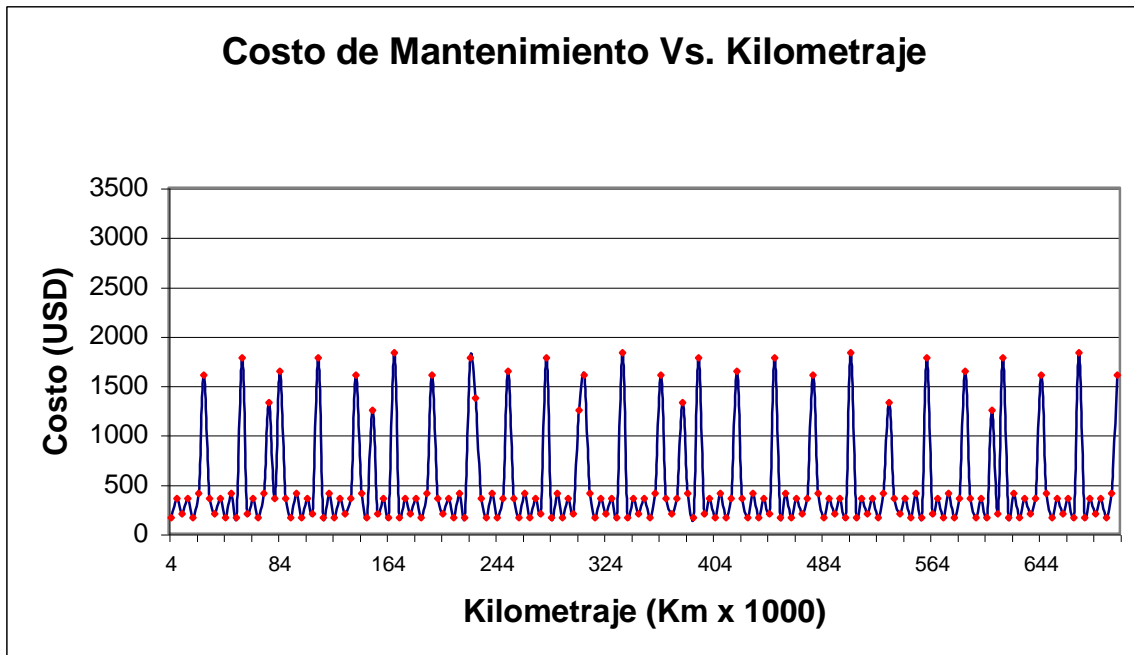


Figura 4.1 Costo de mantenimiento Vs. Kilometraje.

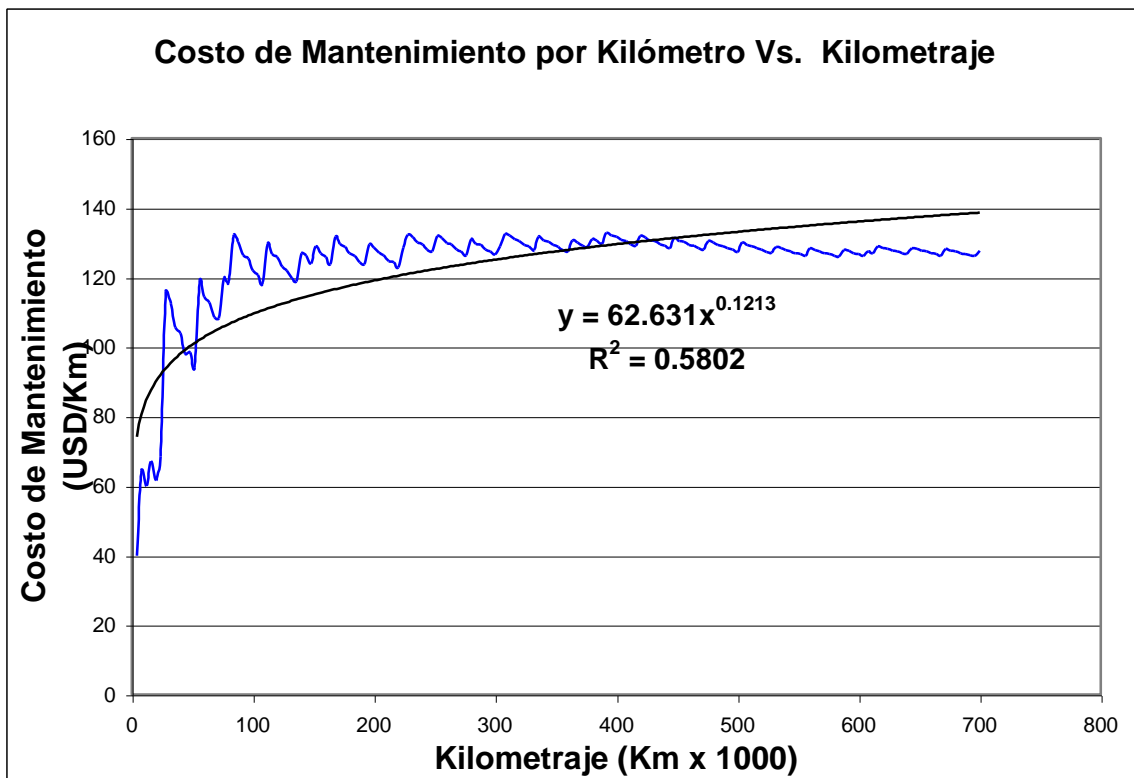


Figura 4.2 Costo de mantenimiento por kilómetros Vs. Kilometraje.

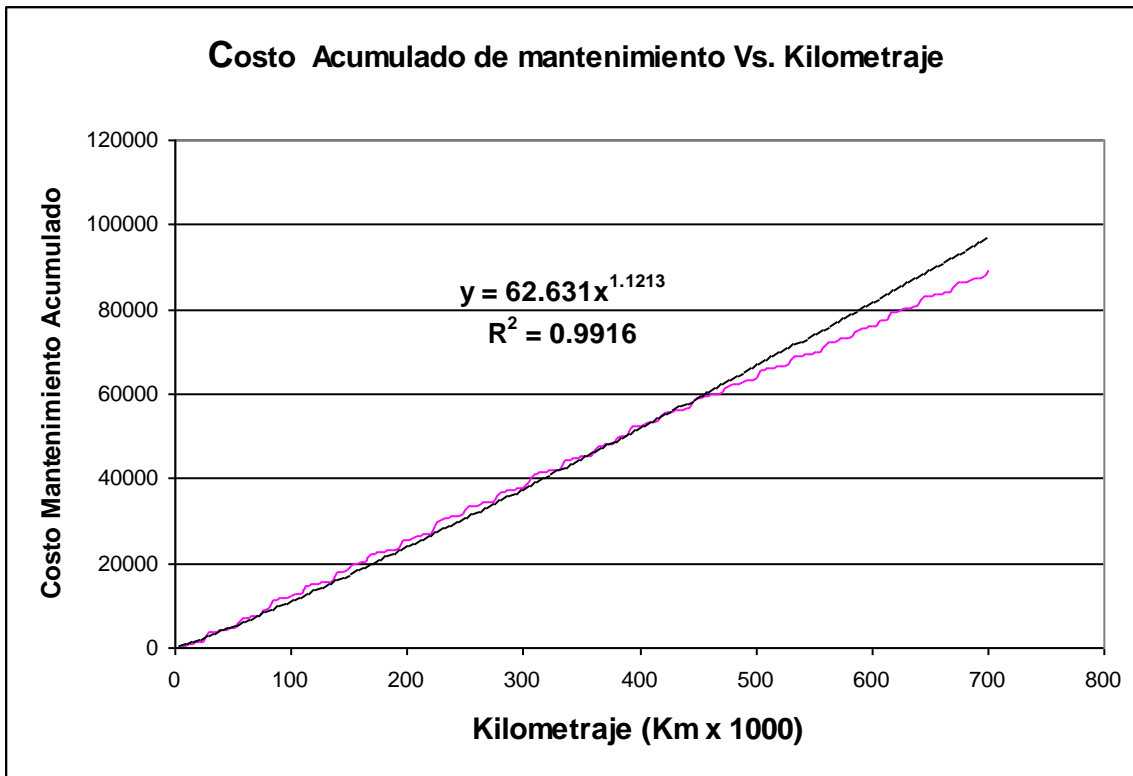


Figura 4.3 Costo acumulado de mantenimiento Vs. kilometraje

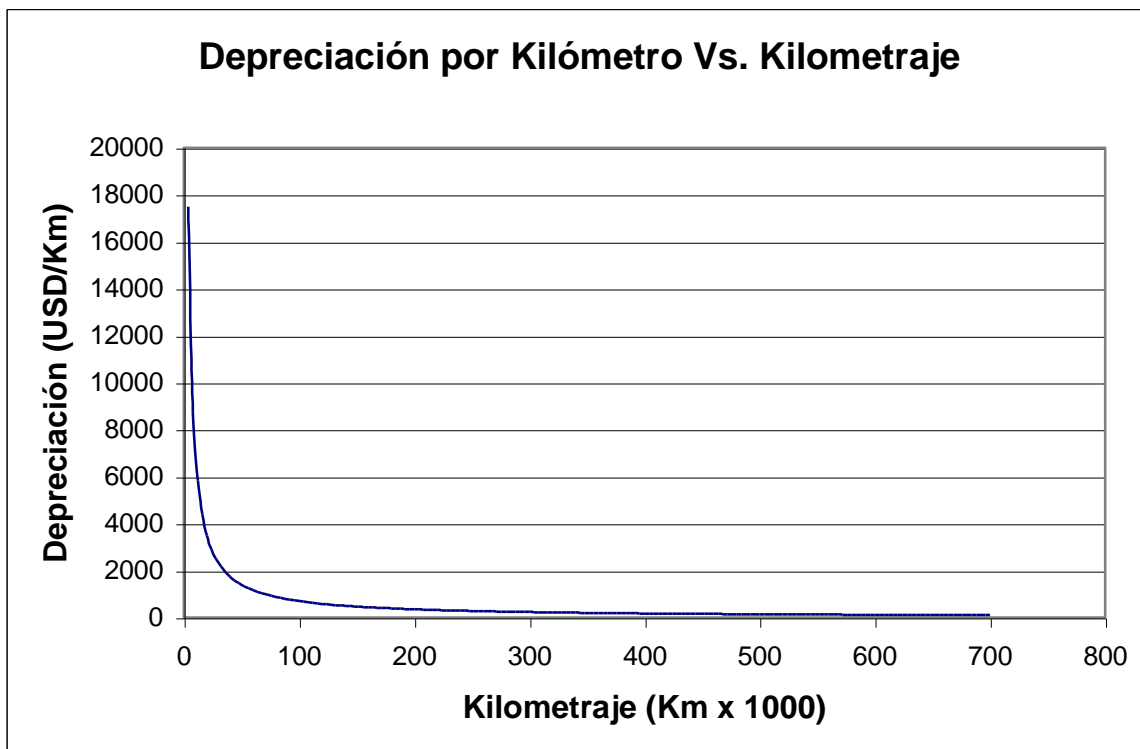


Figura 4.4 Depreciación por kilómetro Vs. kilometraje.

Transporte Escolar: Furgonetas

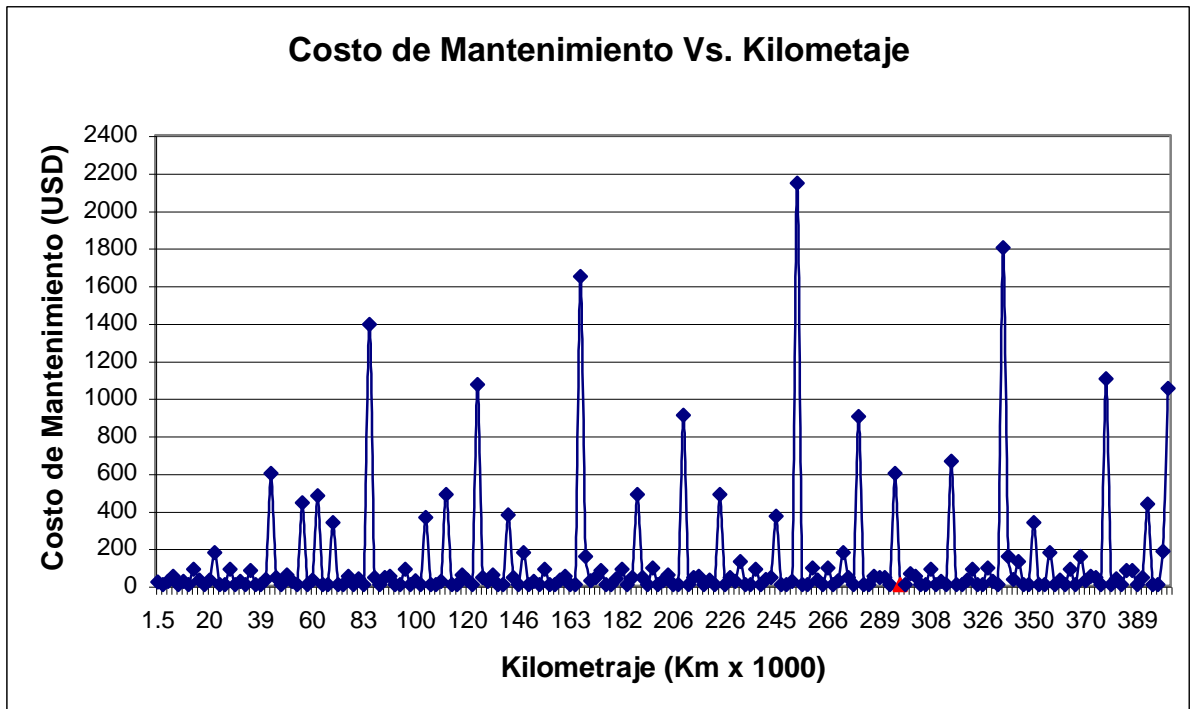


Figura 4.5 Costo de mantenimiento Vs. kilometraje.

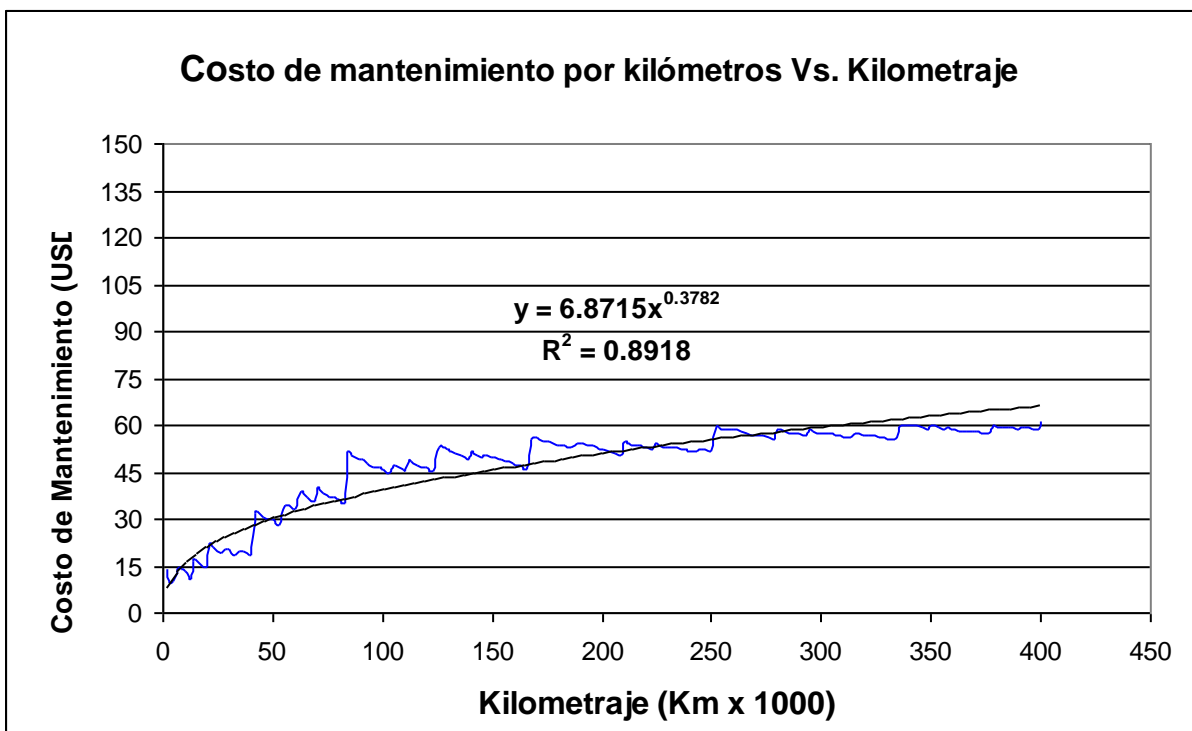


Figura 4.6 Costo de mantenimiento por kilómetros Vs. kilometraje.

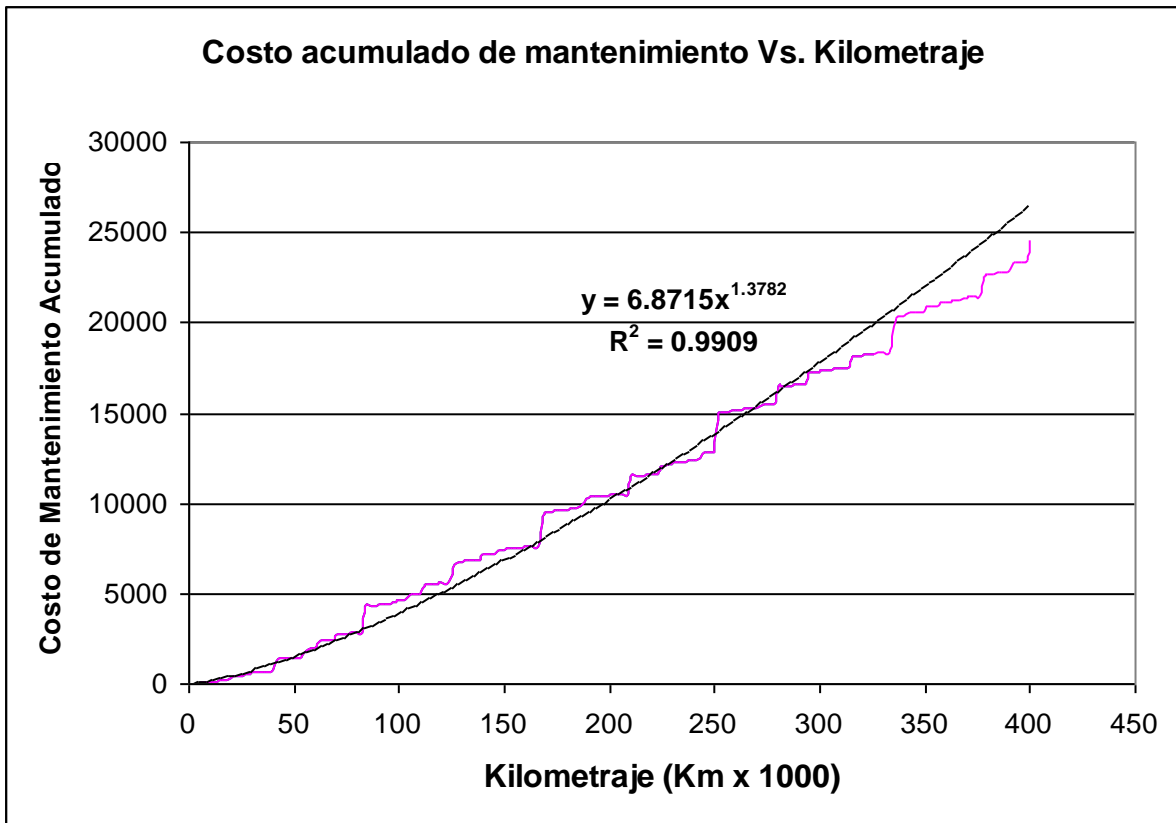


Figura 4.7 Costo acumulado de mantenimiento Vs. kilometraje.

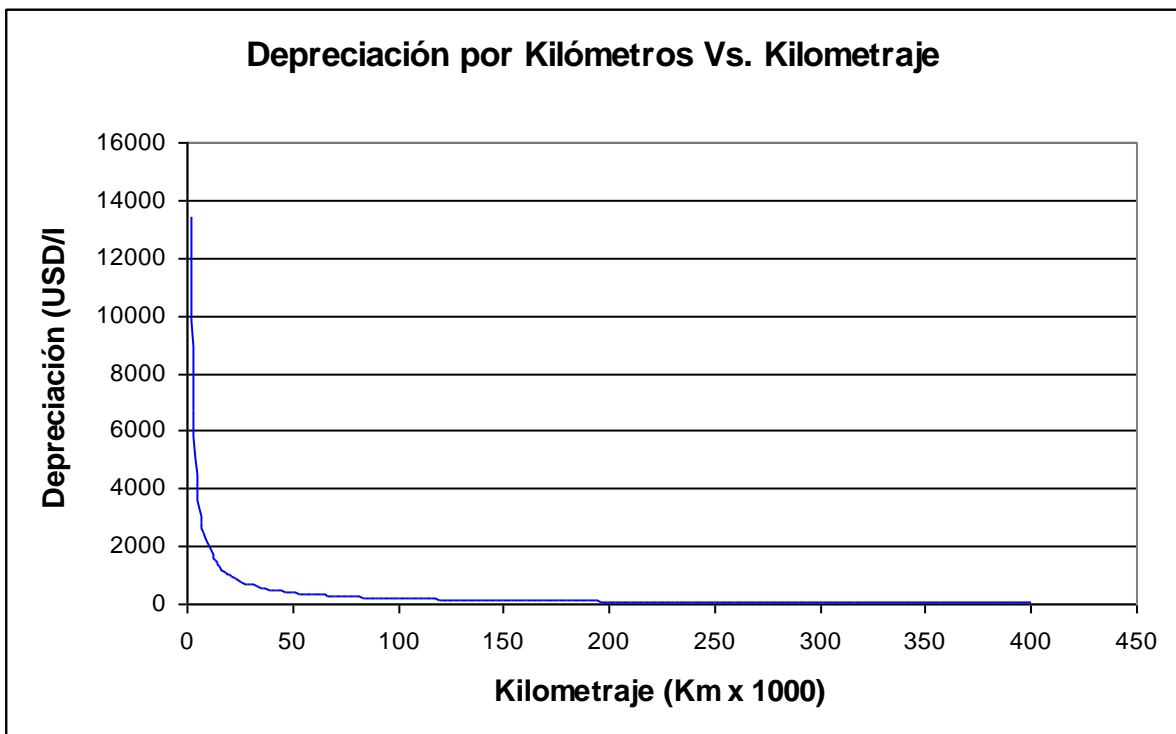


Figura 4.8 Depreciación por kilómetros Vs. kilometraje.

Taxis

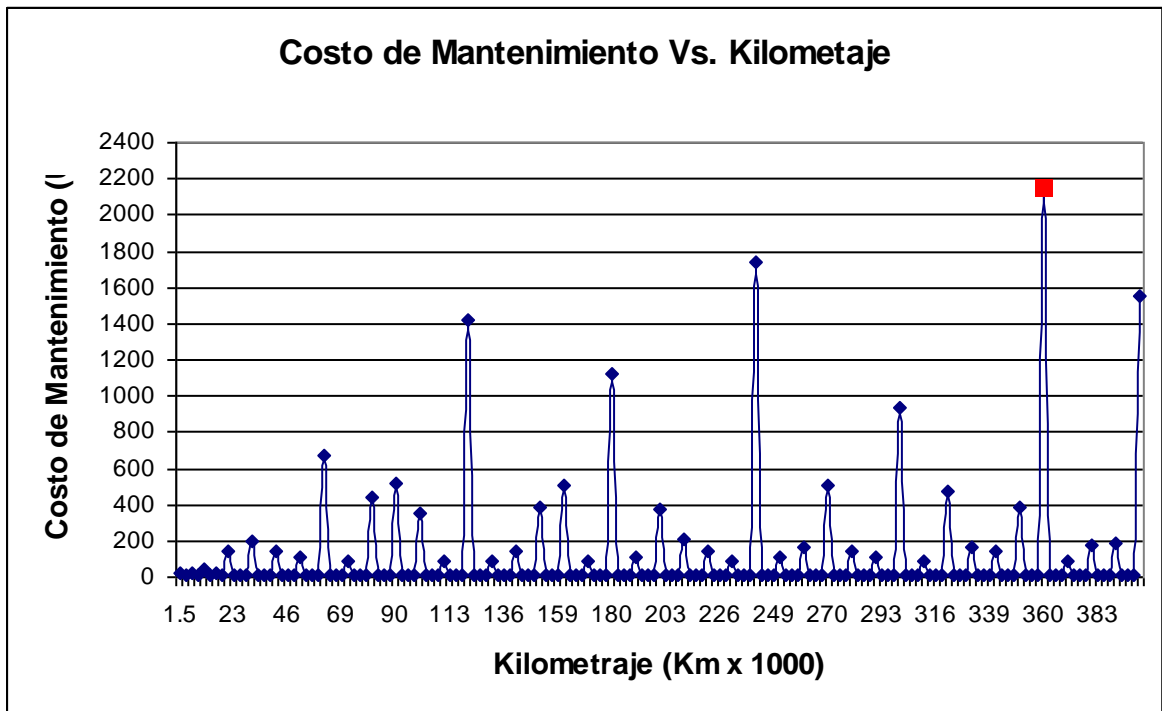


Figura 4.9 Costo de mantenimiento Vs. kilometraje.

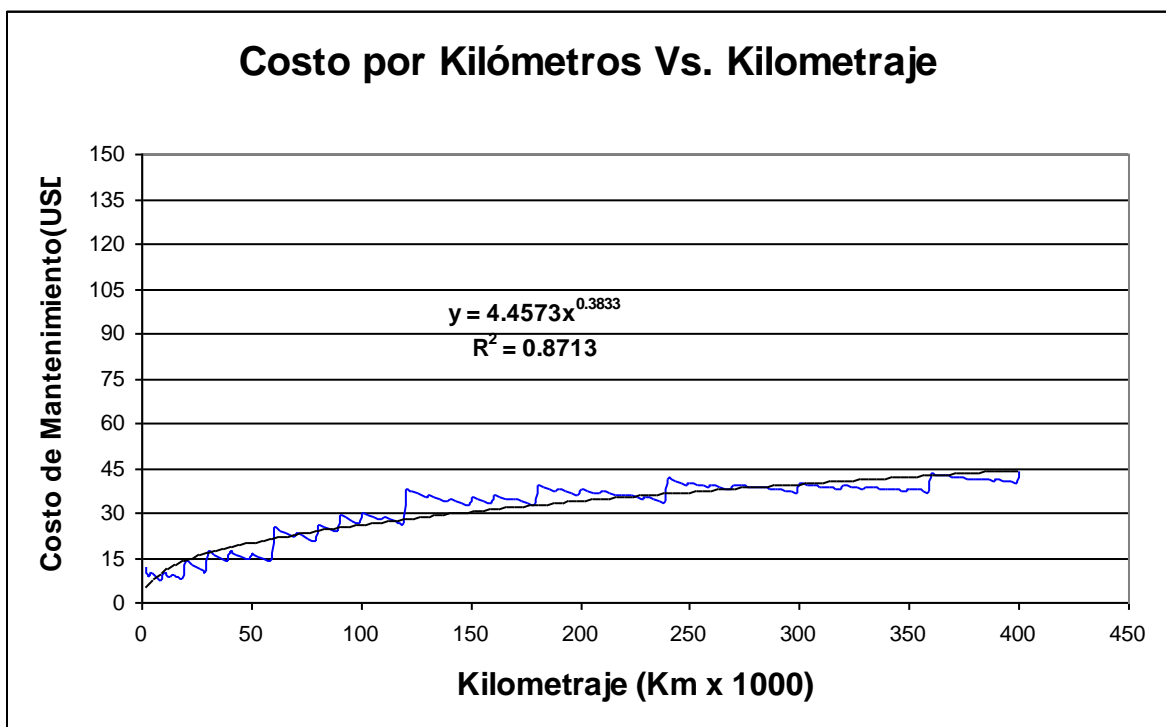


Figura 4.10 Costo por kilómetros Vs. kilometraje.

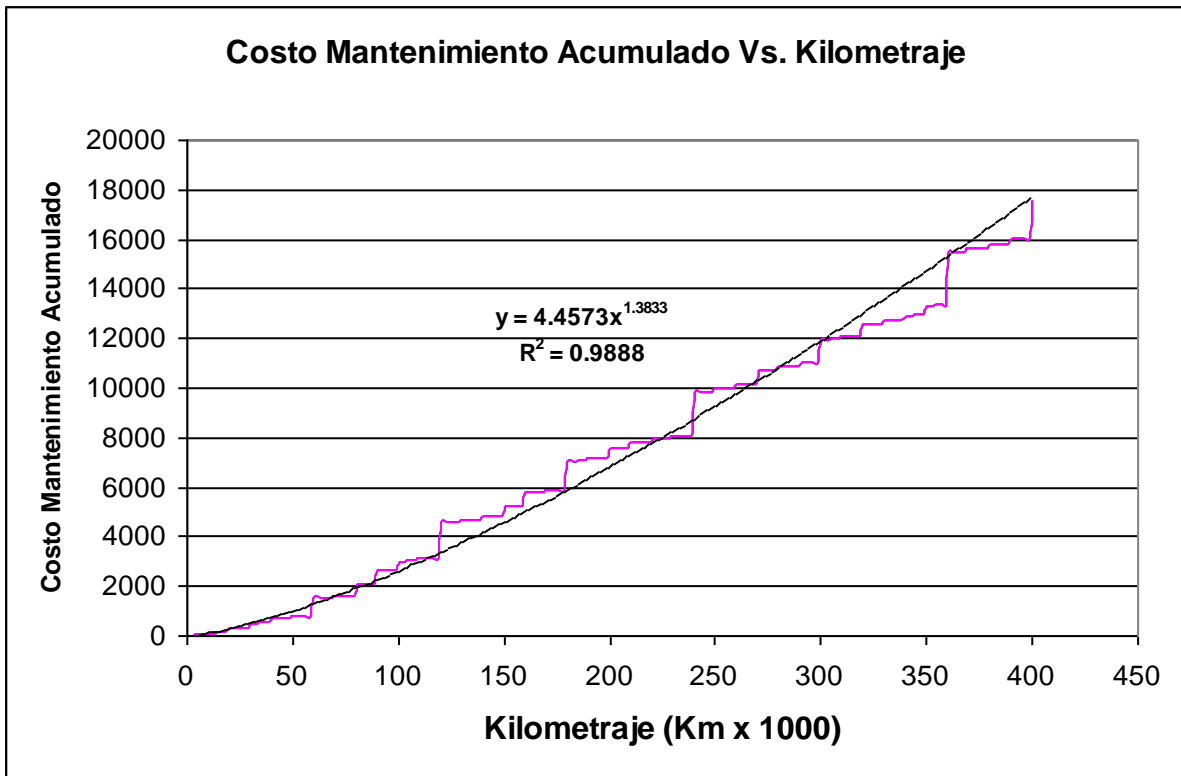


Figura 4.11 Costo de mantenimiento acumulado Vs. kilometraje.

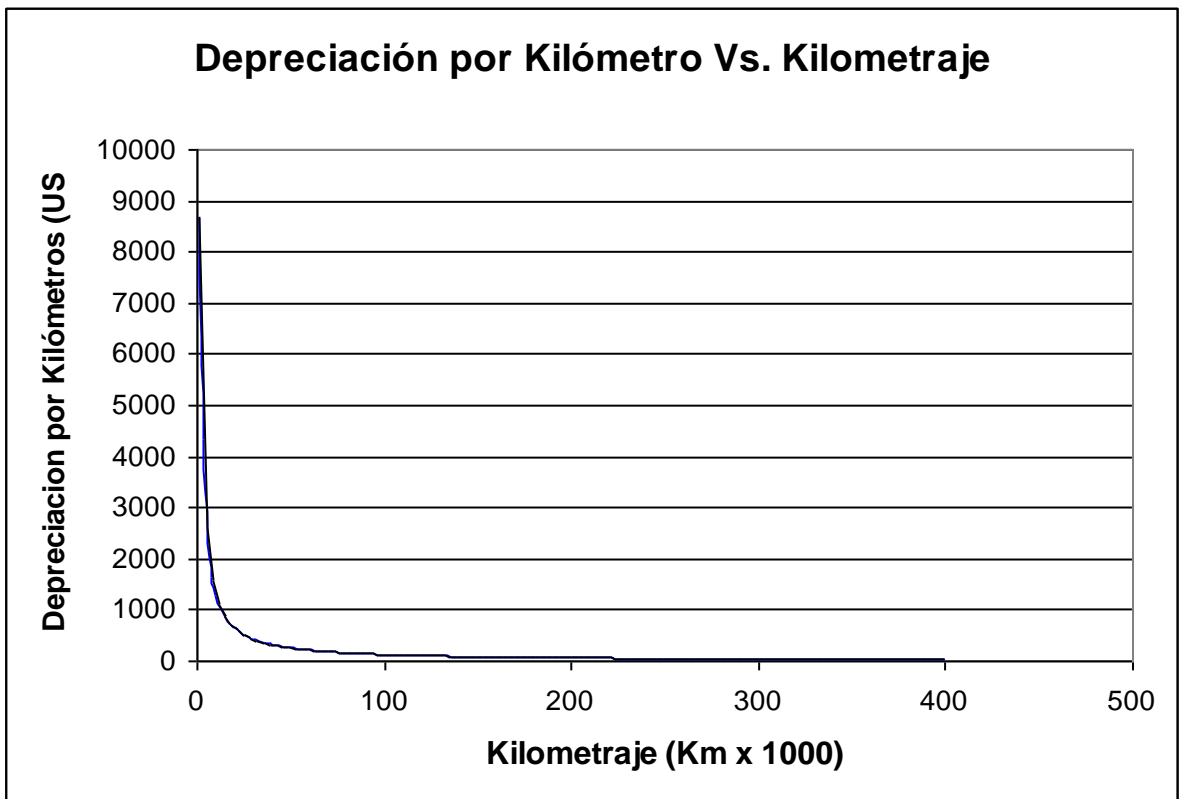


Figura 4.12 Depreciación por kilómetro Vs. kilometraje.

Buses Interparroquiales:

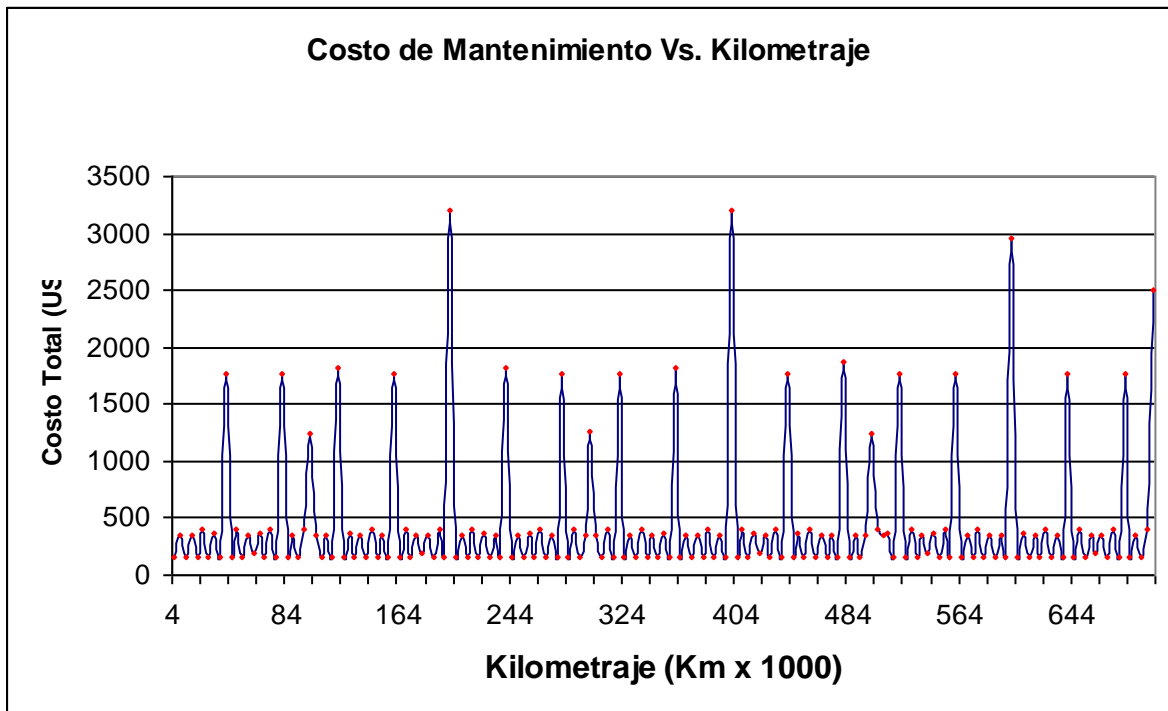


Figura 4.13 Costo de mantenimiento Vs. kilometraje.

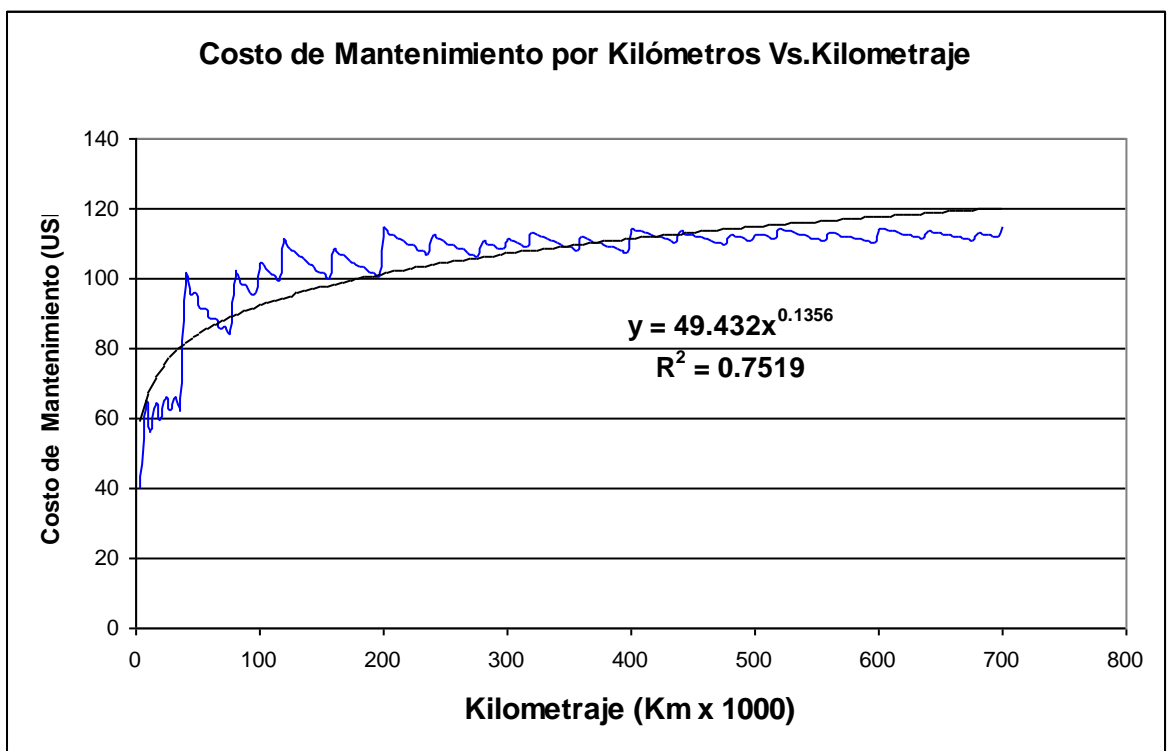


Figura 4.14 Costo de mantenimiento por kilómetros Vs. kilometraje.

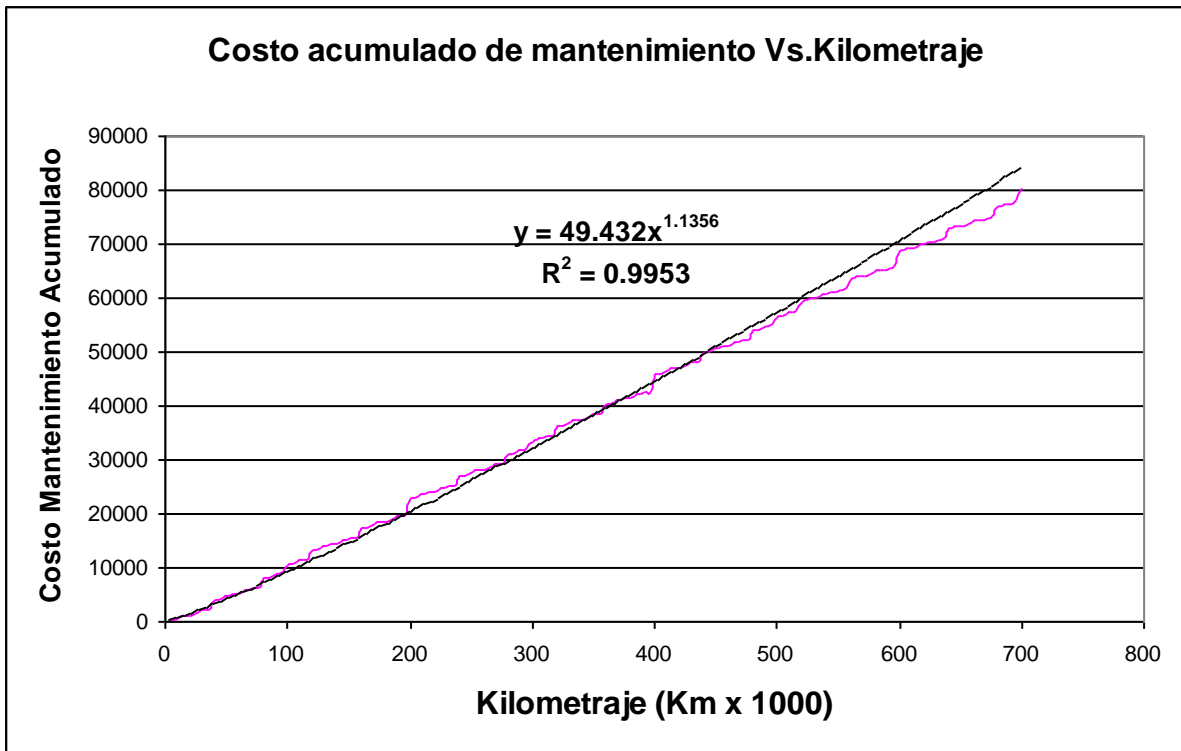


Figura 4.15 Costo acumulado de mantenimiento Vs. kilometraje.

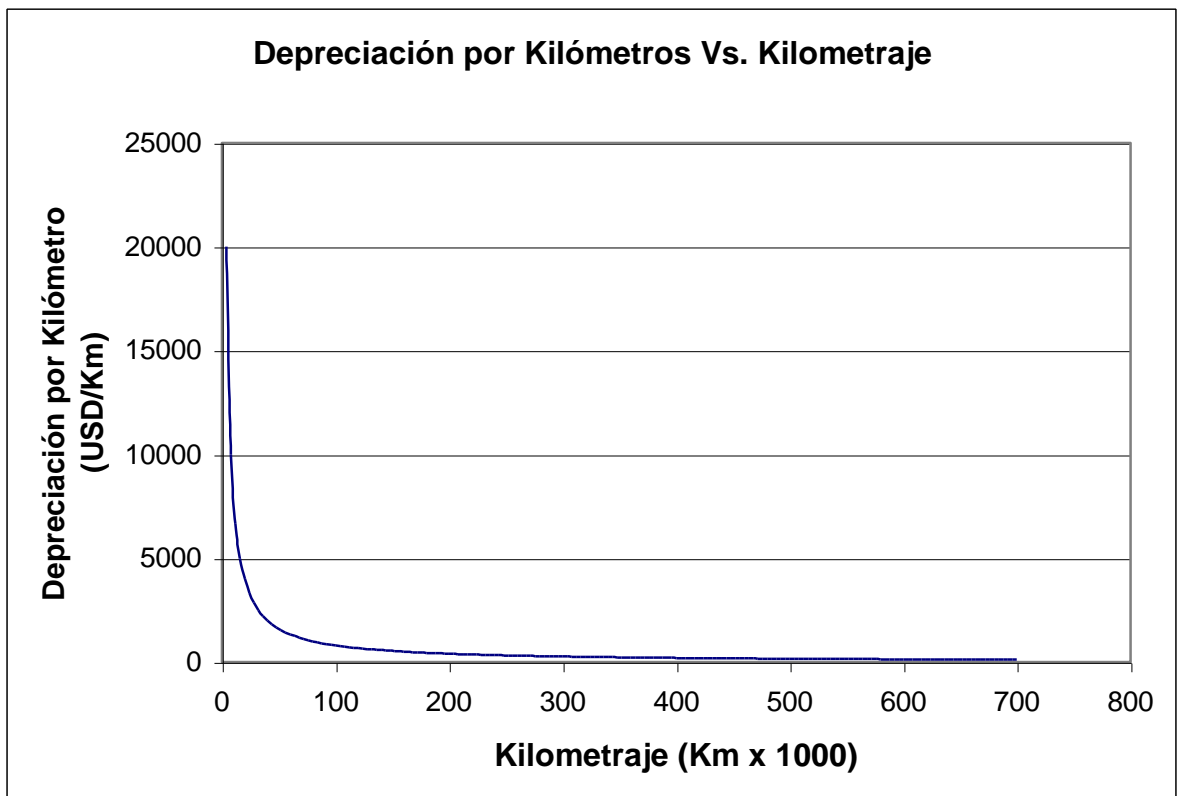


Figura 4.16 Depreciación por kilómetros Vs. kilometraje.

Transporte Urbano: Bus Urbano

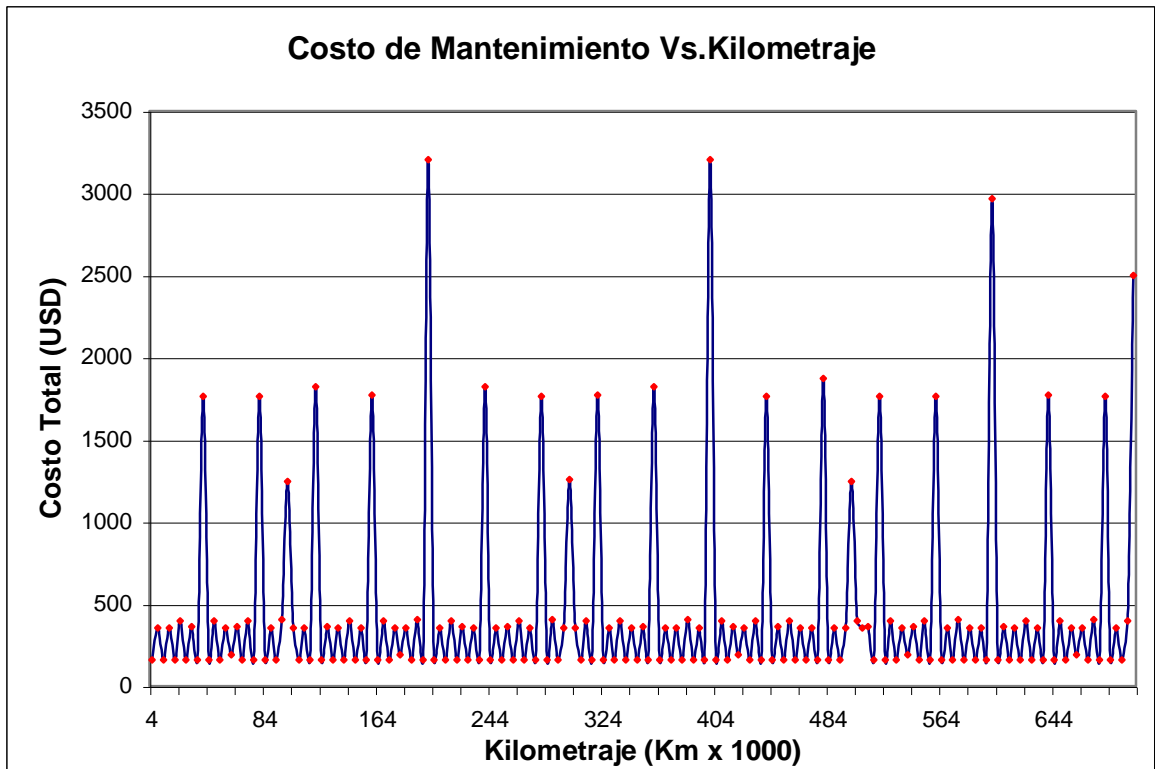


Figura 4.17 Costo de mantenimiento Vs. kilometraje.

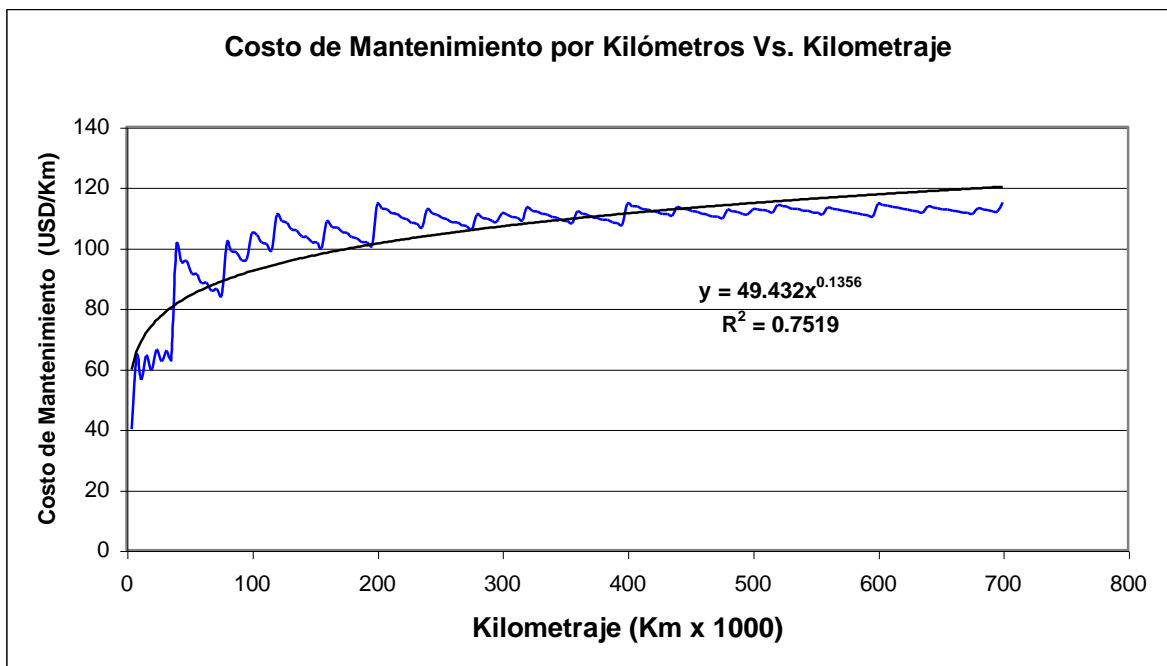


Figura 4.18 Costo de mantenimiento por kilómetros Vs. kilometraje.

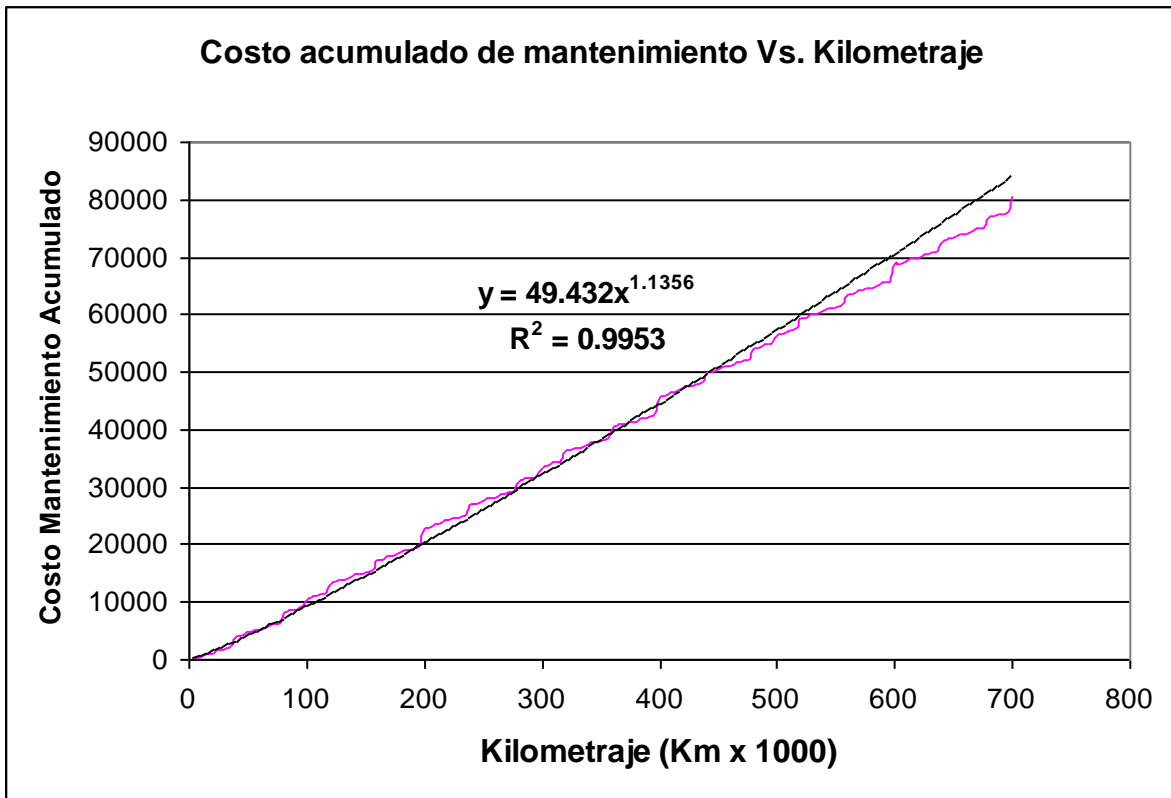


Figura 4.19 Costo acumulado de mantenimiento Vs. kilometraje.

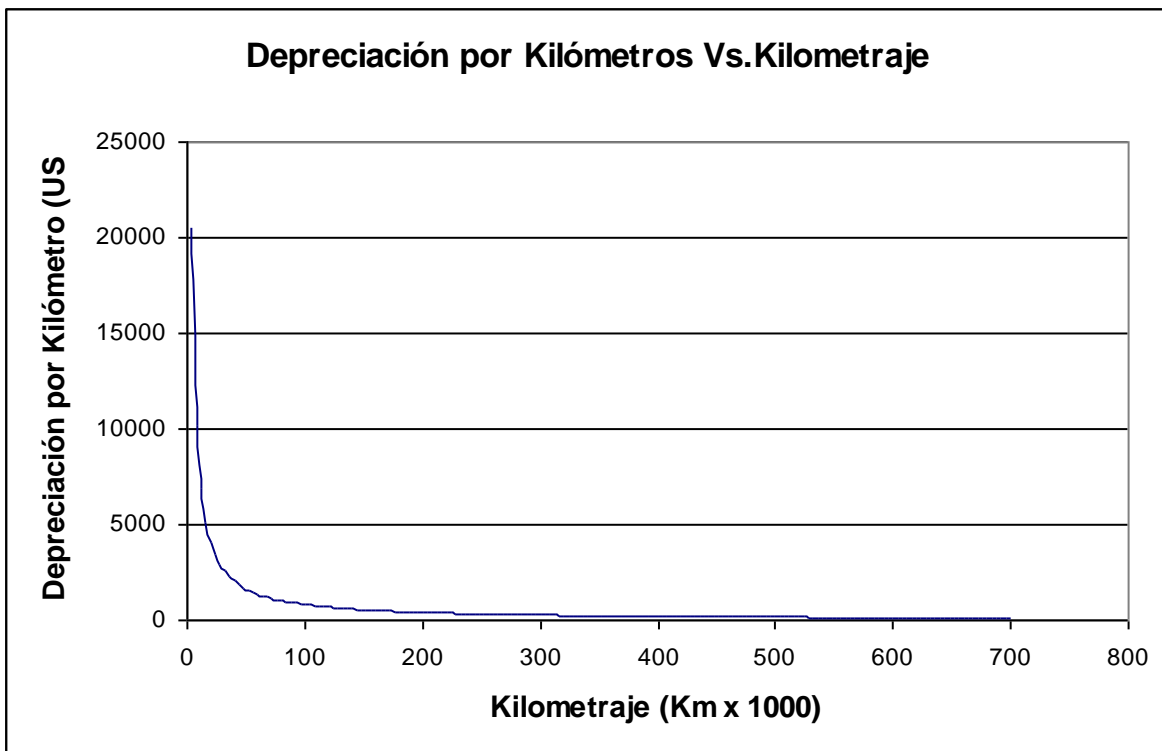


Figura 4.20 Depreciación por kilómetros Vs. kilometraje.

Transporte Urbano: Buses Articulados

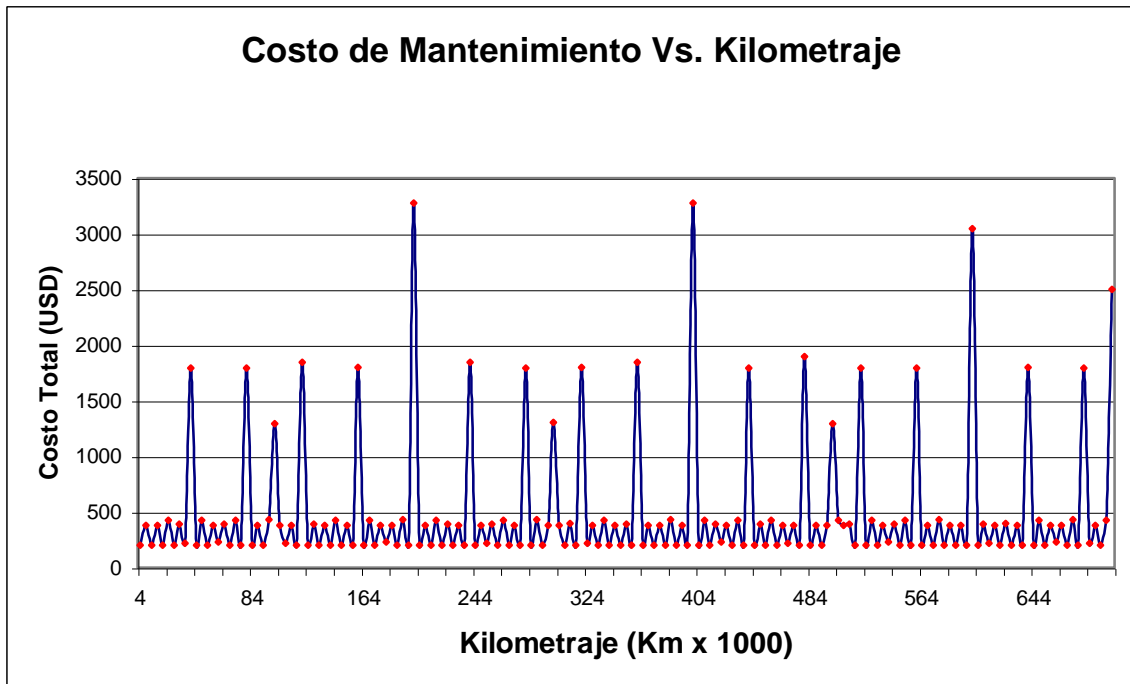


Figura 4.21 Costo acumulado de mantenimiento Vs. kilometraje.

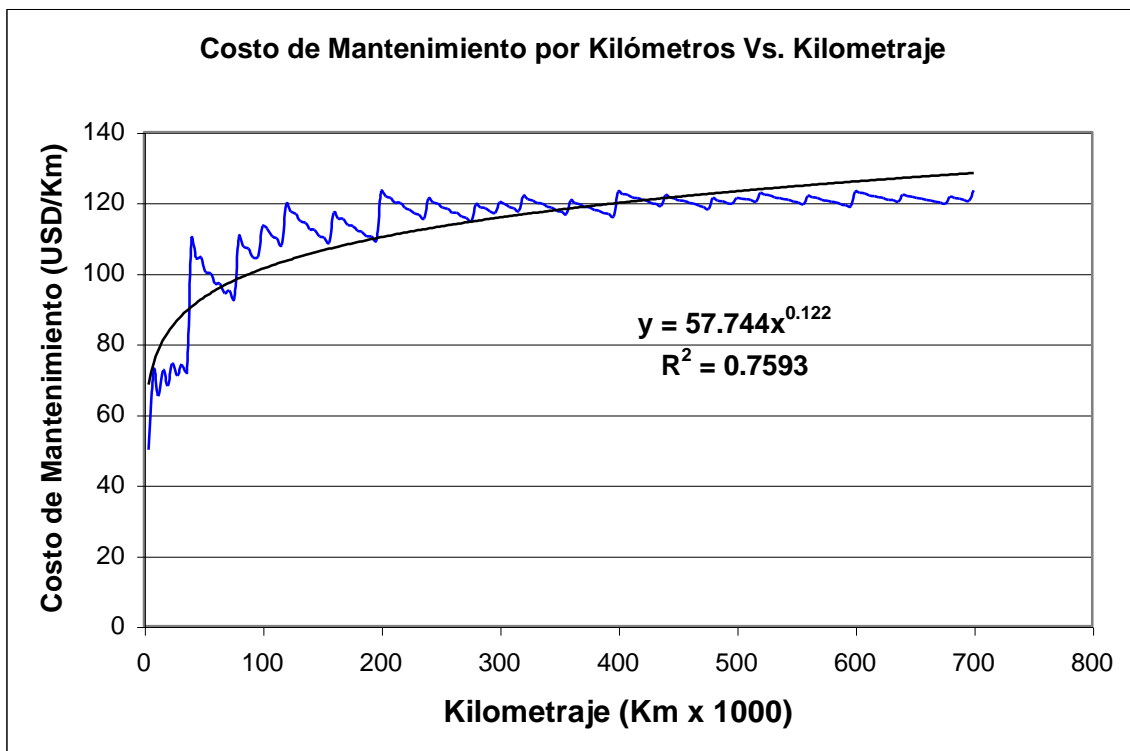


Figura 4.22 Costo de mantenimiento por kilómetros Vs. kilometraje.

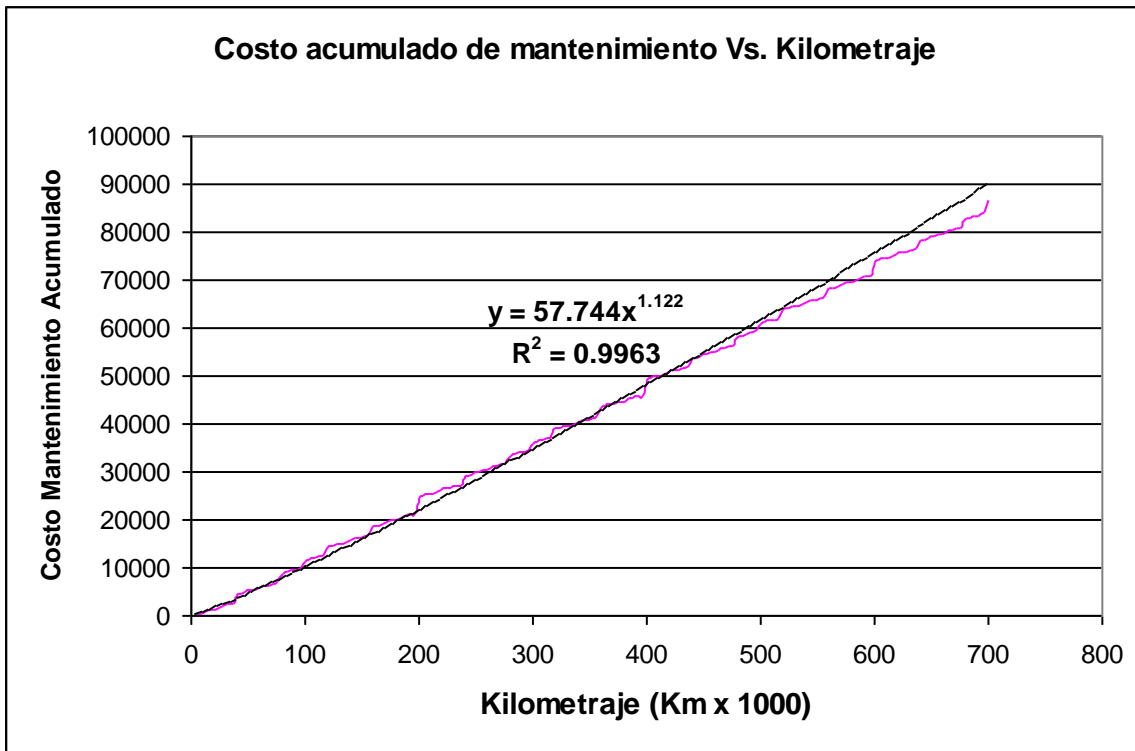


Figura 4.23 Costo acumulado de mantenimiento Vs. kilometraje.

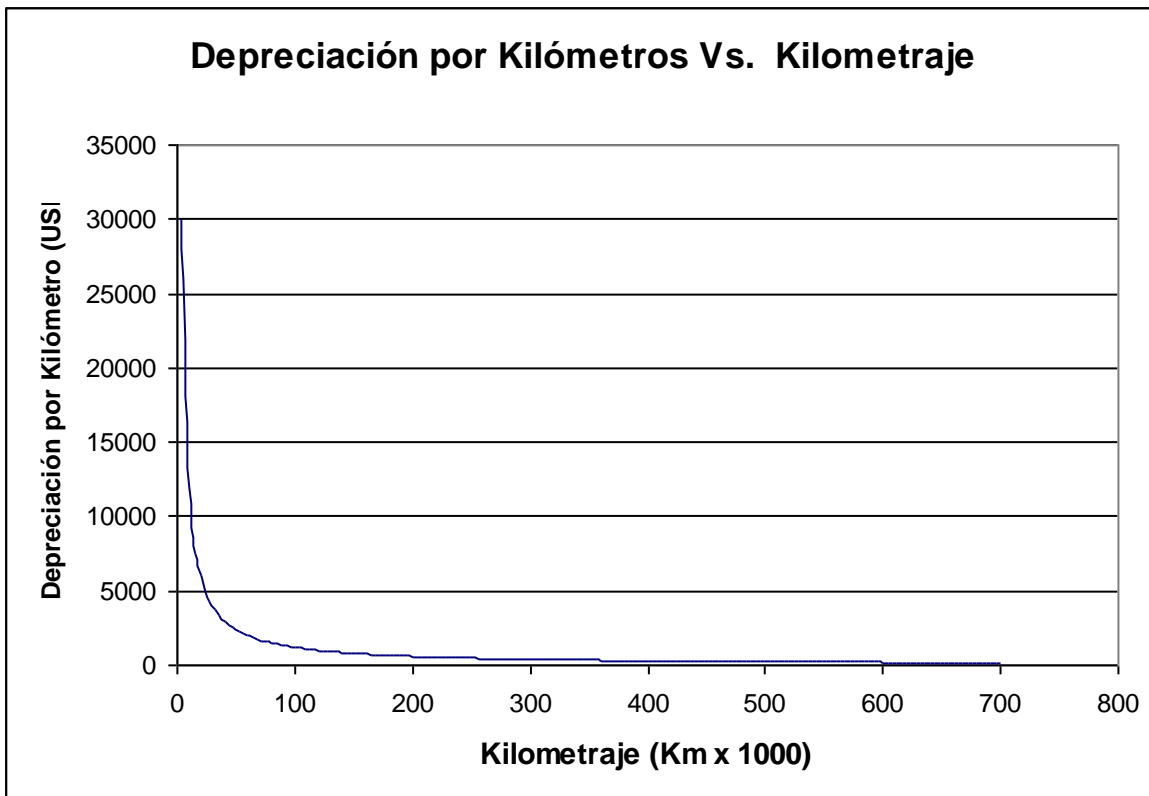


Figura 4.24 Depreciación por kilómetros Vs. kilometraje.

Transporte Urbano: Trolebús

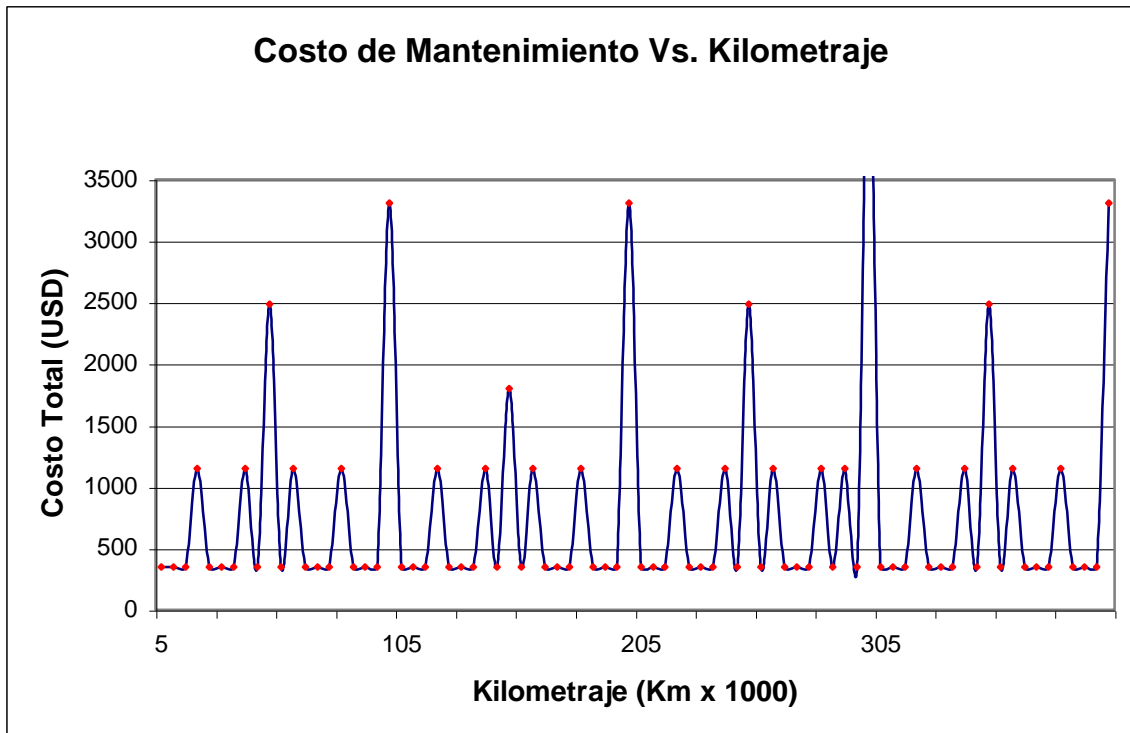


Figura 4.25 Costo de mantenimiento Vs. kilometraje.

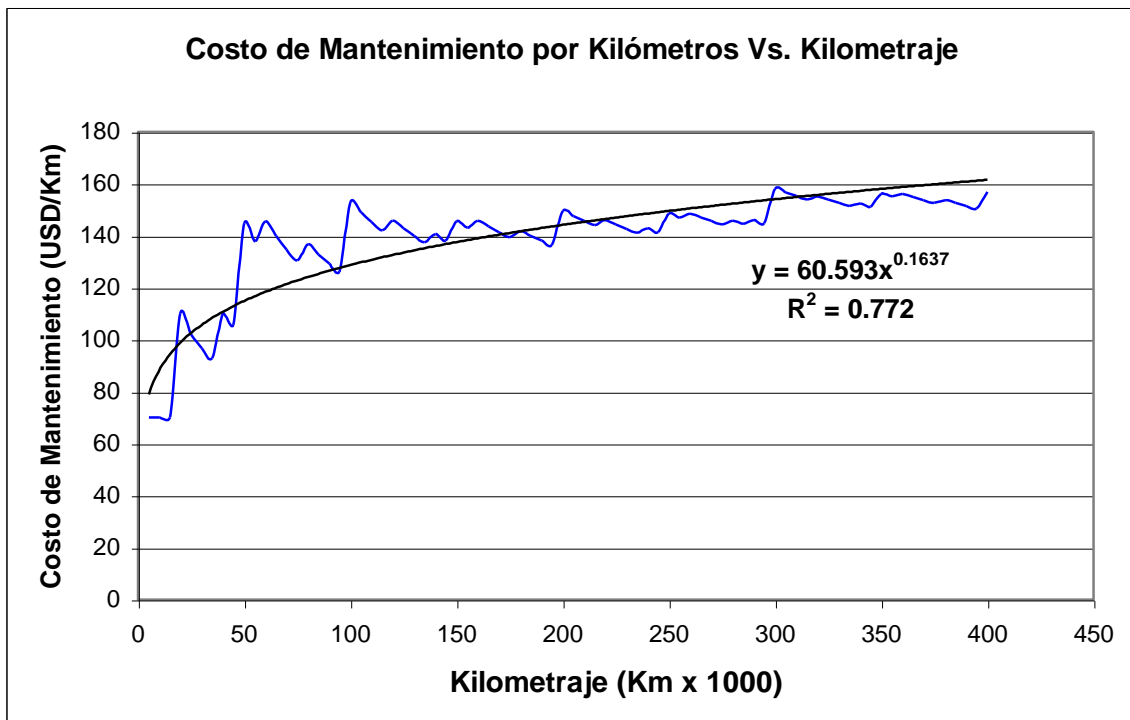


Figura 4.26 Costo de mantenimiento por kilómetros Vs. kilometraje.

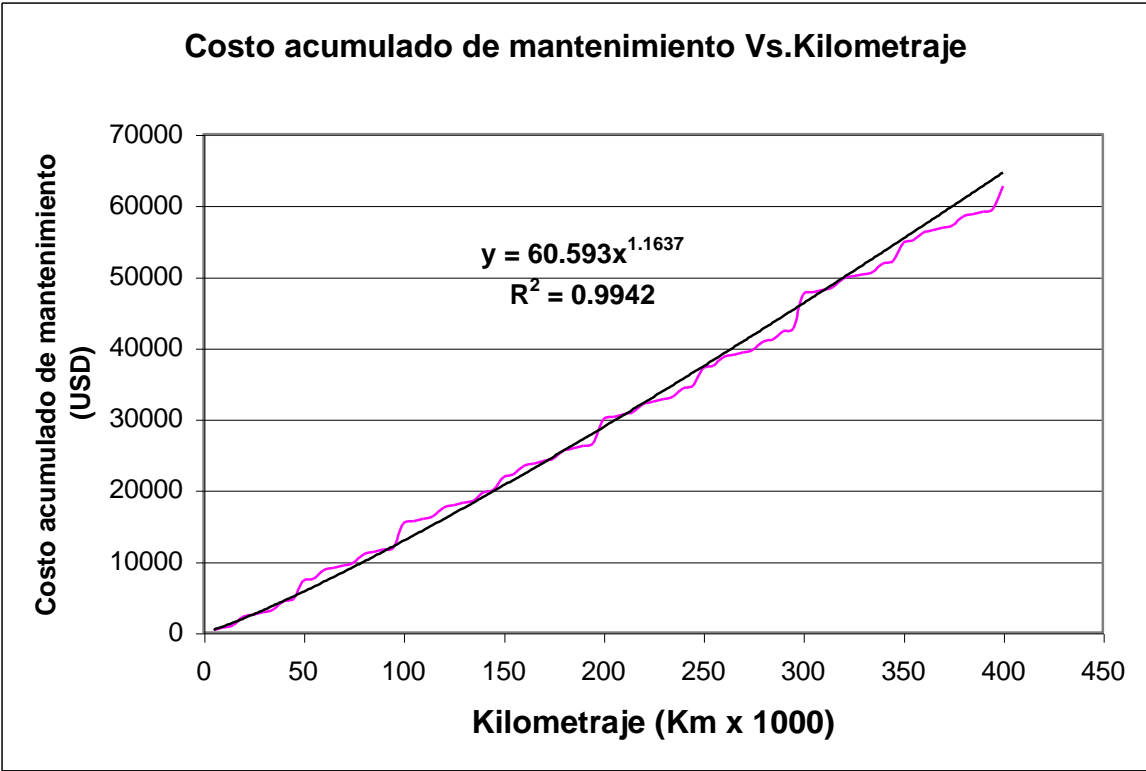


Figura 4.27 Costo acumulado de mantenimiento Vs. kilometraje.

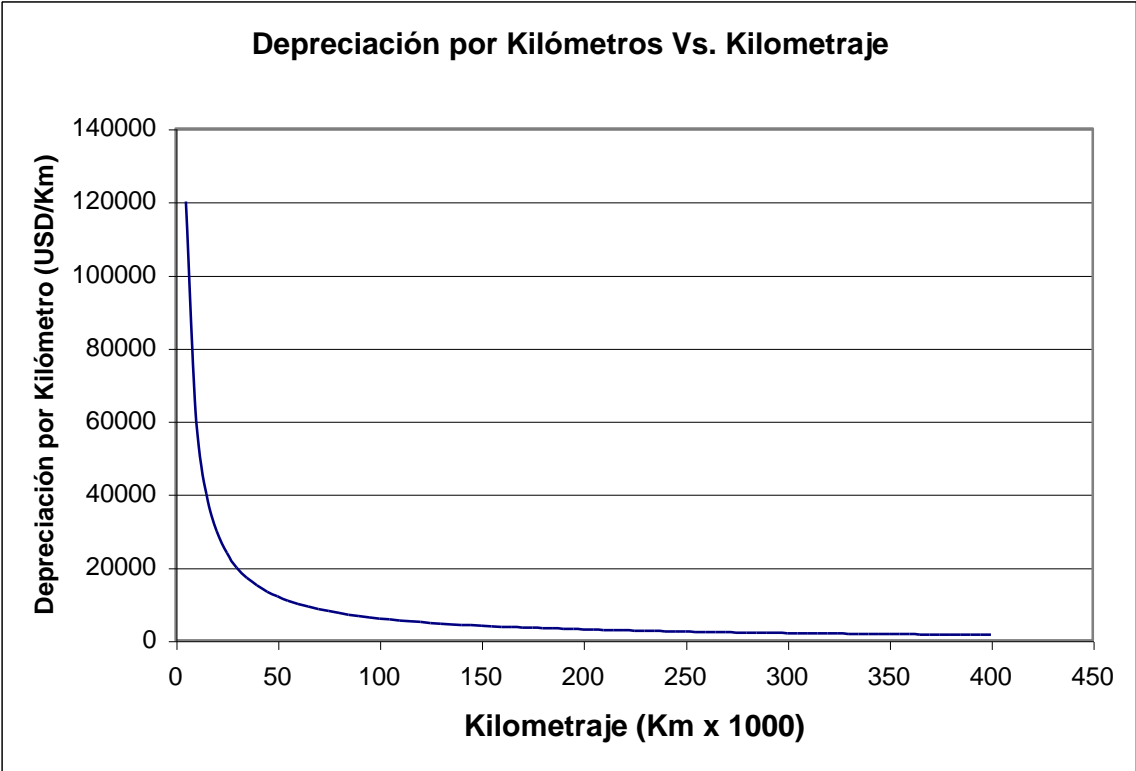


Figura 4.28 Depreciación por kilómetros Vs. kilometraje.

Transporte de carga: Camionetas

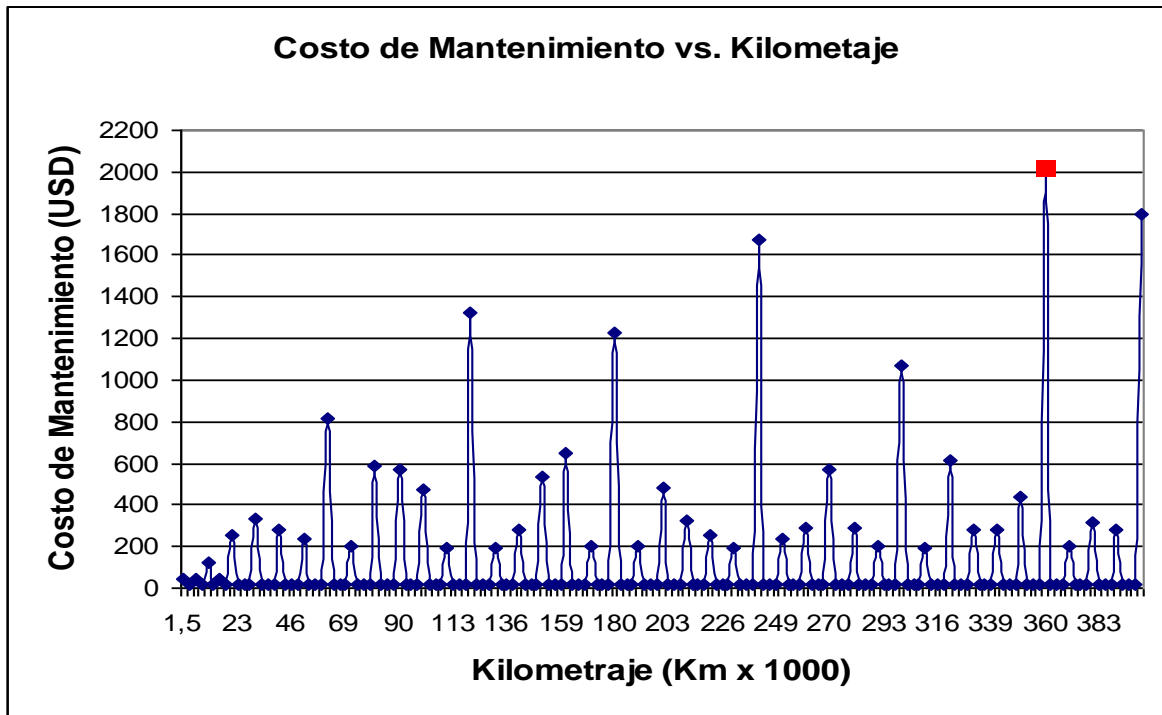


Figura 4.29 Costo de mantenimiento Vs. kilometraje.

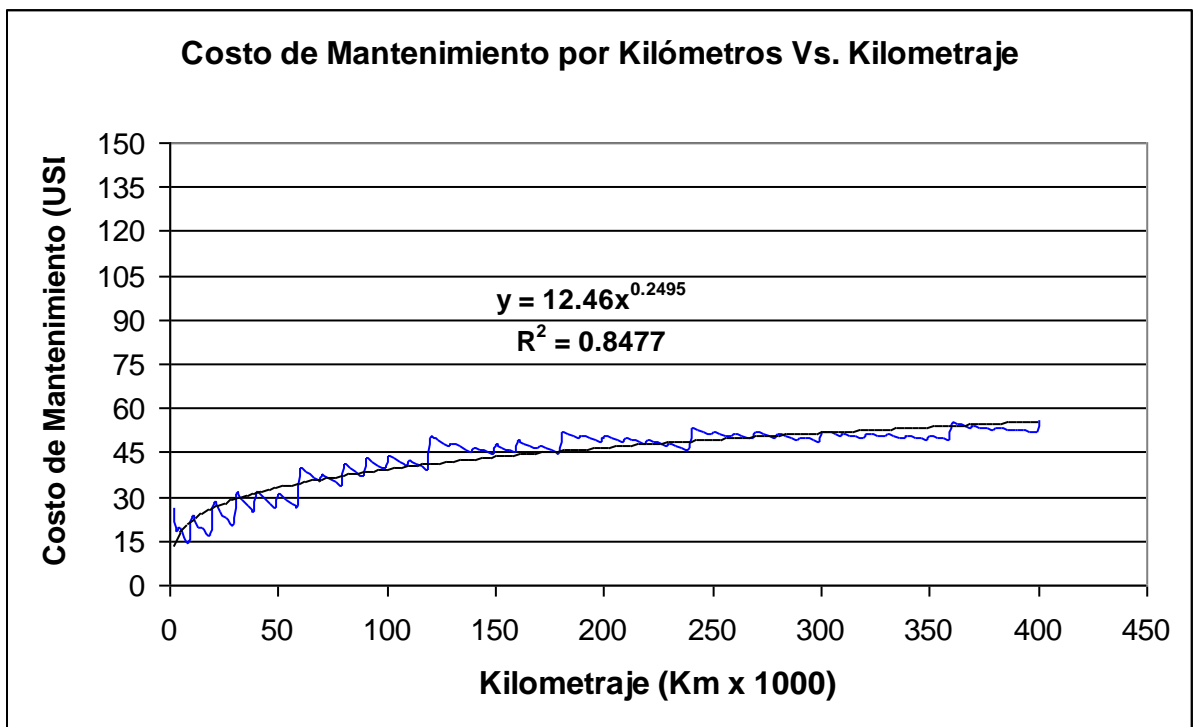


Figura 4.30 Costo de mantenimiento por kilómetros Vs. kilometraje.

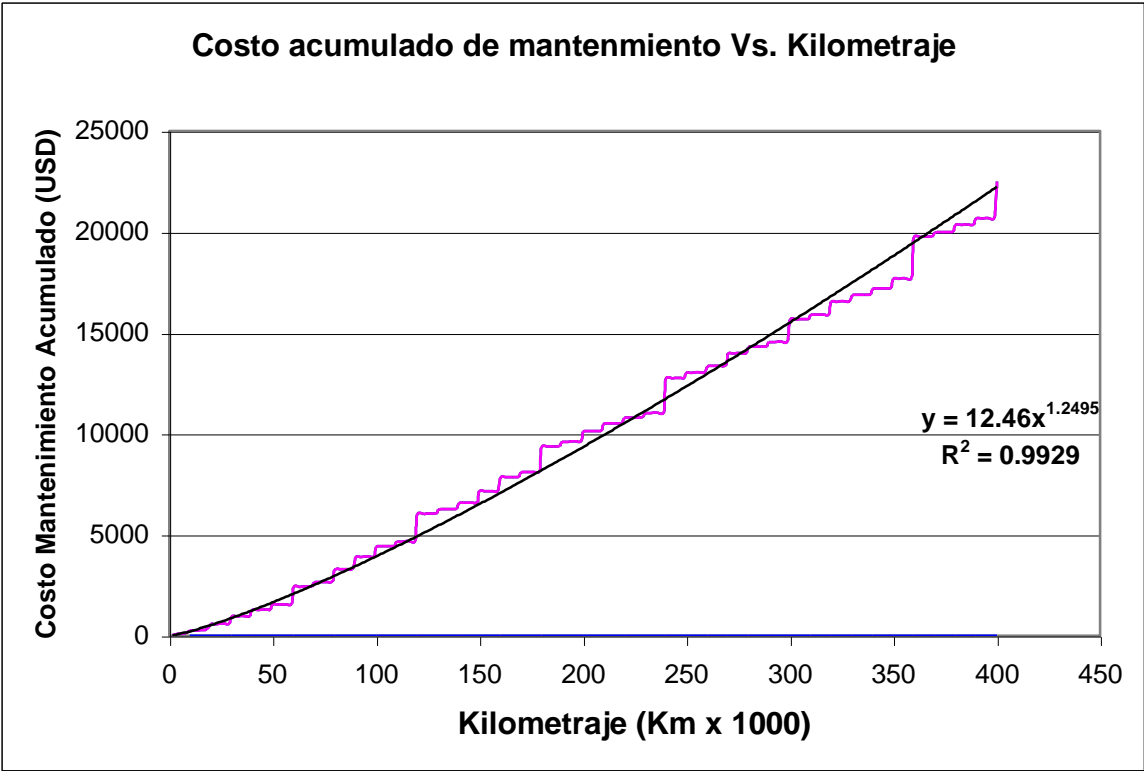


Figura 4.31 Costo acumulado de mantenimiento Vs. kilometraje.

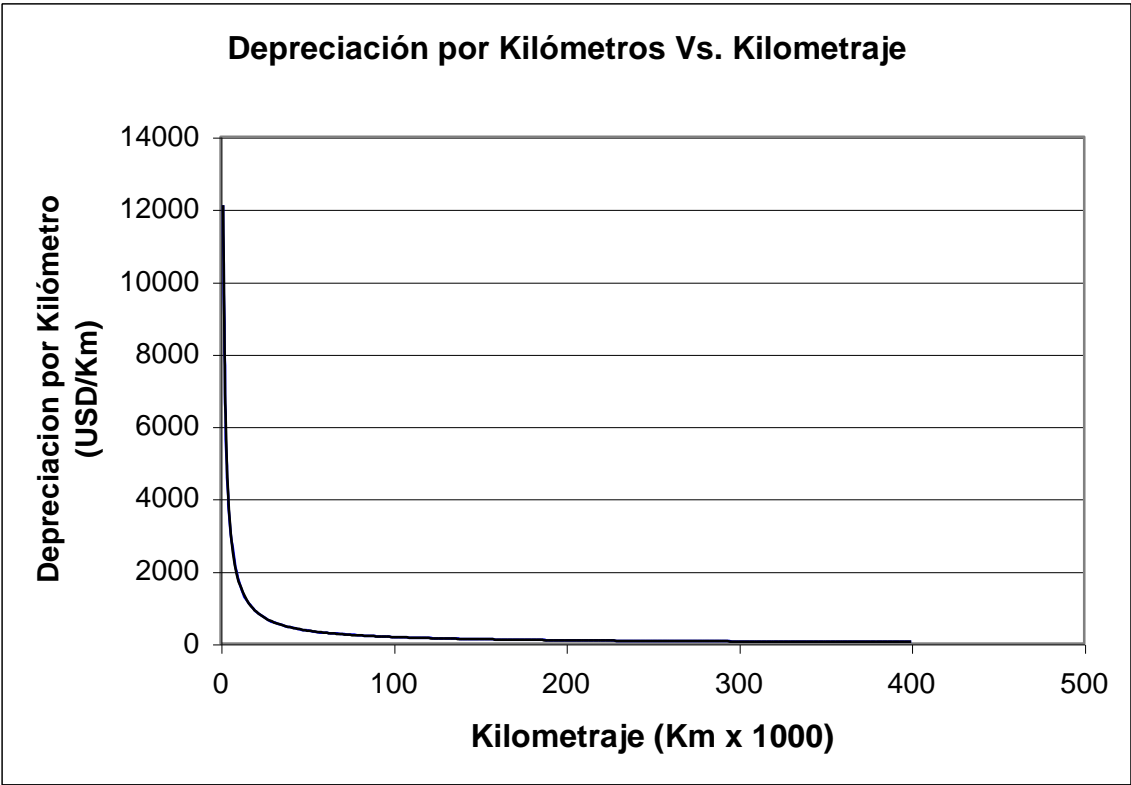


Figura 4.32 Depreciación por kilómetros Vs. kilometraje.

Transporte de carga: Camiones de hasta 7,5 ton.

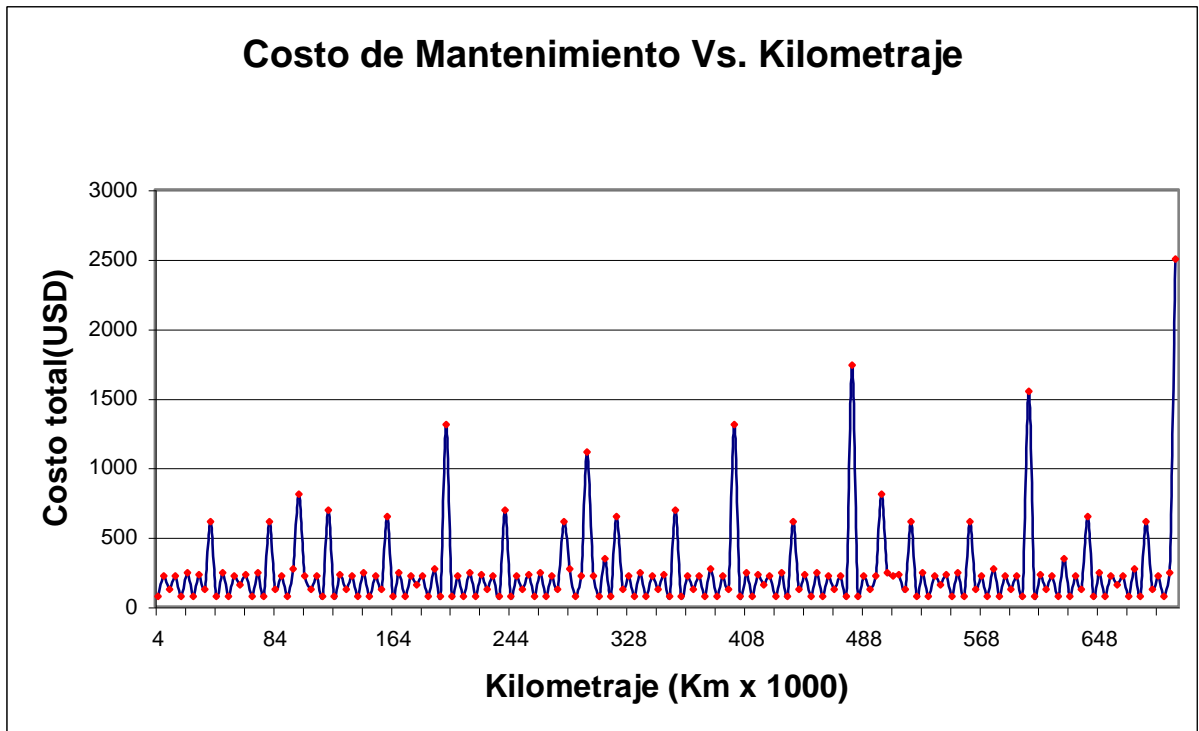


Figura 4.33 Costo de mantenimiento Vs. kilometraje.

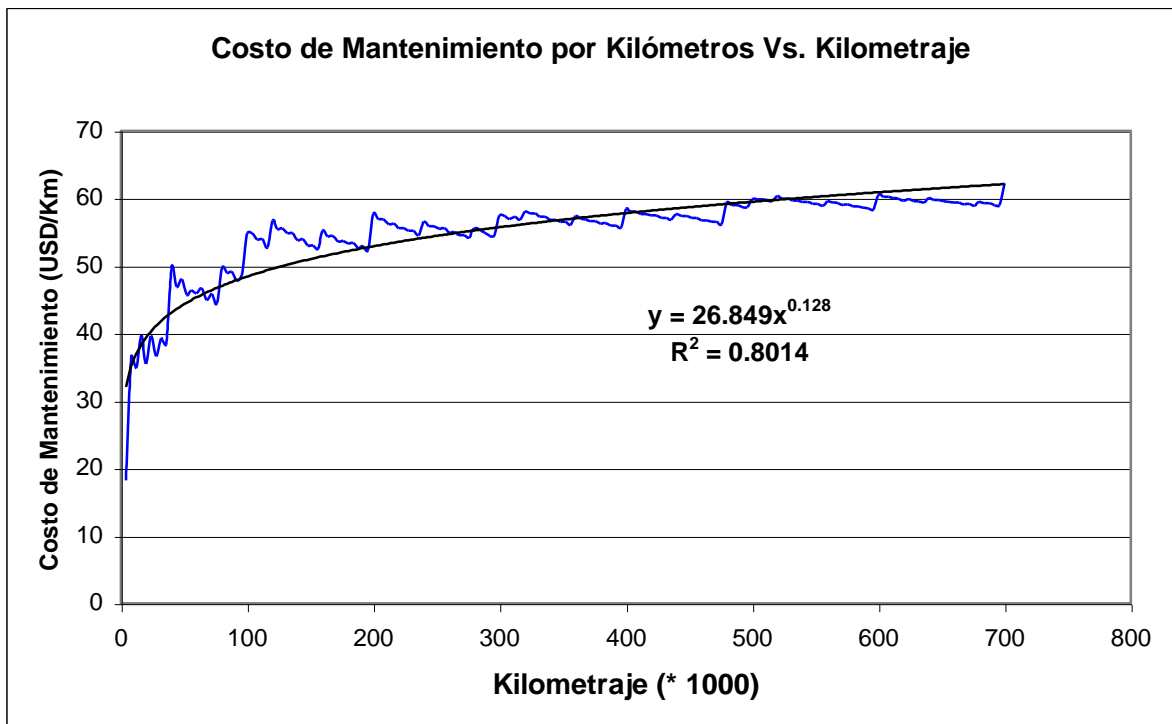


Figura 4.34 Costo de mantenimiento por kilómetros Vs. kilometraje.

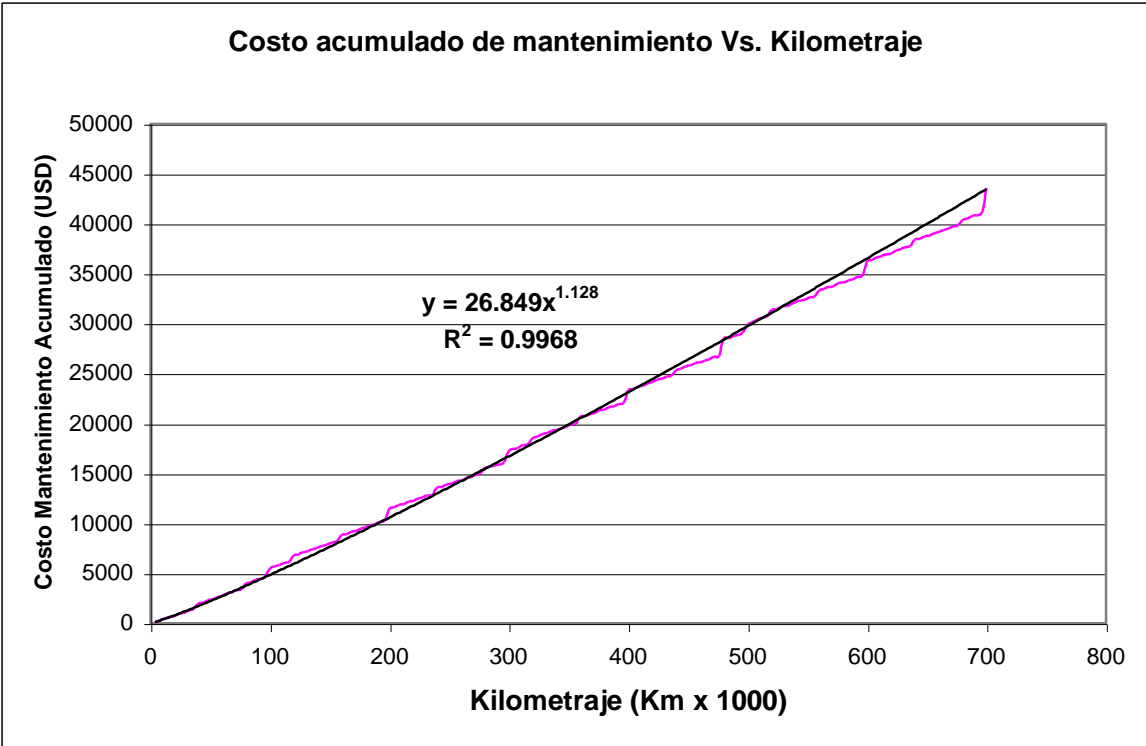


Figura 4.35 Costo acumulado de mantenimiento Vs. kilometraje.

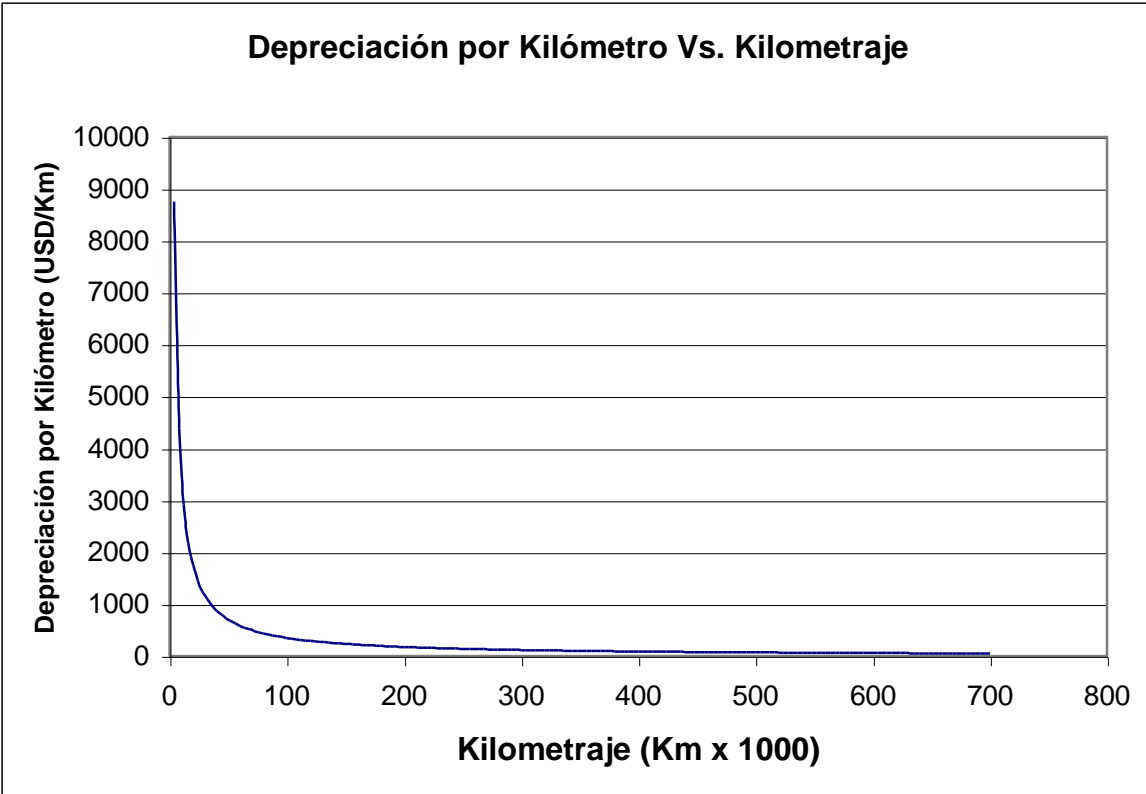


Figura 4.36 Depreciación por kilómetro Vs. kilometraje.

CAPÍTULO V

Determinación de la vida útil

5.1. Determinación de la vida útil del transporte público en el Distrito Metropolitano de Quito.

Analizando las condiciones normales de operación de los diferentes tipos de vehículos y comparando con las curvas de análisis de los sistemas y subsistemas se obtiene:

5.1.1. Transporte Escolar

5.1.1.1. Buses

Para la determinación de la vida útil del bus de transporte escolar se utilizaron las curvas anteriormente presentadas Costo de Mantenimiento vs. Kilometraje; Costo de Mantenimiento Acumulado vs. Kilometraje; Costo de Mantenimiento por Kilómetro vs. Kilometraje; Costo de la Unidad vs. Kilometraje. Estas dos últimas curvas fueron confrontadas y se determinó el punto en el que el Costo de Mantenimiento por Kilómetro es igual al Costo por kilómetro de la unidad, obteniendo la vida útil de bus de transporte escolar.

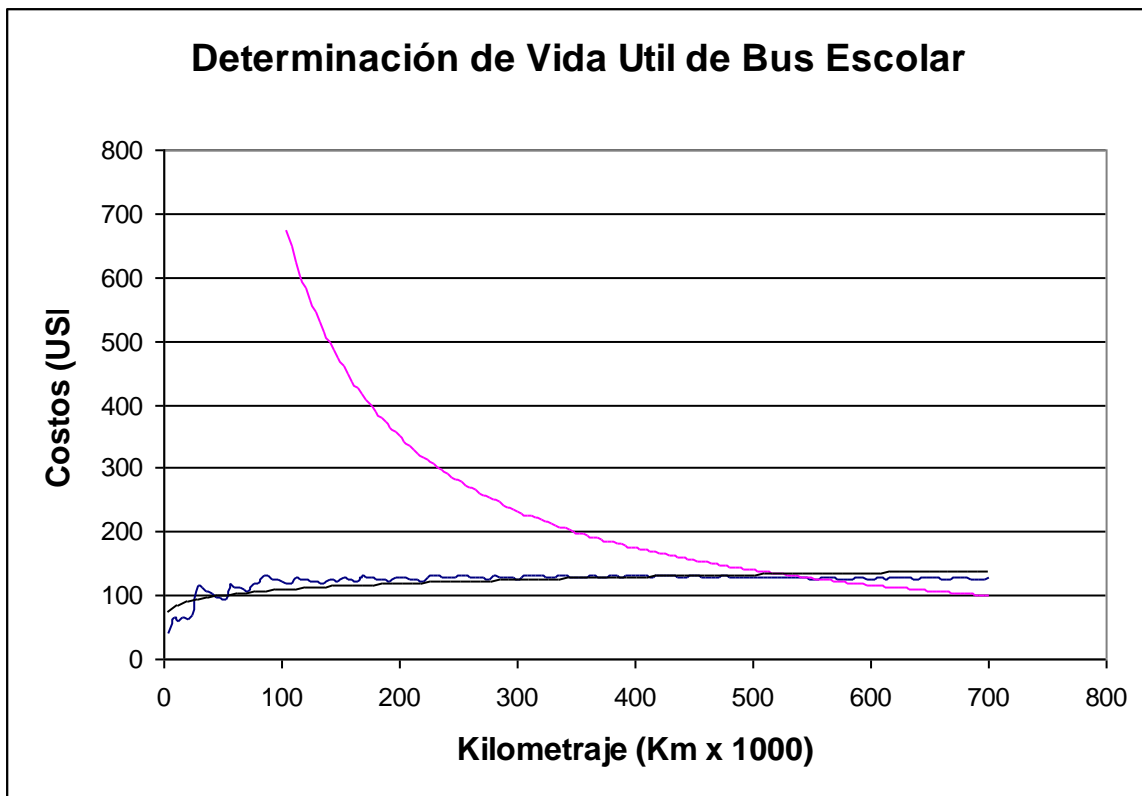


Figura 5.1 Determinación de vida útil Transporte Escolar: Buses.

De la gráfica anterior se determina que la vida útil de un bus de transporte escolar es de 416714 kilómetros.

Este valor se encuentra en kilómetros, por las razones que se expusieron en el desarrollo del estudio, si se desea este dato en función del tiempo, solamente se dividirá este valor para el kilometraje anual promedio que recorre es te tipo de unidad, este valor se encuentra en la tabla (2.24).

5.1.1.2. Furgonetas

Para la determinación de la vida útil de las furgonetas (microbús) de transporte escolar se utilizaron las curvas anteriormente presentadas Costo de Mantenimiento vs. Kilometraje; Costo de Mantenimiento Acumulado vs. Kilometraje; Costo de Mantenimiento por Kilómetro vs. Kilometraje; Costo de la Unidad vs. Kilometraje. Estas dos últimas curvas fueron confrontadas y se determinó el punto en el que el Costo de Mantenimiento por Kilómetro es igual al

Costo por kilómetro de la unidad, obteniendo la vida útil de las furgonetas que prestan servicio de transporte escolar.

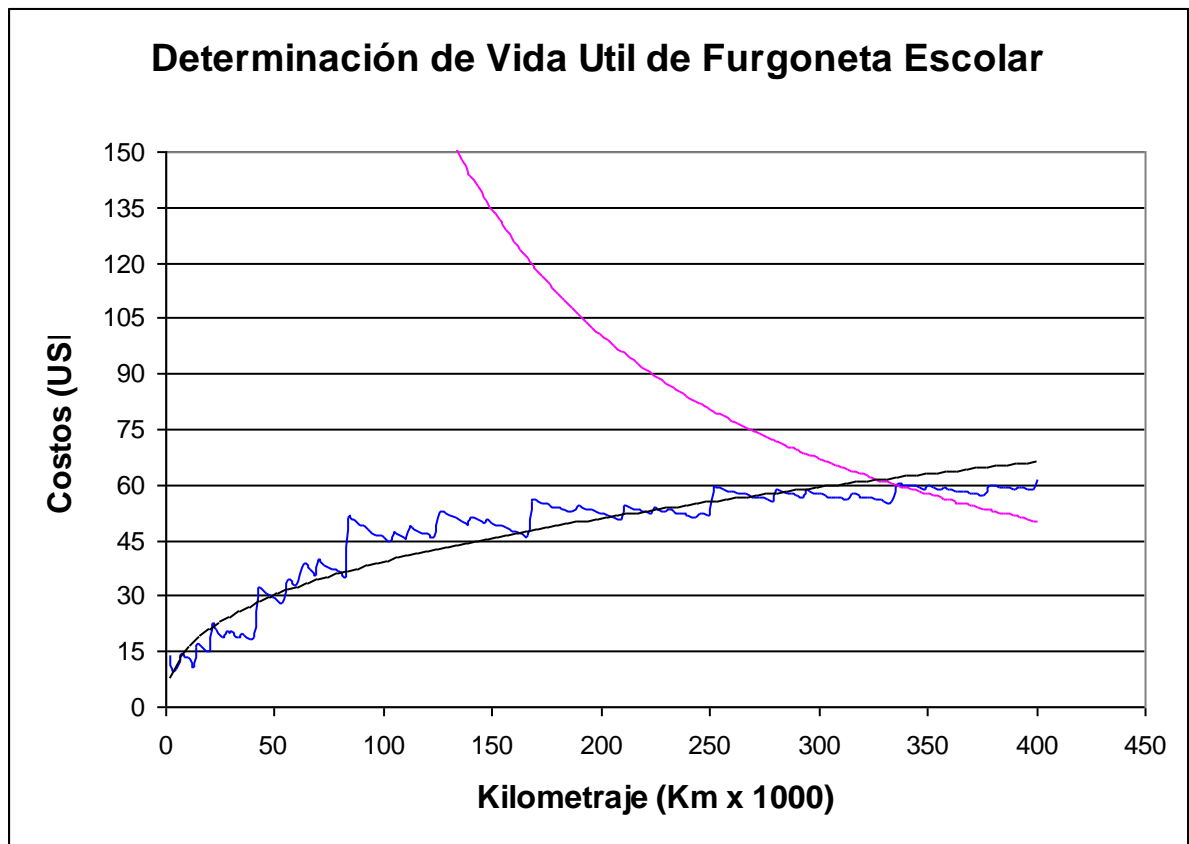


Figura 5.2 Determinación de vida útil Transporte Escolar: Furgonetas.

De la gráfica anterior se determina que la vida útil de una furgoneta (microbús) de transporte escolar es de 308012 kilómetros.

Este valor se encuentra en kilómetros, por las razones que se expusieron en el desarrollo del estudio, si se desea este dato en función del tiempo, solamente se dividirá este valor para el kilometraje anual promedio que recorre es te tipo de unidad, este valor se encuentra en la tabla (2.24).

5.1.2. Taxis

Para la determinación de la vida útil del taxi se utilizaron las curvas de Costo de Mantenimiento vs. Kilometraje; Costo de Mantenimiento Acumulado vs. Kilometraje; Costo de Mantenimiento por Kilómetro vs. Kilometraje; Costo de la Unidad vs. Kilometraje. Estas dos últimas curvas fueron confrontadas y se determinó el punto en el que el Costo de Mantenimiento por Kilómetro es igual al Costo por kilómetro de la unidad, obteniendo la vida útil del taxi.

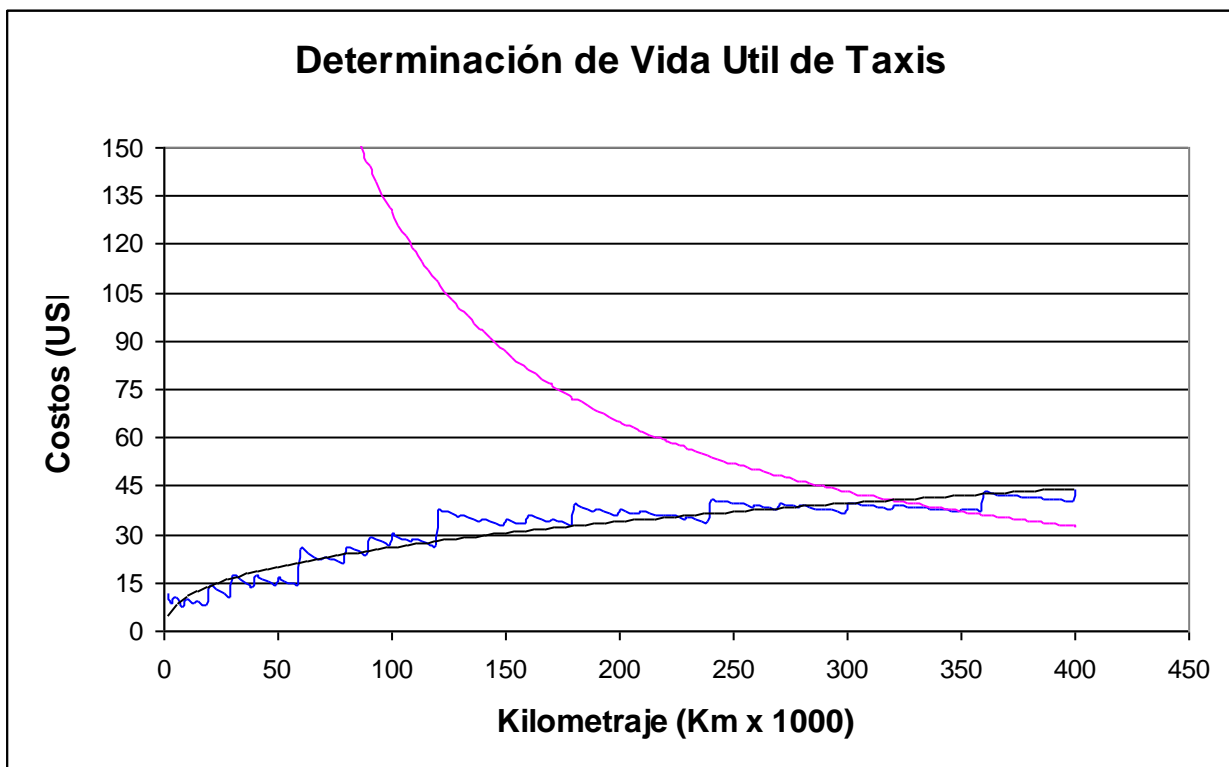


Figura 5.3 Determinación de vida útil Taxis.

De las gráficas anteriores se determina que la vida útil de un taxi es de 319544 kilómetros.

Este valor se encuentra en kilómetros, por las razones que se expusieron en el desarrollo del estudio, si se desea este dato en función del tiempo, solamente se dividirá este valor para el kilometraje anual promedio que recorre es te tipo de unidad, este valor se encuentra en la tabla (2.24).

5.1.3. Buses Interparroquiales

Para la determinación de la vida útil del bus de transporte interparroquial se utilizó las curvas de Costo de Mantenimiento vs. Kilometraje; Costo de Mantenimiento Acumulado vs. Kilometraje; Costo de Mantenimiento por Kilómetro vs. Kilometraje; Costo de la Unidad vs. Kilometraje. Estas dos últimas curvas fueron confrontadas y se determinó el punto en el que el Costo de Mantenimiento por Kilómetro es igual al Costo por kilómetro de la unidad, obteniendo la vida útil del bus de transporte interparroquial.

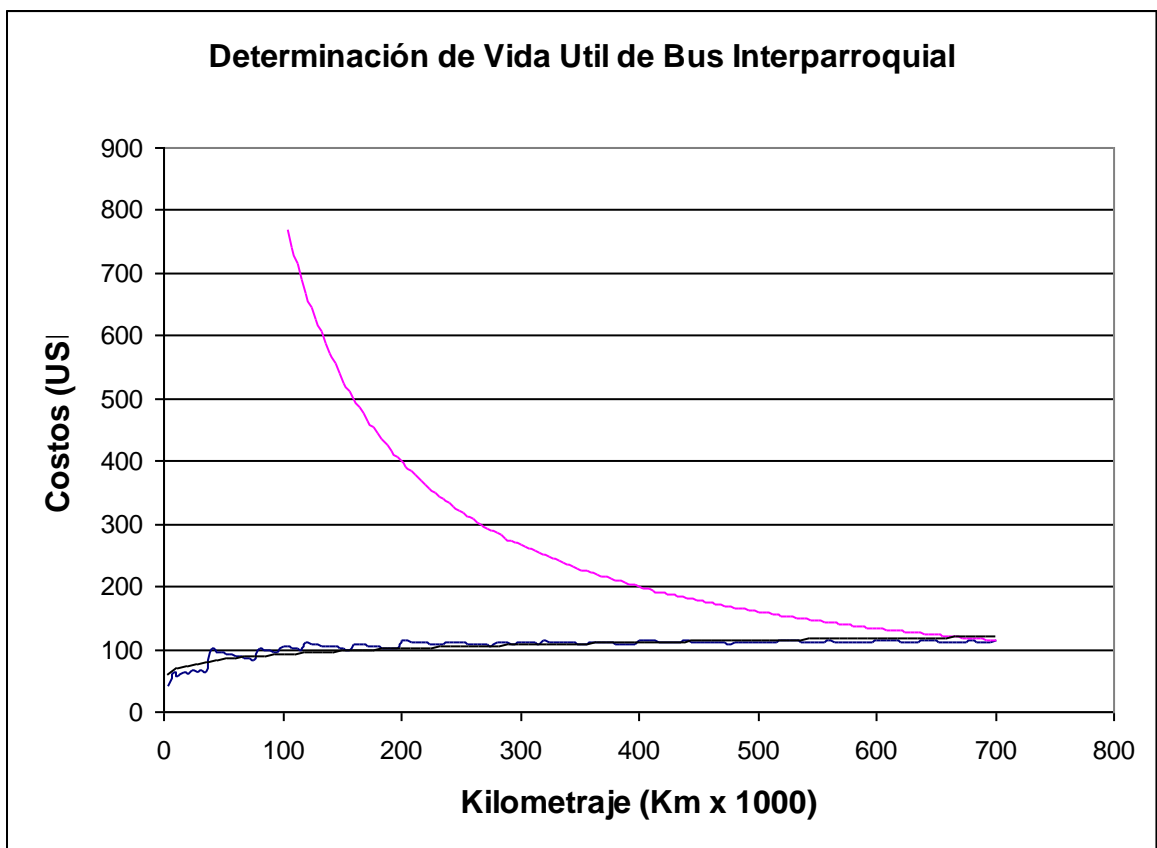


Figura 5.4 Determinación de vida útil Buses Interparroquiales.

De las gráficas anteriores se determina que la vida útil de un bus de servicio Interparroquial es de 669716 kilómetros.

Este valor se encuentra en kilómetros, por las razones que se expusieron en el desarrollo del estudio, si se desea este dato en función del tiempo, solamente se

dividirá este valor para el kilometraje anual promedio que recorre es te tipo de unidad, este valor se encuentra en la tabla (2.24).

5.1.4. Transporte Urbano

5.1.4.1. Buses Urbanos

Para la determinación de la vida útil del bus de transporte urbano se utilizó las curvas Costo de Mantenimiento vs. Kilometraje; Costo de Mantenimiento Acumulado vs. Kilometraje; Costo de Mantenimiento por Kilómetro vs. Kilometraje; Costo de la Unidad vs. Kilometraje. Donde estas dos últimas curvas fueron confrontadas y se determinó el punto en el que el Costo de Mantenimiento por Kilómetro es igual al Costo por kilómetro de la unidad, obteniendo la vida útil de bus de transporte urbano.

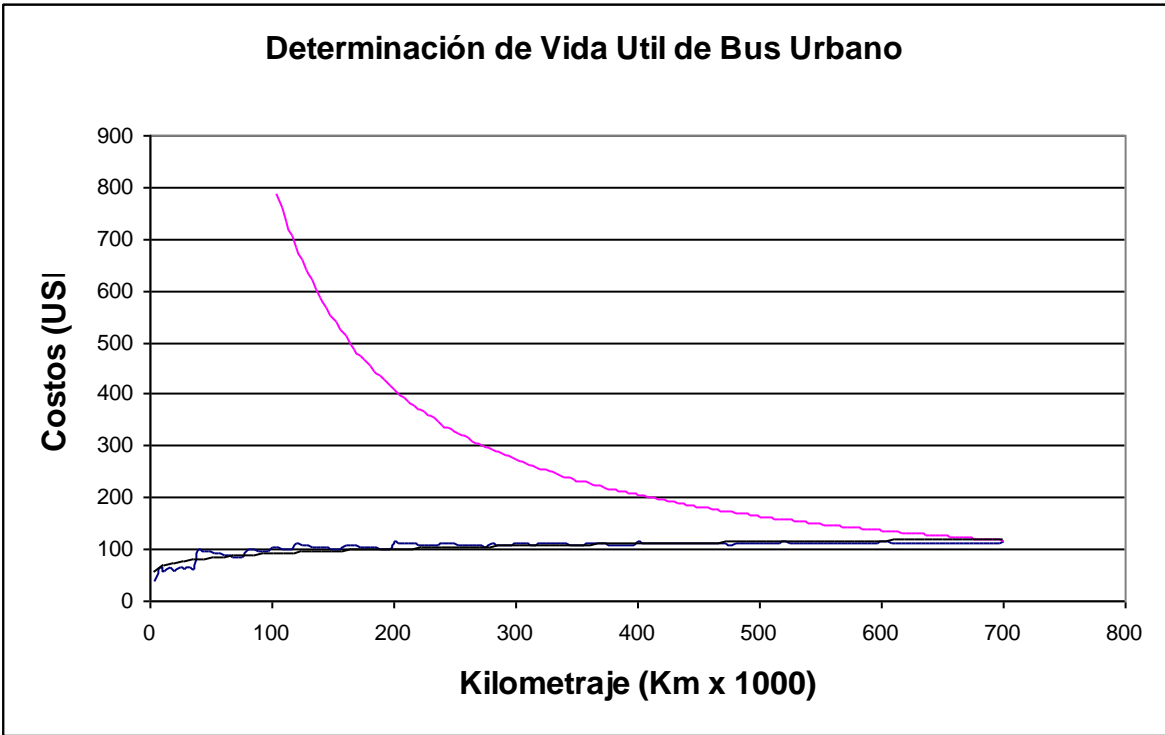


Figura 5.5 Determinación de vida útil Transporte Urbano: Buses Urbanos.

De las gráficas anteriores se determina que la vida útil de un bus se servicio urbano es de 684438 kilómetros.

Este valor se encuentra en kilómetros, por las razones que se expusieron en el desarrollo del estudio, si se desea este dato en función del tiempo, solamente se dividirá este valor para el kilometraje anual promedio que recorre es te tipo de unidad, este valor se encuentra en la tabla (2.24).

5.1.4.2. Buses Articulados

Para la determinación de la vida útil del bus de transporte urbano su subdivisión de buses articulados se utilizó las curvas Costo de Mantenimiento vs. Kilometraje; Costo de Mantenimiento Acumulado vs. Kilometraje; Costo de Mantenimiento por Kilómetro vs. Kilometraje; Costo de la Unidad vs. Kilometraje. Estas dos últimas curvas fueron confrontadas y se determinó el punto en el que el Costo de Mantenimiento por Kilómetro es igual al Costo por kilómetro de la unidad, obteniendo la vida útil de bus de transporte de buses articulados.

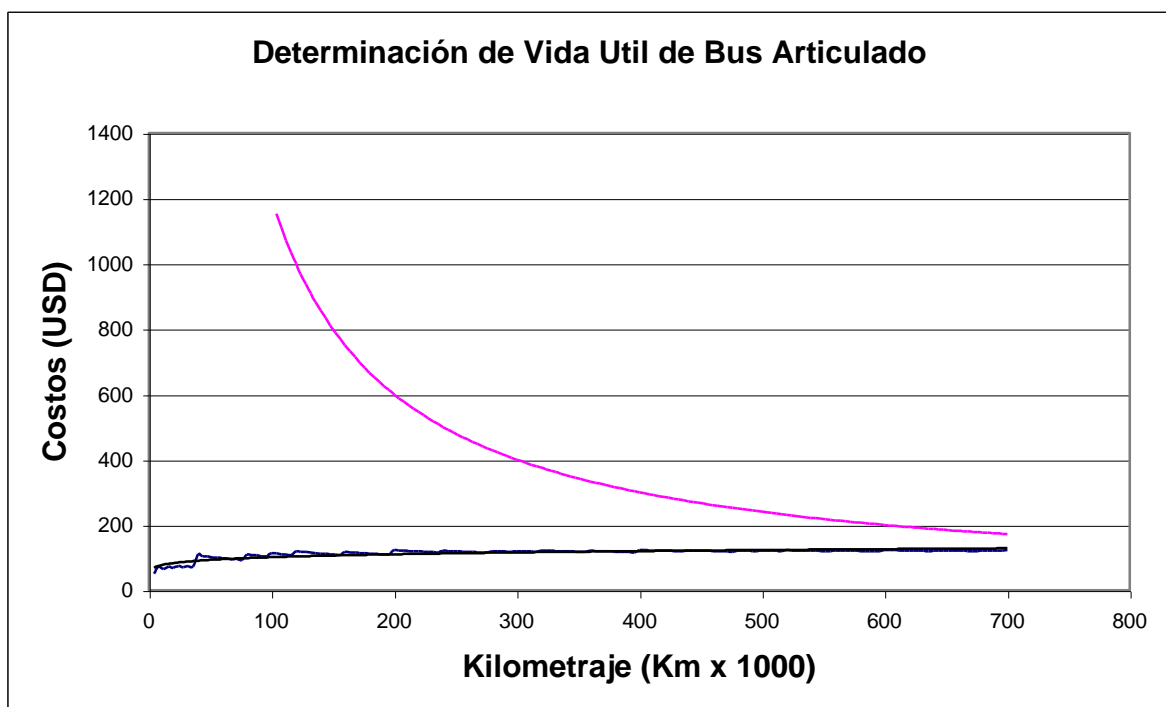


Figura 5.6 Determinación de vida útil Transporte Urbano: Buses Articulados.

De las gráficas anteriores se determina que la vida útil de un bus articulado es de 905361 kilómetros.

Este valor se encuentra en kilómetros, por las razones que se expusieron en el desarrollo del estudio, si se desea este dato en función del tiempo, solamente se dividirá este valor para el kilometraje anual promedio que recorre es te tipo de unidad, este valor se encuentra en la tabla (2.24).

5.1.4.3. Trolebuses

Para la determinación de la vida útil del bus de transporte urbano (Trolebús) se utilizó las curvas anteriormente presentadas Costo de Mantenimiento vs. Kilometraje; Costo de Mantenimiento Acumulado vs. Kilometraje; Costo de Mantenimiento por Kilómetro vs. Kilometraje; Costo de la Unidad vs. Kilometraje. Estas dos últimas curvas fueron confrontadas y se determinó el punto en el que el Costo de Mantenimiento por Kilómetro es igual al Costo por kilómetro de la unidad, obteniendo la vida útil de bus del Trolebús.

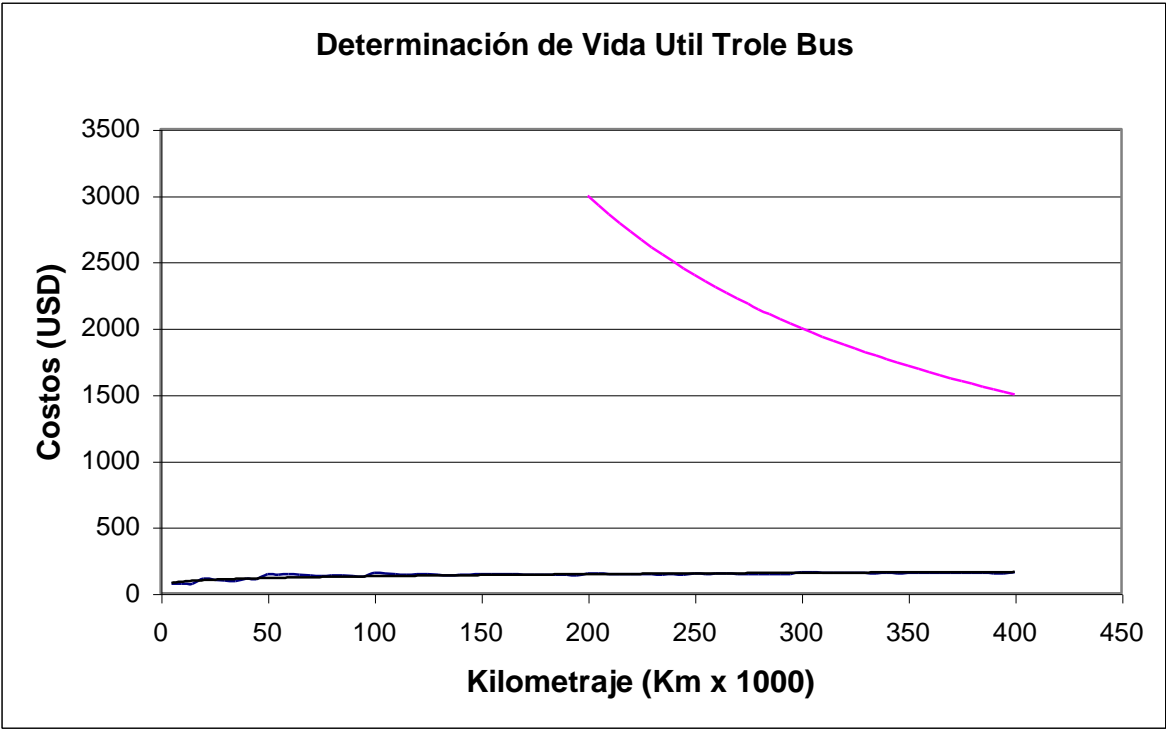


Figura 5.7 Determinación de vida útil Transporte Urbano: Trolebuses.

De las gráficas anteriores se determina que la vida útil de un bus articulado es de 2714198 kilómetros. Pero este kilometraje sobrepasa el convenio existente entre la UOST y el fabricante de las unidades, en el que se asegura una provisión de repuestos y respaldo técnico de veinte años, por lo que el límite de vida útil es veinte años, o 192600 Km.

Este valor se encuentra en kilómetros, por las razones que se expusieron en el desarrollo del estudio, si se desea este dato en función del tiempo, solamente se dividirá este valor para el kilometraje anual promedio que recorre es te tipo de unidad, este valor se encuentra en la tabla (2.24).

5.1.5. Transporte de carga

5.1.5.1. Camionetas

Para la determinación de la vida útil de las camionetas de transporte de carga se utilizó las curvas Costo de Mantenimiento vs. Kilometraje; Costo de Mantenimiento Acumulado vs. Kilometraje; Costo de Mantenimiento por Kilómetro vs. Kilometraje; Costo de la Unidad vs. Kilometraje. Estas dos últimas curvas fueron confrontadas y se determinó el punto en el que el Costo de Mantenimiento por Kilómetro es igual al Costo por kilómetro de la unidad, obteniendo la vida útil de las camionetas de transporte de carga.

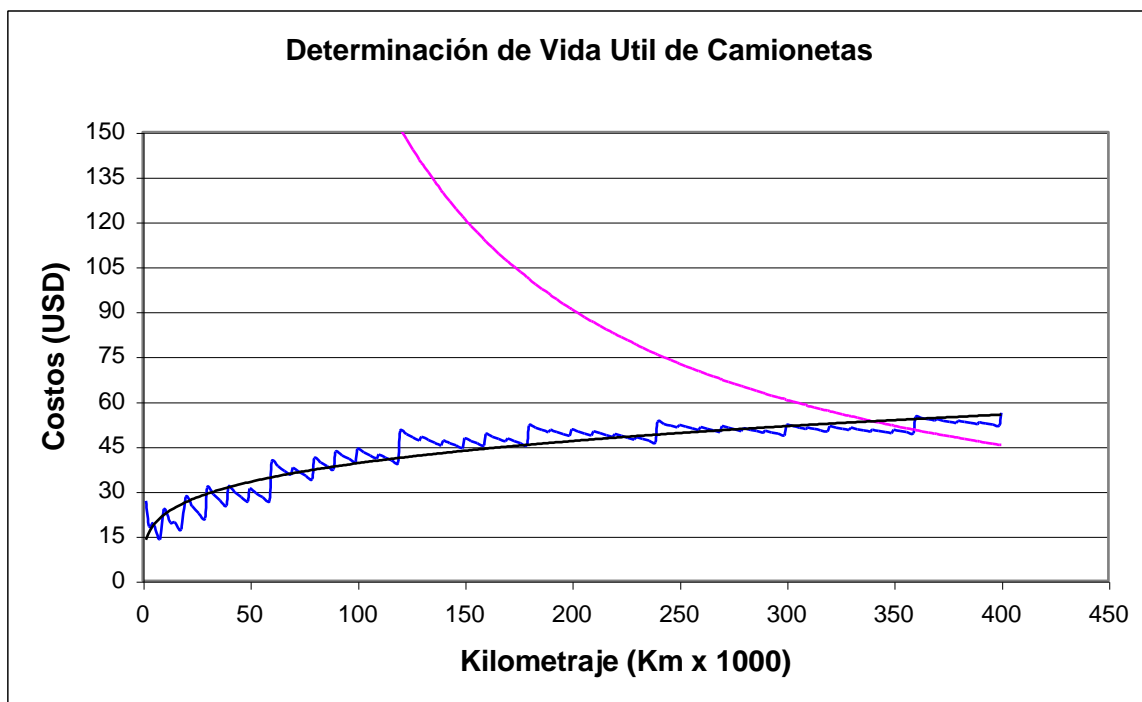


Figura 5.8 Determinación de vida útil Transporte de carga: Camionetas.

De las gráficas anteriores se determina que la vida útil de las camionetas es de 340332 kilómetros.

Este valor se encuentra en kilómetros, por las razones que se expusieron en el desarrollo del estudio, si se desea este dato en función del tiempo, solamente se dividirá este valor para el kilometraje anual promedio que recorre es de este tipo de unidad, este valor se encuentra en la tabla (2.24).

5.1.5.2. Camiones de hasta 7,5 Ton.

Para la determinación de la vida útil de los camiones de transporte de carga se utilizó las curvas Costo de Mantenimiento vs. Kilometraje; Costo de Mantenimiento Acumulado vs. Kilometraje; Costo de Mantenimiento por Kilómetro vs. Kilometraje; Costo de la Unidad vs. Kilometraje. Estas dos últimas curvas fueron confrontadas y se determinó el punto en el que el Costo de Mantenimiento por Kilómetro es igual al Costo por kilómetro de la unidad, obteniendo la vida útil de los camiones de hasta 7,5 Ton.

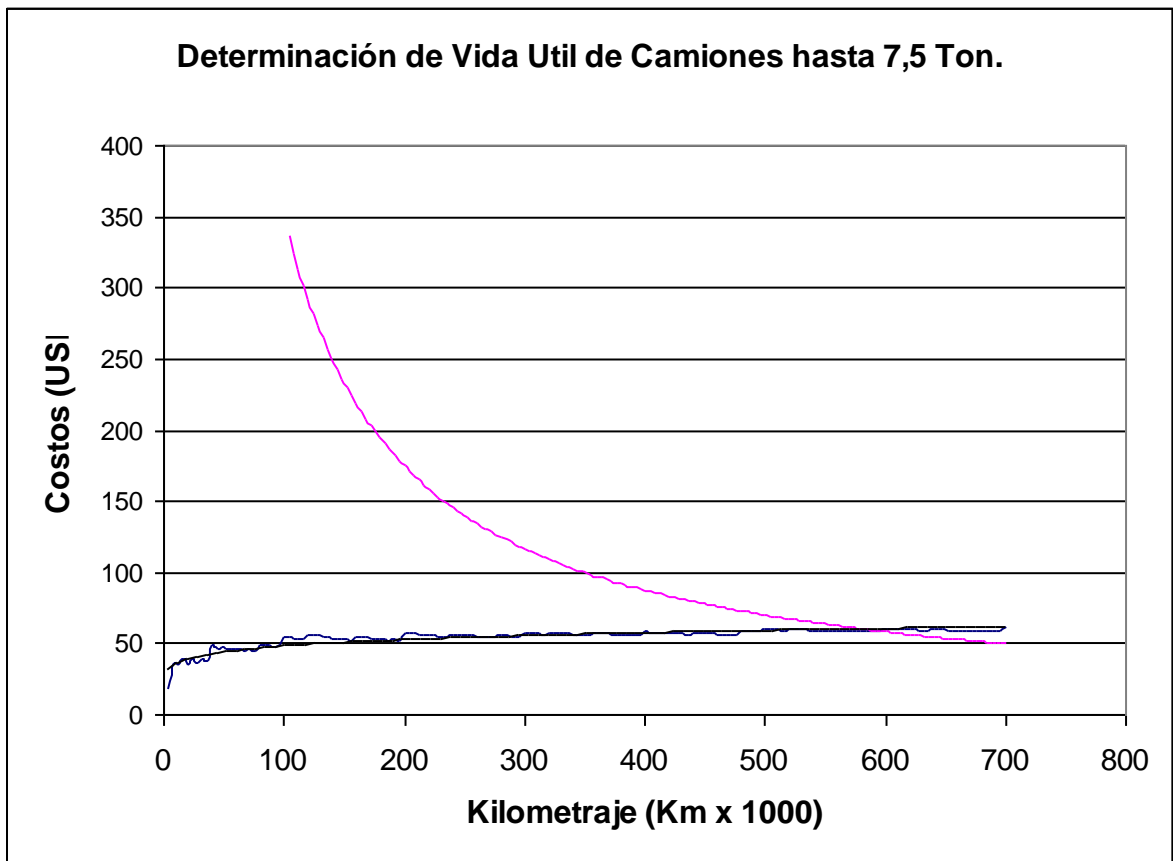


Figura 5.9 Determinación de vida útil Camiones de hasta 7,5 ton.

De las gráficas anteriores se determina que la vida útil de los camiones de hasta 7,5 toneladas es de 577628 kilómetros.

Este valor se encuentra en kilómetros, por las razones que se expusieron en el desarrollo del estudio, si se desea este dato en función del tiempo, solamente se

dividirá este valor para el kilometraje anual promedio que recorre es te tipo de unidad, este valor se encuentra en la tabla (2.24).

CAPÍTULO VI

Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

- Los vehículos característicos para cada categoría son los siguientes:
 - Taxis: Hyundai Accent
 - Escolar:
 - Bus: Hino FD
 - Furgoneta: Hyundai H100
 - Interparroquial: Hino FD
 - Urbano: Hino FD
 - Trolebús: Mercedes Benz
 - Articulado: Volvo
 - Carga:
 - Camionetas: Chevrolet Luv
 - Camiones: Chevrolet NHR

- Los vehículos de transporte que circulan dentro del distrito Metropolitano de Quito, circulan por vías de primer orden, de acuerdo a la definición de la Ley de Tránsito. Para el caso del Trolebús se emplea un carril exclusivo, que posee los respectivos circuitos de provisión de energía eléctrica.

- Los vehículos de transporte urbano realizan el siguiente recorrido promedio:

Categoría	Tipo	RECORRIDO			
		Km/día	Km/sem.	Km/mes	Km/año
Taxis		200	1200	5600	67200
Carga	Camionetas	50	300	1400	16800
	Camiones	50	300	1500	18000
Escolar	Microbús	80	400	1680	16800
	Bus	80	400	1680	16800
Interparroquial		310	1860	8680	104160
Urbano		200	1200	5600	67200

Trole		260	1820	7800	93600
Articulado		130	910	3900	46800

- El análisis del mantenimiento se realizó siguiendo las recomendaciones de cada uno de los fabricantes de los vehículos característicos.
- De las curvas de mantenimiento y reposición de unidad, se establecen los siguientes kilometrajes como los de vida útil para cada una de las categorías:

Categoría	Tipo	Kilómetros
Taxis		319544
Carga	Camionetas	340332
	Camiones	577628
Escolar	Microbús	416714
	Bus	308012
Interparroquial		669716
Urbano		684438
Trole		1926000
Articulado		905361

Debido a que la información sobre los periodos y las actividades de mantenimiento provienen de los fabricantes y que la cantidad de información recolectada a través de las encuestas se encuentra estandarizada, grado de confiabilidad de los resultados obtenidos es de un 98%.

Ejemplo de cálculo:

Taxis

La ecuación de la curva de depreciación queda determinada por:

$$Depreciación = \frac{Valor\ de\ la\ unidad}{Kilometraje\ recorrido}$$

De la gráfica del costo de mantenimiento por Kilómetro vs kilometra, se obtiene la siguiente ecuación que determina los costos de mantenimiento:

$$Y = 4.4573 \cdot x^{0.3833}$$

De la resolución de igualar estas dos ecuaciones nos dará el valor en Kilómetros en el cual las dos curvas se intersecan:

$$\frac{12990}{X} = 4.4573 \cdot X^{0.3833}$$

$$X = 319544$$

- En ninguna de las categorías se alcanza el kilometraje de reparación integral del motor, por lo que se ha establecido que no se superarán los límites de contaminación, permitidos por el CRVC.
- Del análisis de las normas vigentes para la Revisión Técnica Vehicular se pudo establecer que las mediciones y cálculos realizados se acercan a determinar el estado de operación de los sistemas del vehículo.
- La Revisión Técnica Vehicular deberá ser de al menos dos veces al año, en las unidades que han alcanzado hasta el 80 por ciento del kilometraje de vida útil. A partir de éste kilometraje las unidades deberán someterse a un control más riguroso y frecuente, de acuerdo al tipo de servicio.
- Con los resultados de los kilometrajes de la vida útil, comparado con los kilometrajes de los automotores que actualmente circulan por el Distrito Metropolitano de Quito, se concluye que muchas de estas unidades ya no deberían adquirir los permisos de circulación.

6.2 Recomendaciones

- Aplicar el presente estudio, mediante una ordenanza o el mecanismo jurídico adecuado, el mismo que se establezca no como una medida de represión, sino como una alternativa de mejorar la calidad del servicio y la economía de los operadores.
- Establecer un mecanismo de control para las actividades de mantenimiento, empleando una bitácora de mantenimiento, la misma que deberá tener el sello de un taller calificado previamente.
- Establecer las características técnicas adecuadas para los vehículos, de cada una de las categorías, en función de las condiciones geográficas, de seguridad, confort y protección al ambiente.
- Fomentar la capacitación de los operadores de las unidades de transporte sobre mantenimiento. De esta manera, se podrá mejorar las condiciones de operación, seguridad y protección al ambiente.
- Buscar alternativas, mediante programas de mejoramiento de la calidad del aire, para la renovación del parque automotor.
- Fomentar la generación de “Empresas” de Transporte, con un Departamento de Mantenimiento, encabezado por un especialista en el área de administración de mantenimiento automotriz.

ANEXOS

- Anexo 1. Base de datos Centro de Revisión Vehicular (CD Adjunto).
- Anexo 2. Formato encuesta realizada.

BIBLIOGRAFÍA

- Motores Diesel y de gas de alta compresión, Edgar J. Kates / William E. Luck, Segunda edición, Editorial Reverte S.A.
- Motores de Combustión Interna, Análisis y Aplicaciones, Edward F. Obert, Vigésima tercera reimpresión, México, 1997, Compañía Editorial Continental S. A. de C. V. México.
- Estadística para Administración y Economía, Douglas A. Lind, William G. Marchal, Robert D. Mason, Décima primera edición, 2004, Editorial Alfa-Omega S.A. de Bogota – Colombia.