



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

## **REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN UTILIZANDO VITALIZACIÓN DE LLANTAS PARA EL TRANSPORTE PESADO**

**Axel Estuardo Marín Samayoa**

Asesorado por la Inga. Eva Sophia Tánchez Navas

Guatemala, febrero de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN UTILIZANDO  
VITALIZACIÓN DE LLANTAS PARA EL TRANSPORTE PESADO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**AXEL ESTUARDO MARÍN SAMAYOA**

ASESORADO POR LA INGA. EVA SOPHIA TÁNCHEZ NAVAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Marco Vinicio Monzón Arriola
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Byron Estuardo Ixpatá Reyes
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN UTILIZANDO VITALIZACIÓN DE LLANTAS PARA EL TRANSPORTE PESADO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha marzo de 2010.



**Axel Estuardo Marín Samayoa**

Guatemala, 30 de marzo de 2011

Ingeniero César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Presente

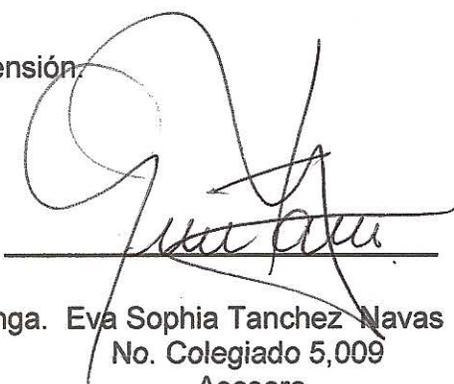
Estimado Ingeniero:

Hago de su conocimiento que el Trabajo de Graduación con registro 834-10 titulado:

**REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN UTILIZANDO VITALIZACIÓN DE LLANTAS PARA EL TRANSPORTE PESADO.**

Solicitado por el estudiante Axel Estuardo Marín Samayoa cursante de la carrera de Ingeniería Industrial, con carné No. 2005-11880, ha sido concluido y revisado, por lo que extendiendo la presente como comprobante del trabajo de graduación realizado.

Agradeciendo su comprensión.



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Eva Sophia Sanchez Navas', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Inga. Eva Sophia Sanchez Navas  
No. Colegiado 5,009  
Asesora

**Eva Sophia Sanchez Navas**  
INGENIERA - COLEGIADA 5009



REF.REV.EMI.130.011

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN UTILIZANDO VITALIZACIÓN DE LLANTAS PARA EL TRANSPORTE PESADO**, presentado por el estudiante universitario **Axel Estuardo Marín Samayoa**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

*Nora Leonor Elizabeth García Tobar  
Ingeniera Industrial  
Colegiado No. 8121*

Inga. ~~Nora Leonor Elizabeth García Tobar~~  
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2011.

/mgp



REF.DIR.EMI.021.014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN UTILIZANDO VITALIZACIÓN DE LLANTAS PARA EL TRANSPORTE PESADO**, presentado por el estudiante universitario **Axel Estuardo Marín Samayoa**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
**Ing. César Ernesto Urquizú Rodas**  
**DIRECTOR**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**



Guatemala, febrero de 2014.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN UTILIZANDO VITALIZACIÓN DE LLANTAS PARA EL TRANSPORTE PESADO**, presentado por el estudiante universitario: **Axel Estuardo Marín Samayoa**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympto Paiz Rodríguez  
Decano



Guatemala, febrero de 2014

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por permitirme alcanzar una de las metas de mi vida.
- Mis padres** Lourdes del Pilar Samayoa Gutiérrez y José Axel Marín Quintanilla, por su apoyo incondicional, que este sea un homenaje a sus innumerables sacrificios para sacarme adelante en la vida. Para ustedes con todo mi amor.
- Mi esposa y mi hijo** Jeimy Rosemary López de Marín y Emilio Alejandro, por su amor incondicional y alegría que han traído a mi vida. Los amo con todo mi corazón.
- Mis abuelos** René Samayoa Peña  
Blanca Rosa Gutiérrez de Samayoa  
Amado Marín (q.e.p.d.)  
Judith Quintanilla de Marín (q.e.p.d.)  
Por su apoyo y consejos.
- Mis hermanos** Pablo Fernando Hernández Samayoa  
Daniel Esteban Marín Pérez  
Gabriela Noemí Marín Pérez  
Carla Esperanza Marín Pérez  
Los amo siempre, que este sea un objetivo en común.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Inga. Eva Sophia  
Tánchez Navas**

Por el apoyo y el profesionalismo que me brindó para la realización de este trabajo de graduación.

**Transportes  
Riveiro Gálvez**

Por brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación, dentro de sus instalaciones, y por el apoyo recibido por cada uno de los trabajadores de dicha empresa.

**Universidad de  
San Carlos de  
Guatemala**

En especial a la Facultad de Ingeniería y a sus catedráticos.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	1
1.1. Antecedentes de la empresa.....	1
1.1.1. Historia .....	1
1.1.2. Misión .....	2
1.1.3. Visión.....	2
1.1.4. Organigrama .....	2
1.1.5. Descripción de la actividad económica.....	3
1.2. ¿Qué son los costos de operación? .....	4
1.2.1. Costos variables.....	4
1.2.2. Costos fijos.....	4
1.3. Descripción de llantas para el transporte pesado .....	4
1.3.1. Marcas en el mercado guatemalteco.....	4
1.3.2. Tipos de construcción.....	5
1.3.2.1. Convencional .....	5
1.3.2.2. Radial.....	6
1.3.3. Capacidad de carga .....	7
1.3.4. Ancho de sección .....	8
1.3.5. Diámetro del rin .....	10

1.3.6.	Perfil.....	11
1.3.7.	Bandas de rodamiento .....	12
1.3.7.1.	Comercial .....	13
1.3.7.2.	Tracción.....	13
1.4.	Ejes del transporte .....	13
1.4.1.	Eje direccional.....	13
1.4.2.	Eje tracción .....	14
1.4.3.	Eje muerto.....	15
2.	DIAGNÓSTICO ACTUAL.....	17
2.1.	Desglose de los costos fijos de la flotilla de vehículos.....	17
2.2.	Desglose de los costos variables de la flotilla de vehículos.....	18
2.3.	Descripción de los vehículos utilizados.....	19
2.4.	Descripción de las llantas utilizadas .....	19
2.5.	Tiempo de vida promedio de la llanta utilizada .....	20
2.6.	Análisis de daños en la llanta.....	21
2.6.1.	Externos laterales .....	21
2.6.2.	Externos frontales .....	25
2.6.3.	Internos.....	27
3.	PROPUESTAS PARA LA DISMINUCIÓN DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN POR MEDIO DE LA VITALIZACIÓN .....	29
3.1.	Análisis vertical de los costos variables de la flotilla de vehículos.....	29
3.2.	Conclusión del análisis vertical .....	30
3.3.	Vitalización por medio de subcontratación.....	30
3.3.1.	Cotizaciones de empresas nacionales con métodos técnicos y automatizados.....	31

3.3.2.	Cotizaciones de empresas nacionales con métodos empíricos .....	31
3.4.	Costo de banda de rodamiento .....	31
3.4.1.	Banda para asfalto .....	32
3.4.1.1.	Comercial.....	32
3.4.1.2.	Tracción .....	34
3.4.2.	Banda para terracería.....	36
3.4.2.1.	Tracción .....	36
3.5.	Cantidad de reencauches promedio para una llanta.....	38
3.6.	Tiempo de vida promedio de llanta vitalizada. ....	39
3.7.	Toma de decisiones. ....	39
3.7.1.	Comparación entre los procesos.....	39
3.7.1.1.	Ventajas.....	41
3.7.1.2.	Desventajas. ....	41
3.7.2.	Análisis de llanta nueva-precio de vitalización .....	41
3.7.3.	Elección del medio .....	41
3.8.	Proyecto piloto.....	42
3.8.1.	Descripción del proyecto .....	42
3.8.2.	Seguimiento del proyecto .....	43
3.8.2.1.	Recolección de datos a los 0 kilómetros.....	43
3.8.2.2.	Recolección de datos a los 10 000 kilómetros.....	48
3.8.2.3.	Recolección de datos a los 20 000 kilómetros.....	56
3.8.3.	Análisis de datos del proyecto.....	65
4.	IMPLEMENTACIÓN .....	69
4.1.	Selección de la llanta .....	69

4.1.1.	Eje direccional.....	69
4.1.2.	Eje tracción .....	69
4.1.3.	Eje muerto.....	70
4.2.	Selección de tipo de banda para vitalizar .....	70
4.2.1.	En eje direccional.....	70
4.2.2.	En eje tracción .....	71
4.2.3.	En eje muerto.....	71
5.	EL MANEJO DE LLANTAS USADAS Y EL MEDIO AMBIENTE .....	73
5.1.	Problemática ambiental .....	73
5.1.1.	Almacenamiento de llantas al aire libre.....	73
5.1.2.	Combustión de llanta .....	74
5.1.2.1.	Sustancias químicas generadas por la combustión .....	74
5.1.2.2.	Impacto en la salud.....	75
5.1.2.3.	Impacto en el medio ambiente.....	75
5.2.	Formas de mitigación.....	75
5.2.1.	Prolongación de la vida útil de la llanta .....	76
5.2.1.1.	Establecimiento de campaña de vida útil de una llanta .....	76
5.2.1.2.	Importancia de la vitalización de llantas. ....	77
5.2.1.2.1.	Económica. ....	77
5.2.1.2.2.	Ambiental. ....	77
5.2.2.	Reutilización de la llanta .....	78
5.2.2.1.	Muros de contención .....	78
5.2.2.2.	Delimitación de áreas. ....	78
5.2.2.3.	Parques infantiles .....	80

5.2.2.4.	Amortiguadores en muelles y lanchas.....	81
5.2.2.5.	Otras aplicaciones .....	81
6.	SEGUIMIENTO Y CONTROL .....	83
6.1.	Hoja de seguimiento de las llantas.....	83
6.1.1.	Vitalizadas .....	83
6.1.2.	Nuevas .....	84
6.2.	Hojas de registro para pilotos.....	85
6.2.1.	Daños de las llantas .....	85
6.2.2.	Inducción para pilotos del uso de las hojas .....	85
6.3.	Hojas de registro para administración.....	86
6.3.1.	Registro de costos de llantas por vehículo .....	86
6.3.2.	Inducción para completar hojas de registro.....	87
	CONCLUSIONES .....	89
	RECOMENDACIONES.....	91
	BIBLIOGRAFÍA.....	93
	APÉNDICES .....	95
	ANEXOS.....	101



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Estructura operativa de la empresa.....	3
2.	Estructura de llanta convencional.....	6
3.	Estructura de llanta radial.....	7
4.	Como leer una llanta .....	8
5.	Ancho de sección .....	10
6.	Diámetro del rin .....	11
7.	Perfil de la llanta.....	12
8.	Eje direccional .....	14
9.	Eje tracción.....	14
10.	Eje muerto .....	15
11.	Ubicación de las llantas en las unidades de transporte.....	20
12.	Contaminación .....	22
13.	Sobrecarga.....	22
14.	Baja presión .....	23
15.	Agrietamiento .....	23
16.	Protuberancia o golpes .....	24
17.	Separación .....	24
18.	Alambre expuesto .....	25
19.	Exposición de lonas .....	26
20.	Perforaciones .....	26
21.	Desgaste .....	27
22.	Cortes.....	27
23.	Daños por el aro.....	28

24.	Diseño banda IZL.....	33
25.	Diseño banda RHW .....	33
26.	Diseño banda L164.....	34
27.	Diseño banda IDA.....	35
28.	Diseño banda I729L.....	35
29.	Diseño banda LWX.....	36
30.	Diseño banda I86.....	37
31.	Diseño banda TXX.....	37
32.	Diseño banda TUK.....	38
33.	Variación de profundidad entre marcas eje direccional 10 000 kilómetros .....	51
34.	Variación de profundidad ente marcas eje de tracción 10 000 kilómetros .....	52
35.	Variación de profundidad ente marcas eje de muerto 10 000 kilómetros .....	53
36.	Variación de profundidad ente vitalizados eje direccional 10 000 kilómetros .....	55
37.	Variación de profundidad ente vitalizados eje de tracción 10 000 kilómetros .....	56
38.	Variación de la profundidad eje direccional por marca a los 20 000 kilómetros .....	59
39.	Variación de la profundidad eje muerto por marca a los 20 000 kilómetros .....	59
40.	Variación de la profundidad eje de tracción por marca a los 20 000 kilómetros .....	60
41.	Variación de la profundidad eje direccional por tipos de vitalizado a los 20 000 kilómetros .....	63
42.	Variación de la profundidad eje de tracción por tipos de vitalizado a los 20 000 kilómetros .....	64

43.	Muro de contención formado con llantas.....	79
44.	Área rural delimitada por llantas.....	79
45.	Parque infantil formado con llantas .....	80
46.	Amortiguadores con llantas .....	81

## TABLAS

I.	Símbolos de Velocidad .....	9
II.	Índice de carga máxima.....	9
III.	Desglose de costos fijos .....	17
IV.	Desglose de costos variables .....	18
V.	Valor porcentual de los gastos variables .....	29
VI.	Comparación de los tipos de métodos para vitalizado.....	40
VII.	Datos iniciales unidad 0022 .....	44
VIII.	Datos iniciales unidad 0020 .....	44
IX.	Datos iniciales unidad 0017 .....	45
X.	Datos iniciales unidad 0008 .....	46
XI.	Datos iniciales unidad 0019 .....	47
XII.	Datos iniciales unidad 0005 .....	48
XIII.	Datos 10 000 kilómetros unidad 0022.....	49
XIV.	Datos 10 000 kilómetros unidad 0020.....	49
XV.	Datos 10 000 kilómetros unidad 0017.....	50
XVI.	Datos 10 000 kilómetros unidad 0019.....	54
XVII.	Datos 10 000 kilómetros unidad 0008.....	54
XVIII.	Datos 10 000 kilómetros unidad 0005.....	55
XIX.	Datos 20 000 kilómetros unidad 0022.....	57
XX.	Datos 20 000 kilómetros unidad 0020.....	57
XXI.	Datos 20 000 kilómetros unidad 0017.....	58
XXII.	Datos 20 000 kilómetros unidad 0019.....	61

XXIII.	Datos 20 000 kilómetros unidad 0008 .....	62
XXIV.	Datos 20 000 kilómetros unidad 0005 .....	62
XXV.	Variación de profundidad general eje direccional .....	65
XXVI.	Variación de profundidad general eje de tracción.....	66
XXVII.	Variación de profundidad general eje muerto.....	66

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>295/80 R 22,5</b>	Ancho / perfil, construcción, diámetro del rin
<b>0022, 0020,0019, 0017, 0008, 0005</b>	Codificación proporcionada por las empresas petroleras para el registro y control de unidades
<b>kph</b>	Kilómetros por hora
<b>mm</b>	Milímetros
<b>IZL, RHW, L164, IDA, I729L, I86, LWX, TXX, TUK</b>	Nombre de las bandas de rodamiento
<b>plg</b>	Pulgadas
<b>Q.</b>	Símbolo de moneda de Guatemala



## GLOSARIO

<b>Adherencia</b>	Resistencia tangencial que se produce en la superficie de contacto de dos cuerpos cuando se intenta que uno deslice sobre otro.
<b>Automatizado</b>	Es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.
<b>Cabezal</b>	Camión grande de carga pesada al que se adapta un contenedor, pipa o plataforma.
<b>Deformación</b>	Acción o efecto de hacer que algo pierda su forma regular o natural.
<b>Eje</b>	Barra horizontal dispuesta perpendicularmente a la línea de tracción de un carruaje y que entre por sus extremos en los bujes de las ruedas.
<b>Elasticidad</b>	Propiedad general de los cuerpos sólidos, en virtud de la cual cobran completamente su extensión y forma, tan pronto como cesa la acción de la fuerza que la deforma.
<b>Empírico</b>	Perteneiente o relativo a la experiencia.

<b>Flotilla</b>	Conjunto de vehículos de una empresa.
<b>Nomenclatura</b>	Conjunto de reglas propias para la descripción.
<b>Organigrama</b>	Esquema de la organización de una entidad o empresa.
<b>Petrolera</b>	Perteneciente a la comercialización y transformación del petróleo.
<b>Pipa</b>	Contenedor con forma cilíndrica utilizado para transportar productos en su estado líquido o gaseoso.
<b>Proceso</b>	Conjunto de las fases sucesivas de una operación.
<b>Profundímetro</b>	Herramienta utilizada para la medición de la profundidad de la banda de rodamiento de una llanta, en treinta y dosavo de pulgada.
<b>Reencauche</b>	Proceso de recuperación del casco de una llanta para la prolongación de su vida útil.
<b>Tracción</b>	Esfuerzo al que está sometido un cuerpo por la acción de dos fuerzas opuestas.
<b>Vitalización</b>	Reencauche.

## **RESUMEN**

La empresa, en vista de la creciente necesidad de aprovechar mejor los recursos y reducir los costos de operación necesita tener una mejor utilización de los recursos materiales. Como se tiene entendido los costos de operación tienen una gran influencia en el valor del producto.

Por tal motivo, la vitalización de llantas es una de las alternativas importantes en la reducción de costos de operación dentro de las empresas de transporte, ya que generan una mayor utilización de la llanta y el impacto en el mercado genera mejor posicionamiento ante la competencia.

La implementación de dicho proyecto puede llevar no solo a la reducción de costos, también a la contribución del medio ambiente como empresa ecológica motivando a la reutilización de la llanta.

El trabajo de graduación brinda de una manera muy detallada y completa la información necesaria para la reducción de los costos así como la distribución adecuada y recomendaciones para la colocación de las llantas en las unidades de transporte, las herramientas necesarias para un control interno de las llantas, y los registros necesarios para el área administrativa y operativa, con los cuales se obtiene un manejo eficiente en los recursos.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Determinar mediante un análisis beneficio económico, la reducción de costos operacionales por medio de la vitalización de llantas dentro de una empresa de transporte.

### **Específicos**

1. Conocer la importancia de la elección de una banda de rodamiento.
2. Determinar los daños más frecuentes en las llantas.
3. Analizar las ventajas y desventajas de los procesos para la vitalización de llantas.
4. Seleccionar el proceso de vitalizado para la reducción de los costos de operación.
5. Elegir el diseño, construcción y marca de llanta más adecuada para el transporte.
6. Determinar el rendimiento de la vitalización por medio de un proyecto piloto.

7. Diseñar los formatos necesarios para el registro de daños y costos de llantas.

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día la reducción de costos dentro de toda empresa se ha considerado un tema muy discutido, ya que en los mercados actuales los clientes o consumidores exigen una mayor calidad, entregas puntuales y precios accesibles.

Debido a esto es importante conocer los costos en los que incurre una empresa de transporte y a su vez analizar cada uno para llevarlo a su máxima utilización posible.

La vitalización como medio de reducción de costos dentro de una empresa de transporte genera un impacto en el precio del servicio así como una contribución ambiental.

En el capítulo primero se desarrolla la parte del conocimiento de la empresa así como la inducción teórica de metodologías y procedimientos que serán llevados a cabo posteriormente. Se pueden observar temas como lo es los costos de operación, su división, la descripción de las llantas utilizadas en el transporte pesado, la historia, misión y visión de la empresa.

Desarrollado en el segundo capítulo se encuentra el diagnóstico general actual de la empresa.

En el tercer capítulo se realiza el estudio respectivo de los medios por el cual se pretende realizar la reducción de los costos de operación para posteriormente realizar la elección del medio con más factibilidad.

La implementación del medio seleccionado por medio de un proyecto piloto y las bases para la selección del tipo de llanta es descrita en el capítulo cuarto.

El medio ambiente afectado por el manejo inadecuado de las llantas usadas y las formas de minimizar el impacto, son expuestos en el capítulo quinto.

Así mismo, una evaluación de seguimiento y control, desarrollada por medio de un registro especial para la empresa, es realizada dentro del capítulo sexto.

# **1. GENERALIDADES DEL PROYECTO**

## **1.1. Antecedentes de la empresa**

Transportes Riveiro Gálvez inicia operaciones en 1992 con pocas unidades para el transporte de combustible en el mercado guatemalteco. En 2010, Transportes Riveiro Gálvez cumple 18 años de transportar combustibles para diferentes empresas petroleras en toda Guatemala.

### **1.1.1. Historia**

Transportes Riveiro Gálvez fue creada en 1992 por Don Guillermo Antonio Riveiro Ochoa.

Transportes Riveiro Gálvez inició con un punto de distribución en el puerto de San José donde contaba con 10 unidades para su operación, posteriormente incrementó su flotilla de vehículos con un segundo punto de distribución en Puerto Barrios, obteniendo parte de la distribución total dentro de la República de Guatemala.

Desde aquel momento se ha ido especializando en seguridad como en la operación 24 horas, en lo que se refiere a la distribución y transporte de combustible en todo el territorio nacional.

### **1.1.2. Misión**

“Prestar el mejor servicio de transporte y distribución de combustibles, de una forma eficaz y segura cumpliendo con las normas de las petroleras que servimos.”

### **1.1.3. Visión**

“Alcanzar la excelencia siendo la número 1 en seguridad y distribución de combustibles en toda la región centroamericana.”

### **1.1.4. Organigrama**

Transportes Riveiro Gálvez cuenta con dos sedes, las cuales se encuentran ubicadas en Puerto de San José y Puerto Barrios, la empresa cuenta con un gerente de operaciones el cual es el responsable de toda la operación del transporte.

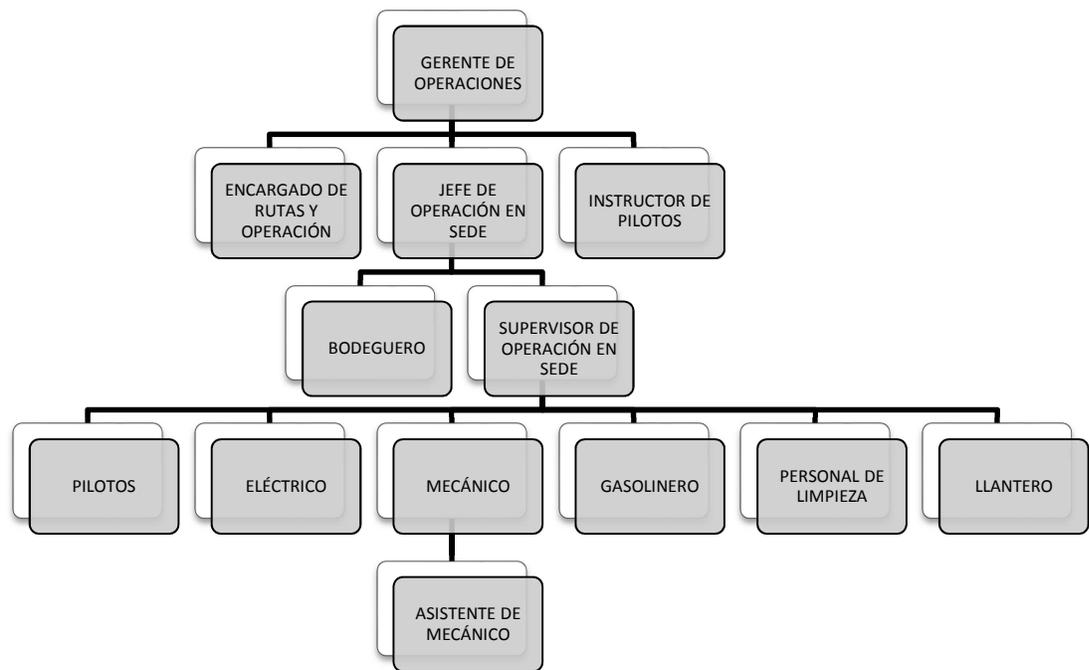
El encargado de rutas y operación es la persona que vela por que las unidades completen su recorrido, así como de informar de los percances que puedan ocurrir.

El jefe de operación y los supervisores son los encargados de las unidades dentro de su sede, por velar los mantenimientos de las unidades, el control del personal y de la carga de combustible.

Cada una de las sedes cuenta para su funcionamiento con pilotos, electricista, mecánicos, gasolinero, llantero, bodeguero y personal de limpieza.

La estructura operativa de Transportes Riveiro Gálvez es detallada en la figura 1.

Figura 1. **Estructura operativa de la empresa**



Fuente: elaboración propia.

### 1.1.5. Descripción de la actividad económica

La empresa Transportes Riveiro Gálvez se dedica desde hace 18 años a la distribución de combustibles cumpliendo con los requisitos de seguridad para el transporte de este producto.

Cuenta con parte de la distribución del combustible para dos grandes empresas petroleras dentro de la República de Guatemala, distribuyendo combustible para automóvil y aeroplano.

## **1.2. ¿Qué son costos de operación?**

Los costos de operación son aquellos desembolsos en los que se debe de incurrir para la operación constante de la empresa; los cuales a su vez analizándolos, ofrecen información para la planeación y toma de decisiones.

### **1.2.1. Costos variables**

Desembolsos en los cuales su valor se ve afectado por el uso o desgaste de las unidades del transporte.

### **1.2.2. Costos fijos**

Son aquellos costos en los cuales su valor no varía con relación al uso o desgaste producido por las unidades del transporte, es decir, se mantienen de manera estable durante el tiempo.

## **1.3. Descripción de llantas para el transporte pesado**

La elección de las llantas para el transporte pesado es vital ya que juegan un papel importante, pues proveen la dirección, tracción, el frenado seguro, absorben los golpes del camino y soportan la carga total del transporte.

### **1.3.1. Marcas en el mercado guatemalteco**

Dentro del mercado guatemalteco existen diversas marcas utilizadas dentro del transporte pesado dentro de estas se pueden mencionar:

- Remington
- Dunlop
- Toyo
- Yokohama
- Kumho
- Firestone
- Bridgestone
- West lake
- Sumitomo
- Goodyear

### **1.3.2. Tipos de construcción**

La construcción de la llanta tiene como finalidad darle la adherencia adecuada a la llanta por medio de la conformación de sus capas, así como la elasticidad para la deformación necesaria al soportar una carga determinada.

Existen dos tipos de construcción convencional o diagonal y radial.

#### **1.3.2.1. Convencional**

Posee varias capas de tela dispuestas en sentido oblicuo desde un talón al otro, alternando la dirección. El número de capas depende del tamaño del neumático y de su capacidad de carga.

La dureza de los costados no permite conformarse completamente al piso de la carretera, deformación y fricción de la superficie de contacto con el suelo obteniendo un desgaste más rápido.

Figura 2. **Estructura de llanta convencional**



Fuente: Bridgestone, conociendo tus llantas.

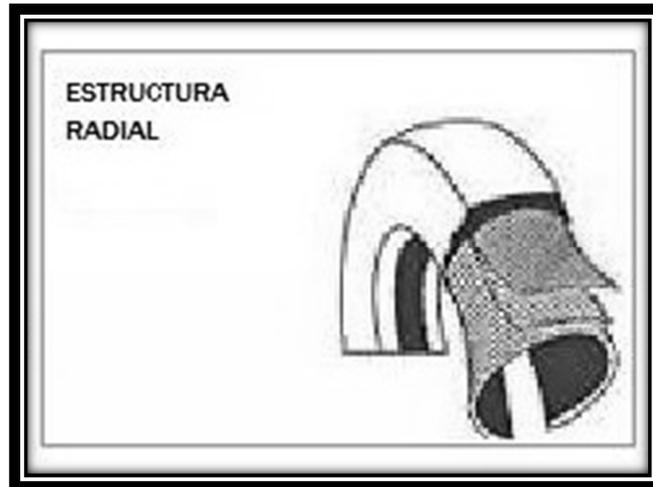
Aumento importante de temperatura, consumo de combustible elevado, poco potencial de renovado, fácil penetración de objetos pequeños.

### **1.3.2.2. Radial**

La estructura radial la tela de la carcasa está formada por bandas de material téxtil. Cada banda forma un ángulo de 90 grados con respecto al sentido del rodaje del neumático (figura 3). En la banda de rodamiento, esta tela de la carcasa queda rematada por una cintura formada por varias telas reforzadas con cables metálicos.

Obtiene una adherencia excepcional y una tracción superior en terrenos difíciles, reduce las deformaciones y fricciones de la superficie de contacto con el suelo.

Figura 3. **Estructura de llanta radial**



Fuente: Bridgestone, conociendo tus llantas.

### **1.3.3. Capacidad de carga**

Es un código numérico asociado con la máxima carga que una llanta puede llevar, es indicada por el símbolo de velocidad de la llanta bajo ciertas condiciones de servicio específicas (figura 4).

Los símbolos de velocidad asociados con la capacidad de carga se encuentran en la tabla I.

Las llantas tienen una capacidad de carga máxima descrita en la tabla II.

Figura 4. **Como leer una llanta**



Fuente: Bridgestone, conociendo tus llantas.

#### **1.3.4. Ancho de sección**

Es la distancia que se encuentra entre las paredes laterales de la llanta, por lo tanto es la medida en milímetros del ancho de la llanta (ver figura 4 y figura 5) o en pulgadas dependiendo de la nomenclatura utilizada.

Cuando la nomenclatura aparece únicamente un valor antes de la descripción de la construcción se mide en pulgadas. Cuando aparece la nomenclatura compartida por una proporción el ancho de sección se mide en milímetros.

Tabla I. **Símbolos de velocidad**

<b>Símbolo de velocidad</b>		<b>Categoría de velocidad.</b>	
		<b>Mph</b>	<b>Kph</b>
	M	81	130
	Q	99	160
	R	106	170
	S	112	180
	T	118	190
	U	124	200
	H	130	210
	V	149	240
ZR	W	168	270
	Y	186	300

Fuente: Michelin, como se lee un neumático.

Tabla II. **Índice de carga máxima**

<b>Índice de carga</b>	<b>Carga máxima (kg)</b>
10	60
20	80
30	106
40	140
50	190
60	250
70	335
80	450

Continuación de la tabla II.

90	600
100	800
110	1,060
120	1,400
130	1,900

Fuente: Michelin, como se lee un neumático.

Figura 5. **Ancho de sección**



Fuente: elaboración propia.

### 1.3.5. **Diámetro del rin**

El rin representa el valor en pulgadas del diámetro interno de la llanta para el tipo de aro a utilizar (ver figura 4 y figura 6).

Figura 6. **Diámetro del rin**



Fuente: elaboración propia.

### **1.3.6. Perfil**

El perfil indica la altura del lado interior de la sección lateral de la llanta, esta generalmente se expresa en un porcentaje con relación al ancho de sección (ver figura 4 y figura 7).

Figura 7. **Perfil de la llanta**



Fuente: elaboración propia.

### **1.3.7. Bandas de rodamiento**

La banda de rodamiento es la parte del neumático, que contendrá el dibujo, debe asegurar el contacto con la carretera, y va colocada encima de los pliegues de la llanta.

Una banda de rodamiento ideal debe de constituirse con las siguientes características:

- Adherencia a todo tipo de superficie
- Resistir al desgaste
- Resistir a la abrasión
- Reducir la fricción

### **1.3.7.1. Comercial**

La banda comercial es utilizada para dirección y soporte de carga, lo cual produce alto rendimiento en kilometraje, esta banda generalmente es utilizada en el eje direccional y en algunas ocasiones en el eje muerto.

### **1.3.7.2. Tracción**

Las bandas de tracción son utilizadas para darle excelente adherencia a la superficie, reduciendo el desgaste al mínimo y aumentando la potencia de reacción del a unidad, por su desempeño y nombre son utilizadas en el eje de tracción.

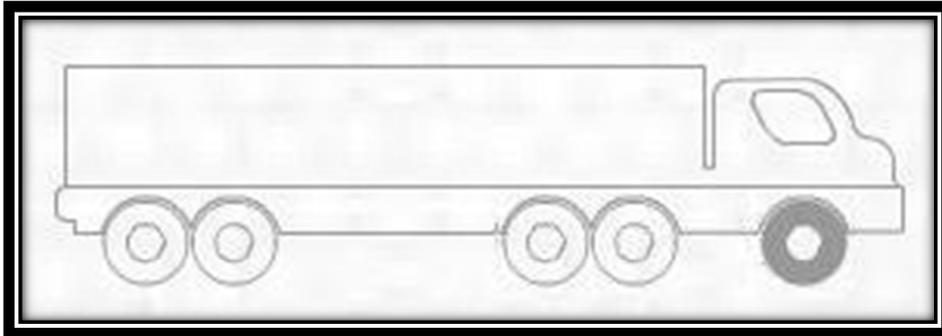
## **1.4. Ejes del transporte**

Cada sección de llantas maneja una unidad de transporte pesado y se denomina eje. El transporte pesado cuenta generalmente con tres tipos de ejes, los cuales le sirven de soporte, dirección y potencia para su desplazamiento.

### **1.4.1. Eje direccional**

Es el encargado de proveer la seguridad de conducción del vehículo, se encuentra ubicado en la parte delantera del cabezal siendo un eje de vital importancia, cuenta con dos llantas una a cada lado (ver figura 8).

Figura 8. **Eje direccional**

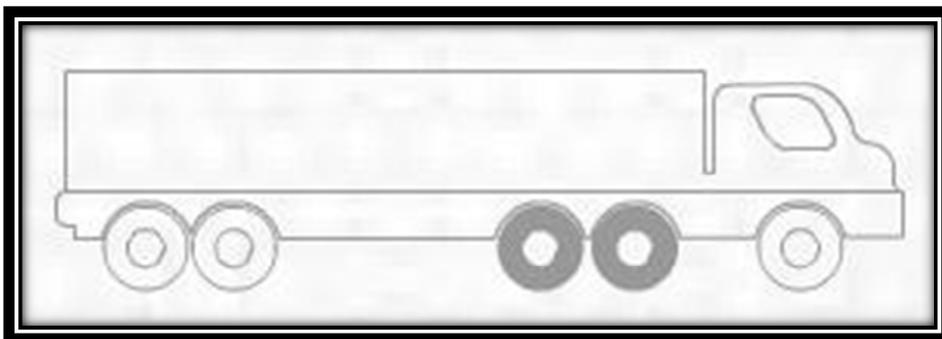


Fuente: elaboración propia.

#### 1.4.2. **Eje tracción**

Es el eje en el cual se realiza todo el trabajo para el movimiento del vehículo, el cual cuenta con ocho llantas distribuidas cuatro del lado derecho y cuatro del lado izquierdo (ver figura 9).

Figura 9. **Eje tracción**

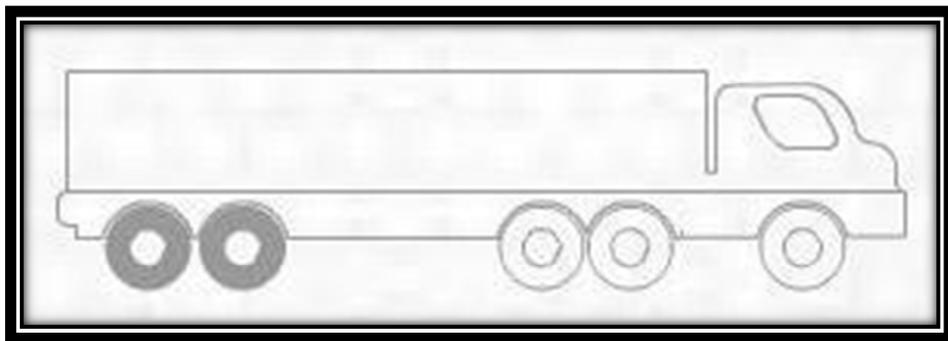


Fuente: elaboración propia.

### 1.4.3. Eje muerto

Es el eje encargado de soportar la carga que se lleva en la pipa del vehículo, esta puede tener una variación en la cantidad de llantas dependiendo de la cantidad de ejes así como del tipo de ancho y perfil de la llanta, existen pipas de dos y tres ejes, cada eje con dos o cuatro llantas.

Figura 10. Eje muerto



Fuente: elaboración propia.



## 2. DIAGNÓSTICO ACTUAL

### 2.1. Desglose de los costos fijos de la flotilla de vehículos

La empresa Transportes Riveiro asigna a sus costos fijos como todos los desembolsos que realizan para el sostenimiento de las sedes con el fin de la operación exitosa de la flotilla de vehículos (ver tabla III).

Tabla III. Desglose de costos fijos

	Valor
Energía Eléctrica	Q. 3 800,00
Sueldos y Salarios	Q.105 000,00
Agua potable	Q. 2 600,00
Red telefónica	Q. 8 000,00
Seguridad Satelital	Q. 10 000,00
<b>Total</b>	<b>Q.129 400,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Los datos anteriores fueron tomados sobre un período de siete meses y posteriormente promediados.

## 2.2. Desglose de los costos variables de la flotilla de vehículos

Los costos variables están representados por los gastos que se realizan para el funcionamiento adecuado de las unidades de transporte.

Transportes Riveiro cuenta con desembolsos variables específicos dentro de su flotilla de vehículos (ver tabla IV).

Tabla IV. **Desglose de costos variables**

	<b>Valor</b>
Repuestos de unidades	Q 6 300,00
Llantas	Q 66 000,00
Servicios a unidades	Q.12 000,00
Peaje	Q.30 000,00
Asistencia imprevista	Q. 4 500,00
Combustible	Q.326 000,00
<b>Total</b>	<b>Q.444 800,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Los datos anteriores fueron tomados sobre un período de siete meses y posteriormente promediados.

### **2.3. Descripción de los vehículos utilizados**

Se utilizan vehículos de cabezal y pipa, con capacidad de 5 000 galones hasta 10 000 galones, todos identificados con el nombre de la empresa, su debida señalización de seguridad, con equipo completo contra incendio y desperfectos.

Los cabezales de las unidades son marca Kenworth de nueve velocidades, las cuales le ofrecen suficiente potencia para el transporte del combustible en los terrenos más difíciles.

Las pipas por su capacidad de carga están divididas en dos tipos, de dos y tres ejes, a todas las unidades se les realizan chequeos rutinarios antes de su utilización para su mantenimiento y excelente funcionamiento.

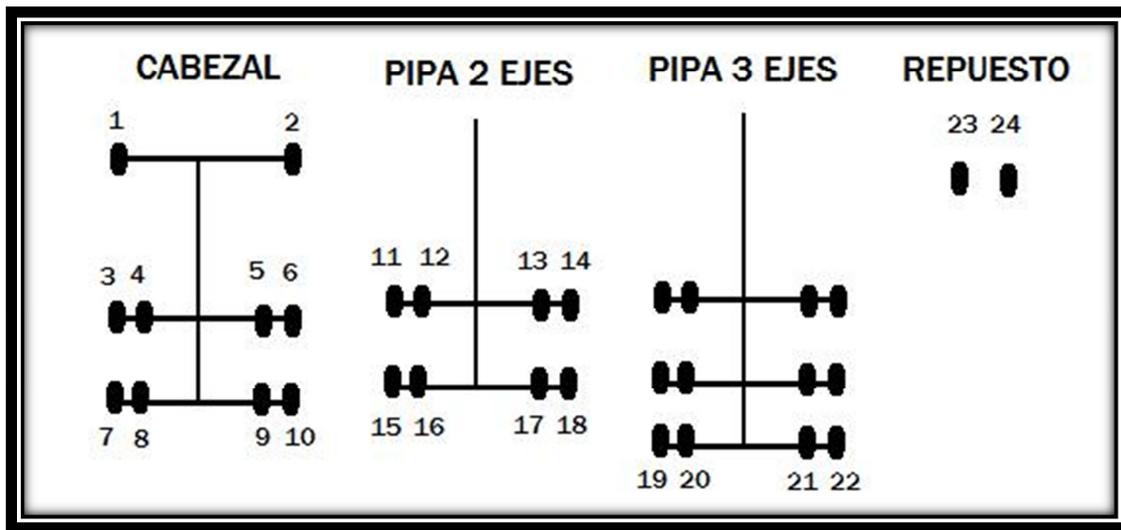
### **2.4. Descripción de las llantas utilizadas**

Las unidades de transporte utilizan llantas de medida 11 R 22,5 lo que significa que su ancho de sección esta dado en pulgadas con un valor de 11 pulgadas al igual que su perfil. Su construcción esta definida como radial que ofrece mayor adherencia a la carretera y reduce la deformación de la llanta debido al peso; con un diámetro del rin 22,5 pulgadas soportando velocidades entre los 190 kilómetros por hora.

Otras medidas utilizadas son 295/80 R 22,5 y 385/65 R 22,5 en las que su ancho de sección es de 295 milímetros y 385 milímetros y su perfil lo conforma el 80 por ciento de 295 milímetros y el 65 por ciento de 385 milímetros respectivamente para cada medida utilizando una construcción radial con rin de 22,5 pulgadas.

Hay unidades de 2 ejes las cuales utilizan 18 llantas y unidades de 3 ejes que utilizan 22 llantas, ambos tipos de unidades cuentan con dos llantas de repuesto.

Figura 11. **Ubicación de las llantas en las unidades de transporte**



Fuente: elaboración propia, con programa paint.

Las llantas en la posición número uno y dos se encuentran dentro del eje direccional. Las llantas de la numeración tres hasta la diez son llantas de tracción y es ahí donde se ejerce toda la potencia para el desplazamiento de las unidades. Las posiciones restantes son los ejes muertos las cuales utilizan llantas de tipo direccional.

## 2.5. Tiempo de vida promedio de la llanta utilizada

La vida útil de un neumático se determina por su recorrido realizado ya que un neumático puede utilizarse un cierto recorrido y posteriormente ser

almacenado para utilizarse en un período determinado debido a que el neumático permanece en reposo no sufre desgaste, esto quiere decir que su tiempo de vida se determina estrictamente por su uso.

La llanta utilizada actualmente por Transportes Riveiro tiene una duración de 25 000 a 32 000 kilómetros de recorrido. Este rango es debido al desgaste común de la llanta, por la acumulación de daños o accidentes en carretera.

## **2.6. Análisis de daños en la llanta**

Las llantas debido al uso y su manipulación sufren de golpes que durante su utilización pueden afectar el recorrido equilibrado de la llanta provocándole un desgaste mayor y reduciendo su tiempo de vida.

### **2.6.1. Externos laterales**

Los daños laterales encontrados dentro de las llantas utilizadas en las unidades son contaminación por fluidos ya sean por aceites o combustible (ver figura 12).

Los daños por haber sido rodada a baja presión o sobrecarga son debido al mal chequeo de las unidades (ver figuras 13 y 14).

El agrietamiento es debido al inflado inapropiado de la llanta (ver figura 15).

Las protuberancias o golpes en el costado son producidos por impactos no necesariamente fuertes a modo que estos logran romper algunos hilos de la

carcasa (ver figura 16). Las separaciones por su parte son producidos por objetos externos que rajan la llanta (ver figura 17).

Figura 12. **Contaminación**



Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Sobrecarga**



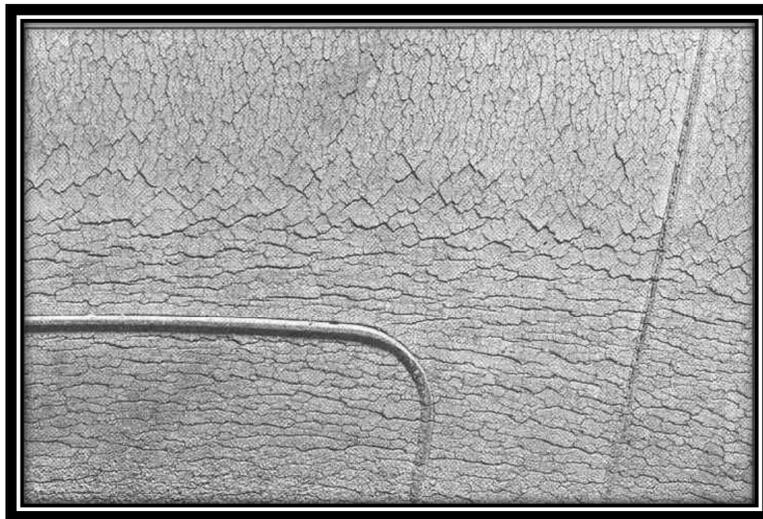
Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Baja presión**



Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Agrietamiento**



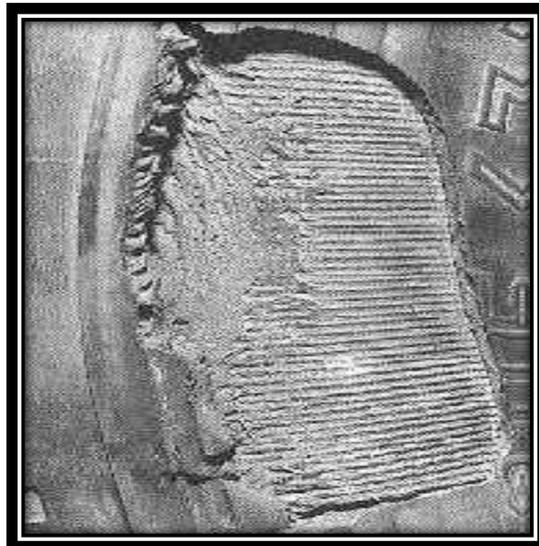
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Protuberancia o golpes**



Fuente: elaboración propia.

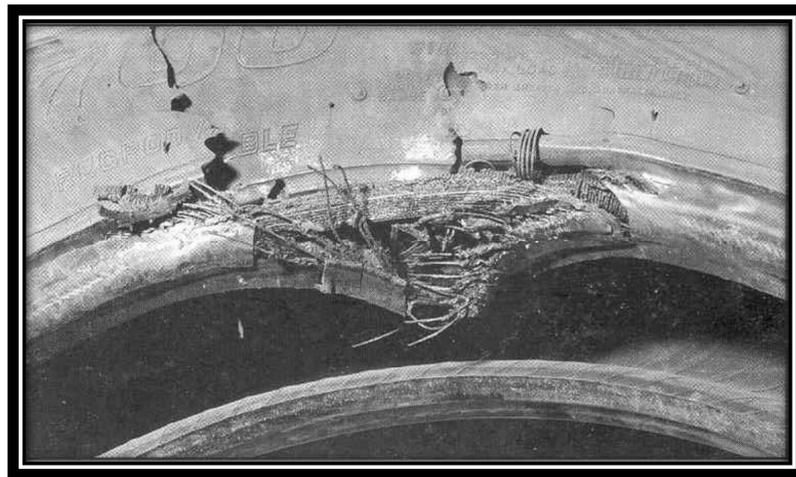
Figura 17. **Separación**



Fuente: elaboración propia.

La exposición del alambre que forma la estructura de la llanta se debe a descuidos al conducir, ya que estos se dan por impactos con objetos externos a alta velocidad y con presión excesiva (ver figura 18).

Figura 18. **Alambre expuesto**



Fuente: elaboración propia.

### **2.6.2. Externos frontales**

Los daños frontales son daños ocasionados directamente sobre la banda de rodaje de la llanta.

La exposición de lonas se debe por frenar repentinamente y de manera excesiva (ver figura 19).

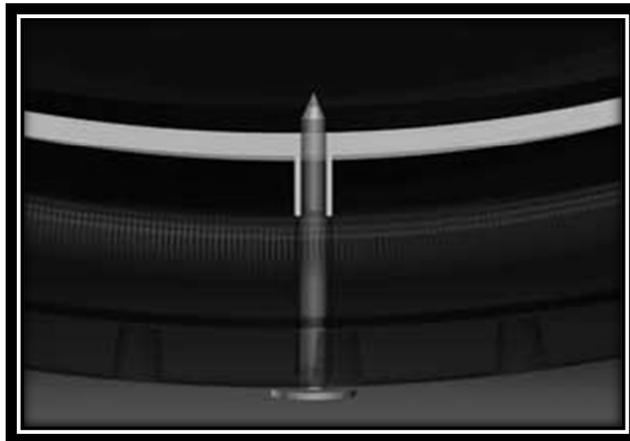
Las perforaciones, siendo uno de los daños más frecuentes, son producidas por objetos que son pisados por el neumático piedras, clavos, varillas, tornillos durante su recorrido (ver figura 20).

Figura 19. **Exposición de lonas**



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Perforaciones**



Fuente: elaboración propia.

El mal alineado de la unidad y la falta de servicio en los ejes afecta a la llanta produciendo un desgaste inadecuado (ver figura 21).

Figura 21. **Desgaste**

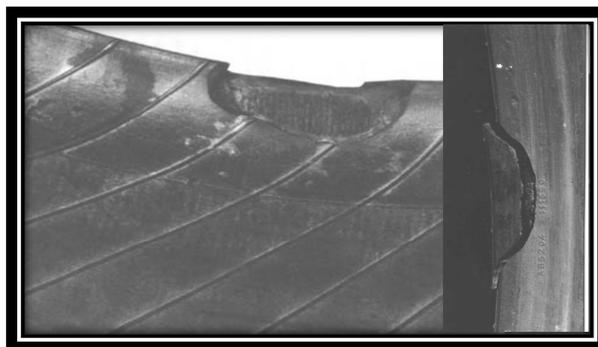


Fuente: elaboración propia.

### 2.6.3. **Internos**

Los daños internos provocados por descuidos en la conducción provocados por golpes en pozos, banquetas se reflejan por cortes o daños por el aro en la llanta (ver figuras 22 y 23).

Figura 22. **Cortes**



Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Daños por el aro**



Fuente: elaboración propia.

### 3. PROPUESTAS PARA LA DISMINUCIÓN DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN POR MEDIO DE LA VITALIZACIÓN

#### 3.1. Análisis vertical de los costos variables de la flotilla de vehículos

El análisis vertical sobre los costos variables identificará la relación porcentual del costo asociado de los gastos sobre el costo total variable que maneja la flotilla de vehículos.

Para dicho análisis se utiliza la tabla IV, obteniendo los valores porcentuales para cada gasto de la siguiente manera

$$\text{valor \%} = \frac{\text{costo}}{\text{costo total variable}} * 100$$

Luego de obtener el valor porcentual para cada gasto, se procede a la comparación y análisis de cada uno de estos valores para determinar los que afectan significativamente el incremento del costo variable (ver tabla V).

Tabla V. Valor porcentual de los gastos variables

	<b>Costo</b>	<b>Valor %</b>
Repuestos de unidades	Q 6 300,00	1,98%
Llantas	Q 66 000,00	20,80%
Servicios a unidades	Q.12 000,00	3,78%
Peaje	Q.30 000,00	9,45%

Continuación de la tabla V.

Asistencia imprevista	Q. 4 500,00	1,42%
Combustible	Q.198 600,00	62,57%
Costo total	Q.317 400,00	100%

Fuente: elaboración propia.

### **3.2. Conclusión del análisis vertical**

Al observar, luego de realizar el cálculo del valor porcentual (ver tabla V) para cada gasto, los de combustible y llantas son aquellos en los que se ve influenciado mayormente el costo total variable de la flota de vehículos.

Debido a que el gasto de llantas maneja un 20,80 por ciento (ver tabla V) de los costos variables totales y es uno de los cuales, por medio de nuevas prácticas o procesos, puede llevar a una reducción considerable los costos variables dentro de la empresa.

Por lo tanto, la reducción de los costos de operación para la empresa va ser enfocada en mejorar la utilización de las llantas y lograr alargar su vida útil utilizando la vitalización de la llanta.

### **3.3. Vitalización por medio de subcontratación**

Dentro del proceso de vitalización existen empresas que ofrecen el servicio de una manera automatizada y técnica, y otras de manera empírica.

### **3.3.1. Cotizaciones de empresas nacionales con métodos técnicos y automatizados**

Las empresas con metodología técnica y automatizada requieren de maquinaria con tecnología avanzada para su eficaz funcionamiento, garantizando su trabajo y así brindar un servicio con calidad extraordinaria.

Se cotizan llantas nuevas de marca Bridgestone, Firestone, Michelin, Toyo, West lake, Remington y el precio de vitalizado que brinde la empresa (ver apéndice).

### **3.3.2. Cotizaciones de empresas nacionales con métodos empíricos**

Las empresas que procesan con métodos empíricos cuentan con poca tecnología, brindan un trabajo que en muchas ocasiones no esta garantizado en su totalidad o fue realizado sin la dedicación necesaria para cumplir las expectativas del cliente, sin embargo, ofrecen un precio accesible al consumidor.

El precio de una llanta vitalizada en el mercado informal donde se realiza el método empírico se cotiza entre Q.600,00 a Q750,00 cada vitalizado.

### **3.4. Costo de banda de rodamiento**

Las bandas de rodamiento son aquellas que le ofrecen a la llanta el contacto con la superficie, así como existen caminos realizados con cemento o asfalto hay caminos que no han sido pavimentados, igualmente sucede con las bandas de rodamiento, por su tipo de diseño las hay para asfalto y terracería.

Las empresas que brindan este servicio basan el costo de una banda de rodamiento por llanta que se vitaliza obteniendo un precio de Q.1 350,00 hasta Q.1 700,00 por vitalizado.

### **3.4.1. Banda para asfalto**

Las bandas para asfalto tienen una gran ventaja debido a su variedad de diseños que lo adhieren a la superficie y a su vez brindando un menor calentamiento.

Estas cuentan con dos subdivisiones para ser utilizadas en los distintos ejes del transporte, las cuales son bandas de asfalto comercial y de tracción.

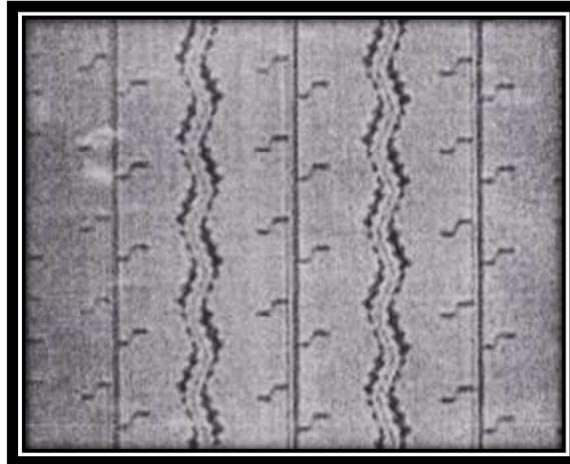
#### **3.4.1.1. Comercial**

Estos tipos de diseños pueden utilizarse en el eje direccional, así como en el eje muerto. Los más utilizados son IZL, RHW y L164.

El diseño IZL ofrece una mejor ventilación entre la llanta y la superficie reduciendo el calentamiento entre ambas, debido a su diseño ofrece dos hendiduras en forma de zigzag para su ventilación adecuada (ver figura 24).

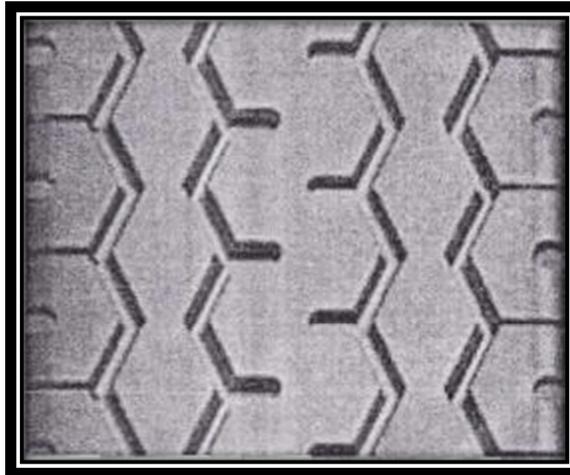
La característica del diseño RHW con distintos tipos de grietas, ofrecen a la llanta ventilación constante y expulsión de piedras, soportando largas distancias (ver figura 25).

Figura 24. **Diseño banda IZL**



Fuente: elaboración propia.

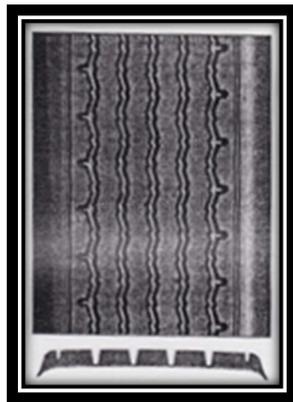
Figura 25. **Diseño banda RHW**



Fuente: elaboración propia.

La banda tipo L164 es utilizada para las llantas 385/65. Su diseño brinda menor resistencia al rodamiento generalmente se usa en los ejes muertos y diseñada para largas distancias (ver figura 26).

Figura 26. **Diseño banda L164**



Fuente: elaboración propia.

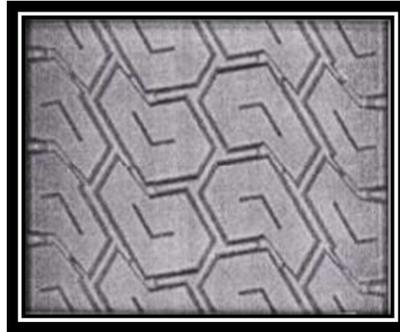
#### **3.4.1.2. Tracción**

Las bandas de tracción en asfalto ofrecen una gran resistencia al calentamiento debido a la fricción sobre la superficie brindando mayor seguridad durante el recorrido.

Dentro de este tipo de bandas existen los siguientes diseños IDA, I729L, LWX.

El diseño IDA fabricada para viajes largos y cortos, brinda alto rendimiento en tracción y es óptima en pistas mojadas (ver figura 27).

Figura 27. **Diseño banda IDA**



Fuente: elaboración propia.

El diseño tipo I729L ofrece óptima tracción en pistas secas y mojadas. Para neumáticos radiales: excelente rendimiento, diseñada para recorridos de mediana y larga distancia (ver figura 28).

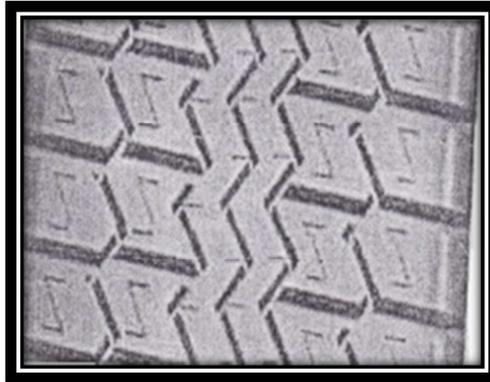
La banda tipo LWX ofrece óptima adherencia, y respuesta en tracción diseñada para corta, mediana y largas distancias (ver figura 29).

Figura 28. **Diseño banda I729L**



Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Diseño banda LWX**



Fuente: elaboración propia.

### **3.4.2. Banda para terracería**

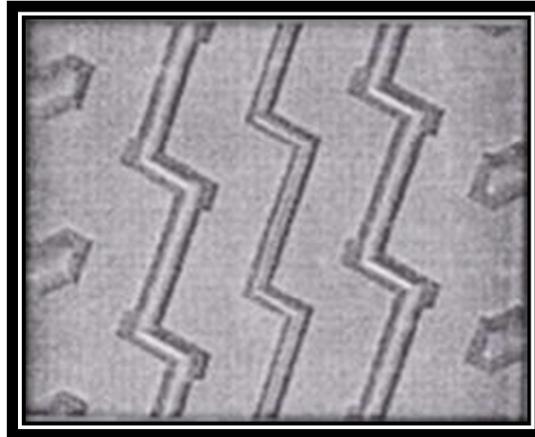
Brindan el grabado adecuado para todo tipo de terreno, evitando el desgaste inadecuado. Por la fricción que la llanta genera, únicamente se encuentran bandas de tipo tracción.

#### **3.4.2.1 Tracción**

Entre la variedad de bandas para terracería-tracción podemos encontrar los tipos I86, TXX y TUK que brindan la mejor adherencia a la superficie.

Diseño I86, buen desempeño en todos los terrenos, excelente drenaje, óptimo para pistas accidentadas, recorridos de mediana y larga distancia (ver figura 30).

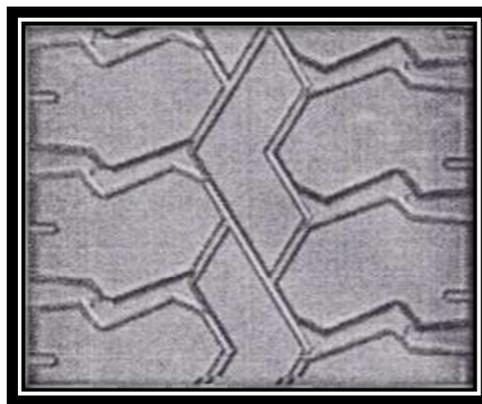
Figura 30. **Diseño banda I86**



Fuente: elaboración propia.

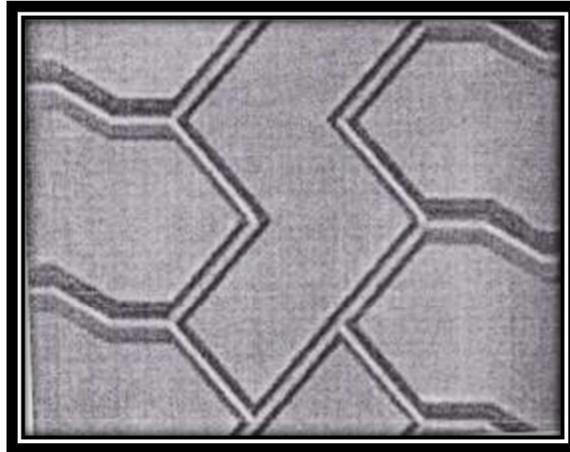
El diseño TXX es un diseño versátil que ofrece baja generación de calor, extracción de piedras, rodado silencioso y seguro (ver figura 31).

Figura 31. **Diseño banda TXX**



Fuente: elaboración propia.

Figura 32. **Diseño banda TUK**



Fuente: elaboración propia.

Las características del diseño TUK ofrece mayor adherencia en las superficies rocosas por su excelente extracción de piedras con el que cuenta su diseño, baja generación de calor por lo que ofrece máxima seguridad (ver figura 32).

### **3.5. Cantidad de reencaches promedio para una llanta**

El reencache de llantas es una de las alternativas más importantes para la reducción de los costos de operación y a la vez una solución a la contaminación ambiental.

Una llanta para transporte pesado puede ser reencauchada alrededor de cuatro veces, conservando las mismas características de una llanta nueva, lo que significa alargar el kilometraje de la llanta.

### **3.6. Tiempo de vida promedio de llanta vitalizada**

La llanta vitalizada, se recupera y alarga su vida útil, ya que puede recorrer 60 000 kilómetros, el 85 por ciento que una llanta nueva recorre (70 000 kilómetros); debido a que su nueva banda de rodadura cuenta con las mismas características que una llanta nueva obteniendo un mayor rendimiento de la carcasa de la llanta.

### **3.7. Toma de decisiones**

Obtenidas las respectivas cotizaciones de las empresas con métodos técnicos y automatizados y aquellas con métodos empíricos, se analiza los ambos tipos de métodos para la elección conveniente de vitalización de las llantas del transporte.

#### **3.7.1. Comparación entre los procesos**

Los procesos técnicos y automatizados así como los procesos empíricos cuentan con sus ventajas y desventajas debido al procedimiento que realizan para la aceptación del producto, la calidad durante su elaboración y su acabado final.

Se analizan ambos métodos evaluándolos por su herramienta y equipos utilizados, el proceso en su higiene, seguridad y calidad, el almacenamiento de la materia prima y el acabado final de la llanta (ver tabla VI).

Tabla VI. **Comparación de los tipos de métodos para vitalizado**

	<b>Método técnico y automatizado</b>	<b>Método empírico</b>
<b>Herramienta</b>	Optima en todo el proceso.	Cuenta con herramienta hechiza.
<b>Equipo</b>	Apropiado para su labor	Ajustado al trabajo
<b>Almacenamiento de materia prima</b>	Cuenta con lugar específico y adecuado para su almacenamiento.	Expuesto a la tierra y basura.
<b>Seguridad del proceso</b>	Cuenta cada área con mecanismos de seguridad.	El proceso no brinda mayor riesgo.
<b>Higiene del proceso</b>	Libre en todo momento de impurezas.	Exceso de polvo y tierra trabajo realizado en el suelo.
<b>Calidad del proceso</b>	Brindan exactitud, seguridad y ofrecen garantía.	No brinda seguridad y no tiene garantía.
<b>Acabado final de la llanta</b>	Proceso realizado a presión por maquinaria y revisión para evitar mal embandado.	Acabado rústico, poco confiable, muchas veces realizado a mano y otras por máquinas inadecuadas.

Fuente: elaboración propia.

### **3.7.1.1. Ventajas**

Como se demuestra en la tabla VI, el método técnico y automatizado por su tecnología y calidad ofrece mayores beneficios sobre el método empírico, logrando que este tenga mayor aceptación dentro de una empresa de prestigio por la seguridad que brinda al transportar sus productos.

### **3.7.1.2. Desventajas**

El método técnico y automatizado por su tecnología brinda mayor confianza y seguridad, por lo que no tiene mayores desventajas como el método empírico; que debido a su proceso rústico y de baja calidad empresas que manejan una categoría de calidad superior, no aceptan procesos en los cuales se vean en riesgo de accidentes durante el transporte en cualquier parte de la República.

### **3.7.2. Análisis de llanta nueva-precio de vitalización**

Como se observó en las cotizaciones con los precios de las llantas nuevas y los precios del vitalizado, las llantas que sean vitalizadas cuentan con una reducción del costo entre 29 por ciento y 48 por ciento de una llanta nueva, por lo que la empresa al comprar una cantidad mayor de llantas reduce su costo y mantiene su calidad y seguridad.

### **3.7.3. Elección del medio**

Obteniendo el porcentaje de reducción del costo de las llantas vitalizadas sobre el costo de las llantas nuevas, se cuenta con un mayor beneficio al utilizar llantas vitalizadas y este a su vez brinda confianza al ser procesado bajo un

método técnico y automatizado, que juntos logran el crecimiento económico de la empresa brindando bajos costos de transporte.

### **3.8. Proyecto piloto**

El proyecto piloto es aquel en el cual se procede a realizar una prueba del nuevo sistema a utilizar en una parte de las unidades de transporte que cuenta la empresa Transportes Riveiro, para verificar que es funcional y aplicable a las demás unidades.

#### **3.8.1. Descripción del proyecto**

El proyecto se basa en la medición del rendimiento de la banda de rodamiento de la llanta nueva contra la vitalizada.

El procedimiento para dicha medición se lleva a cabo seleccionando seis unidades de la flotilla de vehículos identificadas con la numeración 0022, 0020, 0019, 0017, 0008, 0005 con un total de 68 llantas para el estudio, de las cuales las unidades 0022, 0020 y 0017 cuentan con llantas nuevas y las unidades 0019, 0008 y 0005 con llantas vitalizadas.

A cada cabezal se registra su kilometraje antes y durante el proyecto para analizar el recorrido y el desgaste que se obtiene, luego de 10 000 kilómetros y de 20 000 kilómetros.

Para la medición del desgaste de la banda de rodamiento se utiliza un profundímetro con tipo de medida en 1/32, esto quiere decir que la variación del desgaste es medido en treinta y dos avo de pulgada para la recolección de la información.

### **3.8.2. Seguimiento del proyecto**

Las unidades seleccionadas cuentan con rutas distintas de distribución, por lo tanto se efectúa un chequeo del kilometraje rutinario, para obtener los datos del desgaste de las llantas en el rango determinado de recolección.

#### **3.8.2.1. Recolección de datos a los 0 kilómetros**

Se registran los kilometrajes de las unidades en el que dan inicio al proyecto, para ser chequeados durante el avance y tomar la información necesaria.

Se registra para cada unidad el número correlativo, número de placa, kilometraje, cantidad de llantas, medida, profundidad inicial y estado de la llanta.

Los datos para las unidades con llantas nuevas adicional al registro básico se agrega la marca de la llanta.

Las marcas a verificar son para el eje direccional West Lake 11 R22,5, Remington 11 R22,5; para el eje de tracción Bridgestone 11 R22,5 y 295/80 R22,5, Firestone 11 R22,5, Toyo 11 R22,5; para el eje muerto West Lake y 385/65 R22,5 y Michelin 425/65 R22,5.

Las unidades asignadas con llantas nuevas para su medición son 0022, 0020 y 0017 (ver tablas VII, VIII y IX).

**Tabla VII. Datos iniciales unidad 0022**

Unidad: 0022

Placa: C946BHZ

Kilometraje inicial: 335 943 Km

Cantidad de llantas: 10

POSICIÓN	MARCA	MEDIDA	PROFUNDIDAD	ESTADO
1	West Lake	11 R22,5	23	Nueva
2	West Lake	11 R22,5	23	Nueva
3	Firestone	11 R22,5	23	Nueva
4	Firestone	11 R22,5	23	Nueva
5	Toyo	11 R22,5	23	Nueva
6	Bridgestone	295/80 R22,5	23	Nueva
7	Bridgestone	295/80 R22,5	23	Nueva
8	Toyo	11 R22,5	23	Nueva
9	Bridgestone	295/80 R22,5	23	Nueva
10	Bridgestone	295/80 R22,5	23	Nueva

Fuente: elaboración propia.

**Tabla VIII. Datos iniciales unidad 0020**

Unidad: 0020

Placa: C-208BJC

Kilometraje inicial: 533 722 Km

Número de llantas: 14

POSICIÓN	MARCA	MEDIDA	PROFUNDIDAD	ESTADO
1	Remington	11 R22,5	23	Nueva
2	Remington	11 R22,5	23	Nueva
3	Toyo	11 R22,5	23	Nueva
4	Toyo	11 R22,5	23	Nueva
5	Firestone	11 R22,5	23	Nueva
6	Firestone	11 R22,5	23	Nueva
7	Bridgestone	11 R22,5	23	Nueva
8	Toyo	11 R22,5	23	Nueva
9	Firestone	11 R22,5	23	Nueva
10	Firestone	11 R22,5	23	Nueva
11	West Lake	385/65 R22,5	24	Nueva
12	West Lake	385/65 R22,5	24	Nueva
13	Michelini	425/65 R22,5	24	Nueva
14	Michelini	425/65 R22,5	24	Nueva

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Datos iniciales unidad 0017**

Unidad: 0017

Placa: C210BJC

Kilometraje inicial: 113 230 Km

Cantidad de llantas: 10

POSICIÓN	MARCA	MEDIDA	PROFUNDIDAD	ESTADO
1	Remington	11 R22,5	23	Nueva
2	Remington	11 R22,5	23	Nueva
3	Firestone	11 R22,5	23	Nueva
4	Firestone	11 R22,5	23	Nueva
5	Bridgestone	11 R22,5	23	Nueva
6	Bridgestone	11 R22,5	23	Nueva
7	Bridgestone	11 R22,5	23	Nueva
8	Toyo	11 R22,5	23	Nueva
9	toyo	11 R22,5	23	Nueva
10	Bridgestone	11 R22,5	23	Nueva

Fuente: elaboración propia.

Por su parte, las unidades con llantas vitalizadas son 0019, 0008 y 0005, cada unidad cuenta en su eje de tracción con un tipo de banda, por lo tanto, se evalúan tres tipos de banda de tracción. Al igual en su eje direccional se cuenta con dos tipos de banda para su análisis y un tipo de banda para el eje muerto.

Los vitalizados número uno y dos son utilizados en el eje direccional, el vitalizado tres, cuatro y cinco para el eje de tracción y el número seis para el eje muerto (ver tablas X, XI y XII).

Los diseños de banda asociados a los tipos de vitalizado direccional son para el tipo uno el diseño de banda IZL y para el tipo dos el diseño de banda RHW.

Los diseños de banda asociados a los tipos de vitalizado en tracción son: el tres diseño I86, para el tipo cuatro el diseño IDA y el cinco, el diseño TUK.

El diseño de banda para el vitalizado seis es el diseño L164.

Tabla X. **Datos iniciales unidad 0008**

Unidad: 0008

Placa: C-125BFN

Kilometraje inicial: 232 587 Km

Cantidad de llantas: 10

<b>POSICIÓN</b>	<b>ESTADO</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>
1	Vitalizada tipo 1	11 R22,5	23
2	Vitalizada tipo 1	11 R22,5	23
3	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	24
4	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	24
5	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	24
6	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	24
7	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	24
8	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	24
9	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	24
10	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	24

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Datos iniciales unidad 0019**

Unidad: 0019

Placa: C-007BKZ

Kilometraje inicial: 145 568 Km

Cantidad de llantas: 14

<b>POSICIÓN</b>	<b>ESTADO</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>
1	Vitalizada tipo 2	11 R22,5	23
2	Vitalizada tipo 2	11 R22,5	23
3	Vitalizada tipo 4	295/80 R22,5	23
4	Vitalizada tipo 4	11 R22,5	23
5	Vitalizada tipo 4	295/80 R22,5	23
6	Vitalizada tipo 4	295/80 R22,5	23
7	Vitalizada tipo 4	11 R22,5	23
8	Vitalizada tipo 4	11 R22,5	23
9	Vitalizada tipo 4	11 R22,5	23
10	Vitalizada tipo 4	11 R22,5	23
11	Vitalizada tipo 6	385/65 R22,5	24
12	Vitalizada tipo 6	385/65 R22,5	24
13	Vitalizada tipo 6	385/65 R22,5	24
14	Vitalizada tipo 6	385/65 R22,5	24

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Datos iniciales unidad 0005**

Unidad: 0005

Placa: C-209BJC

Kilometraje inicial: 485 957 Km

Cantidad de llantas: 10

<b>POSICIÓN</b>	<b>ESTADO</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>
1	Vitalizada tipo 2	11 R22,5	23
2	Vitalizada tipo 2	11 R22,5	23
3	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	24
4	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	24
5	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	24
6	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	24
7	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	24
8	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	24
9	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	24
10	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	24

Fuente: elaboración propia.

### **3.8.2.2. Recolección de datos a los 10 000 kilómetros**

La recolección de datos es una parte vital para analizar el desgaste durante el recorrido de las llantas, los datos para las unidades (ver tablas XIII, XIV y XV).

**Tabla XIII. Datos 10 000 kilómetros unidad 0022**

Unidad: 0022

Placa: C946BHZ

Kilometraje: 346 085 Km

Cantidad de llantas: 10

POSICIÓN	MARCA	MEDIDA	PROFUNDIDAD INICIAL	PROFUNDIDAD 10 000 Km
1	West Lake	11 R22,5	23	21
2	West Lake	11 R22,5	23	21
3	Firestone	11 R22,5	23	19
4	Firestone	11 R22,5	23	19
5	Toyo	11 R22,5	23	20
6	Bridgestone	295/80 R22,5	23	19
7	Bridgestone	295/80 R22,5	23	20
8	Toyo	11 R22,5	23	20
9	Bridgestone	295/80 R22,5	23	19
10	Bridgestone	295/80 R22,5	23	19

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XIV. Datos 10 000 kilómetros unidad 0020**

Unidad: 0020

Placa: C-208BJC

Kilometraje: 543 787 Km

Número de llantas: 14

POSICIÓN	MARCA	MEDIDA	PROFUNDIDAD INICIAL	PROFUNDIDAD 10 000 Km
1	Remington	11 R22,5	23	21
2	Remington	11 R22,5	23	21
3	Toyo	11 R22,5	23	20
4	Toyo	11 R22,5	23	20
5	Firestone	11 R22,5	23	19
6	Firestone	11 R22,5	23	20
7	Bridgestone	11 R22,5	23	20
8	Toyo	11 R22,5	23	19
9	Firestone	11 R22,5	23	19
10	Firestone	11 R22,5	23	20
11	West Lake	385/65 R22,5	24	23
12	West Lake	385/65 R22,5	24	23
13	Michelini	425/65 R22,5	24	22
14	Michelini	425/65 R22,5	24	22

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XV. Datos 10 000 kilómetros unidad 0017**

Unidad: 0017

Placa: C210BJC

Kilometraje: 123 442Km

Cantidad de llantas: 10

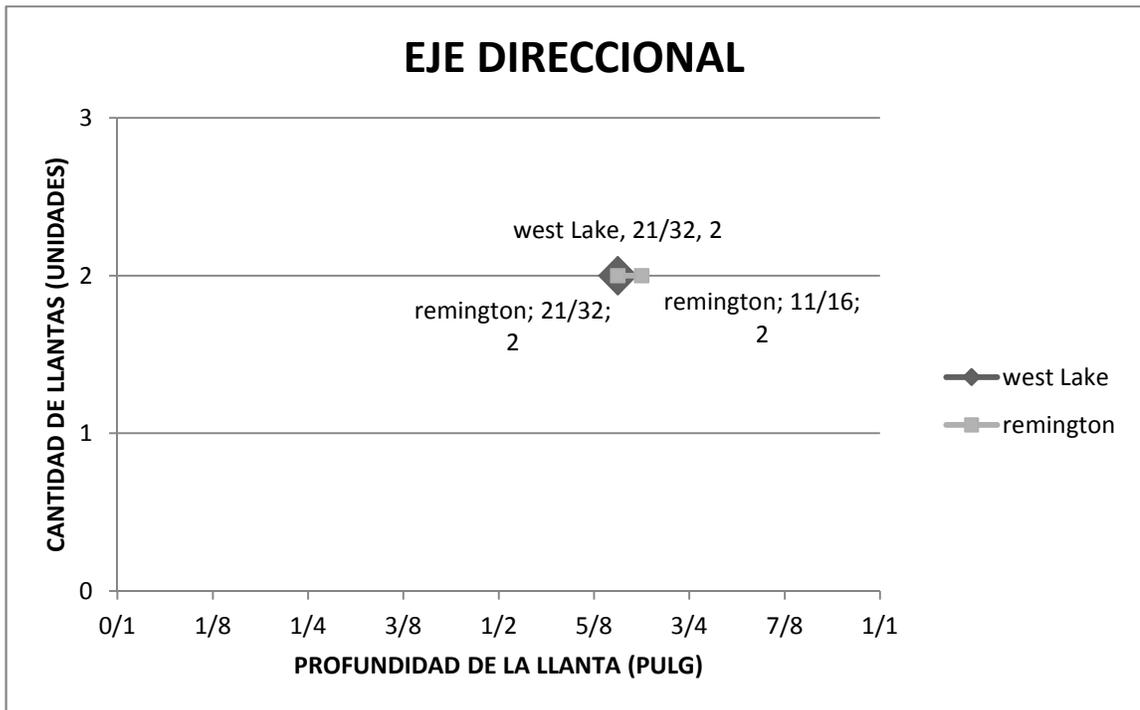
<b>POSICIÓN</b>	<b>MARCA</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>PROFUNDIDAD INICIAL</b>	<b>PROFUNDIDAD 10 000 Km</b>
1	Remington	11 R22,5	23	22
2	Remington	11 R22,5	23	22
3	Firestone	11 R22,5	23	20
4	Firestone	11 R22,5	23	20
5	Bridgestone	11 R22,5	23	20
6	Bridgestone	11 R22,5	23	19
7	Bridgestone	11 R22,5	23	19
8	Toyo	11 R22,5	23	19
9	Toyo	11 R22,5	23	20
10	Bridgestone	11 R22,5	23	20

Fuente: elaboración propia.

La recolección de los primeros 10 000 kilómetros en las unidades con llantas nuevas muestra un desgaste uniforme en el eje direccional para ambas marcas.

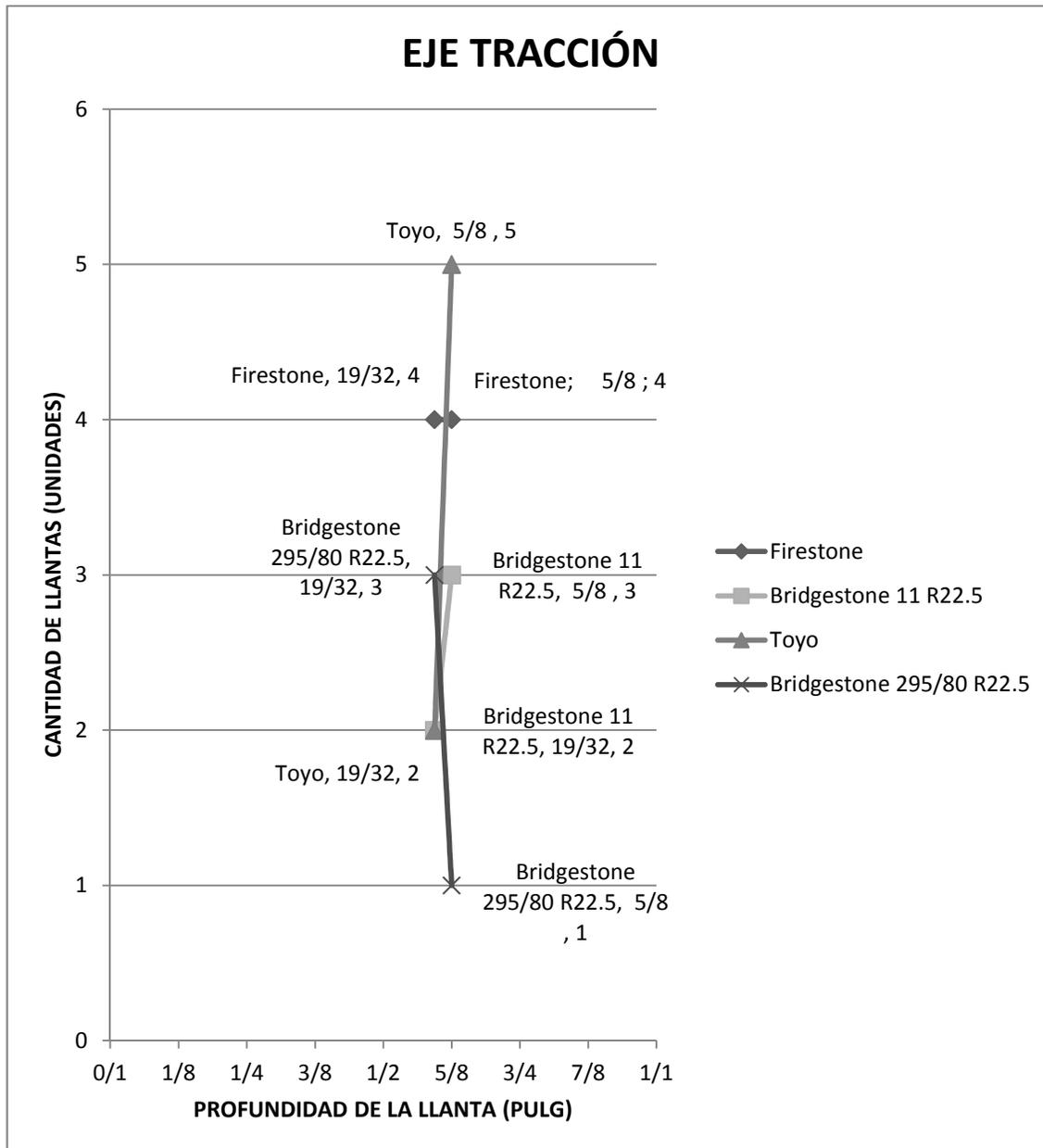
El eje de tracción en las unidades se maneja con variaciones entre las marcas con un mejor rendimiento se encuentra Toyo y en un menor rendimiento, Bridgestone de medida 295/80 R22,5, dentro del eje muerto sobresale la marca West Lake con menor incidencia en el desgaste.

Figura 33. Variación de profundidad entre marcas eje direccional 10 000 kilómetros



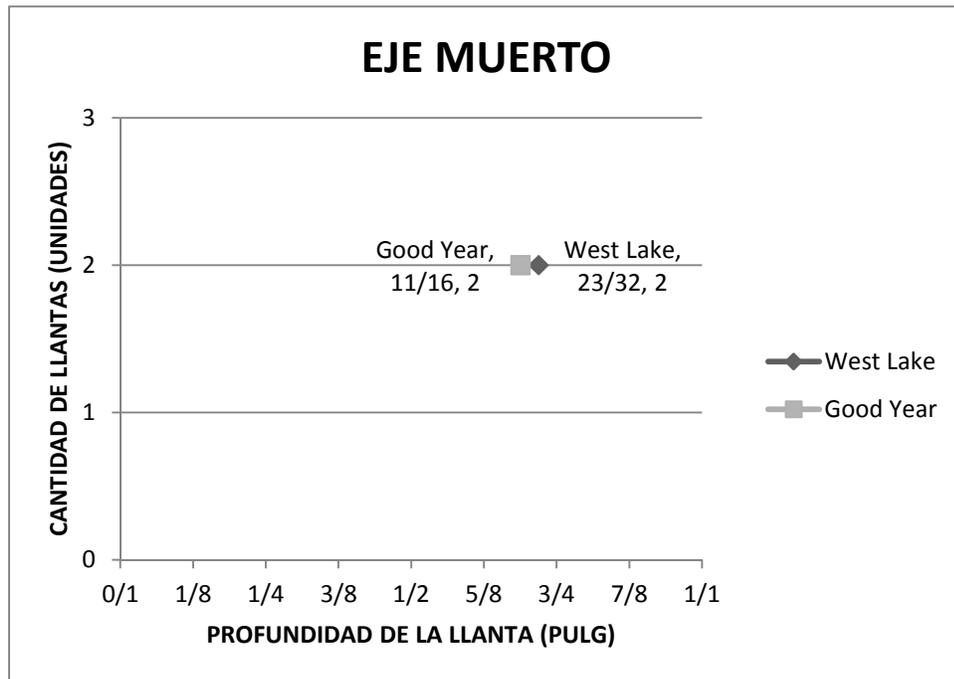
Fuente: elaboración propia.

Figura 34. Variación de profundidad entre marcas eje de tracción  
10 000 kilómetros



Fuente: elaboración propia.

Figura 35. **Variación de profundidad entre marcas eje muerto 10 000 kilómetros**



Fuente: elaboración propia.

Los datos después de recorrer 10 000 kilómetros las llantas vitalizadas.

Como se puede observar en la figura 36, las llantas direccionales no logran un equilibrio regular entre ambos tipos de vitalizado, mientras que los vitalizados de tracción marcan su diferencia obteniendo mejores resultados con el vitalizado tipo 3. En el eje muerto se puede observar un vitalizado equilibrado pues no demuestra un gran cambio en su desgaste.

**Tabla XVI. Datos 10 000 kilómetros unidad 0019**

Unidad: 0019

Placa: C-007BKZ

Kilometraje: 156 160 Km

Cantidad de llantas: 14

POSICION	ESTADO	MEDIDA	PROFUNDIDAD INICIAL	PROFUNDIDAD 10 000 Km
1	Vitalizada tipo 2	11 R22,5	23	22
2	Vitalizada tipo 2	11 R22,5	23	22
3	Vitalizada tipo 4	295/80 R22,5	23	21
4	Vitalizada tipo 4	11 R22,5	23	21
5	Vitalizada tipo 4	295/80 R22,5	23	20
6	Vitalizada tipo 4	295/80 R22,5	23	20
7	Vitalizada tipo 4	11 R22,5	23	20
8	Vitalizada tipo 4	11 R22,5	23	19
9	Vitalizada tipo 4	11 R22,5	23	20
10	Vitalizada tipo 4	11 R22,5	23	20
11	Vitalizada tipo 6	385/65 R22,5	24	23
12	Vitalizada tipo 6	385/65 R22,5	24	23
13	Vitalizada tipo 6	385/65 R22,5	24	22
14	Vitalizada tipo 6	385/65 R22,5	24	22

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XVII. Datos 10 000 kilómetros unidad 0008**

Unidad: 0008

Placa: C-125BFN

Kilometraje: 242 772 Km

Cantidad de llantas: 10

POSICIÓN	ESTADO	MEDIDA	PROFUNDIDAD INICIAL	PROFUNDIDAD 10 000 Km
1	Vitalizada tipo 1	11 R22,5	23	22
2	Vitalizada tipo 1	11 R22,5	23	22
3	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	24	21
4	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	24	21
5	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	24	20
6	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	24	20
7	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	24	21
8	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	24	21
9	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	24	20
10	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	24	21

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. Datos 10 000 kilometraje unidad 0005

Unidad: 0005

Placa: C-209BJC

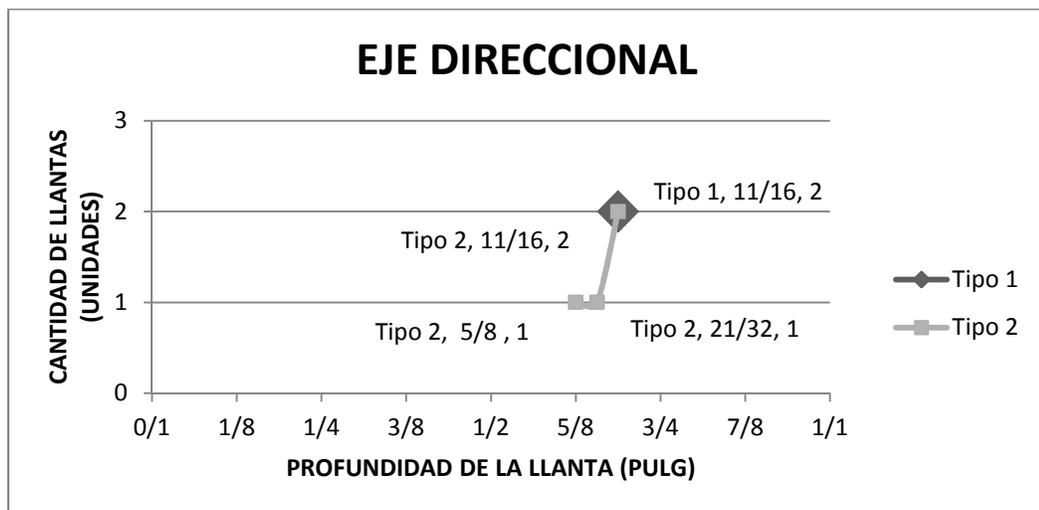
Kilometraje: 496 302 Km

Cantidad de llantas: 10

POSICIÓN	ESTADO	MEDIDA	PROFUNDIDAD INICIAL	PROFUNDIDAD 10 000Km
1	Vitalizada tipo 2	11 R22,5	23	20
2	Vitalizada tipo 2	11 R22,5	23	21
3	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	24	20
4	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	24	21
5	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	24	21
6	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	24	21
7	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	24	21
8	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	24	20
9	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	24	20
10	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	24	20

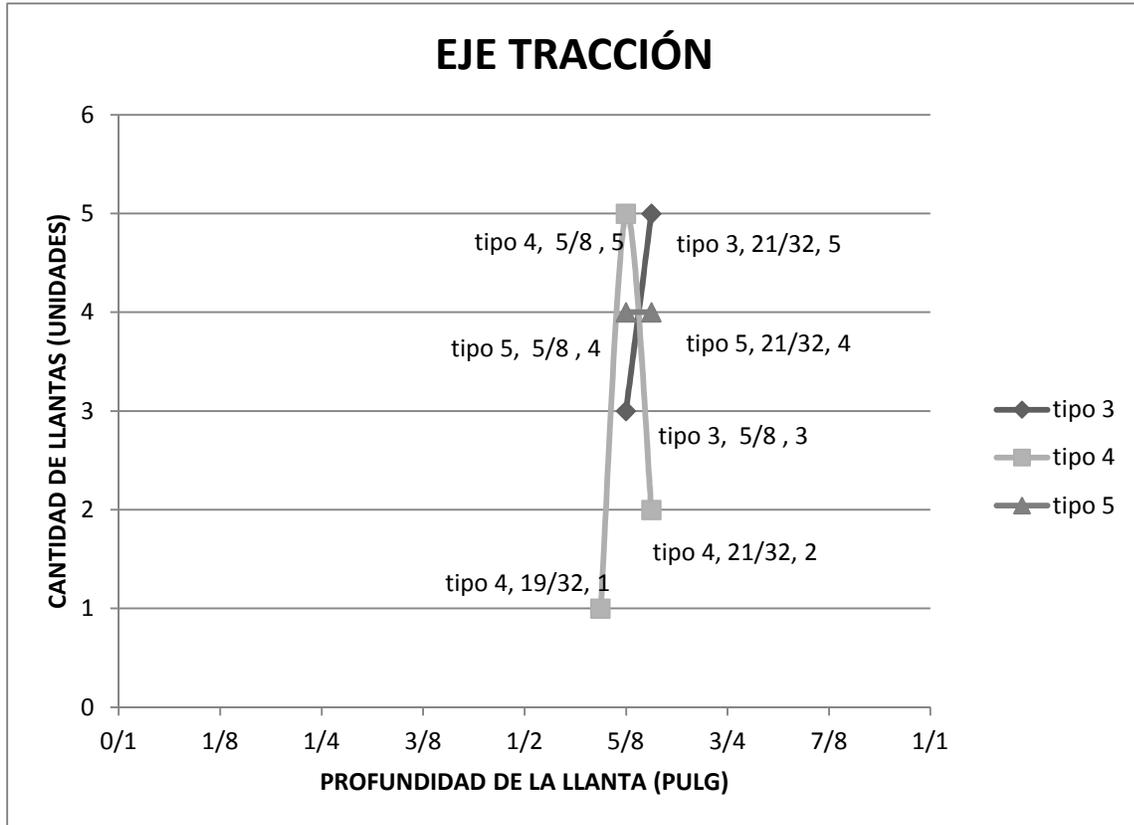
Fuente: elaboración propia.

Figura 36. Variación de profundidad entre vitalizados eje direccional 10 000 kilómetros



Fuente: elaboración propia.

Figura 37. **Variación de profundidad entre vitalizado eje de tracción 10 000 kilómetros**



Fuente: elaboración propia.

### 3.8.2.3. Recolección de datos a los 20 000 kilómetros

La obtención de datos de los vehículos, al recorrer 20 000 kilómetros para las llantas nuevas, se pueden identificar los cambios producidos en la profundidad para cada marca.

**Tabla XIX. Datos 20 000 kilómetros unidad 0022**

Unidad: 0022

Placa: C946BHZ

Kilometraje: 358 227Km

Cantidad de llantas: 10

<b>POSICIÓN</b>	<b>MARCA</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>PROFUNDIDAD 10 000 Km</b>	<b>PROFUNDIDAD 20 000 Km</b>
1	West Lake	11 R22,5	21	18
2	West Lake	11 R22,5	21	19
3	Firestone	11 R22,5	19	17
4	Firestone	11 R22,5	19	16
5	Toyo	11 R22,5	20	16
6	Bridgestone	295/80 R22,5	19	15
7	Bridgestone	295/80 R22,5	20	16
8	Toyo	11 R22,5	20	16
9	Bridgestone	295/80 R22,5	19	16
10	Bridgestone	295/80 R22,5	19	15

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XX. Datos 20 000 kilómetros unidad 0020**

Unidad: 0020

Placa: C-208BJC

Kilometraje: 554 562 Km

Número de llantas: 14

<b>POSICIÓN</b>	<b>MARCA</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>PROFUNDIDAD 10 000 Km</b>	<b>PROFUNDIDAD 20 000 Km</b>
1	Remington	11 R22,5	21	19
2	Remington	11 R22,5	21	19
3	Toyo	11 R22,5	20	16
4	Toyo	11 R22,5	20	16
5	Firestone	11 R22,5	19	15
6	Firestone	11 R22,5	20	16
7	Bridgestone	11 R22,5	20	17
8	Toyo	11 R22,5	19	15
9	Firestone	11 R22,5	19	15
10	Firestone	11 R22,5	20	16
11	West Lake	385/65 R22,5	23	21
12	West Lake	385/65 R22,5	23	21
13	Michelini	425/65 R22,5	22	20
14	Michelini	425/65 R22,5	22	19

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Datos 20 000 kilómetros unidad 0017**

Unidad: 0017

Placa: C210BJC

Kilometraje: 134 063Km

Cantidad de llantas: 10

<b>POSICIÓN</b>	<b>MARCA</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>PROFUNDIDAD 10 000 Km</b>	<b>PROFUNDIDAD 20 000 Km</b>
1	Remington	11 R22,5	22	20
2	Remington	11 R22,5	22	20
3	Firestone	11 R22,5	20	16
4	Firestone	11 R22,5	20	16
5	Bridgestone	11 R22,5	20	17
6	Bridgestone	11 R22,5	19	16
7	Bridgestone	11 R22,5	19	15
8	Toyo	11 R22,5	19	16
9	Toyo	11 R22,5	20	17
10	Bridgestone	11 R22,5	20	17

Fuente: elaboración propia.

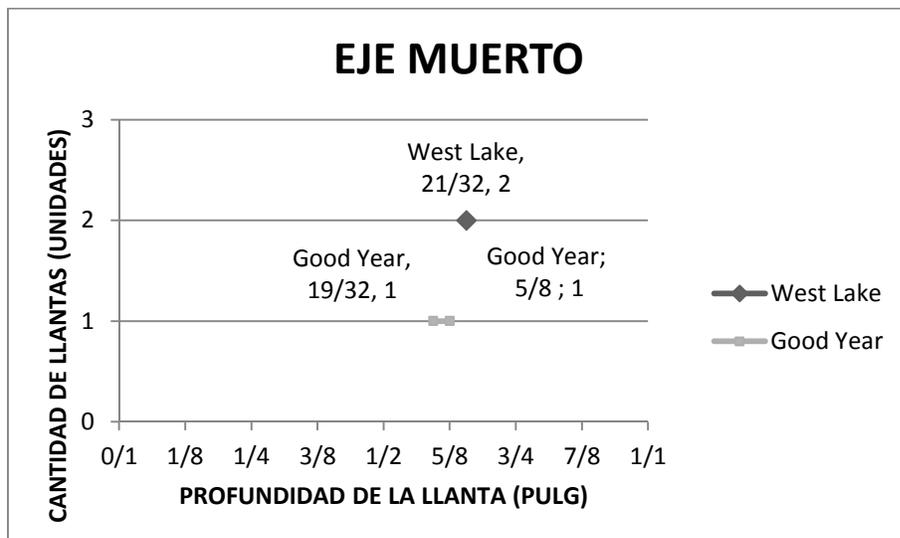
Los datos dentro de las llantas nuevas muestran su comportamiento, luego de un recorrido de más de 20 000 kilómetros, influyendo en el eje direccional las llantas Remington con un mejor rendimiento al igual que las llantas Toyo y Firestone en el eje de tracción y las llantas West Lake en el eje muerto.

Figura 38. **Variación de la profundidad eje direccional por marca a los 20 000 kilómetros**



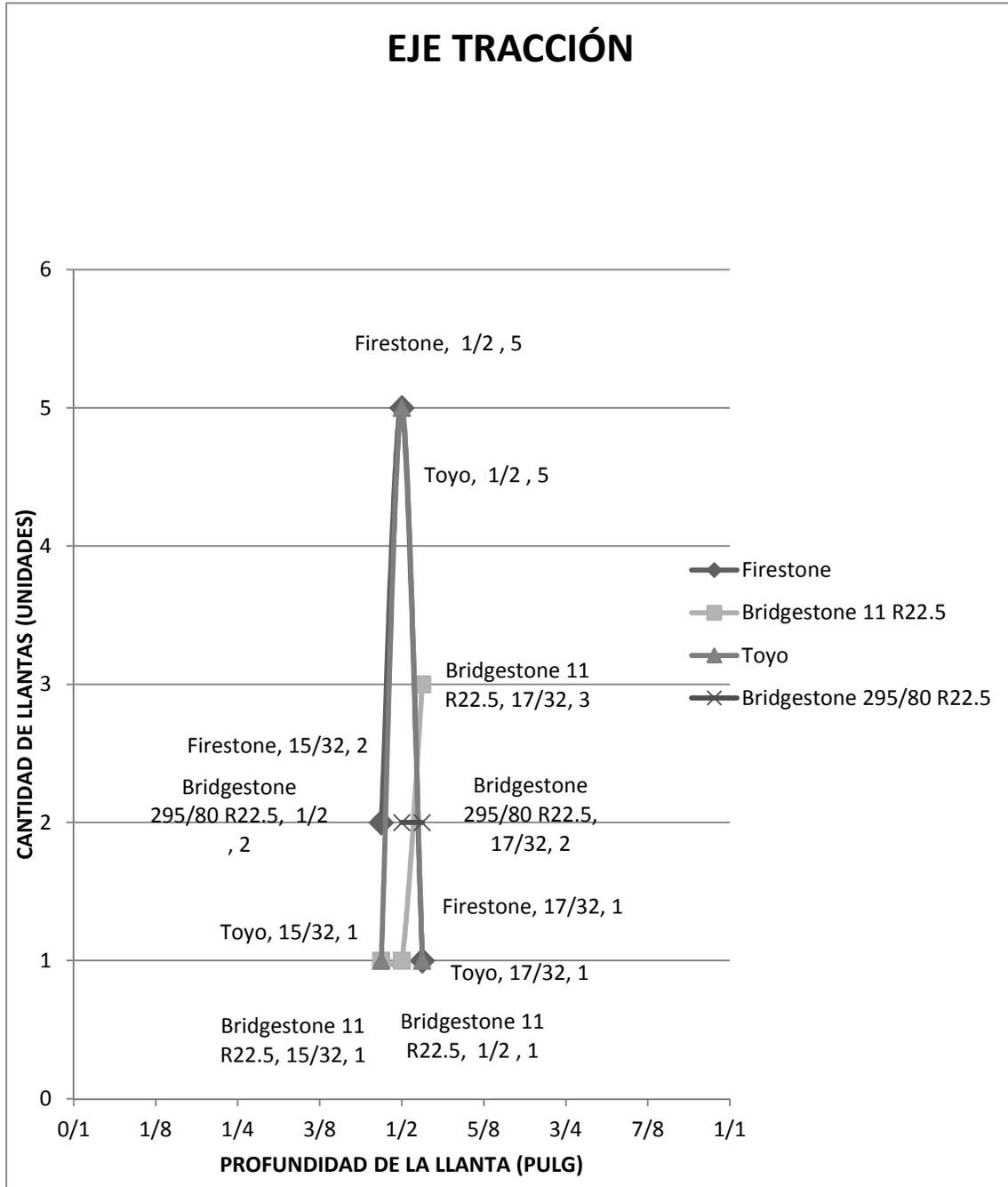
Fuente: elaboración propia.

Figura 39. **Variación de la profundidad eje muerto por marca a los 20 000 kilómetros**



Fuente: elaboración propia.

Figura 40. Variación de la profundidad eje de tracción por marca a los 20 000 kilómetros



Fuente: elaboración propia.

Por su parte, los datos para las unidades con llantas vitalizadas se pueden observar en las tablas XXII, XXIII y XXIV.

Tabla XXII. **Datos 20 000 kilómetros unidad 0019**

Unidad: 0019

Placa: C-007BKZ

Kilometraje: 166 023 Km

Cantidad de llantas: 14

<b>POSICIÓN</b>	<b>ESTADO</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>PROFUNDIDAD 10 000 Km</b>	<b>PROFUNDIDAD 20 000 Km</b>
1	Vitalizada tipo 2	11 R22,5	22	20
2	Vitalizada tipo 2	11 R22,5	22	20
3	Vitalizada tipo 4	295/80 R22,5	21	18
4	Vitalizada tipo 4	11 R22,5	21	18
5	Vitalizada tipo 4	295/80 R22,5	20	17
6	Vitalizada tipo 4	295/80 R22,5	20	17
7	Vitalizada tipo 4	11 R22,5	20	16
8	Vitalizada tipo 4	11 R22,5	19	16
9	Vitalizada tipo 4	11 R22,5	20	16
10	Vitalizada tipo 4	11 R22,5	20	16
11	Vitalizada tipo 6	385/65 R22,5	23	21
12	Vitalizada tipo 6	385/65 R22,5	23	21
13	Vitalizada tipo 6	385/65 R22,5	22	20
14	Vitalizada tipo 6	385/65 R22,5	22	20

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XXIII. Datos 20 000 kilómetros unidad 0008**

Unidad: 0008

Placa: C-125BFN

Kilometraje: 252 936 Km

Cantidad de llantas: 10

<b>POSICIÓN</b>	<b>ESTADO</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>PROFUNDIDAD 10 000 Km</b>	<b>PROFUNDIDAD 20 000 Km</b>
1	Vitalizada tipo 1	11 R22,5	22	20
2	Vitalizada tipo 1	11 R22,5	22	20
3	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	21	17
4	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	21	17
5	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	20	16
6	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	20	17
7	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	21	17
8	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	21	17
9	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	20	17
10	Vitalizada tipo 3	11 R22,5	21	17

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XXIV. Datos 20 000 kilómetros unidad 0005**

Unidad: 0005

Placa: C-209BJC

Kilometraje: 505 990 Km

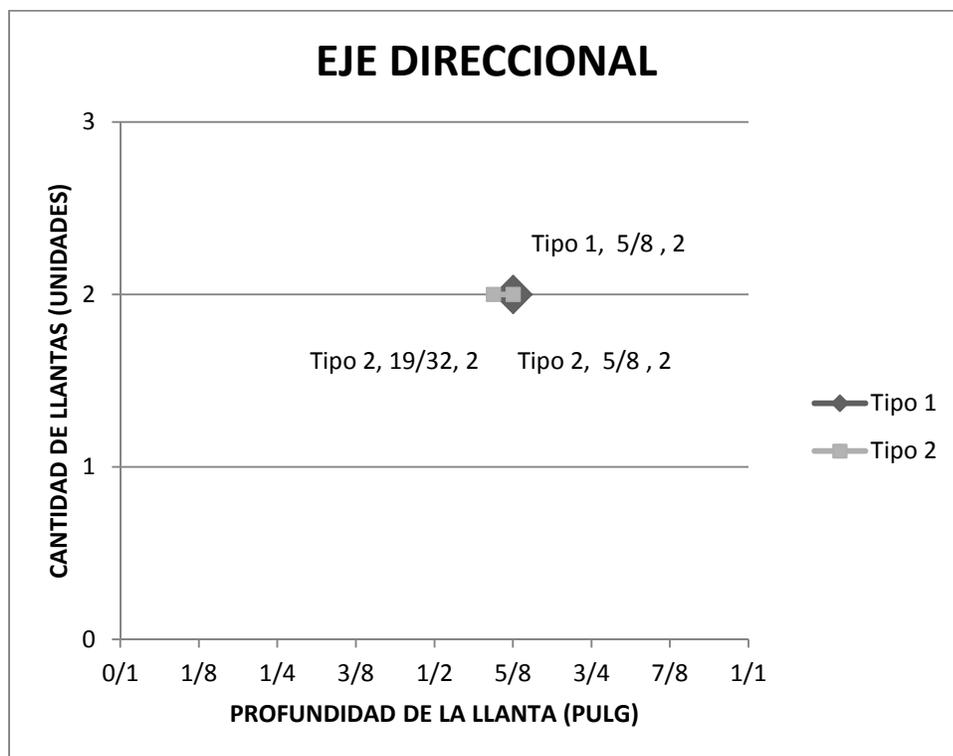
Cantidad de llantas: 10

<b>POSICIÓN</b>	<b>ESTADO</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>PROFUNDIDAD 10 000 Km</b>	<b>PROFUNDIDAD 20 000 Km</b>
1	Vitalizada tipo 2	11 R22,5	20	19
2	Vitalizada tipo 2	11 R22,5	21	19
3	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	20	17
4	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	21	18
5	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	21	17
6	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	21	17
7	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	21	18
8	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	20	17
9	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	20	17
10	Vitalizada tipo 5	11 R22,5	20	17

Fuente: elaboración propia.

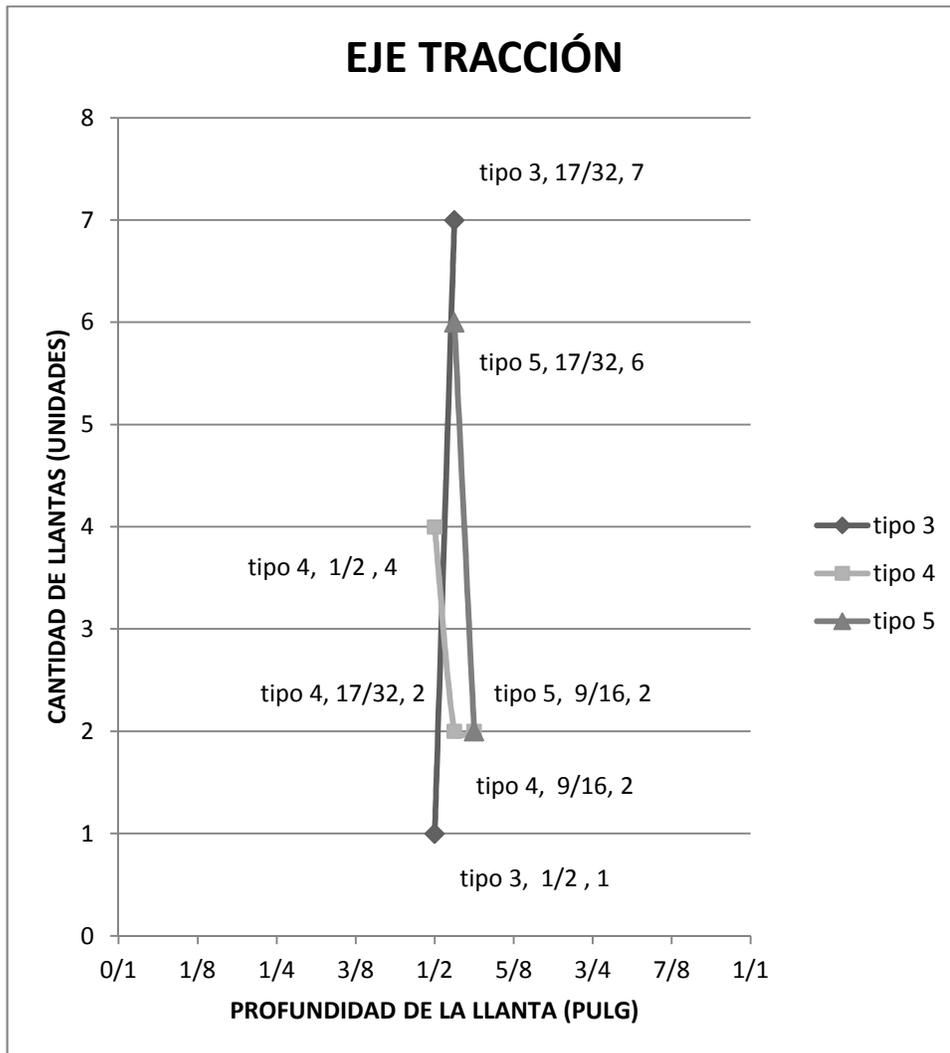
En las figuras 41 y 42 se puede observar el comportamiento de los vitalizados en el eje direccional, continuando con gran similitud entre los vitalizados, no siendo así, dentro del eje de tracción que se ve un mejor rendimiento en el desgaste con las llantas con vitalizado tipo 5.

Figura 41. **Variación de la profundidad eje direccional por tipos de vitalizado a los 20 000 kilómetros**



Fuente: elaboración propia.

Figura 42. Variación de la profundidad eje de tracción por tipos de vitalizado a los 20 000 kilómetros



Fuente: elaboración propia.

### 3.8.3. Análisis de datos del proyecto

Al recolectar y analizar toda la información del desgaste en las llantas tanto nuevas como vitalizadas, luego de recorrer más de 20 000 kilómetros, se demuestra que hay una leve diferencia entre ambos tipos de llantas.

Las llantas colocadas en el eje direccional muestran un desgaste uniforme entre las llantas nuevas y las llantas vitalizadas, cumpliendo un desgaste promedio de 3/32.

Tabla XXV. **Variación de profundidad general eje direccional**

Llantas	Profundidad inicial	Variación de profundidad		
		Mínima	Máxima	Estable
Remington	23	3	4	3
West Lake	23	4	5	4
Vitalizado tipo 1	23	3	3	3
Vitalizado tipo 2	23	3	4	3

Fuente: elaboración propia.

El eje de tracción, siendo el eje que realiza la mayor carga de trabajo dentro de las unidades, muestra una variación máxima de 8/32 dentro de las llantas nuevas y una variación máxima para las llantas vitalizadas de 7/32.

Se obtiene una variación de profundidad estable, definida como la cantidad de desgaste, obtenida entre la mayor parte de las llantas de su tipo y marca estudiadas, equilibrada en 7/32 entre las llantas nuevas y las llantas vitalizadas.

Tabla XXVI. **Variación de profundidad general eje de tracción**

Llantas	Profundidad inicial	Variación de profundidad		
		Mínima	Máxima	Estable
Firestone	23	7	8	7
Bridgestone 11 R22,5	23	6	8	6
Toyo	23	6	8	7
Bridgestone 295/80 R22,5	23	7	8	7
Vitalizado tipo 3	24	7	8	7
Vitalizado tipo 4	23	5	7	7
Vitalizado tipo 5	24	6	7	7

Fuente: elaboración propia.

Al observar la variación total del desgaste dentro del eje muerto, se obtiene que la marca West Lake y la llanta vitalizada tipo 6 muestra un mejor comportamiento frente al desgaste de la marca Michelin, obteniendo una variación de 3/32 de profundidad.

Tabla XXVII. **Variación de profundidad general eje muerto**

Llantas	Profundidad inicial	Variación de profundidad		
		Mínima	Máxima	Promedio
West Lake	24	3	3	3
Michelini	24	4	5	4
Vitalizado tipo 6	24	3	4	3

Fuente: elaboración propia.

Al analizar la información recolectada se demuestra que el desgaste producido entre llantas nuevas y vitalizadas no refleja una variación distante entre ambas, al contrario ofrecen un rendimiento equilibrado dentro de sus ejes, que manifiesta, que la llanta vitalizada puede sustituir a una nueva para ofrecer la misma calidad y desempeño.



## **4. IMPLEMENTACIÓN**

### **4.1. Selección de la llanta**

Obtenido los resultados del proyecto piloto dentro de las unidades 0022, 0020 y 0017 con llantas nuevas, en base al análisis final del proyecto, se determina que, para cada sección de las unidades se utilizan los tipos de llantas más adecuados cuando sea necesario incurrir en una compra de llanta nueva.

#### **4.1.1. Eje direccional**

Se utiliza en el eje direccional llantas marca Remington 11R22,5 cuenta con un mejor rendimiento obteniendo un desgaste máximo de 4/32 y un desgaste mínimo de 3/32, manteniendo en la mayor parte de las llantas muestreadas el desgaste de 3/32, el cual indica que al recorrer 20 000 kilómetros este tipo de llanta mantendría un espesor de 20/32.

#### **4.1.2. Eje tracción**

Las llantas en el eje de tracción son la parte vital dentro de la unidad de transporte. Se cuenta con dos marcas en las cuales se puede adquirir para obtener un rendimiento y un manejo de costo óptimo en las llantas de tracción, debido a que son las que su desgaste se ve más influenciado dentro de su recorrido.

Las marcas adecuadas para el transporte son Firestone y Bridgestone 11R22,5 debido a su rendimiento, ya que cuentan con desgaste máximo de 8/32 para ambos tipos y una diferencia de 1/32 en el desgaste estable dentro de ambas marcas, por lo que logran un equilibrio entre sí y a su vez un menor costo de compra en el mercado para la empresa.

#### **4.1.3. Eje muerto**

Dentro de este eje, al realizar la compra de llantas nuevas, se opta por la marca West Lake que ofrece un mejor rendimiento durante el recorrido obteniendo una variación en su profundidad de 3/32 cada 20 000 kilómetros.

#### **4.2. Selección de tipo de banda para vitalizar**

El tipo de banda a seleccionar para cada tipo de eje del transporte se realiza en base al desgaste que se tuvo durante el recorrido de 20 000 kilómetros, seleccionando el mejor tipo de banda para cada eje.

##### **4.2.1. En eje direccional**

Debido a que el eje direccional es una parte importante dentro de los ejes de la unidad, ya que es la encargada de la dirección, debe de usar por seguridad únicamente llanta nueva, ya que el utilizar llanta vitalizada puede que en algún momento esta llegue a sufrir un desbandaje provocando una pérdida del control inmediata de la unidad.

#### 4.2.2. En eje tracción

Los tres tipos de banda que se han analizado nos muestran que, a pesar de obtener una un espesor mayor que otra, las bandas han tenido un desgaste equilibrado promedio de 7/32 por lo que a pesar de su diferencia de precio y su espesor, se utiliza la llanta con vitalización tipo 5 que es la banda TUK, garantizando calidad y seguridad en el recorrido.

#### 4.2.3. En eje muerto

Se utiliza el vitalizado tipo 6, la banda L164 la cual demuestra un excelente desempeño en la carretera y presenta un desgaste equilibrado promedio con una llanta nueva de 3/32 de espesor reducido durante el recorrido de los 20 000 kilómetros.

- Cálculo del beneficio económico obtenido

El beneficio económico que la empresa obtiene se calcula de la siguiente manera:

$$\text{BENEFICIO} = \left[ 1 - \frac{\text{COSTO X COMPRA VITALIZADA}}{\text{COSTO X COMPRA NUEVA}} \right] \times 100\%$$

La ecuación anterior nos brinda con un porcentaje, el beneficio que se va a obtener por cada quetzal que se invierte sobre la compra de llanta nueva.

El beneficio sobre las llantas direccionales se calcula de la siguiente manera, el costo de la llanta vitalizada es de Q1 350,00 y el valor intermedio de

la llanta direccional de Q2 675,00 por lo tanto el beneficio obtenido es de 49,53 por ciento de ahorro.

$$\text{BENEFICIO} = \left[ 1 - \frac{1\ 350}{2\ 675} \right] \times 100\% = 49,53\%$$

Las llantas de tracción cuentan con un distinto beneficio ya que su valor como llanta nueva es más elevado, por lo tanto la llanta nueva tiene un valor intermedio de Q3 600,00 el costo de la vitalización de una llanta de tracción es el mismo precio que para una llanta direccional; por lo tanto el ahorro obtenido para esta llanta es de 62,5 por ciento.

$$\text{BENEFICIO} = \left[ 1 - \frac{1\ 350}{3\ 600} \right] \times 100\% = 62,5\%$$

El beneficio de vitalizar las llantas en el eje muerto es de 63,76 por ciento ya que su costo de compra como llanta nueva intermedio es de Q.3 725,00.

$$\text{BENEFICIO} = \left[ 1 - \frac{1\ 350}{3\ 725} \right] \times 100\% = 63,76\%$$

Al observar el comportamiento de los beneficios obtenidos de la vitalización de llantas sobre la compra de llantas nuevas, se obtiene un beneficio promedio aproximado del 60 por ciento, por lo tanto se logra una reducción de este porcentaje en los costos de operación.

## **5. EL MANEJO DE LLANTAS USADAS Y EL MEDIO AMBIENTE**

### **5.1. Problemática ambiental**

Las llantas usadas y dañadas tienen la dificultad de problemas asociados a la resistencia a su trituración y compactación por el material en que están fabricados, así como a su dificultad para ser procesada y su baja eficiencia para almacenar y ser transportada ya que por su tamaño tiende a ocupar mucho volumen.

Debido a esto las llantas la disposición adecuada para las llantas se complica y ocasiona acumulación de basura en las calles o generación de gases por medio de su combustión ocasionando daños a la salud y el ambiente.

#### **5.1.1. Almacenamiento de llantas al aire libre**

Las llantas almacenadas al aire libre muchas veces favorecen la proliferación de roedores, insectos, culebras y otros animales que son dañinos o que pueden llegar a formar una plaga que afecte la salud de las personas.

Al llegar el invierno la acumulación de llantas en los basureros tanto municipales como clandestinos, debido a que las llantas retienen y almacenan agua debido a su forma hueca la reproducción de ciertos mosquitos e insectos que causan daños a la salud, pueden llegar a incrementarse rápidamente así como la posibilidad de padecer epidemias como el dengue y otras enfermedades de tipo viral.

## **5.1.2. Combustión de llanta**

La quema de llantas al aire libre es un problema cotidiano en lugares que personas sin consideración e información han creado áreas de combustión clandestina provocando graves problemas ambientales y de salud.

Como se observa en el apéndice, el artículo de Prensa Libre en la ruta hacia ciudad Quetzal, vecinos se quejan de la constante combustión de llantas por personas con fin de obtener el metal de estos neumáticos.

Debido a este problema el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales realiza un acuerdo ministerial de la prohibición de quema indiscriminada de llantas en el territorio nacional el 24 de junio del 2004.

### **5.1.2.1. Sustancias químicas generadas por la combustión**

Las sustancias generadas por la combustión de las llantas al aire libre incluyen elementos que causan impactos a la salud por inhalación, así deteriorando el ambiente.

Las sustancias químicas como el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y el oxígeno reaccionan y forman oxidantes peligrosos, otros de los componentes peligrosos generados por la combustión son el benceno, plomo, ácido sulfúrico, el cromo y el dióxido de azufre.

### **5.1.2.2. Impacto en la salud**

Esta práctica representa un peligro para la salud, a corto plazo y significativo a las personas que viven próximas en áreas de combustión de llantas provocando irritaciones en la piel, irritaciones de los ojos, irritaciones del sistema respiratorio y de la membrana mucosa, la depresión del sistema nervioso central, cáncer, y efectos como aborto, defectos físicos o cáncer al nacimiento.

### **5.1.2.3. Impacto en el medio ambiente**

Esta combustión tiene una repercusión negativa directa no solo en nuestra localidad, municipio, departamento o país sino a nivel global causando daños irreparables en el ambiente.

Los químicos que generan este tipo de acción representan un peligro para el ambiente generando efectos dañinos como lo son la lluvia ácida, el calentamiento de la atmósfera, las inversiones térmicas y el adelgazamiento de la capa de ozono.

Así mismo la combustión de llantas destruye hábitats, provoca incendios forestales y afecta todos los recursos naturales contaminándolos.

## **5.2. Formas de mitigación**

Frente a la problemática que presentan las llantas se puede tomar una serie de medidas, buscando y promoviendo una mejor utilización de estas extendiendo su vida útil, dándole un nuevo uso o reciclando.

### **5.2.1. Prolongación de la vida útil de la llanta**

Para reducir el ingreso de llantas a los rellenos sanitarios y evitar la creación de nuevos focos de almacenamiento inadecuado de llantas se puede tomar las siguientes acciones educando e informando a la población.

#### **5.2.1.1. Establecimiento de campaña de vida útil de una llanta**

La realización de una campaña para las empresas transportistas son las que provocan la mayor generación de llantas dañadas debido a causas como golpes por banquetazos, baches, presión de aire inapropiada, cortes con objetos, falta de alineación, aros en malas condiciones.

Se realiza una concientización a estas empresas y a toda la población automovilística, no solo de la problemática, sino de las causas que hacen producir una llanta en desechos, y las medidas que pueden tomarse para extender la vida útil de sus llantas.

Dentro de esta campaña, se promueve que los transportistas tengan del conocimiento que una revisión diaria, mantener una buena presión de aire en las llantas, rotarlas cada 10 000 a 15 000 kilómetros mantener buenos hábitos de manejo, evitar exceso uso de frenos o aceleración exagerada, evitar la sobrecarga, asegurar la calidad de la reparación de una llanta, utilizar el reencauche como prolongación de su vida útil.

### **5.2.1.2. Importancia de la vitalización de llantas**

La vitalización de llantas es el proceso de colocar sobre un casco de una llanta una nueva banda de rodamiento con la finalidad de prolongar la vida útil de la llanta.

#### **5.2.1.2.1 Económica**

Una llanta nueva puede recorrer unos 70 000 kilómetros. Una llanta vitalizada logra cerca de los 60 000 kilómetros, es decir que cada vez que se renueva la llanta por medio del vitalizado se prolonga la vida útil en un ochenta y cinco por ciento. Debido a que las llantas, como parte del cálculo del costo del transporte, son el tercer rubro en importancia, porque el costo de una llanta vitalizada es entre el treinta y el cincuenta por ciento menos que la llanta nueva, por lo tanto, al realizar la vitalización de una llanta dos o más veces el costo para el transportista se reducirá notablemente.

#### **5.2.1.2.2 Ambiental**

Debido a que las llantas son productos petroquímicos, la fabricación de un solo neumático para camión se consumen veintidós galones de petróleo crudo, la mayoría de ese petróleo se encuentra en la carcasa, la cual es reutilizada durante el proceso de vitalizado, como resultado, se consumen solamente siete galones de petróleo para reencauchar la misma llanta esto significa una reducción del sesenta y nueve por ciento de utilización de petróleo.

No solamente el utilizar llantas vitalizadas reduce el consumo de petróleo sino a su vez contribuye a la reducción de contaminación en el océano, lagos y

ríos sino también contribuye a la salud de todos los habitantes y mantiene limpias zonas de influencia donde habitan plantas y animales.

## **5.2.2. Reutilización de la llanta**

Existen varias opciones para la reutilización de la llanta, en Guatemala se cuentan con varias utilizaciones algunas que se pueden mencionar son apoyadas por los Boy Scout de Guatemala.

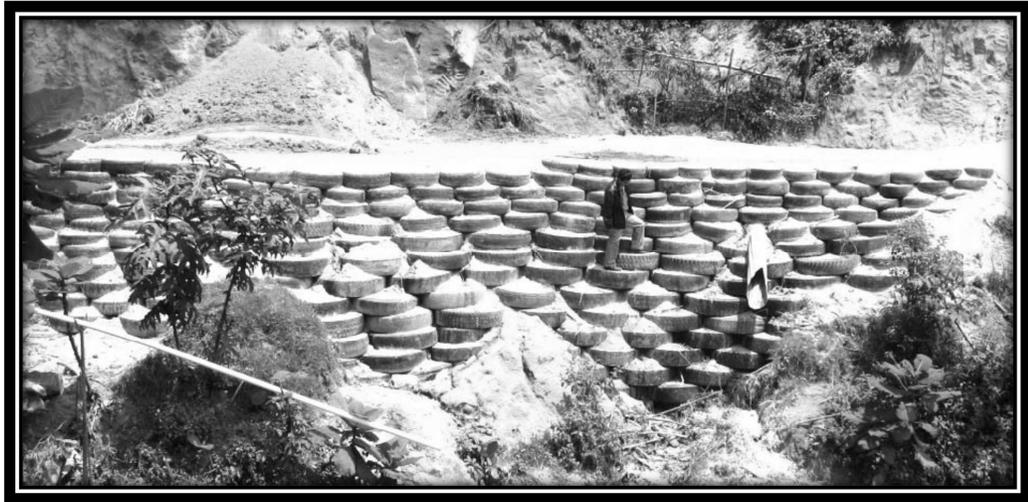
### **5.2.2.1. Muros de contención**

Una de las mejores opciones para reusar las llantas es el muro de contención o retención. Estos muros evitan la erosión y se integran al suelo, haciendo que crezcan árboles.

### **5.2.2.2. Delimitación de áreas**

La utilización para delimitar terrenos o carreteras es usada muy comúnmente por pobladores en el área rural, se puede observar en los alrededores de fincas, canchas deportivas, etc., es una de las prácticas más utilizadas por los pobladores.

Figura 43. **Muro de contención formado con llantas**



Fuente: reducción del riesgo por fenómenos. <http://www.google.com.gt/imgres?imgurl>. Consulta: mayo de 2011.

Figura 44. **Área rural delimitada por llantas**



Fuente: elaboración propia. Carretera a Mataquescuintla, Jalapa.

### 5.2.2.3. Parques infantiles

Por las características de las llantas se pueden implementar columpios, túneles, trepadores, saltadores, pirámides con resbaladero, dentro de la capital estos parques recreativos han influido mucho en los niños, creando un ambiente de diversión a bajo costo.

Figura 45. **Parque infantil formado con llantas**



Fuente: elaboración propia. Campo de fútbol Mataquescuintla, Jalapa.

En el apéndice se destaca una fotografía de unos niños que juegan en un parque infantil formado con llantas en la Escuela Rural Mixta Ciudad del Sol, en la zona 4 de Villa Nueva.

#### **5.2.2.4. Amortiguadores en muelles y lanchas**

Esta práctica se utiliza en todos aquellos lugares donde se forman pequeños muelles para las personas que se dedican a la pesca, sirven para evitar que la lancha sea dañada por algún contacto fuerte con un objeto.

Figura 46. **Amortiguadores con llantas**



Fuente: lago de Amatitlán muelle. <http://www.google.com.gt/imgres?imgurl>. Consulta: marzo de 2011.

#### **5.2.2.5. Otras aplicaciones**

Entre otros usos que se le pueden dar a la utilización de la llanta desechada son fabricación de caites, vivienda para personas de escasos recursos, caminos, diques de contención de sólidos, rotulación, corrales.



## **6. SEGUIMIENTO Y CONTROL**

### **6.1. Hoja de seguimiento de las llantas**

Las hojas para llevar un control específico sobre las características de las llantas que utiliza una unidad de transporte, y su reporte histórico de la vida útil en el momento que se desee supervisar, son diseñadas y utilizadas en formato computarizado con el cual el transportista tendrá un almacenamiento adecuado e inmediato para su consulta.

#### **6.1.1. Vitalizadas**

Toda llanta que obtenga un rendimiento adecuado y posea características para su vitalización será llevada a este proceso para darle una continuidad a su vida útil.

En la sección de la llanta vitalizada se almacenan los siguientes datos:

- Vitalizado: el cual describe el número de veces en que ha sido vitalizada la llanta este valor se encuentra desde uno hasta cuatro veces como máximo.
- Diseño: muestra el diseño de la banda con el que fue vitalizada.
- Profundidad: que se obtiene del diseño de banda.
- Posición: se especifica la ubicación de la llanta dentro de la unidad.
- Unidad: este se refiere al número correlativo del vehículo.
- Kilometraje: con el que inicia la llanta vitalizada.
- Placa: número de placa que tiene el vehículo.

En la rotación dentro de la sección de vitalizado se muestra la siguiente información:

- Kilometraje: es el kilometraje de la unidad al rotar las llantas.
- Profundidad: es la obtenida al momento de rotar las llantas.
- Posición: posición final que obtiene dentro de la unidad.
- Kilometraje final y profundidad final: es aquel que se obtiene antes de su descarte o nueva vitalización.

### **6.1.2. Nuevas**

Al iniciar el registro de las llantas, todas inicialmente se adquieren del proveedor en su estado de nueva por lo que después de la vida útil de esta pasará a un proceso de vitalizado si es conveniente.

En la sección de la llanta nueva se almacenan los siguientes datos:

- Quemado: es el número de llanta dentro del transporte.
- Marca: es la marca de fábrica de la llanta.
- Medida: indica el ancho de sección, su perfil, la construcción y su diámetro de rin.
- Profundidad inicial: es con la que se inicia su vida útil.
- Posición: se especifica la ubicación de la llanta dentro de la unidad.
- Unidad: este se refiere al número correlativo del vehículo.
- Placa: número de placa que tiene el vehículo.
- Kilometraje: con el que inicia su vida útil.
- Profundidad final y kilometraje final: es aquel con el cual finaliza la vida útil de la llanta como nueva y procede a su inspección para su posible vitalizado o descarte.

## **6.2. Hojas de registro para pilotos**

Estas hojas son diseñadas para la inspección rutinaria de los vehículos antes de iniciar su turno, se realiza un chequeo general de todas las llantas de la unidad para verificar las condiciones en las que se encuentra las llantas del vehículo antes de operar.

### **6.2.1. Daños de las llantas**

Las hojas de verificación cuentan con una sección específica para reportar los daños en las llantas ocasionados durante la operación de la unidad.

En esta sección se solicita la siguiente información:

- Unidad: este se refiere al número correlativo del vehículo.
- Kilometraje: reportado cuando se reporta el daño.
- Detalle del daño: es una breve descripción del daño con el que cuenta la llanta.
- Posible causa: se detallan las posibles causas que llevaron al daño.

### **6.2.2. Inducción para pilotos del uso de las hojas**

Parte de los accidentes que ocurren en las carreteras son debido al mal mantenimiento de las llantas, pues no son inspeccionadas con regularidad, ofreciendo un mayor riesgo durante el transporte de los productos y su operación.

La inspección de las llantas con las que cuenta la unidad debe de realizarse diariamente con el fin de evitar accidentes durante su operación, los datos solicitados para este registro son:

- Kilometraje: es el kilometraje que se encuentra en ese momento la unidad para realizar la inspección.
- Unidad: este se refiere al número correlativo del vehículo.
- Posición: es la ubicación de la llanta dentro de la unidad.
- Quemado: es el número correlativo de las llantas.
- Profundidad: es el chequeo de la profundidad de cada llanta.
- Presión de aire: es la presión de aire con la que cuentan las llantas.
- Daños: son todos aquellos daños que puedan ser reparados antes de su operación.

### **6.3. Hojas de registro para administración**

Las hojas de registro para administración se utilizan para llevar un detalle y control de los costos incurridos por la compra de llantas nuevas o su vitalizado para cada unidad.

#### **6.3.1. Registro de costos de llantas por vehículo**

El registro de los costos se lleva a cabo de manera computarizada el cual cuenta con la información detallada de cada unidad en su valor de los costos de las llantas nuevas, y cada proceso de vitalizado que han tenido, a su vez del costo por adquirir aros, si en caso alguno se dañara o fuera reemplazado.

### **6.3.2. Inducción para completar hojas de registro**

Este diseño de contabilizar los costos por unidad ofrece un formato amigable y de fácil comprensión, en el cual se ingresa la siguiente información:

- Unidad: este se refiere al número correlativo del vehículo.
- Placa: número de placa que tiene el vehículo.
- Quemado: es el número correlativo de las llantas.

Cada llanta nueva se anotará: su fecha de compra, el kilometraje de la unidad al momento de colocarla y su costo. Al momento de pasar por un proceso de vitalizado se ingresa nuevamente, la fecha del vitalizado, el kilometraje de la unidad, al momento de utilizarla y el costo del vitalizado.

En la sección de los aros de la unidad se ingresa igualmente el código del aro, la fecha, el kilometraje y el costo.



## CONCLUSIONES

1. La importancia de la elección de una banda de rodamiento adecuada para cada uno de los ejes del transporte brinda al transportista seguridad y rendimiento durante el recorrido.
2. Al conocer los daños que afectan a las llantas, el más frecuente se debe a las perforaciones por objetos externos, estos, se encuentran en la carretera debido a los chatarreros que dejan en el camino objetos metálicos.
3. El método técnico y automatizado por su tecnología ofrece mayores ventajas sobre el proceso empírico, que debido a su proceso rústico y de baja calidad, empresas que manejan un nivel de exigencia alto se ven afectadas al utilizar procesos pobres en seguridad arriesgando su prestigio.
4. El proceso conveniente para la reducción de costos de operación sin afectar la seguridad en todo momento es el proceso técnico y automatizado ya que realiza un mejor trabajo, debido a la utilización del equipo y herramienta adecuada brindando confianza, garantía y seguridad.
5. La utilización de diferentes diseños para el transporte se debe al trabajo que se realiza en cada eje, la construcción radial brinda una mayor seguridad por su proceso de fabricación. Las marcas utilizadas para el transporte son Remington, Firestone, Bridgestone y West Lake.

6. El rendimiento de una llanta vitalizada comparada con la llanta nueva muestra un rendimiento completamente equivalente a una llanta nueva.
7. Los registros diseñados para llevar a cabo el control interno de los costos y daños son realizados de una manera computarizada, al ofrecer mayor accesibilidad para llevar un control detallado y ordenado de las llantas.

## RECOMENDACIONES

1. Para evitar desbalanceo dentro de los ejes y el desgaste irregular se debe utilizar en cada eje un mismo tipo de perfil de llanta, evitando totalmente intercalar perfiles bajos y normales.
2. Para obtener un mejor rendimiento en el desgaste de las llantas se recomienda rotar las llantas cada 15 000 a 20 000 kilómetros debido a que si la unidad de transporte cuenta con una mala alineación, las llantas no se vean afectadas con desgastes irregulares y deban de ser reemplazadas con mayor prontitud.
3. Cada cambio de llantas completo en una unidad debe de llevarse a una alineación para su ajuste, debido a las variaciones que sufren los ejes durante su recorrido.
4. El piloto debe de realizar un chequeo de las llantas de preferencia antes de salir del predio, al llegar a su destino y al regresar al predio con el propósito de brindar seguridad en todo momento.
5. La forma de almacenamiento de las llantas debe de ser una sobre otra en forma de columna, únicamente la llanta sin aro, ya que si se almacenan con el aro estas sufren por el peso que estas se ejercen unas sobre otras deformando la llanta por el calor y la presión.



## BIBLIOGRAFÍA

1. BRIDGESTONE de México, S.A. de C.V. *Conociendo tus llantas* [en línea]. México, 2011. Disponible en: <http://www.bridgestone.com.mx/index.asp?action=content.main&clD=4,115,116>
2. CARDONA BOTEQ, Luis Alfonso. *La implementación de un sistema de costos estándar para una industria dedicada al reencauche de llantas comercial pesado*. Trabajo de graduación de Licenciatura en Contador Público y Auditor. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas, 2002. 133 p.
3. HERRERA CASTILLO, Brenda Yecelía. *Mejora de métodos en el proceso de ensamble de llantas de camión en una industria de caucho*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 120 p.
4. MICHELLINI España, *Todo sobre el neumático* [en línea]. España, 2010. Disponible en: <http://www.michelin.es/neumaticos/consejos/todo-sobre-el-neumatico/>
5. NEUNER, John J. W. *Contabilidad de costos: principios y práctica*. México: Limusa, 2006. 823 p.

6. SALGUERO MORALES, Haroldo René. *Manual para el control administrativo de neumáticos que se utilizan en las flotas de vehículos*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1997. 89 p.
  
7. ZAMORA ESCOBAR, Jorge Wilderd. *Implementación de controles en las llantas de los equipos y cabezales en una empresa de transporte pesado para reducir costos de operación*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 158 p.

## APÉNDICES



Figura 47. Formato de registro de llantas

Nº de quemado.	
----------------	--

AREA LLANTA NUEVA								
Marca	Medida	Profundidad inicial	Posición	Unidad	Placa	Kilometraje	Profundidad final	Kilometraje final

AREA LLANTA VITALIZADA											
Vitalizado	Diseño	Profundidad	Posición	Unidad	Placa	Kilometraje	Rotación				
							Profundidad	Posición	Kilometraje	profundidad final	kilometraje final
1											
2											
3											
4											

Fuente: elaboración propia.

Figura 48. Formato de registro para pilotos

HOJA DE VERIFICACIÓN DIARIA

Unidad:       Kilometraje:       Fecha:

Posición	Nº de quemado	Profundidad	Presión de aire	Daños
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				

DAÑOS DURANTE OPERACIÓN

Unidad:       Kilometraje:       Fecha:   
 Hora:

Detalle del daño:

Posible causa:

Sobrecarga       Golpes       Perforaciones  
 Baja presión       Desgaste Irregular       Daño por el aro

Fuente: elaboración propia.

Figura 49. Formato administrativo

MANEJO ADMINISTRATIVO DEL COSTO DE LLANTAS

Unidad:		Placa:	
---------	--	--------	--

LLANTAS

Quemado	Posición	Nueva			Vitalizada		
		Fecha	kilometraje	Costo	Fecha	kilometraje	Costo

Aros

Código del aro	Fecha	kilometraje	Costo

Fuente: elaboración propia.



## **ANEXOS**



Cotizaciones vitalizado de llantas

Figura 50. **Cotización Vifrio reencauche 11R22,5**



Guatemala, 7 de julio de 2010

Señores  
Estimada AXEL MARIN



Para nosotros es un gusto el poder presentar la cotización de sus llantas y servicios  
Según su solicitud

**PROFORMA**

Unidades	Descripcion	Marca	Diseño	Precio Unitario de lista	Precio con Descuento	Total
1	11R22.5	REENCAUCHE		Q 1,687.50	Q 1,350.00	Q 1,350.00
		BANDAG		Q -	Q -	Q -
				Q -	Q -	Q -
					Q -	Q -
<b>TOTAL DE LLANTAS</b>						<b>Q 1,350.00</b>

**Nota:**

- > Al cancelar en efectivo, cheque o tarjeta se aplicarán precios de esta proforma
- > Si cancela con cheque favor de emitirlo a nombre de **Llantas Vifrio, S.A.**
- > Pregunte por nuestros planes de extrafinanciamiento con Visa o Credomatic
- > Las existencias puede varias según movimiento de la misma sin previo aviso
- > La presente cotizacion tiene vigencia de **8 dias habiles**

Esperamos poder servirle con calidad, seguridad y servicio de su centro de servicio BTS Roosevelt  
Cualquier duda o información al respecto favor comunicarse con su asesor

Carlos Camey  
Tel. Directo: 2413-1314 -15, Cel. 50620194

Fuente: Vifrio, 2010.

Figura 51. Cotización Vifrio reencauche 295/80 R22,5



Guatemala, 7 de julio de 2010

Señores

Estimada AXEL MARIN



Para nosotros es un gusto el poder presentar la cotización de sus llantas y servicios  
Según su solicitud

**PROFORMA**

Unidades	Descripcion	Marca	Diseño	Precio Unitario de lista	Precio con Descuento	Total
1	295/80R22.5	REENCAUCHE		Q 1,687.50	Q 1,350.00	Q 1,350.00
		BANDAG		Q -	Q -	Q -
				Q -	Q -	Q -
				Q -	Q -	Q -
<b>TOTAL DE LLANTAS</b>						<b>Q 1,350.00</b>

**Nota:**

- > Al cancelar en efectivo, cheque o tarjeta se aplicarán precios de esta proforma
- > Si cancela con cheque favor de emitirlo a nombre de **Llantas Vifrio, S.A.**
- > Pregunte por nuestros planes de extrafinanciamiento con Visa o Credomatic
- > Las existencias puede varias según movimiento de la misma sin previo aviso
- > La presente cotizacion tiene vigencia de **8 dias habiles**

Esperamos poder servirle con calidad, seguridad y servicio de su centro de servicio BTS Roosevelt  
Cualquier duda o información al respecto favor comunicarse con su asesor

Carlos Camey

Tel. Directo: 2413-1314 -15, Cel. 50620194

Fuente: Vifrio, 2010.

Figura 52. Cotización Llanresa



PROFORMA NO.: 205710

GUATEMALA, 5/07/2010  
 CLIENTE: TRANSPORTES RIVERO GALVEZ  
 ATENCION AXEL ESTUARDO

CLAVE	PRODUCTO		PRECIO	TOTAL
7119	LLANTA NUEVA TOYO 11R22.5 (DOBLE SERVICIO)	20	Q 3,600.00	Q 72,000.00
5643	LLANTA NUEVA TOYO 11R22.5 (DIRECCIONALES)	20	Q 3,400.00	Q 68,000.00
5643	LLANTA NUEVA FIRESTONE 11R22.5 (DIRECCIONALES)	20	Q 2,950.00	Q 59,000.00
<b>LLANTAS REENCAUCHADAS</b>				
11285	LLANTA REENCAUCHADA 11R22.5	20	Q 1,700.00	Q 34,000.00
<b>TOTAL</b>				

NOTA: INCLUYE INSTALACION  
 SE LE MANEJAN PRECIOS ESPECIALES POR SER  
 ESTA CANTIDAD DE LLANTAS

OBSERVACIONE SUJETOS A CUALQUIER CAMBIO SIN PREVIO AVISO  
 EN ESPERA DE RECIBIR LA ORDEN DE COMPRA RESPECTIVA, ME SUSCRIBO A USTED.

ATENTAMENTE  
 WILLIAMS HERRERA  
 CENTRO DE SERVICIO AGUILAR BATRES  
 ASESOR DE VENTAS

**!LO NUESTRO ES CALIDAD EN REENCAUCHE!**

Calzada Aguilar Batres 18 calle esquina zona 11  
 PBX: 2472-7292 al 96 FAX: 2472-7291

eMail: savila@llanresa.com.gt  
 www.llanresa.com.gt

Fuente: Llanresa, 2010.

Figura 53. Cotización Distribuidora Cruz reencauche



**Distribuidora Cruz, S. A.**

LLANTAS NUEVAS - REENCAUCHE  
SERVICIO

COTIZACIÓN NO. 3710

SEÑORES: Transportes Rivoiro Galvez NIT: \_\_\_\_\_  
 CON ATENCIÓN A: Axel Marin TEL: \_\_\_\_\_  
 DIRECCIÓN: CIUDAD FAX: \_\_\_\_\_  
 E-mail \_\_\_\_\_

Cantidad	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	LLANTA NUEVA		
1	LLANTA REENCAUCHADA MEDIDA 11R22.5 EN CUALQUIER DISEÑO	Q 1,740.00	Q 1,740.00
	TOTAL		Q 1,740.00

CONDICIONES: \*CONTADO\*

FORMA DE PAGO: EXTENDER CHEQUE A NOMBRE DE: DISTRIBUIDORA CRUZ, S.A.

- A) EFECTIVO.
- B) CHEQUE DE CAJA
- C) POR MEDIO DE DEPOSITOS BANCARIOS EN EFECTIVO.
- D) ACEPTAMOS TODAS LAS TARJETAS DE CREDITO



LLANTAS DE AUTOMOVIL: El precio incluye instalación, balanceo y válvulas.  
 LLANTAS INDUSTRIALES Y AGRICOLAS: Instalación en planby servicio móvil de instalación en el perímetro de la ciudad. SIN COSTO.  
 NOTA: VALVULA Y O'RING (DE SER NECESARIO) TIENEN COSTO ADICIONAL.

GUATEMALA, 08 DE JULIO DE 2010 MA. JOSÉ PONCE  
 PBX: 2223-9000

19 Avenida 8-10 Zona 11  
 Guatemala, Guatemala  
 ventas@distribuidoracruz.com  
 info@distribuidoracruz.com  
 PBX: 2223-9000 FAX: 2474-3711  
 www.distribuidoracruz.com

Fuente: Distribuidora Cruz, 2010.

Cotizaciones llantas nuevas.

Figura 54. Cotización Vifrio llanta nueva 425/65 R22,5



Guatemala, 7 de julio de 2010

Señores  
Estimada AXEL MARIN



Para nosotros es un gusto el poder presentar la cotización de sus llantas y servicios  
Según su solicitud

**PROFORMA**

Unidades	Descripción	Marea	Diseño	Precio Unitario de lista	Precio con Descuento	Total
1	425/65R22.5	MICHINLIN		Q 9,977.50	Q 7,982.00	Q 7,982.00
				Q -	Q -	Q -
				Q -	Q -	Q -
				Q -	Q -	Q -
<b>TOTAL DE LLANTAS</b>						<b>Q 7,982.00</b>

**Nota:**

- > Al cancelar en efectivo, cheque o tarjeta se aplicarán precios de esta proforma
- > Si cancela con cheque favor de emitirlo a nombre de **Llantas Vifrio, S.A.**
- > Pregunte por nuestros planes de extrafinanciamiento con Visa o Credomatic
- > Las existencias puede varias según movimiento de la misma sin previo aviso
- > La presente cotización tiene vigencia de **8 días hábiles**

Esperamos poder servirle con calidad, seguridad y servicio de su centro de servicio BTS Roosevelt  
Cualquier duda o información al respecto favor comunicarse con su asesor

Carlos Camey  
Tel. Directo: 2413-1314 -15, Cel. 50620194

Fuente: Vifrio, 2010.

Figura 55. Cotización Vifrio llanta nueva 11R22,5



Guatemala, 7 de julio de 2010

Señores  
Estimada AXEL MARIN



Para nosotros es un gusto el poder presentar la cotización de sus llantas y servicios  
Según su solicitud

**PROFORMA**

Unidades	Descripcion	Marca	Diseño	Precio Unitario de lista	Precio con Descuento	Total
1	11R22.5	MICHINLIN		Q 5,837.50	Q 4,670.00	Q 4,670.00
				Q -	Q -	Q -
				Q -	Q -	Q -
					Q -	Q -
<b>TOTAL DE LLANTAS</b>						<b>Q 4,670.00</b>

**Nota:**

- > Al cancelar en efectivo, cheque o tarjeta se aplicarán precios de esta proforma
- > Si cancela con cheque favor de emitirlo a nombre de **Lantas Vifrio, S.A.**
- > Pregunte por nuestros planes de extrafinanciamiento con Visa o Credomatic
- > Las existencias puede varias según movimiento de la misma sin previo aviso
- > La presente cotizacion tiene vigencia de **8 dias habiles**

Esperamos poder servirle con calidad, seguridad y servicio de su centro de servicio BTS Roosevelt  
Cualquier duda o información al respecto favor comunicarse con su asesor

Carlos Camey  
Tel. Directo: 2413-1314 -15, Cel. 50620194

Fuente: Vifrio, 2010.

Figura 56. Cotización Vifrio llanta nueva 295/80 R22,5



Guatemala, 7 de julio de 2010

Señores  
Estimada AXEL MARIN



Para nosotros es un gusto el poder presentar la cotización de sus llantas y servicios  
Según su solicitud

**PROFORMA**

Unidades	Descripción	Marca	Diseño	Precio Unitario de lista	Precio con Descuento	Total
1	295/80R22.5	MICHINLIN		Q 7,227.50	Q 5,782.00	Q 5,782.00
				Q -	Q -	Q -
				Q -	Q -	Q -
				Q -	Q -	Q -
<b>TOTAL DE LLANTAS</b>						<b>Q 5,782.00</b>

**Nota:**

- > Al cancelar en efectivo, cheque o tarjeta se aplicarán precios de esta proforma
- > Si cancela con cheque favor de emitirlo a nombre de **Llantas Vifrio, S.A.**
- > Pregunte por nuestros planes de extrafinanciamiento con Visa o Credomatic
- > Las existencias puede varias según movimiento de la misma sin previo aviso
- > La presente cotización tiene vigencia de **8 días hábiles**

Esperamos poder servirle con calidad, seguridad y servicio de su centro de servicio BTS Roosevelt  
Cualquier duda o información al respecto favor comunicarse con su asesor

Carlos Camey  
Tel. Directo: 2413-1314 -15, Cel. 50620194

Fuente: Vifrio, 2010.

Figura 57. Cotización Distribuidora Cruz llantas nuevas R22,5



**Cruz Rentéc**  
Reencauchadora  
Indelband

COTIZACIÓN NO. 5873

SEÑORES: Transportes Rivoiro Galvez

DIRECCION: CIUDAD

NIT: C.F.

TEL: \_\_\_\_\_

FAX: \_\_\_\_\_

CON ATENCION A: Axel Marin

Cantidad	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	<b>LLANTA NUEVA</b>		
2	385/65R22.5 CR976A DIRECCIONAL/ WEST LAKE/ CHINA	Q. 3,725.00	Q. 7,450.00
2	11R22.5 CR989 DIRECCIONAL 16PLY TL/ WEST LAKE/ CHINA	Q. 2,675.00	Q. 5,350.00
TOTAL .....			Q. 12,800.00

**CONDICIONES:** FORMA DE PAGO:

A) EFECTIVO.  
B) CHEQUE DE CAJA.  
C) POR MEDIO DE DEPOSITOS BANCARIOS EN EFECTIVO.  
D) ACEPTAMOS TODAS LAS TARJETAS DE CREDITO.

**VALIDEZ DE LA OFERTA:**

15 DIAS



LLANTAS DE CAMION: Instalación en planta y servicio móvil de instalación en el Depto. de Guatemala SIN COSTO  
 LLANTAS INDUSTRIALES Y AGRICOLAS: Instalación en planta y servicio móvil de instalación en el Depto. de Guatemala SIN COSTO  
 Nota: VALVULA Y O'RING (DE SER NECESARIO) TIENEN COSTO ADICIONAL  
 LLANTAS DE AUTOMOVIL: Instalación, balanceo y válvulas SIN COSTO EN DISTRIBUIDORA CRUZ, S.A.  
 Adicionalmente se ofrece servicio de Alineación de Automóvil.

GUATEMALA, \_\_\_\_\_

08 DE JULIO DE 2010

MA. JOSÉ PONCE

PBX: 2223-9000

19 Avenida 8-10 Zona 11  
Guatemala, Guatemala  
ventas@distribuidoracruz.com  
info@distribuidoracruz.com  
PBX: 2223-9000 FAX: 2474-3711  
www.distribuidoracruz.com

Fuente: Distribuidora Cruz 2010.

Figura 58. Cotización Vitatrac



Guatemala, 07 de Julio de 2010

Señores  
TRANSPORTES RIVEIRO GALVEZ  
Atención: Axel Marín  
Presente

Estimado Sr. Marín:

Atendiendo a su amable solicitud tengo el agrado de presentar a su consideración la siguiente cotización:

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNIT.	TOTAL
10	Bridgestone 11 R22.5	Q 3,190.00	Q 31,900.00
10	Hankook 11 R22.5	Q 1,490.00	Q 14,900.00
10	Bridgestone 295/80 R22.5	Q 3,500.00	Q 35,000.00
1	Reecauche 11 R22.5	Q 1,690.00	Q 1,690.00
Total			Q 83,490.00

En espera de sus comentarios;

Atentamente,

*Marleny Velasquéz*

2419-3364

Fuente: Vitatrac, 2010.

Figura 59. Quema de llantas

AMBIENTE

## QUEMA DE LLANTAS

**E**s lamentable que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, pese a tener un buen ministro, aunque malos subalternos, no impide que en el km 20, carretera a Ciudad Quetzal, San Juan Sacatepéquez, continúe la quema de llantas, lo que genera humo y, con ello, una tragedia ambiental, por la contaminación. Me cansé de haber denunciado el problema en aquella entidad.

La última incineración de neumáticos ocurrió el 8 de enero, cuando hacía dos días habían hecho algo similar. En cada acción queman de 40 a 50 llantas, desde hace más de un año, y al menos una vez a la semana, sin que importe el daño que ocasionan al entorno.

Al parecer, chatarreros de esa área desechan los neumáticos para que los quemen, y recogen los restos de alambre de los cauchos.

Si este problema se diera en un sector residencial, ya hubieran actuado las autoridades. Por favor, esta actitud ocasiona una tragedia ambiental. La gente que vive en los alrededores del sector padece las consecuencias, y aún así paga sus impuestos.

**Rony Zúñiga**  
*ronyzn06@hotmail.com*



Foto Prensa Libre: ARCHIVO

**En la ruta** a Ciudad Quetzal, malos vecinos queman llantas una vez por semana.

Fuente: Prensa Libre 13 de enero de 2009.

Figura 60. Acuerdo Ministerial 332-2004



MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
GUATEMALA, C. A.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
Acuerda Prohibir la Quema Indiscriminada de Llantas en el Territorio Nacional

ACUERDO MINISTERIAL No. 332-2004

Guatemala, 24 de junio de 2004

El Ministro de Ambiente y Recursos Naturales

CONSIDERANDO:

El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico.

CONSIDERANDO:

Que en los últimos años se ha venido manifestando, en algunos sectores de la sociedad malas prácticas que dañan la atmósfera y que van desde la quema de basura en vía pública hasta de llantas, situación que produce gases de efecto invernadero que alteren la capa de ozono.

CONSIDERANDO:

Que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales es la instancia nacional encargada de evaluar el estado ambiental del país, así como de su control y seguimiento de conformidad con la ley.

POR TANTO:

En el ejercicio de las atribuciones que le confieren los artículos: 97, 194 inc. a) y f) de la Constitución Política de la República de Guatemala; 12 de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente; 29 "bis" del Decreto 90-2000 del Congreso de la República; 5 del Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Continuación de la figura 60.



MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
GUATEMALA, C. A.

ACUERDA:

**PROHIBIR LA QUEMA INDISCRIMINADA DE LLANTAS EN EL TERRITORIO NACIONAL.**

**Artículo 1. Prohibición.** Se prohíbe terminantemente la quema indiscriminada de llantas y neumáticos en cualquier lugar público o privado; calles y avenidas, y vías de comunicación en todo el territorio nacional, a efecto de prevenir daños a la salud de las personas y a la atmósfera.

**Artículo 2. Obligación.** Están obligados a colaborar con el MARN, para la prevención de quemaduras de llantas o neumáticos en lugares públicos y privados, todas las autoridades del país.

**Artículo 3. Aviso.** Los habitantes del territorio nacional, están obligados a dar aviso, por la vía más rápida al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) o a sus Delegaciones Departamentales: a la autoridad más inmediata, de cualquier conato o incendio de neumáticos que dañe la atmósfera y el aire respirable.

**Artículo 4. Sanciones y multas.** La aplicación de sanciones por infracción a las normas ambientales y a este acuerdo, corresponde al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

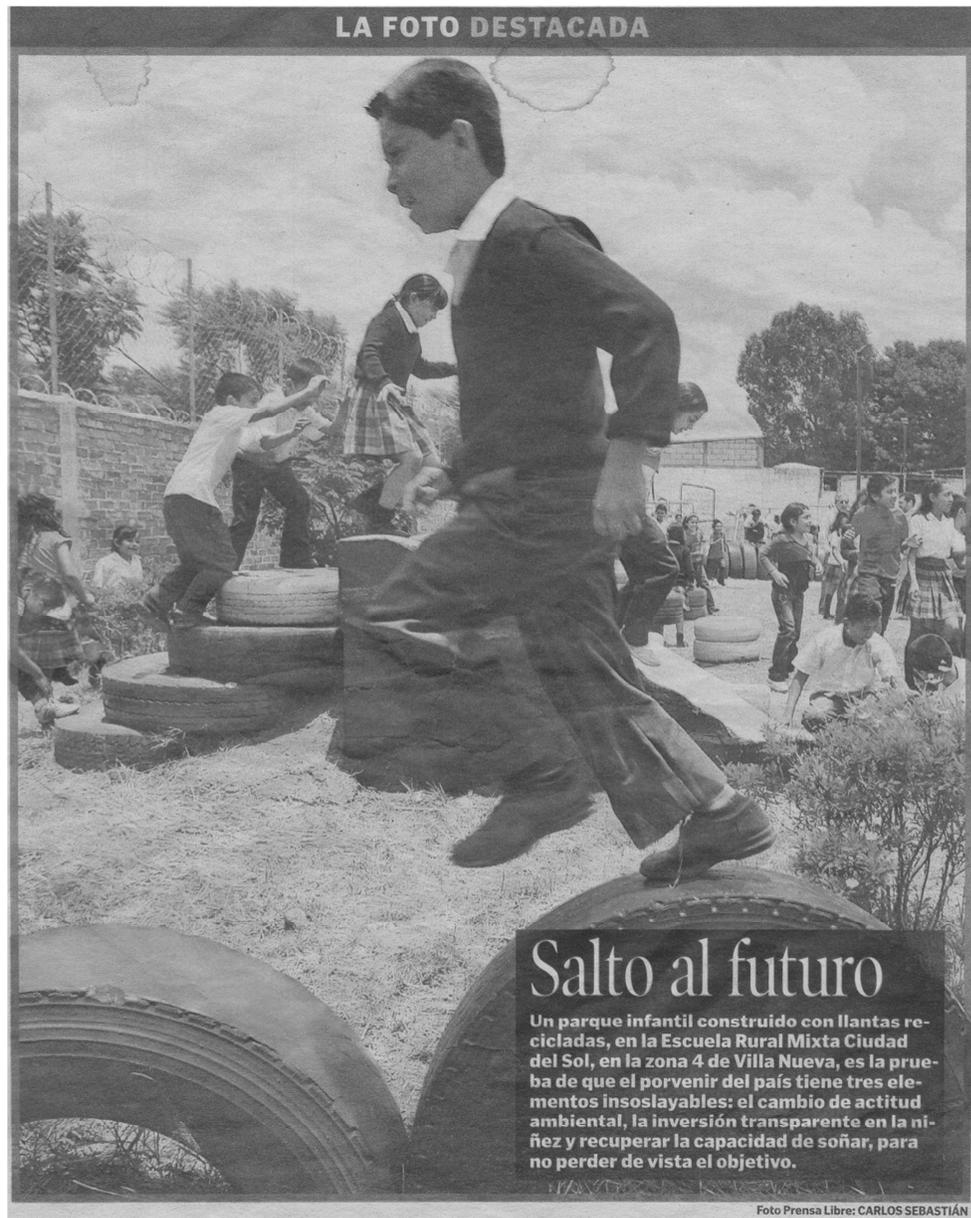
Las infracciones administrativas serán sancionadas con multas de un mil a cinco mil quetzales, respectivamente, las que se duplicarán en caso de reincidencia e ingresarán al Fondo Privativo del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. En caso de delito, éste acudirá al Ministerio Público o a los Tribunales de la República, según sea el caso.

**Artículo 5. Vigencia.** El presente acuerdo entrará en vigor inmediatamente de su publicación en el Diario de Centro América, órgano oficial del Estado.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
GUATEMALA, C. A.

Fuente: Acuerdo Ministerial 332-2004.

Figura 61. Área de juegos infantiles



Fuente: Prensa Libre 8 de agosto de 2010.