



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

**DISEÑO DE UN PROGRAMA PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN  
UTILIZANDO REENCAUCHE DE LLANTAS PARA EL TRANSPORTE PESADO**

**Héctor Estuardo Rosales de León**  
Asesorado por el Ing. Víctor Hugo García Roque

Guatemala, noviembre 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN PROGRAMA PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN  
UTILIZANDO REENCAUCHE DE LLANTAS PARA EL TRANSPORTE PESADO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**HÉCTOR ESTUARDO ROSALES DE LEÓN**  
ASESORADO POR EL ING. VÍCTOR HUGO GARCÍA ROQUE

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Akihito Tanimoto Tanimoto
EXAMINADOR	Ing. Ronald Fernando Moreno González
EXAMINADOR	Ing. José Alfredo Ramírez
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

## **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:

### **DISEÑO DE UN PROGRAMA PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN UTILIZANDO REENCAUCHE DE LLANTAS PARA EL TRANSPORTE PESADO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 8 de noviembre de 2019.

**Héctor Estuardo Rosales de León**

Guatemala, 29 de mayo de 2021

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Urquizú:

Sirva la presente para desejarle éxitos y satisfacciones personales y profesionales. Aprovecho la oportunidad para hacer de su conocimiento que en esta fecha concluí la asesoría y revisión del trabajo de graduación **“DISEÑO DE UN PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN UTILIZANDO REENCAUCHE DE LLANTAS PARA EL TRANSPORTE PESADO”**, realizado por el estudiante **Héctor Estuardo Rosales de León**, registro académico **8712361** y CUI **2494 07361 0701**, de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de esta casa de estudios superiores.

Agradeceré el seguimiento correspondiente,

Atentamente,



**Victor Hugo García Roque**  
Ingeniero Industrial  
Colegiado 5133

**Victor Hugo García Roque**  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Colegiado No. 5133

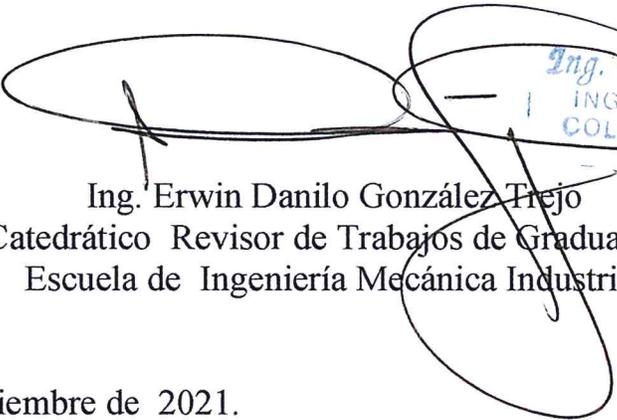


ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.097.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN UTILIZANDO REENCAUCHE DE LLANTAS PARA EL TRANSPORTE PESADO**, presentado por el estudiante universitario **Hector Estuardo Rosales de León**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Danilo González Trejo  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO ACTIVO 6182

Ing. Erwin Danilo González Trejo  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2021.

/mgp



ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.DIR.EMI.134.021

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 **DISEÑO DE UN PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN UTILIZANDO REENCAUCHE DE LLANTAS PARA EL TRANSPORTE PESADO**, presentado por el estudiante universitario **Hector Estuardo Rosales de León**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas  
Motivo: Ingeniero Industrial  
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería  
Mecánica Industrial, USAC  
Colegiado 4,272

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

Guatemala, noviembre de 2021.

/mgp



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**Decanato**  
**Facultad de Ingeniería**  
**24189101 - 24189102**  
**secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt**

DTG. 674.2021

La Decana 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: **DISEÑO DE UN PROGRAMA PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN UTILIZANDO REENCAUCHE DE LLANTAS PARA EL TRANSPORTE PESADO**, presentado por el estudiante universitario: **Héctor Estuardo Rosales de León**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, noviembre de 2021

AACE/asga

## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Dios**

Por darme la vida, sabiduría, entendimiento, paciencia, inspiración y bendiciones durante toda mi carrera.

**Mis padres**

Por estar conmigo en todo momento.

**Mis hijos**

Por ser la herencia de Jehová para mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por abrirme las puertas al conocimiento y permitirme convertirme en un profesional.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por brindarme los conocimientos importantes en el desarrollo de la carrera y marcar mi vida con una forma distinta de pensar.
<b>Mis catedráticos</b>	Que han dejado una huella en mi vida, siendo un gran ejemplo a seguir.
<b>Mis compañeros</b>	Que me acompañaron en el día a día, y por siempre brindarme su apoyo incondicional.
<b>Mi asesor</b>	Por todo el esfuerzo brindado en este proceso.
<b>CONAME</b>	Por abrirme las puertas y haberme dado la oportunidad de realizar el trabajo de tesis.



1.3.	Estructura organizacional.....	8
1.3.1.	Organigrama .....	9
1.3.2.	Descripción de puestos .....	10
1.4.	Peligros .....	10
1.4.1.	Definición de peligro .....	11
1.4.2.	Etapas de prevención de peligros .....	11
1.5.	Mantenimiento.....	11
1.5.1.	Definición.....	12
1.5.2.	Características .....	12
1.5.2.1.	Preventivo .....	12
1.5.2.2.	Correctivo .....	13
1.5.2.3.	Predictivo.....	13
1.6.	Costos de operación .....	14
1.6.1.	Costos de repuestos .....	15
1.6.2.	Costos de mano de obra .....	15
1.6.3.	Tipos de costos asociados a las operaciones .....	15
2.	SITUACIÓN ACTUAL .....	17
2.1.	Departamento de transporte .....	17
2.1.1.	Tiempos de duración de los proyectos.....	17
2.1.2.	Análisis geográfico .....	17
2.1.3.	Análisis económico.....	18
2.2.	Departamento de ingeniería.....	18
2.2.1.	Estudios económicos .....	18
2.2.2.	Coordinación de proyectos.....	20
2.2.3.	Logística de traslado de cargas extra- dimensionadas .....	21
2.3.	Mercadeo .....	21
2.3.1.	Servicios a prestar.....	21

2.3.2.	Información de proyectos .....	22
2.4.	Departamento de seguridad e higiene industrial .....	22
2.4.1.	Salud y seguridad ocupacional .....	23
2.4.2.	Equipo de protección personal .....	23
2.5.	Departamento de mantenimiento .....	24
2.5.1.	Bodega actual.....	24
2.5.2.	Taller de reparaciones en predio .....	24
2.5.3.	Mecánicos.....	25
3.	PROPUESTA PARA DISEÑAR UN PROGRAMA PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN .....	27
3.1.	Planificación .....	27
3.1.1.	Unidades de transporte .....	30
3.2.	Clasificación de neumáticos .....	31
3.2.1.	Óptimos .....	33
3.2.1.1.	Cotización y compra de nuevos neumáticos .....	34
3.2.2.	Media vida .....	34
3.2.2.1.	Clasificación.....	35
3.2.2.2.	Evaluación .....	37
3.2.2.3.	Re utilizables .....	40
3.2.3.	Desechables .....	41
3.2.3.1.	Programación para re encauche.....	42
3.2.3.2.	Programación para reciclaje .....	43
3.2.3.3.	Sistema eco amigable .....	44
3.3.	Ejecución técnica.....	44
3.3.1.	Proyecciones según calendario .....	45
3.3.2.	Proyecciones según tiempo de trabajo .....	45
3.3.3.	Proyecciones según horas de trabajo.....	45

3.4.	Transporte pesado .....	46
3.5.	Guía de mantenimiento de neumáticos.....	48
	3.5.1. Clasificación de fallas.....	55
3.6.	Taller mecánico.....	63
3.7.	Bodega.....	63
3.8.	Actividades antes de realizar un traslado.....	63
3.9.	Hojas de control .....	64
3.10.	Historial de reparaciones.....	64
	3.10.1. Objetivos del historial .....	64
	3.10.2. Recolección de datos y su almacenamiento .....	65
	3.10.3. Fichas técnicas.....	65
	3.10.4. Control de reparaciones .....	65
3.11.	Costos de rutinas de mantenimiento .....	65
	3.11.1. Lubricantes.....	66
	3.11.2. Mano de obra .....	66
	3.11.3. Repuestos .....	66
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	67
4.1.	Sistema de clasificación de fallas recurrentes.....	67
	4.1.1. Metodología del sistema.....	67
4.2.	Mejora en plan de mantenimiento predictivo.....	68
	4.2.1. Listado de fallas repetitivas .....	69
	4.2.1.1. Fallas por desgaste .....	69
	4.2.1.2. Fallas por fractura .....	70
	4.2.1.3. Fallas por fatiga superficial.....	72
4.3.	Factores administrativos que inciden en fallas recurrentes.....	73
	4.3.1. Re encauche .....	73
	4.3.1.1. Cotización previa.....	75
	4.3.1.2. Ejecución de compra.....	77

4.3.1.3.	Cronograma de rotación .....	77
4.3.2.	Neumáticos nuevos .....	83
4.3.2.1.	Cotización previa .....	84
4.3.2.2.	Ejecución de compra .....	85
4.3.3.	Taller mecánico .....	85
4.3.3.1.	Stock actualizado de inventario .....	85
4.3.3.2.	Cronograma de rotación de inventario .....	85
4.3.4.	Supervisor de mantenimientos .....	86
4.3.4.1.	Ejecución en predio de CONAME.....	86
4.3.4.2.	Tiempos estimados de reparación.....	87
4.4.	Factores ambientales que inciden en fallas recurrentes.....	89
4.5.	Factores de riesgo que afectan los traslados .....	89
4.5.1.	Planificación de horario para traslado.....	89
4.5.2.	Estudio y análisis de rutas a transitar .....	89
4.5.3.	Cálculos y especificaciones de carga a trasladar ...	90
4.5.4.	Estado físico y mecánico de unidades para traslado.....	90
4.5.5.	Destreza del personal a cargo de los traslados.....	90
4.6.	Plan de capacitación .....	90
4.6.1.	Inspectores de calidad.....	91
4.6.2.	Técnicos revisores.....	91
4.6.3.	Pilotos.....	91
4.6.4.	Supervisores.....	92
4.6.5.	Jefes de proyectos.....	92
4.6.6.	Mecánicos.....	92
4.7.	Sistema de documentación y registro.....	93
4.7.1.	Ingreso a predio.....	93
4.7.2.	Egreso de predio .....	93

4.7.3.	Plan de ruta .....	93
4.7.4.	Seguridad industrial.....	94
4.7.4.1.	Equipo de protección personal .....	94
4.7.4.2.	Equipo de señalización .....	94
4.7.4.3.	Equipo de cabina de transporte pesado.....	94
4.7.4.3.1.	Radio de comunicación en estado operativo.....	95
4.7.4.4.	Cinturones de seguridad .....	95
4.7.4.5.	Extintores .....	95
4.7.4.5.1.	Inventario .....	95
4.7.4.5.2.	Clasificación .....	96
4.8.	Costos debidos a la mejora.....	96
4.8.1.	Suministros de repuestos .....	96
4.8.2.	Rotación de inventario.....	96
4.8.3.	Mano de obra .....	97
4.9.	Beneficios esperados en la reducción de fallas inesperadas ...	97
4.9.1.	Aumento de tiempo efectivo en proyectos.....	97
4.9.2.	Reducción de costos en compras de repuestos.....	97
4.9.3.	Reducción de fallas inesperadas.....	98
4.10.	Análisis de costo-beneficio de implementación de la propuesta .....	98
4.10.1.	Valor presente de ingresos.....	99
4.10.2.	Valor presente de egresos .....	99
4.10.3.	Costo - beneficio .....	99
4.10.4.	Índice de costo - beneficio.....	100

5.	MEJORA CONTINUA Y SEGUIMIENTO .....	101
5.1.	Análisis mensual de reportes.....	101
5.1.1.	Reporte taller mecánico.....	101
5.2.	Programación de re encauche.....	102
5.2.1.	Cotización.....	102
5.2.2.	Compra.....	103
5.2.3.	Tiempo de entrega.....	103
5.3.	Lubricación correcta .....	103
5.3.1.	Elementos rodantes.....	104
5.4.	Limpieza periódica de las unidades de transporte.....	105
5.4.1.	Externa - Interna .....	106
5.5.	Cronograma de revisión .....	106
5.5.1.	Supervisor de proyectos .....	106
5.6.	Sistema de documentación .....	106
5.6.1.	Historial de reparaciones realizadas a los neumáticos .....	107
5.6.2.	Registro de neumáticos que han presentado fallas .....	107
5.6.3.	Recomendaciones .....	108
5.7.	Auditoría .....	108
5.7.1.	Internas.....	108
5.7.2.	Externas .....	108
	CONCLUSIONES .....	109
	RECOMENDACIONES .....	111
	BIBLIOGRAFÍA.....	113
	ANEXOS .....	115



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Transporte de carga sobredimensionada .....	6
2.	Plataforma y remolques .....	6
3.	Lowboys .....	7
4.	Pipas .....	8
5.	Organigrama .....	9
6.	Esquema de trabajo de los mecánicos.....	25
7.	Diagrama de planificación .....	28
8.	Profundimetro.....	34
9.	Tolerancias para reparaciones.....	40
10.	Proceso de re encauche .....	42
11.	Comparación de aire versus nitrógeno.....	50
12.	Control de presión interna del neumático.....	51
13.	Acciones preventivas para retirar el neumático.....	54
14.	Indicadores de desgaste de un neumático.....	56
15.	Falla por desgarramiento .....	57
16.	Daño por objeto extraño en la vía .....	57
17.	Daño por agrietamiento.....	57
18.	Agrietamiento y falta de labor.....	58
19.	Pellizcamiento por golpe .....	58
20.	Desgaste unilateral sobre el hombro.....	58
21.	Desgarramiento y daño por corte y rasgadura .....	59
22.	Poca labor y desgaste ondulado .....	59
23.	Desgaste unilateral sobre el hombro.....	60

24.	Superficie lisa y desgaste en costillas.....	60
25.	Desgaste tipo depresión intermitente y superficie lisa .....	61
26.	Desgaste tipo depresión intermitente y corte .....	61
27.	Desgaste tipo contrapelo y desgarramiento.....	62
28.	Desgaste unilateral sobre el hombro .....	62
29.	Áreas donde puede sufrir desgaste un neumático .....	70
30.	Sección transversal de un neumático .....	71
31.	Fallas por fatiga en neumáticos .....	72
32.	Diagrama de reencauche.....	74
33.	Rotación de neumáticos de eje direccional.....	78
34.	Rotación de neumáticos del eje de tracción de configuración 4x2 .....	79
35.	Rotación de neumáticos del eje de tracción de configuración 6x4 .....	80
36.	Rotación de neumáticos del eje de arrastre de configuración de vehículo 6x2.....	81
37.	Rotación de neumáticos del eje de arrastre para plataformas de tráileres .....	82
38.	Diagrama de decisión para comprar un neumático.....	83
39.	Pirámide de factores para comprar un nuevo neumático.....	84
40.	Matriz de historial de fallas en los neumáticos.....	107

## TABLAS

I.	Características del mantenimiento.....	12
II.	Costos de repuestos .....	15
III.	Criterios del estudio económico .....	19
IV.	Análisis de tipo económico y financiero .....	20
V.	Desarrollo de indicadores de planificación.....	28
VI.	Tipos de neumáticos.....	32

VII.	Señales visibles de contaminación en los neumáticos para reencauche .....	38
VIII.	Aspectos a considerar para re utilizar los cascós de los neumáticos.....	41
IX.	Programación para reciclaje.....	43
X.	Configuraciones de vehículos pesados.....	47
XI.	Beneficios del re encauche .....	48
XII.	Herramientas necesarias .....	52
XIII.	<i>Ítem</i> .....	67
XIV.	Factores administrativos a considerar en las fallas recurrentes.....	73
XV.	Materia prima y elementos complementarios del reencauche .....	76
XVI.	Tiempos estimados de reparación .....	87



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Cm</b>	Centímetro
<b>GPa</b>	Gigapascales
<b>°C</b>	Grados centígrados
<b>MPa</b>	Megapascales
<b>m/s</b>	Metro sobre segundo
<b>mm</b>	Milímetro
<b>Nm</b>	Newton-metro
<b>O<sub>2</sub></b>	Oxígeno
<b>ft/s</b>	Pies sobre segundo
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Psi</b>	<i>Pound per square inch</i> (Libra por pulgada cuadrada)
<b>In(pulg)</b>	Pulgadas
<b>Fe</b>	Símbolo del elemento químico hierro



## GLOSARIO

<b>AGMA</b>	Asociación Americana de Fabricantes de Engranajes.
<b>Biodegradable</b>	Es el producto o sustancia que puede descomponerse en sus elementos químicos que los conforman, debido a la acción de agentes biológicos, como plantas, animales, microorganismos y hongos, bajo condiciones ambientales naturales.
<b>Contaminación</b>	Pertenencia de cualquier impureza material o energética, en un medio a niveles superiores a los normales.
<b>Desviación</b>	Situación existente cuando un límite crítico es incumplido.
<b>Detergente</b>	Es una sustancia tensoactiva y anfipática que tiene la propiedad química de disolver la suciedad o las impurezas de un objeto sin corroerlo.
<b>Diagrama</b>	Representación gráfica simplificada de un proceso o programa.
<b>Diagrama de flujo</b>	Representación sistemática de la secuencia de fases u operaciones llevadas a cabo en la reproducción o elaboración de un determinado producto alimenticio.

<b>Eficiencia</b>	Lograr los resultados con el mínimo de recursos posibles.
<b>Emulsificante</b>	Es un compuesto que, por su naturaleza, puede hacer que la unión de grasas y agua sea estable y no se forme dos capas, formándose una emulsión.
<b>Fosfatos</b>	Se utilizan en los detergentes para ablandar el agua porque enmascaran el calcio formando un complejo.
<b>Gestión ambiental</b>	Conjunto de operaciones técnicas y actividades gerenciales, que tienen como objetivo asegurar que la obra, industria o actividad, opere dentro de las normas legales, técnicas y ambientales exigidas.
<b>Monitoreo</b>	El proceso mediante el cual se obtienen, interpretan y evalúan los resultados de una o varias muestras, con una frecuencia de tiempo determinada para establecer el comportamiento de los valores de los parámetros de efluentes.
<b>Proceso</b>	Serie de pasos o acciones para lograr un objetivo o meta, es más específico que el programa.
<b>Programa</b>	Serie de actividades encaminadas a lograr una meta u objetivo, tiene una duración finita y recursos asignados.

## RESUMEN

La empresa CONAME se dedica a promover, representar, desarrollar y promocionar actividades en todas las ramas de la ingeniería, arquitectura, construcción industrial, comercial y agroindustrial; y, entre otras actividades, provee servicio de arrendamiento de transporte pesado que logra cubrir la necesidad de trasladar cargas especializadas, carga sobredimensionada, extra pesada y cuadrillas de personal que se necesite suplir para algún proyecto afín.

Actualmente la empresa no cuenta con un proceso de clasificación y evaluación situacional de los neumáticos, que se encuentran siendo utilizados en todas las unidades distribuidas en la república guatemalteca.

El análisis primario muestra que no tiene indicadores para la clasificación de fallas, tampoco cuenta con el historial de reparaciones realizadas a los neumáticos, incluyendo el historial del tiempo de trabajo de cada unidad de transporte pesado, también se puede concluir que en el predio no se tiene un inventario preciso y exacto, tampoco posee un plan de capacitación para el manejo adecuado en instalación de los neumáticos.

Obteniendo el problema inmediato y repetitivo de unidades varadas al ser requeridas y que se encuentran ejecutando los proyectos destinados, donde la sumatoria de estos factores, hacen que la empresa adquiera una debilidad de alto riesgo, precipitando las proyecciones de ejecución de los proyectos y por efecto directo crear clientes molestos.

Adecuadamente se iniciará con la planeación o ruta principal de trabajo para la empresa, diseñando los medios y metodología que definirán como se podrán realizar las nuevas mediciones de los diferentes sucesos y problemas presentes. Al realizar de adecuada planeación se puede establecer el programa de control y automatización del diseño del nuevo historial de fallas frecuentes en los neumáticos, fallas por inexperiencia de los pilotos o por situaciones climáticas o ajenas a los operarios.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar un programa para la reducción de costos de operación utilizando reencauche de llantas para el transporte pesado.

### **Específicos**

1. Reducir los costos en las compras no programados de los neumáticos que sean sustituidos, para incrementar las utilidades anuales de la empresa.
2. Crear un inventario actualizado de stock de neumáticos de todas las unidades, para la disminución de pedidos innecesarios en compras no programadas
3. Organizar y establecer el inventario, clasificando el estado actual de los neumáticos, del menor índice de profundidad al mayor índice de profundidad, para obtener el valor de inversión económica en el stock de inventario.
4. Diseñar una proyección de mantenimiento para el uso adecuado del cuidado de los neumáticos de las unidades de transporte pesado, de acuerdo a las especificaciones técnicas de la empresa a cargo de prestar el servicio de reencauche para evitar que la misma presente fallas mecánicas en desgastes.

5. Estandarizar los tiempos de uso y rotación de los neumáticos, para poder ser incluidos a los tiempos previstos de atrasos.
6. Diseñar la guía de mantenimiento predictivo, estableciendo los procedimientos a seguir, indicando si se necesitará realizar lubricación o el cambio de una o varias piezas mecánicas en los aros de los neumáticos, realizándolo de forma clara y precisa para que pueda ser de fácil entendimiento por el mecánico de taller.
7. Crear un archivo electrónico/digital, realizado a las unidades de transporte pesado, para iniciar el historial de los neumáticos presentes que se encuentran instalados y en qué condiciones se encuentran, para lograr establecer las fechas próximas a sus envíos para que puedan ser reencauchados, anticipándose a alguna posible falla catastrófica.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la empresa CONAME se dedica a realizar servicio de arrendamiento de transporte pesado, cuenta con una flota conformada por 19 unidades, preparadas para satisfacer la demanda de servicios y proyectos.

La relevancia e importancia de la empresa, está en poder satisfacer las necesidades de los clientes, estos clientes necesitan servicios inmediatos para poder resolver sus problemas logísticos y técnicos, también para poder satisfacer las necesidades de proyectos dentro y fuera del país.

CONAME día a día está teniendo mayor demanda, esta calidad de trabajo es el reflejo de la eficiencia en tiempos proyectados para concluir con lo demandado, y con la calificación profesional de su personal, a la fecha se encuentra atendiendo más 7 servicios de arrendamiento al mismo tiempo, solo en el área nacional, ubicando estratégicamente su personal y transporte pesado.

En el entorno industrial guatemalteco, el mayor problema es el retraso de tiempos establecidos para ejecutar los proyectos, estos tiempos pueden ser afectados de una forma directa por el mal estado y funcionamiento de las unidades de transporte pesado que se está arrendando, los problemas principales provienen por bajo o poco control del historial adecuado del desgaste y reencauche o compra de neumáticos, que no han sido calendarizados, y no se tiene un estado inicial del inventario de las unidades.

Se propone un programa de reducción de costos de operación utilizando un sistema de reencauche de neumáticos en las unidades de transporte pesado,

como herramienta ejecutable de forma temprana, a través del cual se podrán reducir elevados costos de operación de la flota de transporte.

El programa se sustenta ante el repetitivo índice de fallas en los neumáticos y compras emergentes, fallas de magnitud relevante, que ocasionan el paro total de algunas de las unidades, esto ocasiona atraso en la calendarización de ejecución de los proyectos.

Otros efectos directos del paro de las unidades, es elevar los costos de mano de obra, costos de ejecución presupuestaria para el proyecto, tiempo indefinido para poder realizar traslado de las unidades cuando se requiera un nuevo requerimiento, y así poder realizar nuevos contratos de arrendamiento.

## **1. ANTECEDENTES GENERALES**

La empresa fue creada en 1986, por la necesidad de proveer y dotar maquinaria pesada a la industria guatemalteca y satisfacer la demanda de sus traslados de mercaderías, mercancías, y equipo industrial de gran dimensionamiento.

### **1.1. Empresa CONAME, S.A.**

Empresa constructora dedicada a la planificación, ejecución y desarrollo de construcciones en general. Edificios, lotificaciones, macro construcciones, entre otros.

Se dedican a promover, representar, desarrollar y promocionar actividades en todas las ramas de la ingeniería, arquitectura, construcción industrial, comercial y agroindustrial. Planifican, administran y desarrollan proyectos de urbanización, edificios (cuyo objetivo fundamental incluye el diseño y planificación del proyecto constructivo, tanto en excavaciones, sótanos, refuerzos laterales con las vecindades y supervisión financiera y administrativa de los mismos), centros comerciales y proyectos eco-turísticos, trabajos de dragado y construcciones de protección marítima.

Tiene amplia experiencia en la realización de proyectos tales como lotificaciones, urbanizaciones, construcción de proyectos de vivienda, movimientos de tierra, excavación, demolición, carga y acarreo de material, construcción de cimientos para tanques de combustible y asfalto, construcción de pistas de rack, bordas en ríos, muros de contención, anillos de cimentación,

carreteras y puentes tanto de concreto como asfalto, infraestructura portuaria, protecciones costeras, espigones para evitar erosión en playas, colocación de tuberías para agua potable y drenajes, plantas de tratamiento de aguas residuales, alcantarillado, dragado de proyectos eco-turísticos y hoteleros, relleno, tendido, construcción de túneles colectores de aguas residuales y pluviales, supervisión de construcción de edificios comerciales en los aspectos técnicos, administrativos, financieros y diseño, elaboración de bases para construcción de urbanizaciones y edificios.

### **1.1.1. Ubicación**

Sus oficinas centrales disponibles a todo el público que desea generar proyectos innovadores con ellos se encuentran en 16 avenida 17-36 zona 10, Ciudad de Guatemala.

### **1.1.2. Historia**

Inicio con una idea vanguardista y futurista dentro de un núcleo familiar, constituido por hermanos trabajadores que deseaban superarse por medio de sus capacidades técnicas y conocimientos académicos, cuando denotaron las necesidades de la industria guatemalteca, decidieron iniciar con la empresa en los años de 1986, disponiendo de proyectos pequeños.

Eventualmente continuaban capacitándose, adquiriendo certificaciones en procesos y procedimientos de remoción de tierras, vaciados de áreas verdes y administración financiera, conjuntamente con los trabajos disponibles de trabajos arquitectónicos y obra gris, incurieron en la renta de transporte pesado para traslado de maquinarias pesadas o equipos especializados.

De esa manera nace CONAME, con toda la intención de crecer en la industria guatemalteca y ofrecer servicios, maquinaria y equipo siempre con tecnología de punta.

### **1.1.3. Misión**

Ser la empresa familiar guatemalteca, que logre satisfacer las necesidades a la industria con la ejecución de proyectos de obra gris, removimiento de tierras, dotación de maquinaria pesada, ejecución de proyectos efectivos y dotar el servicio de personal altamente calificado.

### **1.1.4. Visión**

Ser una empresa líder en Guatemala en el ramo de la ingeniería y construcción, a través de excelencia en servicios, alto profesionalismo, competitividad y atención personalizada al cliente, logrando satisfacer el mercado guatemalteco en los primeros años y a futuro.

## **1.2. Tipos de servicios**

Lotificaciones, urbanizaciones, construcción de proyectos de vivienda, movimientos de tierra, excavación, demolición, carga y acarreo de material, construcción de cimientos para tanques de combustible y asfalto, construcción de pistas de rack, bordas en ríos, muros de contención, anillos de cimentación, carreteras y puentes tanto de concreto como asfalto, infraestructura portuaria, protecciones costeras, espigones para evitar erosión en playas, colocación de tuberías para agua potable y drenajes, plantas de tratamiento de aguas residuales, alcantarillado, dragado de proyectos eco-turísticos y hoteleros, relleno, tendido, construcción de túneles colectores de aguas residuales y

pluviales, supervisión de construcción de edificios comerciales en los aspectos técnicos, administrativos, financieros y diseño, elaboración de bases para construcción de Centros Comerciales y edificios.

### **1.2.1. Administración de proyectos**

Se comprende por diferentes acciones administrativas y orientadas a darle el uso adecuado a todos los recursos disponibles para poder alcanzar los objetivos trazados dentro de un proyecto, además de aprovechar al máximo el recurso humano disponible.

#### **1.2.1.1. Logísticos**

Se emplea en el planteamiento de soluciones integrales para las empresas u organizaciones con necesidad de lograr administrar los proyectos que ejecutan y planean con simples procesos administrativos, dentro de ese conjunto de acciones se pueden marcar etapas con diferentes niveles de complejidad. En el proceso logístico es necesario incluir la programación, planeación, estimación de costos de operación y costoso logísticos por depender de una cadena de suministros.

#### **1.2.1.2. Transportes terrestres**

Provee servicio de arrendamiento de transporte pesado que logra cubrir la necesidad de trasladar cargas especializadas, carga sobredimensionada, extra pesada y cuadrillas de personal que se necesite suplir para algún proyecto a fin.

## **1.2.2. Transporte**

Cuando se piensa en transporte, no solo se identifica como el medio físico disponible, se piensa como un todo como la maquinaria disponible para los diferentes proyectos. Su flota siempre está disponible para satisfacer las demandas constantes de las exigencias de la industria, además que todas sus unidades presentan el estado físico óptimo para que no sean objetivo o motivo de retrasos en la ejecución de proyectos o traslados especializados.

### **1.2.2.1. Transporte especializado**

En la industria guatemalteca e internacional se requiere de medios de transporte denominados especializados, por medio de estos vehículos se pueden trasladar cargas extra pesadas y extra dimensionadas, algunos vehículos especializados pueden transitar en horarios especiales, además de no poder circular con tráfico común.

De esta forma es que nace el modelo de negocio CONAME colocando servicios de traslados especializados, para maquinaria industrial, equipo industrial, edificaciones con capacidad de traslado en una sola pieza, depósitos industriales, y todo lo relacionado con la industria guatemalteca.

#### **1.2.2.1.1. Carga sobredimensionada**

Pueden emplearse vehículos articulados, camas extendibles, camas de carga con dimensiones extras en su parte ancha, a estos se les pueden llamar comúnmente *lowboys* o camas de carga, modulares extensibles sus rangos disponibles pueden llegar a ser con 45 metros de largo y 12 metros como mínimo.

Figura 1. **Transporte de carga sobredimensionada**



Fuente: elaboración propia, Área de carga y descarga, CONAME.

#### 1.2.2.1.2. **Carga extra pesada**

Se emplea para trasladar carga compleja en peso, volumen, masa y tamaño total, se emplea para trasladar carga solida de un punto de origen al punto final de destino, la capacidad de carga puede ser hasta de 400 toneladas.

Figura 2. **Plataforma y remolques**



Fuente: elaboración propia, Área de carga y descarga, CONAME.

### **1.2.2.1.3. Lowboys**

Presta servicio de traslado de maquinaria pesada o carga extra dimensionada, con capacidades de hasta 12 metros de longitud y 50 toneladas de peso.

Figura 3. **Lowboys**



Fuente: elaboración propia, Área de carga y descarga, CONAME.

### **1.2.2.2. Transporte de fluidos**

El transporte de fluidos presenta constante crecimiento y expansión en los proyectos demandados, se ejecutan traslados de origen a destino, dentro de la ciudad capital y fuera de ella, en áreas rurales se consideran los estados de las carreteras para poder trasladarse y que no sufra accidentes el transporte y la carga.

Los fluidos por ser materia inestable y en constante movimiento, ha demandado de planificaciones precisas, perfectas y con cero márgenes de error, asumiendo que se trasladan 1 200 galones de combustible de alto octanaje, al

propiciar un mal diseño de traslado podrían ocurrir accidentes de relevante magnitud, por lo que se deberán diseñar rutas eficientes y perfectas.

#### **1.2.2.2.1. Pipas**

Mejor conocidas como camiones de traslado de fluidos y líquidos, en Guatemala se les conocen también como cisternas, la capacidad dependerá del cilindro de carga, que descansa sobre la cama del chasis, dependerá el material del cilindro según el diseño final establecido, se emplean para trasladar agua potable, combustible, químicos para industria de alimentos, químicos en general.

Figura 4. **Pipas**



Fuente: elaboración propia, Área de carga y descarga, CONAME.

### **1.3. Estructura organizacional**

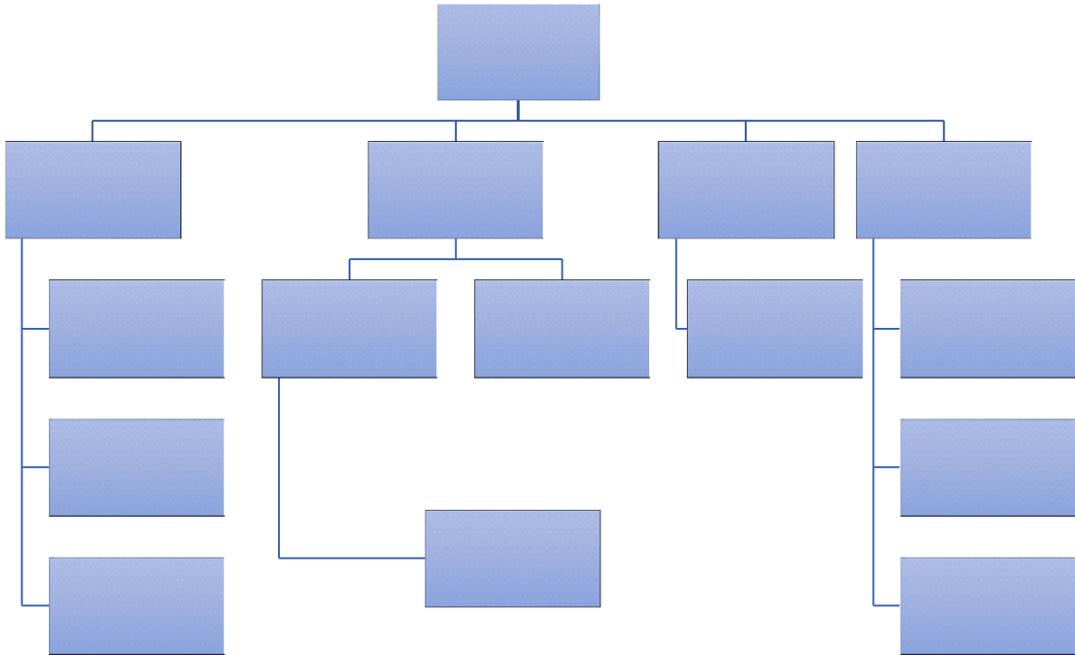
La estructura organizacional dentro de la empresa, es de sucesión vertical en líneas de mando superiores, en ciertos niveles operativos en división y función

de labores se presentan algunos aspectos similares donde los operarios o supervisores podrán tomar decisiones similares sin necesidad de estar consultando continuamente, por la necesidad y premura de no detener las operaciones del transporte pesado, por lo mismo se ejecutan de esa forma. Se presenta el esquema o diagrama organizacional de la empresa donde se ubican y clasifican las diferentes áreas laborales y personal a cargo de los supervisores, jefes de grupo, gerentes y junta directiva.

**1.3.1. Organigrama**

Destacan en su organigrama el traslado de ordenes desde la parte alta hacia sus subalternos.

Figura 5. **Organigrama**



Fuente: elaboración propia.

### **1.3.2. Descripción de puestos**

Gerente general: su rol en la empresa es dirigir a toda la organización, los empleados y utilizar los recursos disponibles, incrementar los resultados por medio de sus subalternos, diseñando estrategias corporativas para incrementar la rentabilidad por cada ciclo de operaciones alcanzado.

Gerente de operaciones: es la persona asignada para fortalecer la ejecución y pre evaluación de cada proyecto a realizarse.

Gerente de ventas: su rol dentro de la empresa, es fungir como único responsable directo del alcance y resultados del departamento de ventas, destacan en sus funciones en poder incrementar la oferta en los distintos proyectos que se deben realizar, mejorar las capacidades de trabajo de sus vendedores, forzar ventas directas, fortalecer los programas de promociones, competir con el mercado de servicios donde se encuentran.

Administración y contabilidad: verificarán constantemente que se realicen todas las actividades diseñadas, designadas y distribuidas dentro de la empresa para alcanzar los resultados proyectados, el departamento de contabilidad tiene como responsabilidad, administrar los bienes físicos y bienes económicos de la empresa, además de establecer el presupuesto general de la planilla y los costos de operaciones.

### **1.4. Peligros**

Los peligros en la industria del transporte son de amplia gama, proporcionados por factores externos a la operación, o por falta de concentración

de los pilotos u operarios que dispongan entorno a la operación que se está realizando.

#### **1.4.1. Definición de peligro**

Puede considerarse así a toda acción donde pueda existir la posibilidad, riesgo y amenaza de que logre ocurrir un accidente hacia el personal, relacionado con las operaciones y maquinaria, puede ser la posibilidad de que ocurra un contratiempo.

#### **1.4.2. Etapas de prevención de peligros**

Deberá ser integrado hacia todas las actividades presentes en la empresa, destacarán las actividades donde se puedan realizar acciones con cierto grado de riesgo de accidente. Se deberán considerar los efectos nocivos hacia la salud del personal. Parte de las acciones de prevención, es lograr identificar y evaluar los posibles riesgos, fuentes de riesgo y cuáles podrían ser las consecuencias ante la existencia de un accidente.

### **1.5. Mantenimiento**

El prevenir que un proceso sea detenido por la falta de programación es factor apremiante en la industria, el mantenimiento será definido en el transporte pesado, como la actividad de poder sustituir las piezas deterioradas que puedan entorpecer las actividades que sean necesarias.

### **1.5.1. Definición**

Se conoce el mantenimiento, como la implementación del conjunto de actividades destinadas y desarrolladas ordenadamente que permitan garantizar la continuidad del funcionamiento óptimo y prolongado en la vida útil de los equipos, instalaciones y maquinaria, mediante esas acciones se permita operar en condiciones óptimas de funcionamiento, con resultados eficientes, clima laboral seguro.

### **1.5.2. Características**

Se diferencia las de mayor relevancia en la parte superior.

Tabla I. **Características del mantenimiento**

	Ítem
1	Relación con la seguridad
2	Relación con la calidad del ambiente
3	Volumen de información
4	Productividad del mantenimiento
5	Importancia de la mano de obra
6	Dependencia de las interfaces
7	Nivel de incertidumbre

Fuente: elaboración propia.

#### **1.5.2.1. Preventivo**

Conjunto de tareas, acciones, monitoreo y actividades que se realizan en los equipos, maquinaria e instalaciones con la finalidad de prevenir los fallos no programados, además de garantizar la continuidad de las tareas programadas con interrupciones preventivas para mejorar la calidad trabajo de dichos equipos,

así mismo, el mantenimiento preventivo alargar la vida útil de dichos equipos, evitar retrasos e inconformidades en los procesos asignados. Con el adecuado mantenimiento preventivo, la empresa puede organizar sus fechas y horarios de mantenimiento, la compra de repuestos, lubricantes y piezas especiales que serán empleadas, evitando así las compras de último momento pagando altos costos de adquisición.

#### **1.5.2.2. Correctivo**

Luego que se presenta una falla inesperada o avería por la que se compromete el adecuado funcionamiento de la maquinaria, se deberá destacar a personal capaz de resolver dicha situación, el mantenimiento correctivo consiste en poder solucionar el problema presente o solucionar la falla ocurrida por la que se detienen las operaciones, el problema del mantenimiento correctivo radica en el uso de recurso económico que no ha sido asignado a estas actividades, representando a la empresa costos elevados de reparaciones.

#### **1.5.2.3. Predictivo**

Se deberán realizar diferentes actividades y acciones de monitoreo, programación y proyección, que permitan adelantarse a una posible falla en los equipos y maquinaria pesada, parte esencial del mantenimiento predictivo es apoyarse en el manual del fabricante, donde se estiman los tiempos máximos de operaciones previo a detener el equipo y realizar así las actividades necesarias relacionadas al intercambio de piezas, validación del estado de vida de accesorios y sustitución de fluidos, lubricantes o todo lo que pueda derivar un fallo mecánico.

## **1.6. Costos de operación**

La ingeniería administrativa es una actividad humana que reúne los elementos necesarios para que los recursos humanos y materiales de una empresa cumplan con los objetivos predeterminados por ésta. Es notorio que todos los elementos son mutables y la maquinaria no es la excepción; si se desea que siga funcionando de acuerdo con la idea que originalmente se concibió, es necesario e indispensable darles atención a sus necesidades hacer una serie de trabajos, tales como inspecciones, pruebas, lubricaciones, reparaciones, limpiezas, entre otros.

En la actualidad la industria guatemalteca cuenta con maquinaria que en su mayoría necesita atenciones constantes por parte de mantenimiento, con la finalidad de conservar optimó el servicio para el cual fueron diseñadas, aun cuando los avances tecnológicos son crecientes y surjan dispositivos para realizar el mantenimiento o parte de éste, será siempre necesario recurso humano que brinde seguimiento a dicha serie de trabajos. Es importante aclarar que el objetivo primordial de la actividad de mantenimiento será la conservación del servicio que están suministrando los equipos y no la conservación, en primer lugar, de la maquinaria misma.

En los costos de operación se incluye el tiempo efectivo de trabajo horas-hombre, el tiempo efectivo de trabajo de la maquinaria en horas, el aprovechamiento de los recursos disponibles, la reducción de desperdicios, piezas faltantes y fallas en los equipos, el costo de operación involucra todas las acciones vivas de la empresa u organización al momento de prestar servicios, sin interrupción, sin excederse del servicio pactado y sin accidentes.

### 1.6.1. Costos de repuestos

Los repuestos tales como aceites, filtros, neumáticos y otros repuestos especiales deberán ser adquiridos de acuerdo a la necesidad de mantenimiento que cada vehículo llegue a necesitar.

Tabla II. Costos de repuestos

	ITEM	UNIDAD
1	Aceite de motor	Cubeta
2	Filtro de aceite de motor	1
3	Filtro de aire de motor	1
4	Mano de obra	-
5	Aditivos y lubricantes extras	-
6	Varios	-

Fuente: elaboración propia.

### 1.6.2. Costos de mano de obra

El uso del recurso humano y su energía física, mental y psicológica que permita ser explotado por un patrono y que por medio de esa explotación se brinda una remuneración económica puede denominarse uso de mano de obra. En el ámbito de la contabilidad empresarial, se entiende por mano de obra al costo absoluto vinculado a los trabajadores.

### 1.6.3. Tipos de costos asociados a las operaciones

Cada empresa u organización emplea el diseño de sus actividades conforme las necesidades requeridas en el mercado donde se ubican, para el

transporte pesado o traslado de mercancías extra dimensionadas es importante considerar algunos aspectos relevantes como costos asociados a las operaciones, para la empresa es importante contratar personal calificado con pericia en el volante, la experiencia de los pilotos es relevante, porque de ellos dependerá el éxito de la carga, traslado y despacho de las mercancías, para lo cual han sido contratados.

Costos asociados de operación, pueden considerarse aquellos gastos que no forman parte directa del presupuesto del proyecto, otros aspectos que se pueden incluir, son los gastos variables y gastos que no pueden representar obligación continua a la empresa, pueden citarse, gastos de vehículos piloto ante un traslado especializado, pagos de peajes, garitas de acceso o incluso pagos por daños a propiedad privada por algún tipo de accidente vial.

Se considera que los costos asociados a las operaciones siempre estarán presentes, no se puede realizar un traslado o despacho de mercancía especializada sin cubrir gastos inesperados, incluso de deberán pagar permisos municipales que no se establecen en una tabla de pagos con rubros específicos.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Departamento de transporte**

Unidad responsable del cuidado, uso y perfecto funcionamiento de todas las unidades disponibles, su permanencia en la ejecución de los óptimos modelos de mantenimientos, logran presentar resultados eficientes en la operatividad de todas las unidades.

El departamento de transporte actualmente está conformado por diferente personal, alguno de rango superior, como el jefe de transporte, sus supervisores y los mecánicos, quienes todos los días trabajan de acuerdo a un plan de mantenimiento, que es un poco sencillo y no muy técnico.

#### **2.1.1. Tiempos de duración de los proyectos**

CONAME emplea diferentes acciones para la programación de sus proyectos, dependerá de la carga que será trasladada para diseñar la ruta lógica de traslado, la velocidad de traslado no puede superar los 30 kilómetros por hora, es una restricción importante para sus vehículos. El tiempo total variara según el horario de traslado, el tamaño y tipo de carga, la distancia total de recorrido.

#### **2.1.2. Análisis geográfico**

Con una semana de anticipación se asignan dos personas de la empresa para analizar la ruta de traslado, definiendo puntos críticos y puntos débiles, monitorean el tráfico que transita en horarios específicos, si la ruta deberá ser

evaluada en jornada diurna o nocturna, además, realizan la inspección total del estado de la cinta asfáltica para prevenir riesgos por ponchaduras o caídas de los neumáticos en partes que comprometan la carga o puedan volcar la unidad.

### **2.1.3. Análisis económico**

La empresa diseña un conjunto de aspectos que conformarán el proyecto económico, dentro de ellos se consideran los valores de las mercancías, las distancias de traslado, la demanda total de quipo físico, personal y de maquinaria, posibles contingencias ante eventos, contratación externa de vehículos piloto y el tiempo total requerido, en análisis económico se diseña para trasladar una oferta de servicios al contratista.

## **2.2. Departamento de ingeniería**

Es uno de los departamentos robustos dentro de la empresa, donde se hacen los estudios de pre factibilidad, pre operativos, y todo el conjunto de acciones que pueden interactuar con la ejecución de las unidades disponibles al público en general.

El departamento de ingeniería, realiza diferentes metodologías de trabajo, tipos de procedimientos, esquemas trazados, tipos de diagramas, y trabajos en conjunto para lograr satisfacer las demandas diarias y cotidianas de la industria guatemalteca.

### **2.2.1. Estudios económicos**

Previo a iniciar cualquier tipo de proyecto se deberá realizar el estudio de viabilidad, la intención es plantarse un análisis la probabilidad de que sea factible

o no, la eficacia dentro del análisis dependerá si fue posible lograr incorporar todos los factores que pueden intervenir en el proceso y que así puedan suponer los riesgos que limiten el éxito dentro del proyecto.

Tabla III. **Criterios del estudio económico**

<b>ITEM</b>
El entorno en el que se desarrollara la empresa, a fin de conocer su situación.
El mercado a que se dirige, para conocer sus características concretas.
Los gastos económicos que conlleva poner en funcionamiento el proyecto.
Los requisitos legales que hay que cumplir para que el proyecto se ejecute.
Los recursos administrativos que hay que tener presente para su puesta en marcha.
Las características técnicas que hacen falta para llevarlo a cabo.

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, incluir el estudio económico para cada proyecto es una decisión fundamental, mediante el estudio económico se podría identificar si es viable o no el proyecto, se incorporan variables de tiempo, cantidad de recursos, cantidad de inversión necesarias, recursos a utilizar y las debilidades propias al poder ejecutarse. El fin último del estudio económico, es lograr identificar las necesidades económicas y financieras que anteceden la puesta en marcha del nuevo proyecto, su propósito es lograr estimar si puede ser rentable o no.

Tabla IV. **Análisis de tipo económico y financiero**

<b>ITEM</b>
Valorar los posibles ingresos para realizar un cálculo aproximado de los beneficios que puede dar el proyecto.
La inversión económica necesaria y cómo se va a financiar.
Estimar los costos y gastos que va a suponer la puesta en marcha del proyecto.

Fuente: elaboración propia.

Los estudios económicos no son solo cuantificables, se deben considerar las variables cualificables, además que los factores naturales externos a la operación, también se deberán considerar las variables de los niveles de cansancio de los pilotos en las unidades, la experiencia adquirida dentro de la empresa, o si son personal con alta probabilidad de rotación, que sean porcentualizados en la ejecución de los nuevos proyectos.

### **2.2.2. Coordinación de proyectos**

Incorpora las acciones de planificación y dirección sobre diferentes tareas, simultáneamente con otras actividades administrativas. El uso de coordinación es básico para todo tipo de negocio, sus atributos es lograr dirigir dos o más proyectos al mismo tiempo y que los proyectos puedan estar correlacionados.

La mayoría de veces es utilizada para proyectos líderes que intentan incorporar nuevos productos de venta al mercado o se encuentran en expansión de una nueva marca.

Para la coordinación se pueden asumir diferentes responsabilidades y roles, dependerá del giro comercial o del negocio industrial a donde se enfoquen los esfuerzos, el objetivo dentro del proyectos es poder designar un coordinador del proyecto para administrar diferentes tareas internas, en modelos de negocios pequeños se pueden incluir responsabilidades básicas sobre la coordinación, que permitan ser representadas por la figura de una jefatura, cada coordinador de proyecto al que se le fue asignado un proceso o tarea específica podrá tomar decisiones propia y asistir a sus jefes superiores.

### **2.2.3. Logística de traslado de cargas extra-dimensionadas**

Estudio de planeación y ejecución de traslado de carga de un punto A hacia un punto B, realizado por personal calificado y capacitado, según sea la necesidad del usuario o cliente final.

## **2.3. Mercadeo**

El departamento deberá articular comunicación finita con el responsable jefe de transporte, para realizar el cruce de datos constantemente donde se determinarán cantidad de unidades disponibles para comercializar y no hacer ofertas innecesarias a los clientes de necesidad de servicios industriales, que por ser marcas unidades en óptimas condiciones son de constante requerimiento en el mercado guatemalteco.

### **2.3.1. Servicios a prestar**

La empresa se destaca en el mercado industrial por poseer maquinaria pesada para trasladar carga extra dimensionada y extra pesada, sus plataformas son especiales para este tipo de servicios, además poseen maquinaria con

articulación y cama baja de remolque, la mayoría de sus servicios se prestan para la industria en general, sus servicios se programan para ejecutarse en horarios nocturnos cuando ya se presenta baja carga de tráfico, principalmente se trasladan los productos que ingresan a zonas portuarias y se distribuyen a lo largo de la zona central y los departamentos.

### **2.3.2. Información de proyectos**

Previo a pactar un nuevo servicio con un cliente contratante, se le hace saber que los servicios que presta la empresa pueden ser completos o que el propio contratista puede otorgar los servicios adicionales, si la capacidad de carga supera los márgenes de la carrocería de la cama de carga se debe contratar por separado automóvil guía, al igual que bandereros y otras opciones adicionales.

Los proyectos constarán del levantamiento de la carga en el sitio de cargado, no importando el punto de inicio, a partir de ese momento la empresa afronta la responsabilidad total hasta que sea despachado o entregado en el punto final. Si en el transcurso la carga presenta daños o pérdidas, la empresa otorga la completa garantía.

### **2.4. Departamento de seguridad e higiene industrial**

Para la empresa es importante el cuidado especial y garantizar la salud mental y física de sus colaboradores, por el nivel de riesgo dentro de sus operaciones se han comprometido con el desarrollo de un departamento de seguridad e higiene industrial, este departamento ha desarrollado e involucrado diferentes auditorias de monitoreo para verificar que se cumplen los protocolos de seguridad dentro y fuera de las instalaciones de la empresa, así como los

protocolos de carga y montaje de los diferentes productos o mercancías que son trasladados.

Dentro de cada proyecto se asigna doble función a uno de los técnicos que colaboraron en la carga y traslado, su rol es poder garantizar que el equipo en general porte su equipo de protección personal, que cumplan con los lineamientos de seguridad en todo momento, además de hacer vividas todas las capacitaciones que se reciben por trimestres.

#### **2.4.1. Salud y seguridad ocupacional**

Se diseñan protocolos de prevención con capacitaciones al personal no se excluyen por puestos o por rangos jerárquicos dentro de su organigrama, la empresa ha diseñado su programa general de capacitaciones donde se involucran a los mecánicos de mantenimiento, pilotos de transporte pesado, auxiliares de pilotos y personal administrativo para que se comparta un clima organizacional adecuado dentro de sus labores, trabajando de forma ordenada, sin llegar a un punto de quiebre físico o mental, respetando los horarios que se encuentran en la legislación nacional y haciendo así un lugar adecuado para trabajar.

#### **2.4.2. Equipo de protección personal**

La protección y seguridad ocupacional es una fortaleza para la empresa, por lo que se dota de casco de seguridad industrial, lentes de protección, tapa oídos, botas de seguridad industrial con punta de acero, guantes para trabajo pesado dieléctricos, pantalón de lona y camisa manga larga de lona, toda su vestimenta cuenta con franjas reflectivas.

## **2.5. Departamento de mantenimiento**

El departamento de mantenimiento cuenta con diversas obligaciones, responsabilidades y acciones dentro y fuera de la empresa, se logró evidenciar que, en el predio o patio de parqueo, donde se dispone de un cierto número de unidades por semana, se realizan los trabajos programados, efectuándose con la implementación de guías de trabajo, siendo procedimientos ordenados, sistematizados y efectivos.

Se sostiene el informe de medición de eficiencia en sus labores, concretando la efectividad de un 85 % en los mantenimientos programados, versus los mantenimientos realizados, se logra apreciar que presentan leves fallas en la coordinación y ejecución de sus compras de repuestos para lograr establecer el stock óptimo de inventario en la bodega de repuestos, lubricantes y grasas.

### **2.5.1. Bodega actual**

Espacio físico disponible y establecido en el predio de la empresa donde se encuentra parqueada las unidades de transporte pesado.

### **2.5.2. Taller de reparaciones en predio**

Espacio físico establecido, conocido como el patio de la empresa, donde cuenta con instalaciones del predio necesario para optar a parqueo donde se encuentran las unidades de transporte pesado, adaptado para lograr realizar las reparaciones y mantenimientos necesarios según sean las especificaciones.

### 2.5.3. Mecánicos

Personal humano, altamente capacitado, adiestrado y que cuenta con la experiencia suficiente para solucionar todo tipo de problema mecánico de las unidades de transporte pesado, además de eso, es la fuerza de trabajo dispensable que realiza las reparaciones del transporte pesado, ejecutando los trabajos dentro del predio de parqueo, o donde sea la necesidad de reparación según el lugar geográfico donde se encuentra con problemas mecánicos varada la unidad.

Figura 6. **Esquema de trabajo de los mecánicos**



Fuente: elaboración propia.



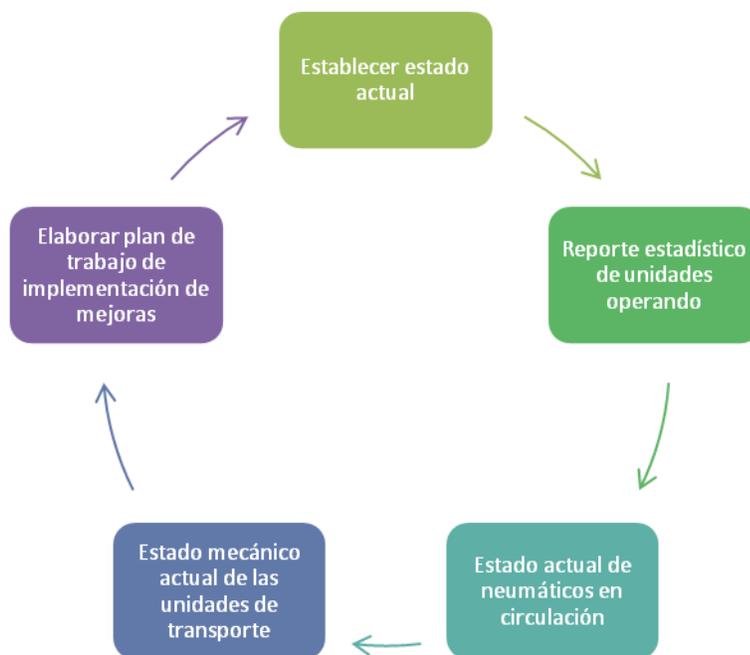
### **3. PROPUESTA PARA DISEÑAR UN PROGRAMA PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN**

#### **3.1. Planificación**

Actualmente la empresa CONAME no cuenta con la planificación del programa de mantenimiento y control de neumáticos de sus unidades, se realizan compras directas de los neumáticos por la falta del historial de fallas o daños presentes, las compras de los repuestos se realizan sin previa cotización, por ser de carácter urgente se están pagando a precios más elevados, no se cuenta con el inventario actualizado de la bodega de repuestos, al realizar las compras se debe tener presente la información técnica de lo que se necesita cambiar o solucionar. Se plantea un diagrama con sus diferentes acciones a tomar para iniciar con el proceso efectivo de diseño y planificación, se realiza la propuesta que estará sujeta a aprobarse por junta directiva para que pueda ser ejecutada, considerando futuros acompañamientos o asesorías se dispondrá de un tiempo definido para apoyarlos en la implementación.

Brevemente se detallarán las acciones por cada ítem indicado en el organigrama que precederá a continuación, estandarizando procedimientos para que el personal a cargo de las operaciones o responsable de ciertas áreas en la empresa logre trabajar de forma homogénea. Además, se diseña de forma sencilla, poco compleja para que también pueda ser de fácil comprensión, aplicación y ejecución en la empresa.

Figura 7. **Diagrama de planificación**



Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Desarrollo de indicadores de planificación**

Variable de interés	Acción
Establecer estado actual	Se deberán realizar las siguientes acciones:  1. Se presentará a CONAME el manual de clasificación de fallas empleado por una empresa guatemalteca que brinda servicio de venta, administración, servicios y sustitución de neumáticos.  2. Con el manual de fallas entregado a la empresa CONAME, se prevé como mínimo realizar un periodo de capacitaciones necesario para que el personal que se encuentra en contacto directo diariamente con las unidades de transporte pesado logre clasificar y establecer el estado de vida útil.

Continuación de la tabla V.

<p>Reporte estadístico de unidades operando</p>	<p>Los reportes de control de neumáticos deberán ser realizados al concluir la semana de labores, si las unidades no se encuentran presentes en el predio o patio de reparaciones deberán ser supervisadas en el proyecto donde estén ubicadas.</p> <p>Los reportes deberán ser realizados con la mayor certeza y veracidad posible, despreciando el criterio humano, considerando únicamente el manual de fallas para comparar y clasificar el estado actual de las mismas.</p>
<p>Estado actual de neumáticos en circulación</p>	<p>El estado actual de los neumáticos no deberá ser menor a un 1/8 de vida útil propuesto por el fabricante del neumático, además se considerarán fallas urgentes que indican si se necesita reemplazar la banda del casco del neumático o deberá ser reemplazado por completo.</p>
<p>Estado mecánico actual de las unidades de transporte</p>	<p>El estado mecánico es pieza clave para validar el tipo de desgaste de los neumáticos, si las unidades de transporte pesado no cuentan con el mínimo de alineación y balanceo afecta directamente en los neumáticos.</p> <p>Las fallas comunes o recurrentes por falta de alineación y balanceo se muestran sobre los hombros del neumático, haciendo que también vibre y sea difícil de maniobrar la unidad.</p>
<p>Elaborar plan de trabajo de implementación de mejoras</p>	<p>Se deberán considerar los siguientes aspectos para realizar el diseño efectivo de acciones a tomar en la empresa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecer un número finito de personal a cargo de supervisión, fiscalización y revisión de los neumáticos de todas las unidades.</li> </ol>

Continuación de la tabla V.

	<p>2. Luego de establecer el recurso humano que velara por el perfecto estado de vida de todas las unidades, se procederá a dotar de capacitación utilizando el manual de fallas propuesto.</p> <p>3. El recurso humano a diario deberá satisfacer las necesidades de la empresa y los pilotos, estableciendo el programa efectivo de control de fallas y acciones que mitiguen los futuros percances y problemas, el efectivo control de vida de los neumáticos logrará establecer el programa que diseñará a futuro el tiempo exacto para el cambio de banda y reencauche.</p>
--	--

Fuente: elaboración propia.

Los indicadores establecidos en la matriz anterior deberán ser analizados por junta directiva, jefe o responsable del departamento de transporte, junto con sus supervisores y trasladar las acciones a tomar y medidas inmediatas al recurso humano necesario dentro de la empresa.

### **3.1.1. Unidades de transporte**

Todas las unidades deberán ser evaluadas en un margen no mayor a 15 días hábiles, estas deberán clasificarse según su rotación o demanda, algunas unidades son las que más utilizadas para traslados de cargas extra pesadas, algunas para distancias más largas y en casos especiales se presentan unidades que son de bajo tiempo de ocio en el predio, y se entiende que su nivel de desgaste sea mayor a las que son frecuentemente utilizadas dentro del perímetro de la ciudad capital.

### **3.2. Clasificación de neumáticos**

Las primeras ruedas fueron fabricadas con caucho sólido, lo que producía un recorrido desigual, gastando así el equipo y provocando fatiga a los pasajeros, tenían una capacidad de velocidad tope de 20 kilómetros por hora, como consecuencia la masa de caucho provocaba calor.

En el año 1,845 aparecen los neumáticos, no obstante, no fue comercializado, hasta que el veterinario e inventor escocés John Boyd Dunlop los utilizó en bicicletas en 1,888 cuando infló un tubo de caucho con una bomba de aire, lo sujetó con una llanta y lo protegió con unas tiras de lona. Algunos fueron usados en los primeros automóviles; sin embargo, los neumáticos recién inventados no cumplían con los requerimientos de carga de transporte pesado.

Al inicio de los años 20, la invención de los neumáticos de alta presión permitió que el transporte cambiara a neumáticos de alta velocidad. Los primeros neumáticos fueron contruidos de pliegues de tela, con capas de tela de algodón y caucho natural. La cuerda de algodón fue el material más utilizado hasta en la segunda guerra mundial.

En 1,956 se da inicio a la tercera revolución en la industria del neumático, empezó cuando el neumático radial fue introducido, no obstante, la primera patente para un diseño del neumático radial fue emitida en 1,913. Los neumáticos radiales primero tuvieron su aceptación en Europa, luego fueron llevados a los Estados Unidos y Canadá, debido a que trajo el beneficio de la economía del combustible. En la actualidad, existen dos construcciones de neumáticos, con tubo y sin tubo, a continuación, se detallan los componentes que lo integran:

Tabla VI. **Tipos de neumáticos**

Neumático sin tubo		Neumático con tubo	
1	Rin	1	Aro de seguridad
2	Neumático	2	Aro lateral
		3	Rin del disco
		4	Protector
		5	Tubo
		6	Neumático

Fuente: elaboración propia.

Con relación al reencauche de llantas, se puede decir que consiste en volver a poner una banda de rodamiento a la llanta para que vuelva a circular como si fuera una llanta nueva.

Se puede decir que la banda de rodamiento es el hule que reemplaza la parte de la banda que fue removida de la llanta. La evolución del reencauche surge en el año 1915, cuando la Company Gates Rubber sujetó con cinta metálica pedazos de cuero a unos neumáticos desgastados. De esta forma se inventó el reencauche, provocando así una vida útil más larga al neumático.

En 1957 Roy Carver del estado de Iowa, descubrió una nueva técnica para el reencauche. Precuraban la banda por separado en molde, de forma simultánea se formaba el diseño, como consecuencia la banda podía ser aplicada a los cascos en el momento requerido, y a temperaturas menores.

En el año 1961 surge el reencauche en el país de Guatemala, utilizando la técnica de vulcanizado en frío, que consiste en la aplicación de una banda precurada al casco, y puede ser procesado a una temperatura baja. Asimismo, reduce la exposición del casco al calor excesivo, el proceso de vulcanización alcanza una temperatura de 100 °C.

Este tipo de industrias ha tenido un crecimiento bastante considerado en la ciudad de Guatemala, debido a las ventajas que ofrece el reencauche para el transporte, y se ve traducido en ahorro de dinero, porque se ha comprobado que cuando el dibujo original de una llanta se ha gastado, solo se ha aprovechado el 35 % de la inversión de la llanta; como consecuencia, las flotillas más grandes de transporte pesado en el territorio nacional, capitalizan el resto de su inversión escogiendo el proceso de reencauche.

### **3.2.1. Óptimos**

El estado óptimo de los neumáticos podrá definirse con la ausencia de posibles fallas, golpes, torceduras, agrietamientos o muescas, en la banda de rotación conocida como casco, en los laterales o bandas de sujeción. Se podrá determinar el tiempo de vida útil estableciendo principalmente el primer archivo histórico de rotación de neumáticos por unidad, de esa forma se logrará saber cómo es el desgaste según su línea de tiempo.

Además de poseer ese dato histórico, también se podrán realizar ajustes sobre los diferentes tipos de cargas en peso y dimensionamiento que han sido trasladados en cada una de las unidades presentes en la empresa, con esta sumatoria de datos se podrán establecer fórmulas matemáticas y estadísticas con correlaciones y muestreos aleatorias para saber y establecer el estado óptimo, según la norma al utilizar el profundímetro no deberá ser menor sobre los hombros a 2 centímetros, y sobre el casco no menor a 1 centímetro.

Figura 8. **Profundimetro**



Fuente: elaboración propia, Área de control de calidad, CONAME.

### **3.2.1.1. Cotización y compra de nuevos neumáticos**

Unidad ejecutora dentro de la empresa, que debe realizar la cotización y comparación previo a la compra, realizar la comparación como mínimo con tres proveedores, que deberán cumplir con estándares establecidos, dichos estándares estarán sujetos a calidad del reencauche, materiales sintéticos utilizados, tiempo de entrega del neumático, garantía del neumático y el estándar clave y crítico el precio del reencauche.

### **3.2.2. Media vida**

La media vida de un neumático se clasificará según el uso total desde la colocación y ajustes en la unidad, y según los expertos y como regla general, unos neumáticos tienen una vida útil de entre 40.000/50.000 Km si son de buena

calidad. Unos neumáticos de una peor gama suelen tener una duración de aproximadamente 10 000 Km.

Para poder establecer y recomendar cuando los neumáticos deben ser retirados para garantizar el reencauche por primero o segunda vez, cuando se presentan problemas o defectos que se plantean a continuación en la clasificación, se obtendrá el promedio de labor original de los neumáticos encontrados entre los diferentes fabricantes, y denotará las medidas reglamentarias de espesor de 18 mm aproximadamente igual al 100 % de vida útil.

#### **3.2.2.1. Clasificación**

- **Agresión en banda de rodadura:** Cuando se producen agresiones en la banda de rodadura (pequeños cortes, pequeños desprendimientos de caucho, entre otros), se debe retirar cuando el neumático se encuentre entre el 67 y 73 % de uso, es decir con un remanente de labor, comprendido entre 5 y 6 mm, porque las pequeñas laceraciones, aún con menos labor, podrían perjudicar la integridad de la carcasa al penetrar en los cables y oxidarlos con la consecuencia de que la misma sea rechazada para reencauche.
- **Agresión en cara lateral:** para establecer cuando un neumático debe ser retirado de uso, debido a agresiones sufridas en la cara lateral o flanco, en base al porcentaje de vida usado, resulta complicado, porque rechaza la carcasa cuando sus flancos presentan el denominado chinchón, este fenómeno se da cuando su estructura interna se ha deformado en dicha zona, y es susceptible a una explosión del neumático en la zona afectada a causa de la agresión sufrida, y para que se reencauche, la carcasa debe

conservar la rigidez de su estructura. Cuando sufre agresiones leves tales como rozamiento en veredas, no es justificativo para que no se reencauche la carcasa siempre y cuando no se produzca el problema mencionado anteriormente o durante la inspección inicial no se encuentren problemas relacionados al mismo.

- **Desgaste no uniforme:** cuando un neumático sólo presenta un desgaste no uniforme en la banda de rodadura, aún después de haber sido cambiado de posición para corregir este problema, lo recomendable es retirarlo entre el 78 y 83 % de vida de uso o lo que es igual con un remanente de labor mínima, comprendida entre 3 y 4 mm, efectuando la medición en la zona de mayor desgaste del neumático para garantizar su reencauchabilidad.
- **Corte en cara lateral:** cuando se produce un corte considerable en la cara lateral, es recomendable retirar el neumático a tiempo, antes de que supere los límites establecidos para reparar dichos daños, los valores máximos permisibles serán entre una altura de 130 mm y ancho de 40 mm, debido a que los cortes con el pasar del tiempo, debido a la flexión que sufre el flanco a causa del peso soportado hacen que el corte aumente de tamaño inclusive logrando provocar explosión del neumático, cuando el mismo alcanza la zona del *innerliner*.
- **Mala combinación de duales:** cuando se realiza una mala combinación de duales, el primer problema que se observa es el desgaste irregular en la banda de rodadura de los mismos comparando uno con respecto al otro, porque están montados en combinación gemela. Esto se debe a que los mismos no presentan las mismas características constructivas para las cuales están diseñadas, lo recomendable es desmontarlos cuando han

cumplido entre el 78 y 83 % de vida de uso o lo que es igual con una labor de 3 a 4 mm de labor remanente, siempre y cuando solo presente desgaste irregular porque si presentan laceraciones en la banda de rodadura, como pequeños cortes o picadura de caucho es recomendable retirarlos con una labor comprendida entre 5 y 6 mm o lo que es igual cuando han cumplido un 67 a 73 % de vida de uso.

- Pestaña deteriorada: uno de los problemas que más afectan a la estructura de la carcasa, para que un neumático no pueda ser reencauchado, es cuando la pestaña del mismo se encuentra deteriorada, es decir, presenta algún tipo de problema como pueden ser: roturas, resequedad o cristalización (causada por altas temperaturas por el uso excesivo del freno). Esta zona es muy importante porque el neumático a través de la pestaña asegura la estanqueidad con el aro y el mismo no pierda presión. Para preservar la integridad de dicha zona es imprescindible seguir las recomendaciones pre diseñadas, en cuanto al montaje y desmontaje del conjunto aro / neumático se refiere, ese problema se presenta cuando el neumático se encuentra entre el 78 y 86 % de vida de uso, es decir, el mismo es más susceptible al problema mencionado, cuando se encuentra en sus etapas finales de uso.

### **3.2.2.2. Evaluación**

Al igual que en el proceso de reencauche en caliente, en la etapa de inspección inicial, se seleccionan las carcacas que no poseen defectos de fábrica, daños no reparables, edad excesiva (que se contempla en un rango no mayor a 7 años desde su fabricación), y se rechazan las carcacas que no cumplan estas observaciones o no estén idóneas para recibir una buena banda de rodadura. Según norma de control de calidad la NTE 2582, indica que los

neumáticos no serán reencauchados, si la carcasa presente las siguientes condiciones:

Tabla VII. **Señales visibles de contaminación en los neumáticos para reencauche**

Contaminación por fluidos
Aceites
Grasas
Solventes químicos
Combustibles (gasolina, diésel)

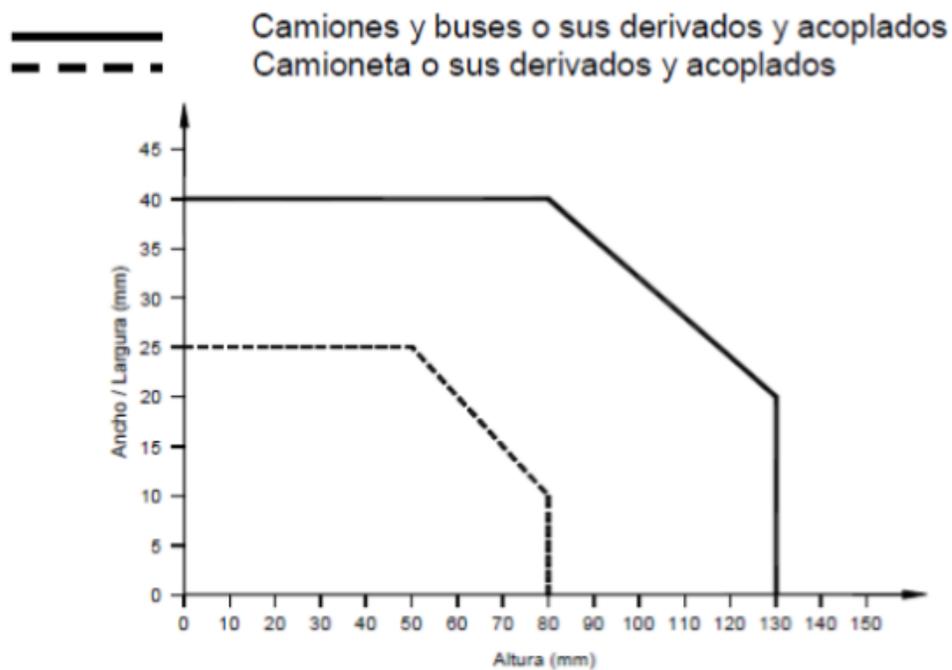
Fuente: elaboración propia.

- Indicios de haber sido rodada a baja presión o sobrecarga
- Daños estructurales no reparables
- Daños que no requieran reparaciones con parches
- Que la pestaña presente daños por sobrecalentamiento, arrancamientos, desgaste del caucho, cortes, cristalizaciones, deformaciones u oxidación.
- Cara lateral.
  - Grietas por oxidación, ozono o envejecimiento con una profundidad mayor a 1.6 mm o que lleguen a la capa de la estructura del neumático.
  - Reparaciones anteriores de daños considerados como no reparables, por ejemplo: cortes profundos, cuerdas de acero expuestas, roturas de alambres.
  - Daños considerados como no reparables.
  - Inscripciones de DOT, fecha de fabricación, capacidad de carga, índice de velocidad y presión de inflado ilegibles. Estas inscripciones deben estar de acuerdo con lo especificado en las

- NTE 2099 y NTE 2100. En caso de que no tenga DOT se evaluará de acuerdo con la condición de la carcasa.
- Despegues de separaciones entre el caucho y las lonas, causados por un daño que permita la filtración de aire.
  - Irregularidades, protuberancias o deformaciones, causadas por baja presión o golpes que no sean reparables.
  - Grietas ocasionadas por un marcado que afecte la estructura del neumático.
  - Fisuras radiales repetitivas a lo largo del costado, no atribuibles a golpes o cortaduras.
- Banda de rodamiento.
    - Separación entre lonas o cinturones.
    - Lonas o cinturones expuestos, por desgaste excesivo o irregular del neumático.
  - *Innerliner.*
    - Empalmes abiertos.
    - Cuerdas visibles.
  - Requisito específico para carcasa radia.
    - Exposición de capas radiales en el costado.
    - Carcasas que hayan sido relabradas y que, por causa de este proceso, hayan quedado expuestos cinturones estructurales de la misma.
    - Neumáticos que hayan sido relabrados y no tengan especificado en su rotulado original el término renovado.
    - Daños que requieran más de una reparación sobre la misma cuerda radial.

- La carcasa para reencauchar no debe tener más de 7 años desde su fecha de fabricación. Porque el caucho pierde sus propiedades, puede endurecerse y perder su capacidad de adherencia, lo que ocasiona la banda de rodamiento se desprenda.

Figura 9. **Tolerancias para reparaciones**



Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365.

### 3.2.2.3. Re utilizables

Todos los cascos que puedan ser reutilizados y aprovechar al máximo su periodo de eficiencia, que según normas internacionales no podrá ser mayor a 7 años transcurridos desde su fabricación, por lo que se indicarán algunos aspectos a considerar, para que los neumáticos sean reutilizados y no desechados.

Tabla VIII. **Aspectos a considerar para re utilizar los cascos de los neumáticos**

	<b>Lineamientos</b>
1	Verificar y validar que cumpla con la vigencia de 7 años desde su fabricación.
2	Que no presente cortes o laceraciones profundas en los costados.
3	Si ha presentado ponchadura, que no sea de gran magnitud en el casco.
4	Que no presente desprendimientos en el casco o las bandas.
5	Que no presente corrosión por agentes químicos en todo el cuerpo del neumático.
6	Que no presente mal formación en el casco o las bandas del neumático.
7	Que las pestañas se encuentren en óptimas condiciones.

Fuente: elaboración propia.

Al realizar esta clasificación de lineamientos para no desechar un neumático se desea estandarizar la operación, para que los responsables en el área de taller consideren antes de ejecutar cualquier acción irreparable.

### **3.2.3. Desechables**

Los neumáticos que definitivamente no cumplan con un mínimo del 40 % de los lineamientos establecidos como normativa, deberán ser desechados, esperando poder re acondicionarlos en otro tipo de uso o proceso.

### 3.2.3.1. Programación para re encauche

Luego de realizar el informe general del estado de todos los neumáticos que se encuentran siendo utilizados en las unidades, los que están en bodega para ser utilizados, y los que están siendo trasladados como neumáticos de repuestos, deberán seguir el siguiente esquema validado para ser reencauchados.

Figura 10. Proceso de re encauche



Fuente: elaboración propia.

En la última columna de acciones, se deberán validar con el jefe de taller, si el neumático puede ser re utilizado sin someterse al proceso de re encauche, si deberá ser desechada por presentar mayor costo de inversión que de beneficio.

### 3.2.3.2. Programación para reciclaje

La programación para reciclaje quedara sujeta a los siguientes lineamientos, y estándares de calidad para lograr mitigar y disminuir el efecto del impacto ambiental de la empresa hacia su medio y su entorno circundante.

Tabla IX. Programación para reciclaje

	<b>Acciones a seguir y etapas que cubrir</b>
Recolección	Se deberán separar todos los neumáticos, desechos y partes de ellos que puedan provocar contaminación al medio ambiente y su entorno al ser desechados de forma irresponsable y sin control ambiental.
	Los neumáticos recolectados, deberán haber sido validados por alguno de los mecánicos, debiendo llenar los papeles y documentos reglamentarios para sacarlos del inventario útil.
	El jefe de mantenimiento deberá dar por concluido el periodo de vida útil de los neumáticos que serán reciclados, haciendo anotación específica por cada uno, adjuntando fotografías para justificar las fallas presentes.
	Si el neumático será retirado de circulación por validez de tiempo de vida, también se necesitará que sea justificado por el Jefe de mantenimiento.
Almacenaje	El espacio útil y necesario deberá ser en bodega de producto muerto o de maquinaria y equipo, que se encuentra pendiente de ser destruida o desechada de la empresa.
	No se permitirá que se utilice la misma bodega de stock disponible para utilizar y almacenar los neumáticos que están siendo dados de baja, esto permitiría incoherencias en el control de inventarios y daría la pauta para que el personal pueda cometer errores consientes o inconscientemente.
Desecho	Se cotizará con empresas certificadas para el manejo y control de desechos de neumáticos, así como sus derivados, para que sea un manejo responsable de la empresa hacia afuera, eliminando toda fuente de impacto ambiental y contaminación ambulante.

Fuente: elaboración propia.

El planteamiento de la matriz efectiva del control y manejo de los desechos de neumáticos para su reciclaje se realiza de conformidad con los lineamientos y controles verdes establecidos en las regulaciones guatemaltecas, quedara a discreción organizacional y empresarial el hacerlos efectivos y valederos.

### **3.2.3.3. Sistema eco amigable**

Cuando se habla de un sistema eco amigable, es cuando se refiere a la mitigación de los desechos y contaminante al medio ambiente por medio de la empresa. Logrando establecer los programas de manejo de residuos y desechos de forma práctica e institucional, logrando comprometer a todo el recurso humano, para que no escape por pequeña o grande alguna basura industrial de la empresa.

El entorno eco amigable, beneficiara en grande a la empresa para poder destacar de la competencia, lamentablemente en Guatemala solo se miden fuerzas económicas, fuerzas efectivas en satisfacción de proyectos y muy difícilmente medir la huella de carbono ocasionada por el volumen de desechos líquidos, no orgánicos y contaminantes al medio ambiente. Es una propuesta ideal para incrementar el respaldo en la implementación de los proyectos en la empresa.

### **3.3. Ejecución técnica**

Programación efectiva y adecuada para ejecutar el control de inventarios de neumáticos establecido, realizando programaciones efectivas para dotar de reencauche y mitigar fallas inesperadas.

### **3.3.1. Proyecciones según calendario**

Establecer los tiempos adecuados y óptimos dentro de la programación anual de trabajo, para fijar las inspecciones o revisiones de las unidades de transporte pesado. Los días efectivos a tomar de referencia son días de descanso donde las unidades no se encuentran en funciones o en proyectos ejecutando alguna función.

### **3.3.2. Proyecciones según tiempo de trabajo**

El tiempo de trabajo estará definido por diferentes variables, pero las más importantes a considerar y que no pueden ser descartadas por sus prioridades, son los tiempos establecidos por el fabricante de la banda de rodaje, por el fabricante del cuerpo del neumático y por los tiempos de empleo de trabajo, en ocasiones podría resultar obvio que una unidad de transporte pesado únicamente circula por un lapso de 1 mes, pero denotara mayor kilometraje.

Y otro escenario serio que transita el mismo mes, pero con la mitad de kilometraje recorrido, independientemente cual sea la realidad del uso del transporte, se deberán considerar que están sometidas a constantes exigencias en tránsito por el mal estado de las carreteras, además que también han sido sometidas a sostener altas cargas en sus bandas de rodaje. No se deberá menospreciar alguna variable que pueda afectar el ciclo de vida de un nuevo re encauche recién aplicado.

### **3.3.3. Proyecciones según horas de trabajo**

Establecer el tiempo de mantenimiento para optimizar los tiempos de ocios de las unidades de maquinaria pesada, si una maquinaria se detiene por

continuidad o espera de otra acción de trabajo, que no ha sido programada eficazmente, se deberá realizar la inspección necesaria para determinar si necesita sustitución o reparaciones en su banda de rodamiento.

### **3.4. Transporte pesado**

Durante la construcción del neumático, los compuestos pueden variar dependiendo del tipo de aplicación en la programación, para ser utilizado en el eje del vehículo frontal o trasero, donde se presente la necesidad de ser colocado. El compuesto de agregados y químicos que son utilizados durante la construcción del neumático, hará que se disponga de diferentes modelos, que podrán ser aplicados en diversos sectores en carreteras dentro y fuera de las ciudades.

Se toma como referencia una marca internacional y reconocida de neumáticos para poder clasificarlos de la siguiente manera:

- Sector urbano: indica que la aplicación del neumático debe ser en vías de buen estado, donde la gran totalidad de la calzada es pavimentada, por lo general este tipo de llantas son usadas en buses, porque la composición de la llanta no soportará agresiones de un carretero en mal estado, tiene resistencia a aceleraciones y frenados.
- Sector regional: la aplicación debe ser en un carretero donde el terreno no provoque agresiones o cortes al neumático, ya que por su construcción no son aptos para este tipo, pero pueden soportan velocidades altas. Este tipo de llantas son utilizadas por vehículos que circulan en carreteras asfaltadas y transitan entre provincias.

- Sector construcción: el uso de los neumáticos es en un carretero de agresión meda (gravilla, piedra, agujeros), además no recorre a gran velocidad, por lo general este tipo de neumáticos son utilizados por camiones de volteo.
- Sector fuera de carretera: la constitución de compuestos de este neumático permite que pueda circular por un terreno muy agresivo, como los que se encuentran en canteras o minas, no soporta velocidades altas, pero son muy resistentes a impactos, estos están destinados a soportar trabajos duros sin que se produzcan cortes o desgarros importantes.

Tabla X. **Configuraciones de vehículos pesados**

<b>Distintos tipos de configuraciones de vehículos pesados</b>	
Básica 4x2	Es la más común empleada por toda la gama de fabricantes de vehículos, desde autobuses para el transporte de pasajeros, camiones para cargas pesadas y volquetas para materiales pétreos, cuya suspensión y formas dependerán de la capacidad del vehículo.
Configuración 6x2	Es la configuración para camiones de tres ejes, pero solamente con tracción en un eje posterior, con capacidad de carga mayor a una configuración básica 4x2. Ese tipo de configuración no solamente se emplea en camiones, también su uso se extiende a buses para mayor capacidad de pasajeros y estabilidad gracias al tercer eje que posee en la parte posterior, generalmente con suspensión neumática permitiendo levantar este eje cuando el vehículo está vacío para evitar su desgaste.
Configuración 6x4	La mayoría de camiones y volquetas, emplean este tipo de configuración, ya sea con suspensión neumática o rígida gracias a su mayor capacidad de carga y tracción, debido a que el vehículo posee tracción en sus dos ejes posteriores, permitiéndole trabajar en cualquier tipo de terreno.

Fuente: elaboración propia.

La matriz designa el tipo de camiones o unidades de transporte pesado conocidos en el entorno industrial guatemalteco, se clasifica así para realizar una referencia y que el lector pueda familiarizar con la realidad.

### 3.5. Guía de mantenimiento de neumáticos

La importancia del correcto mantenimiento de los neumáticos, no importando si es nuevo, semi nuevo o re encauchado será evidente e importante, la mala utilización del neumático es la principal causa para la separación de las bandas de rodamiento en carreteras, estos problemas salen fuera de las manos de los fabricantes de neumáticos porque estos se generan por un mantenimiento inadecuado o descuidos en la utilización de los neumáticos.

De ese modo, la importancia del mantenimiento preventivo correcto de los neumáticos será evidente, es por eso la importancia de que el transportista trabaje con una reencauchadora calificada, que cumpla con diferentes normas internacionales, como las normas INEN, que otorgan garantía al producto terminado, considerando que el uso de neumáticos reencauchados otorga varios beneficios que menciono en la siguiente matriz.

Tabla XI. **Beneficios del re encauche**

1	Rendimiento del kilometraje de un neumático reencauchado es similar a uno original.
2	Los costos de transporte se reducen porque el costo de un neumático reencauchado es 50 % menor que un neumático original.
3	Al reencauchar se reduce en gran cantidad el problema de contaminación.
4	Los neumáticos reencauchados pueden ser utilizados, a la misma velocidad de un neumático nuevo, sin perder las características de esfuerzo, comodidad y seguridad. La banda de rodadura puede ser de diversos diseños y labrados sin tener en cuenta el diseño original del neumático.

Fuente: elaboración propia.

Para una mejor conservación de la temperatura del neumático y presión interna, se mencionan algunas posibles técnicas utilizadas en los procedimientos de los mantenimientos en empresas industriales.

- Uso de nitrógeno: para una mejor conservación de la presión interna y temperatura del neumático.

Es un gas no tóxico, se obtiene de la atmósfera, constituye cuatro quintos del volumen del aire, es inerte, no inflamable y no corrosivo esto le atribuye una característica importante que hace inflado de los neumáticos con nitrógeno suponga una ventaja añadida.

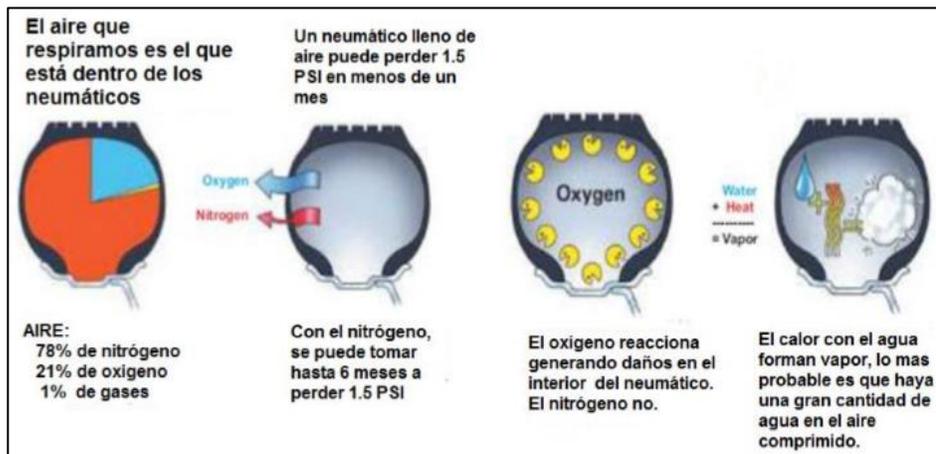
- Ventajas del nitrógeno

Ayuda a que la presión de los neumáticos sea mantenida en la recámara; con el aumento de la temperatura del neumático, el nitrógeno dispersa el calor manteniendo constante la presión de inflado, mientras que el oxígeno conserva el calor y disipa hasta 3 veces más rápido de inflado que el nitrógeno.

Si existe una presión adecuada: no habrá problemas de desgaste irregulares de la llanta, no fatigará la carcasa, no aumentará la resistencia a la rodadura y proporcionará economía en el consumo de combustible. Evita la oxidación de llanta: el hecho de que no exista oxidación con el nitrógeno, ayuda a mantener la vida del caucho y a conservar la flexibilidad del mismo.

La oxidación se produce cuando el oxígeno reacciona a altas temperaturas y presiones, dañando el interior de los aros, cinturones de acero y al caucho.

Figura 11. **Comparación de aire versus nitrógeno**



Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

- Uso de aire: se denomina aire a la mezcla de gases que constituye la atmósfera terrestre, que permanecen alrededor de la tierra por la acción de la fuerza de gravedad.
- Verificar continuamente la presión de los neumáticos: para otorgar un desgaste regular de toda la banda de rodadura y obtener el mayor rendimiento del neumático. En todo vehículo pesado, es imprescindible que, en su kit de herramientas, se disponga de un medidor de presión de neumáticos, para comprobar que la presión interna de cada uno de los mismos sea la adecuada y recomendada por el fabricante, para obtener el máximo desempeño y evitar desgastes irregulares que reducirían la vida útil de los mismos.

Figura 12. **Control de presión interna del neumático**



Fuente: elaboración propia, Área de control de calidad, CONAME.

El error común dentro del gremio de transportistas es realizar la medición o cálculo de presión por medio del uso de golpes a los neumáticos para comprobar la presión de los mismo a través del sonido del golpe, este hábito no se debería realizar, porque no se puede verificar que la presión interna de cada uno de los neumáticos sea la correcta e incluso pueda ser peligrosa, para ello existe el medidor de presión.

- Evite rodar la unidad con alguno de los neumáticos con poca presión de aire: cuando en un aparejo dual, un neumático se desinfla, debe ser remplazado por el neumático de emergencia, porque de lo contrario el otro neumático tendrá que soportar el doble del peso, en cuyo caso si rueda por un terminado tiempo puede alcanzar temperaturas considerables, perjudicando la pestaña e incluso pudiendo estallar y provocar algún accidente.

- Consideraciones para un correcto desmontaje y montaje de la llanta del aro: para evitar laceraciones en la pestaña del neumático que genera fugas de aire y evitar que se puedan reencauchar. Desmontaje: para realizar el desmontaje, es necesario seguir ciertos procedimientos y contar con las siguientes herramientas.

Tabla XII. **Herramientas necesarias**

Tipo de herramienta	
1	Palanca cuello de ganso
2	Palanca TNT para desmontaje de neumáticos.
3	Maso de rin
4	Lubricante
5	Cepillo

Fuente: Área de control de calidad, CONAME.

Las palancas empleadas están fabricadas de materiales muy resistentes y de bajo peso para permitir al operario manejarlas con facilidad y con la brusquedad que para esta tarea se requieren sin dañar los flancos y talones del neumático. El lubricante facilitara el proceso.

Para desmontar el neumático del aro, el operario debe estar capacitado para realizarlo de una manera segura y sin producir daños a la carcasa, los procedimientos generales para llevar a cabo esta tarea se indica de la siguiente manera:

- Siempre inspeccionar el conjunto llanta y aro para verificar que los componentes están adecuadamente asentados antes de retirar la llanta del vehículo.

- Desinflar las llantas completamente, retirando el núcleo de la válvula antes de retirar la llanta de su posición en el vehículo o antes de desmontar la llanta del aro.
- Nunca levantar, recostar o manipular el ensamble mientras el neumático o la llanta se está desinflando.
- Nunca intentar desasentar los talones de un neumático o las cejas una llanta inflada.
- Nunca golpear la llanta o el aro con un martillo.
- Cumplir con los procedimientos de montaje y desmontaje recomendados por los fabricantes de neumáticos.

Montaje: para ensamblar el conjunto llanta y aro, se pueden emplear las palancas TNT, pero para evitar esfuerzos innecesarios se emplean máquinas y herramientas especiales para montar neumáticos, ya que estos últimos son de tamaño y pesos considerables empleando para ello lubricantes especiales para el montaje para garantizar la estanqueidad entre la ceja de la llanta y el aro. Antes de montar la llanta en el aro es necesario realizar el mantenimiento de este último realizando las siguientes acciones.

Figura 13. Acciones preventivas para retirar el neumático

	<p>Retirar el vástago de las válvulas al limpiar los asientos de talón para evitar la acumulación de suciedad en el tubo de la válvula, lo que podría ocasionar un mal funcionamiento de la misma.</p>
	<p>Antes de montar una llanta nueva hay que limpiar los asientos de talón en profundidad con un cepillo de alambres o una herramienta de potencia apropiada hasta que se consiga una superficie suave y limpia. Evite utilizar herramientas abrasivas fuertes o una fuerza expresiva que pudiese romper o abollar la superficie.</p>
	<p>Aplicar una película de lubricante o pasta en ambos asientos de talón del aro.</p>
	<p>Aplicar también lubricante o pasta en los dos talones o cejas de la llanta. Montar el neumático según los procedimientos recomendados por el fabricante del neumático.</p>

Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

Los procedimientos generales para esta tarea son los siguientes:

- Nunca instalar una llanta con arrugas o sucia en la parte de la pestaña o ceja.
  - Emplear lubricantes aprobados de origen vegetal y no derivados de petróleo.
  - Nunca golpear la llanta o el aro con un martillo.
  - Siempre infle las llantas en frío, a la presión recomendada por el fabricante de la llanta.
  - Nunca exceda los 40 psi al sentar las cejas en los bordes del aro.
- Rotación de neumáticos: para corregir los desgastes irregulares que se presentan en la banda de rodadura producto de una mala geometría del vehículo; la rotación de los neumáticos se los realiza entre los mismos aparejos de un determinado eje sin combinarlos, es decir, entre el eje directriz, el eje de tracción y entre los de arrastre, no se puede rotar una llanta direccional con una de tracción, porque cada una está específicamente diseñada para cada tipo de aplicación.

Por lo general los neumáticos se rotan a los 10,000 km, o cuando se aprecia un desgaste irregular en la banda de rodamiento.

### **3.5.1. Clasificación de fallas**

Servirá para determinar cuándo un neumático deberá ser retirado con un mínimo de labor, para poder ser reencauchado, además los indicadores de desgaste de los neumáticos son una forma rápida y sencilla para determinar si los mismos necesitan ser remplazados por unos nuevos. Dichos indicadores también sirven para determinar el espesor mínimo de rodaje del neumático y retirarlo para preservar la integridad de la carcasa para poder ser reencauchada, los espesores de los testigos y la ubicación de estos pueden variar. Dependiendo

del fabricante del neumático, el INEN a través de la NTE 011 de 2006 ha establecido un límite legal de desgaste de 1.6 mm, es decir el espesor del indicador.

Por lo general estos resaltes de caucho se localizan en los canales de diseño del neumático.

Figura 14. **Indicadores de desgaste de un neumático**



Fuente: elaboración propia, Área de control de calidad, CONAME.

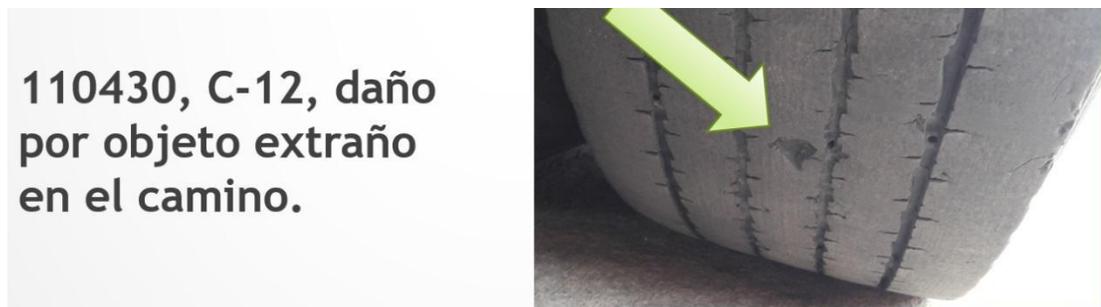
La clasificación de fallas es una metodología más visual que textual, por ese motivo se procede a colocar algunas fotografías captadas en algunas unidades de toda la flota de la empresa, indicando el tipo de falla presenta, las que son más comunes por los tipos de carreteras presentes en el territorio guatemalteco, y por qué las rutas que transitan casi siempre son las mismas, difícilmente las unidades cubren servicios en sectores no recorridos o desconocidos.

Figura 15. **Falla por desgarramiento**



Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

Figura 16. **Daño por objeto extraño en la vía**



Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

Figura 17. **Daño por agrietamiento**



Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

Figura 18. **Agrietamiento y falta de labor**



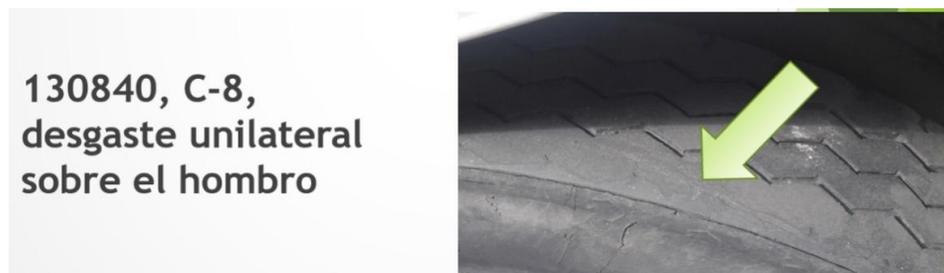
Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

Figura 19. **Pellizcamiento por golpe**



Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

Figura 20. **Desgaste unilateral sobre el hombro**



Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

Figura 21. **Desgarramiento y daño por corte y rasgadura**



Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

Figura 22. **Poca labor y desgaste ondulado**



Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

Figura 23. **Desgaste unilateral sobre el hombro**



Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

Figura 24. **Superficie lisa y desgaste en costillas**



Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

Figura 25. **Desgaste tipo depresión intermitente y superficie lisa**



Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

Figura 26. **Desgaste tipo depresión intermitente y corte**



Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

Figura 27. **Desgaste tipo contrapelo y desgarramiento**



Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

Figura 28. **Desgaste unilateral sobre el hombro**



Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

### **3.6. Taller mecánico**

Unidad responsable de ejecutar las revisiones de las unidades de transporte pesado, delimitar las fallas comunes y repetitivas, solucionar los problemas que se presenten en cada unidad y realizar las reparaciones necesarias.

### **3.7. Bodega**

Unidad responsable de dotar el stock óptimo necesario de repuestos y lubricantes, también de dotar con la herramienta necesaria para poder prestar el servicio de respaldo a los mecánicos.

### **3.8. Actividades antes de realizar un traslado.**

Se deberán realizar un conjunto de acciones en trabajo de equipo, con los mecánicos, los supervisores y los pilotos de las unidades de transporte pesado, porque solamente ellos, saben cuáles son los procedimientos predecesores establecidos para el óptimo control y funcionamiento de las unidades, se indicarán los más relevantes que deberán ser inspeccionado antes de ejecutar algún proyecto o ruta de trabajo.

- Realizar inspección de 360 grados a la unidad
- Revisar y ver niveles de aceite de motor y caja
- Revisar y ver nivel de refrigerante o agua en radiador y depósitos auxiliares.
- Revisar que la presión de aire en el sistema sea la óptima y no presente perdidas.
- Revisar y medir la presión de aire de todos los neumáticos.
- Verificar y revisar que el sistema eléctrico no presenta problemas.

- Revisar y validar que en el sistema de frenos no se presentan pérdidas de presión o fugas de aire.
- Revisar y verificar el estado de los neumáticos de repuestos asignados a la unidad de transporte.

Estableciendo estos pasos importantes y significativos antes de realizar un traslado se podrán mitigar las fuentes de accidentes y paros inesperados en carretera.

### **3.9. Hojas de control**

Se rediseñan según la necesidad de la empresa, según el stock de inventario y los requerimientos específicos que se desean controlar. Su objetivo principal es servir de herramienta al supervisor para establecer la operatividad de las unidades de transporte pesado y realizar la medición de los operarios y mecánicos del taller.

### **3.10. Historial de reparaciones**

El historial de reparaciones es un sistema nuevo que se desea implementar en la empresa, por la falta del mismo no se consideran los costos reales que ha estado sufragando la empresa en pagos y repagos de neumáticos que se compran de forma urgente y sin agenda previa.

#### **3.10.1. Objetivos del historial**

Documentar y clasificar todas las reparaciones realizadas al inventario total de neumáticos presentes en la empresa, además se debe realizar un archivo

digital o físico por cada unidad de transporte pesado que está a disposición de la empresa.

### **3.10.2. Recolección de datos y su almacenamiento**

Se diseña con el objetivo de obtener la clasificación de fallas recurrentes y continuas en los neumáticos que se iniciaran a clasificar, se deben ordenar por fecha en que se realizó y establecer la falla que fue reparada.

### **3.10.3. Fichas técnicas**

Hojas diseñadas que sirven de guía de trabajo al mecánico y operario de las unidades de transporte pesado, pueden ser archivadas en las oficinas centrales, en el taller de mecánica y cada una de las unidades podrá portar una ficha técnica con breves descripciones y pasos a seguir, si se presentara alguna falla de valoración baja.

### **3.10.4. Control de reparaciones**

Actividad realizada y diseñada para el supervisor a cargo del taller y bodega, este tendrá a su disposición los mecánicos dentro y fuera de las instalaciones de la empresa.

## **3.11. Costos de rutinas de mantenimiento**

Es el precio pagado por concepto de las acciones realizadas para conservar o restaurar un bien o un producto a un estado específico.

La finalidad básica de la gestión de costos es estimular la optimización del uso de mano de obra, cantidad de materiales, contratos y minimizar tiempos de paro; estableciendo objetivos atractivos desde el punto de vista de un beneficio potencial y el costo de mantenimiento.

Como encargados de la administración del mantenimiento una de las principales tareas será minimizar los costos de mantenimiento. De estos se analizarán los siguientes, considerando los más importantes.

#### **3.11.1. Lubricantes**

Los costos podrán ser establecidos de acuerdo a las órdenes de compra actuales de la empresa.

#### **3.11.2. Mano de obra**

El costo de mano de obra se deberá establecer según la cantidad de recurso humano disponible, la cantidad de unidades presentes y los tiempos que se requieren para la ejecución de mantenimientos y reparaciones necesarias de los neumáticos.

#### **3.11.3. Repuestos**

Los repuestos han sido muy variados en ingreso a bodega, actualmente no se presenta un costo medio para poder demostrar alguna comparación o proyección a futuro.

## 4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

### 4.1. Sistema de clasificación de fallas recurrentes

La práctica para el sistema de clasificación se conformará de las siguientes etapas, se recomienda realizar el muestreo y recolección de datos de las fallas recurrentes, se realizarán por el método de observación directa a los neumáticos junto con el mecánico de taller, se definirán las muestras de las fallas para crear el historial y solucionarlas por reparaciones o sustitución de re encauches nuevos.

#### 4.1.1. Metodología del sistema

Para que logre implementarse una metodología efectiva, se diseñan una serie de procedimientos que deberán ser establecidos y aplicados en la empresa y por su personal, de dicha manera se pretende que pueda obtenerse el resultado esperado.

Tabla XIII. *Ítem*

	<i>Ítem</i>
1	Capacitarse con el manual de fallas donde se aprecian por medio de imágenes las diferentes fallas comunes en neumáticos de transporte pesado.
2	Asociar los desgastes encontrados en los neumáticos según la clasificación de fallas del manual a adjuntar.
3	Establecer el plan diario de control y revisión <i>express</i> de los neumáticos de la flotilla para establecer su estado actual.
4	Crear el archivo digital de las muestras recolectadas de los neumáticos que han presentado fallas.

Continuación de la tabla XIII.

5	Estudiar y analizar los neumáticos que han presentado fallas graves, para delimitar responsabilidades.
6	Establecer si la recurrencia en fallas presentes en los neumáticos es por causas naturales a su entorno o por mala práctica de los pilotos de las unidades.
7	Establecer un <i>record</i> histórico de rotación y clasificación de neumáticos a partir de la implementación de la propuesta.

Fuente: elaboración propia.

Se presume que al aplicar los 7 pasos establecidos en la matriz anterior la empresa podrá adquirir nueva ruta de trabajo, además de hacer un camino estrecho y robusto de trabajo para clasificar y mitigar las fallas en los neumáticos.

#### **4.2. Mejora en plan de mantenimiento predictivo**

En la evaluación de resultados se trabajará en conjunto con los colaboradores que participan en toda la gestión y así tomar las decisiones que puedan servir para corrección o mejora en los factores evaluados, los factores de mayor enfoque e incidencia al análisis serán; el recurso humano, los procedimientos y el programa de mantenimiento en general.

El objetivo principal de la evaluación de resultados será un enfoque basado en el proceso utilizado para optimizar las mejoras continuamente al programa de mantenimiento predictivo. Al realizar la evaluación, se podrá determinar que exista una deficiencia en el programa que será importante que todos los esfuerzos sean dirigidos objetivamente a solucionarla y eliminarla.

Si se llegara a la conclusión de que no existe ningún inconveniente, atraso, o problema de algún área del programa de mantenimiento se deberá enfocar

todos los esfuerzos en la búsqueda de oportunidades que puedan mejorar el sistema.

Las utilidades de herramientas administrativas son de suma importancia y servirán de apoyo para la evaluación y toma de decisiones del sistema de administración, programación y ejecución, entre algunas se pueden proponer: reuniones gerenciales, diagramas estadísticos, diagramas de problemas, FODA, histogramas, entre otros.

#### **4.2.1. Listado de fallas repetitivas**

Con la creación de un archivo digital donde se logre captar por medio de fotografías las fallas repetitivas en ciertas unidades, será de herramienta útil para determinar si los neumáticos son fallidos por mala calidad del fabricante o si es porque la o las unidades se encuentran con desperfectos mecánicos.

Se asume que el trabajo será arduo o metódico pero los resultados en números estadísticos e históricos documentados serán de beneficio para la empresa propietaria del transporte pesado, para la industria de transporte y para el fabricante del material que se utiliza como re encauche.

El diseñar este sistema de base de datos o listado de fallas repetitivas comprometerá a toda la organización a centrar sus operaciones en el verdadero mantenimiento preventivo en los ejes de movilidad del transporte pesado.

##### **4.2.1.1. Fallas por desgaste**

Diseñar el historial como iniciativa de la implementación del presente programa de mantenimiento, si ya existiese un historial, clasificar cuales han sido

las fallas encontradas y delimitar del por qué se está presentando dicha falla, se deberán analizar los entornos naturales a la falla, si se está provocando por fricción rose o desgaste de uso común, no se podrá descartar la posibilidad que las unidades puedan ser sobrecargadas y exigidas a su máxima capacidad.

Figura 29. **Áreas donde puede sufrir desgaste un neumático**

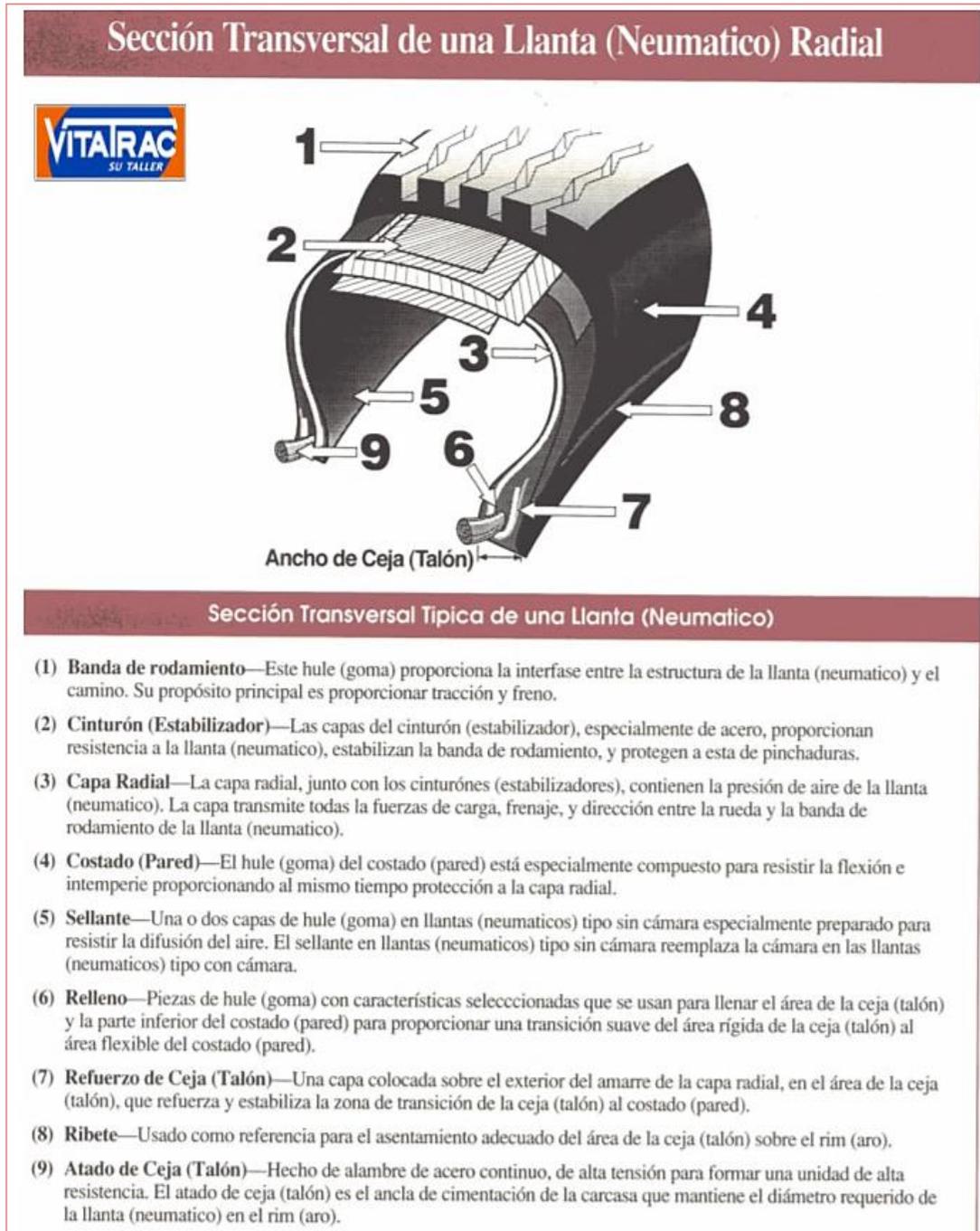


Fuente: VitaTrac. *Manual de fallas de neumáticos*. p. 62.

#### 4.2.1.2. **Fallas por fractura**

Establecer la causa, realizar una revisión a su entorno circundante al neumático, establecer si ha sido sometida a cargas mayores a las especificaciones técnicas o si tiene presente armonías altas de vibraciones.

Figura 30. Sección transversal de un neumático



Fuente: VitaTrac. *Manual de fallas de neumáticos*. p. 63.

#### 4.2.1.3. Fallas por fatiga superficial

Cuando en las unidades de transporte pesado se colocan los neumáticos, se hace por criterio personal y sin considerar las normas o diseños del fabricante, por eso el colocar los neumáticos del mismo tamaño, pero de diferentes marcas y diseños, no es muy recomendable montarlos combinados en un determinado eje del vehículo, la relación de uno con el otro, presentan varias características, no solo simétricas y constructivas, sino también con características propias de comportamiento en diferentes relaciones: peso a trasladar, aplicabilidad (frontal, traseras o de arrastre) y otros usos, sean para grava o carretera de asfalto. El tipo de montajes genera fatiga en la carcasa del neumático, debido a que un neumático soportará más peso que el otro, la mala distribución de las cargas tangenciales y sobre su propio eje logran llevar a su límite máximo de fatiga al o los neumáticos que se encuentran mal posicionados.

Figura 31. Fallas por fatiga en neumáticos



Fuente: elaboración propia, Área de control de calidad.

### 4.3. Factores administrativos que inciden en fallas recurrentes

Por ser una empresa grande, con una planilla total de más de 300 personas, existen tipos de factores administrativos que deberán ser considerados al programar los programas de mantenimientos y la rotación de neumáticos reutilizables antes de ser desechados. Además, que todos estos factores dependerán directamente si la vida útil de los neumáticos podrá ser extendida o serán rechazados y desechados por malas prácticas administrativas, técnicas y operativas.

Tabla XIV. **Factores administrativos a considerar en las fallas recurrentes**

	<i>ITEM</i>
1	Repuestos y lubricantes.
2	Cotizaciones de nuevos proveedores.
3	Ejecuciones de compra.
4	Mecánicos mal preparados.
5	Inventarios desactualizados en bodega.
6	Cronogramas de revisión y rotación de neumáticos mal diseñados.
7	Modelos de inventarios mal ejecutados.

Fuente: elaboración propia.

Los ítems descritos en la matriz de la tabla XIV, demuestran los factores más importantes que la industria y la empresa deberán considerar para mitigar las pérdidas e incrementar su eficiencia en los procesos de cuidado y rotación de neumáticos.

#### 4.3.1. Re encauche

Mediante el proceso de reencauche, las llantas son reutilizadas o como conocido como reciclaje, se les procesa adecuadamente y luego se coloca una

nueva banda de rodamiento y con ello se dispone nuevamente de una llanta, que estará en condiciones para ser utilizada por segunda, e incluso en una tercera vez y cuyo rendimiento puede ser igual al de una llanta original, debido a que las características y compuestos de la banda de rodamiento son los mismos.

Es importante señalar que por medio del reencauche los neumáticos, los beneficios son diversos y no solo económicos, sino también ambientales y es de suma importancia proporcionar la correcta información acerca del reencauche y los cuidados a los neumáticos originales, para de esta manera conseguir que estos, ya usados, no vayan a ser desechados, sino que puedan nuevamente ser utilizados.

El proceso de reencauche es un método que permite reutilizar una llanta usada, mediante la aplicación de una nueva banda de rodadura, que puede presentar el mismo diseño del neumático original o cualquier otro diseño, dependiendo de la necesidad del usuario o la demanda. Cuando un neumático ha perdido su labrado (banda de rodamiento), la carcasa puede ser reutilizada dependiendo del estado de la misma.

Figura 32. **Diagrama de reencauche**



Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

Desde el punto de vista de los transportistas, el hecho de utilizar una llanta reencauchada significara dos cosas: Economía, ahorrar dinero que puede ser destinado a otra variante de gasto dentro del vehículo y reducción de costos, dependiendo del tipo de neumático reencauchado a utilizarse, se puede economizar entre el 30 y 50 % del costo de un neumático original y que presta las mismas características y durabilidad.

El valor de un neumático en el mercado es de aproximadamente \$600, mientras que un neumático se encuentra alrededor de los \$300. Desde una perspectiva ecológica al reencauchar una llanta el medio ambiente mejora, porque no pasará a ser parte de la contaminación diaria que sufre el planeta y se reducirá el consumo de recursos naturales como el petróleo, de hecho para la producción de un neumático nuevo, el 70 – 80 % del costo de fabricación se empleara en el cuerpo del neumático o carcasa y un 20-25 % en la banda de rodadura, es por eso que un neumático reencauchado tendrá un precio casi a la mitad que un neumático original. Además de eso se suma la poca cantidad de petróleo necesario para el proceso de reencauche, que actualmente es un consumo de 7 galones, por el contrario, un neumático original fabricado a partir de cero, necesitará alrededor de 22 galones de petróleo.

#### **4.3.1.1. Cotización previa**

La cotización previa deberá incluir los siguientes aspectos técnicos que el proveedor garantizará antes de realizar algún tipo de contrato. El reencauchador, será el único y exclusivo responsable por la aplicación correcta de la materia prima de reencauche y por asegurar que la misma esté libre de cualquier defecto, que pueda comprometer la estructura de la misma y la seguridad de las unidades de transporte, todo esto en su periodo de vida útil programado.

Tabla XV. **Materia prima y elementos complementarios del reencauche**

<b>Mínimo de materiales y materia prima a considerar</b>	
Banda de rodamiento:	La banda de rodamiento deberá contar con certificación o norma de calidad, a su vez esta debe ser emitida por un organismo certificador acreditado en el país de origen, el reencauchador debe solicitar a su proveedor de banda pre-curada y material para extrusión, que especifique las condiciones de almacenamiento y la utilización de ese material, con el fin de garantizar la conservación de sus características.
Cemento:	Se conoce como la mezcla del solvente y un compuesto de caucho compatible con la banda de rodamiento, los productos crudos y el neumático.  El reencauchador debe solicitar a su proveedor de cemento, que garantice el suministro de información sobre los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> <li>● El método de aplicación, uso y almacenamiento.</li> <li>● Condiciones de utilización, como tiempos de agitación y secado.</li> </ul>
Cojín para reconstrucción y material para relleno:	El reencauchador debe solicitar a su proveedor de cojín para reconstrucción y material para relleno que garantice el suministro de información sobre el método de aplicación, uso y almacenamiento, y fecha de vencimiento.
Parches o unidades de reparación:	El reencauchador debe solicitar a su proveedor de materiales de reparación, que se responsabilice por las siguientes acciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>● El método de aplicación y almacenamiento.</li> <li>● Los límites de utilización de las unidades de reparación de acuerdo con los daños.</li> <li>● Que los parches de refuerzo, aplicados correctamente en la reparación de la carcasa, sean adecuados para su propósito.</li> <li>● Que todos los demás materiales de reparación, sean adecuados para la utilización prevista.</li> </ul> <p>No se deben utilizar tablas de fabricación de los parches de un fabricante para unidades de reparación de otro fabricante.</p>

Fuente: elaboración propia.

#### **4.3.1.2. Ejecución de compra**

Se propone establecer que los responsables de la unidad de taller y los supervisores de los mecánicos sean quienes realicen y ejecuten las compras necesarias, porque esta persona se encuentra en contacto directo con la maquinaria, además debe cumplir con el perfil técnico necesario para trabajar con la maquinaria pesada.

#### **4.3.1.3. Cronograma de rotación**

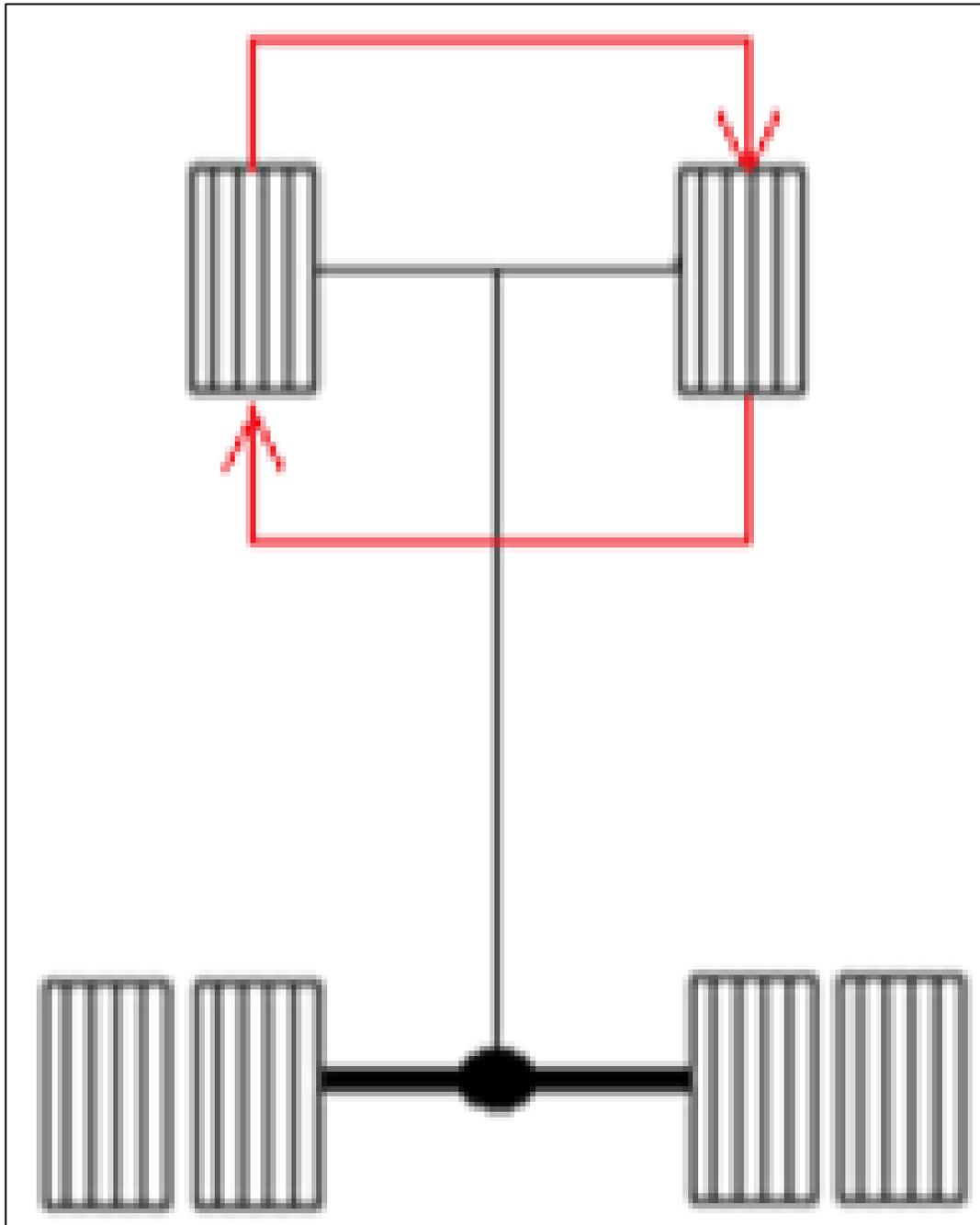
La programación efectiva de rotación mitigara los desgastes irregulares en la banda de rodadura, producto de una mala geometría de la unidad de transporte pesado.

La rotación de los neumáticos se realiza entre los mismos aparejos de un determinado eje sin combinarlos, es decir, entre el eje directriz, el eje de tracción y entre los de arrastre, no se puede rotar una llanta direccional con una de tracción, porque cada una posee especificaciones técnicas diferentes para cada tipo de uso y aplicación.

Por lo general los neumáticos se rotan a los 10,000 kilómetros o cuando se aprecie un desgaste irregular en la banda de rodamiento, las rotaciones que pueden ser realizadas respectivamente son: rotación de neumáticos eje direccional, rotación de neumáticos ejes de tracción, rotación de neumáticos eje de arrastre.

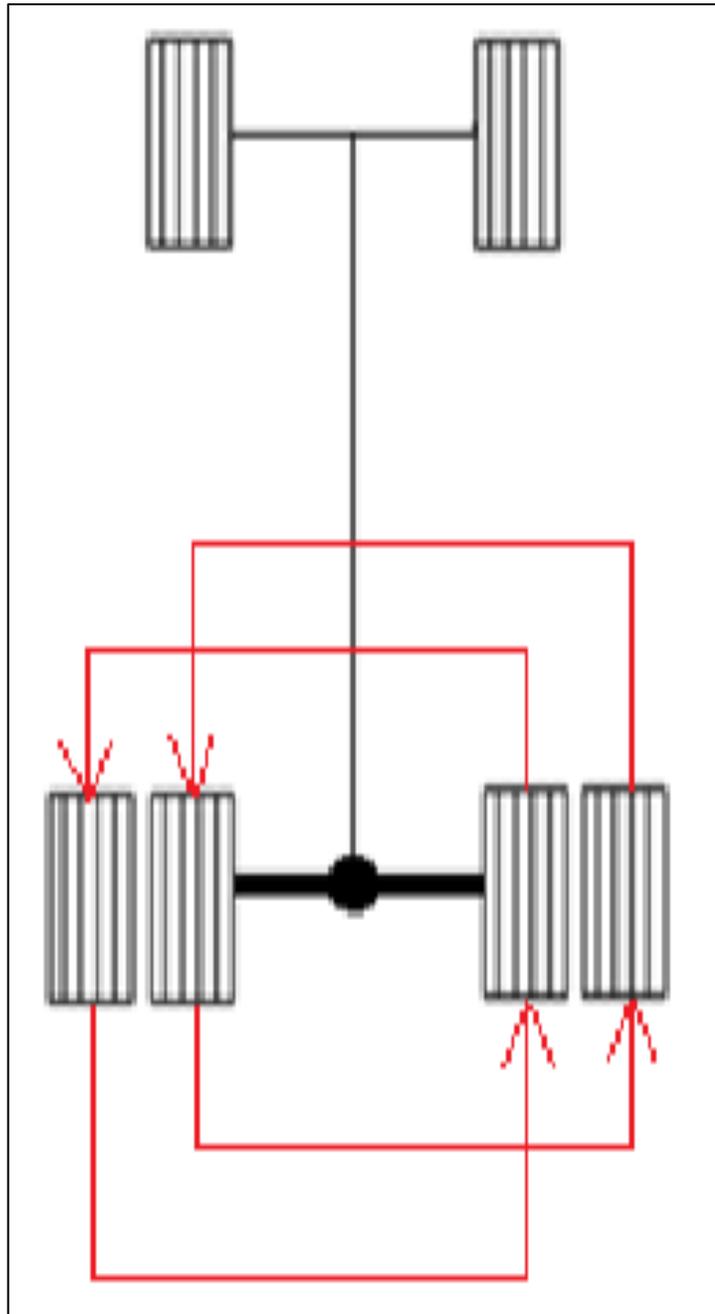
Estos tipos de rotaciones deberán ser diseñadas, clasificadas y programadas por los jefes del departamento de transporte y mantenimiento o por los mismos supervisores con el apoyo de los mecánicos de piso.

Figura 33. Rotación de neumáticos de eje direccional



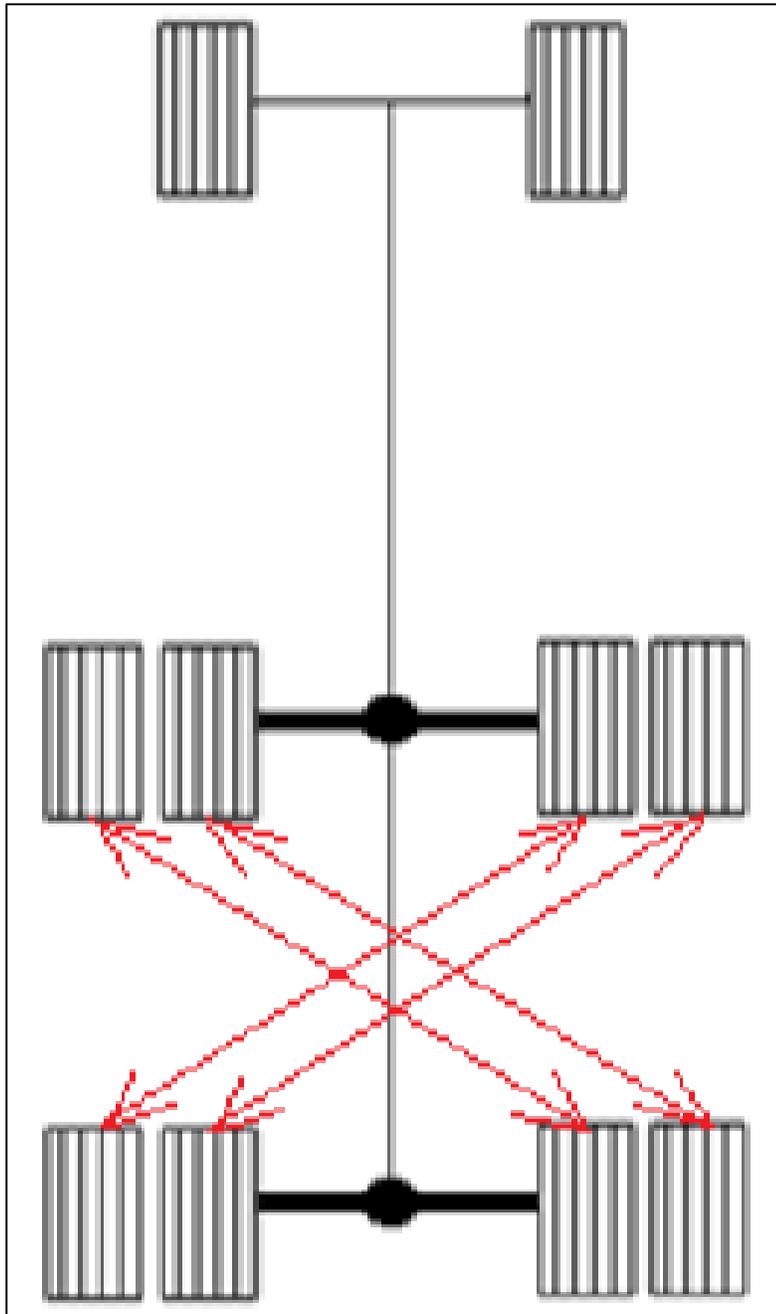
Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

Figura 34. **Rotación de neumáticos del eje de tracción de configuración 4x2**



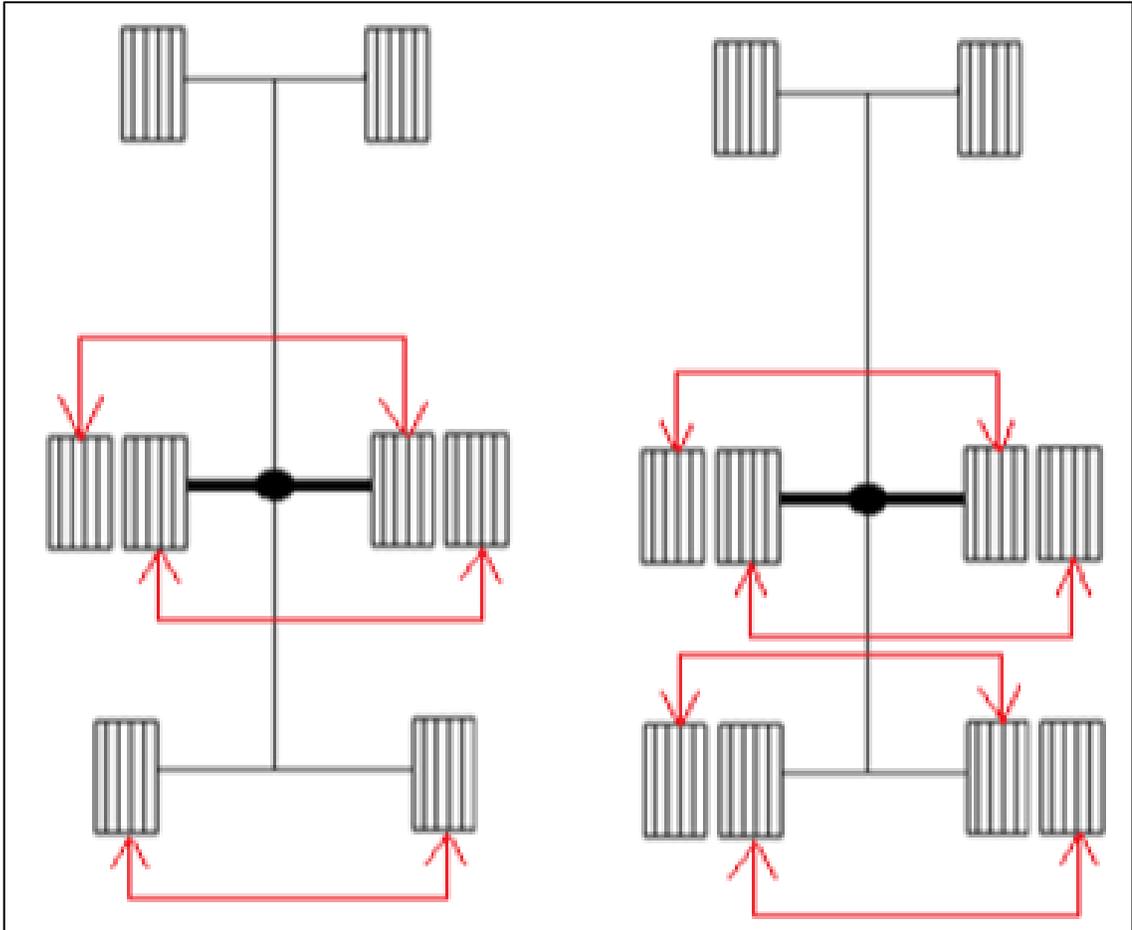
Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

Figura 35. **Rotación de neumáticos del eje de tracción de configuración 6x4**



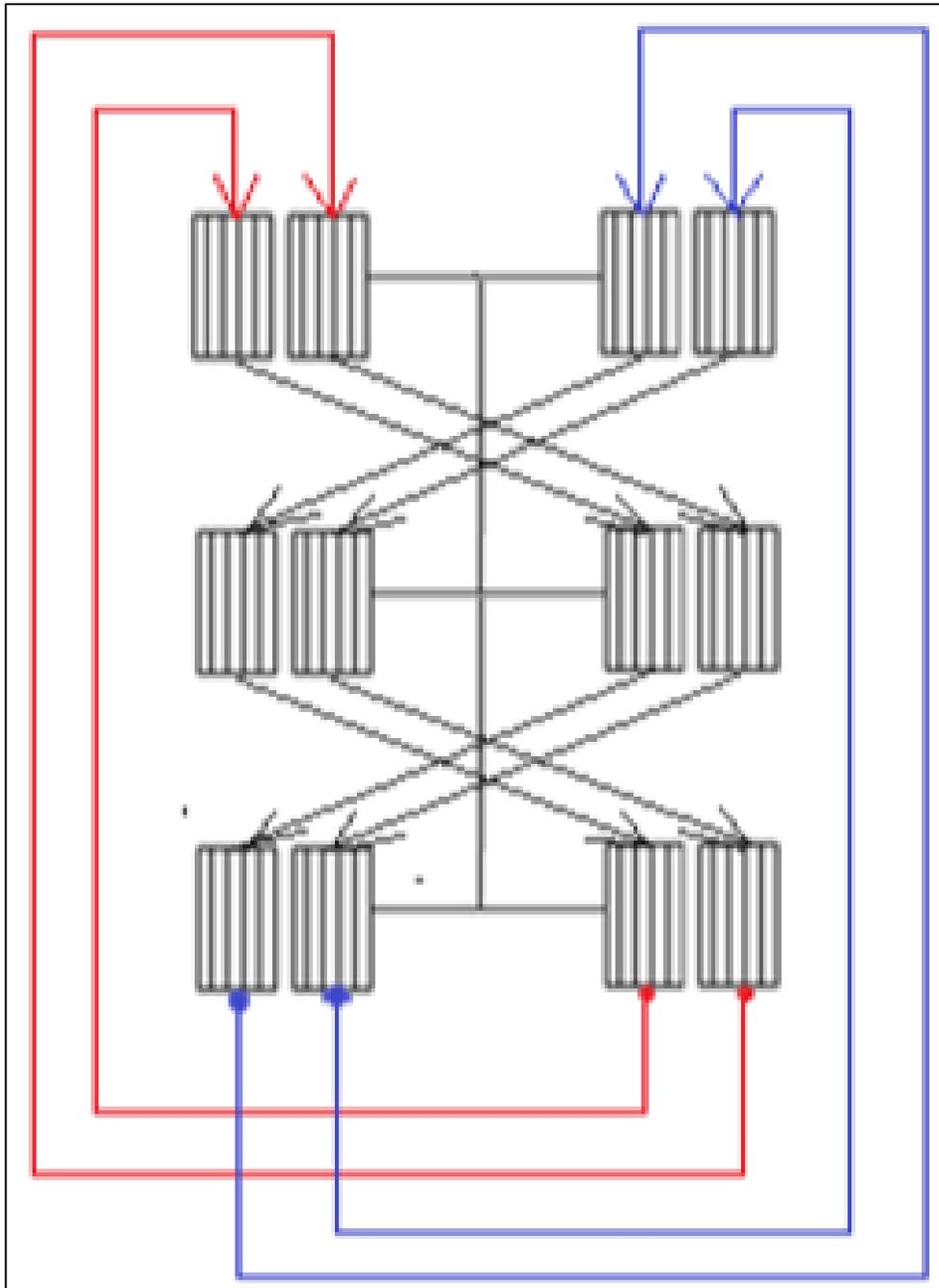
Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

Figura 36. **Rotación de neumáticos del eje de arrastre de configuración de vehículo 6x2**



Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

Figura 37. **Rotación de neumáticos del eje de arrastre para plataformas de tráileres**



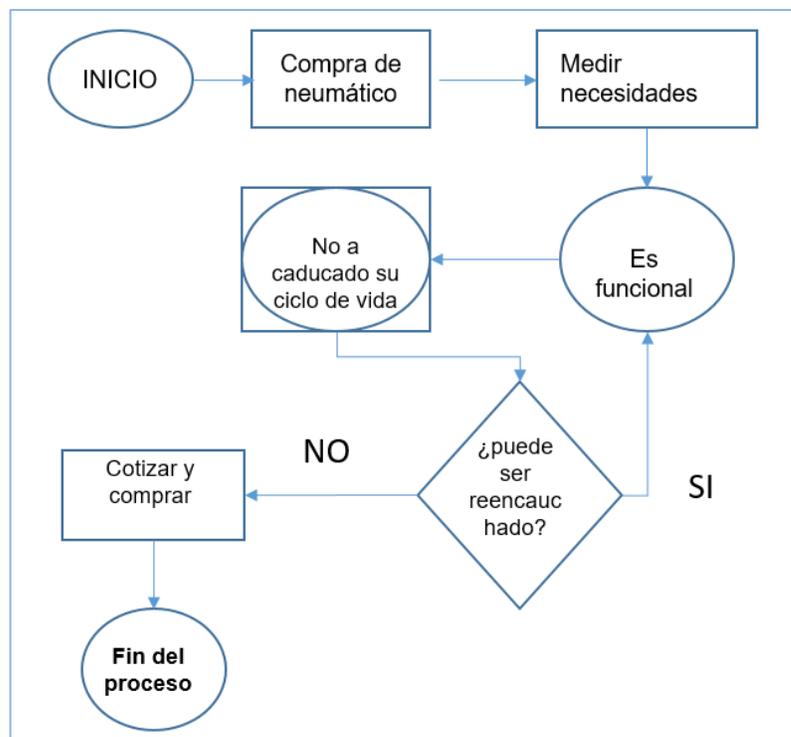
Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

### 4.3.2. Neumáticos nuevos

Para realizar compras o adquisiciones de neumáticos nuevos, sin un solo ciclo de uso, deberán considerarse diferentes variables, estas se detallarán a continuación; además de eso deberán ser sometidos a diferentes procesos para generar alguna orden de compra.

No es predominante la compra de neumáticos nuevos, la empresa posee un stock de neumáticos disponibles actualmente, que se proyecta puedan ser utilizados en un periodo no menor a 3 años, a partir de ese momento ya se deberá considerar el comprar o no nuevos neumáticos.

Figura 38. **Diagrama de decisión para comprar un neumático**

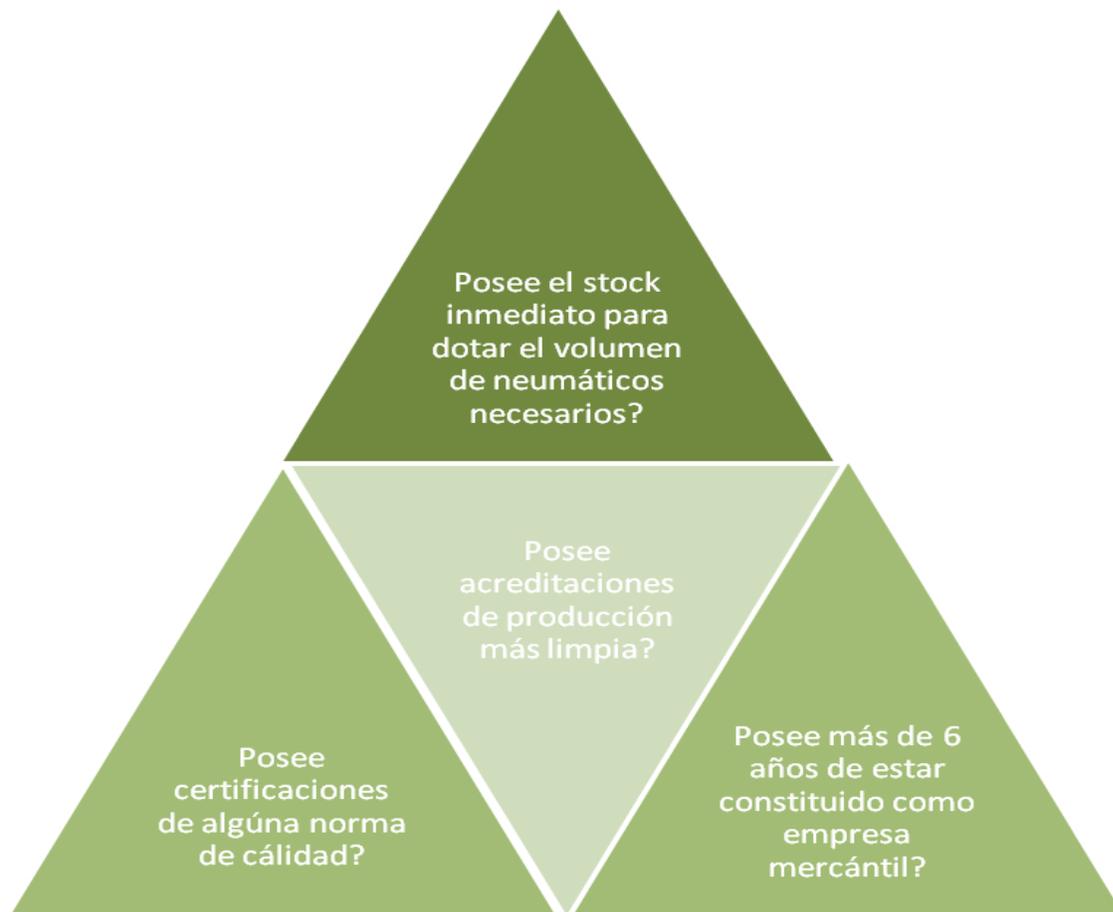


Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

#### 4.3.2.1. Cotización previa

Se deberán establecer y respetar ciertos lineamientos para que proveedores puedan cotizar ofertas a la empresa, para no ser un grupo extenso de posibles oferentes, por ese motivo se dispondrán de algunos lineamientos que por obligación deberán ser respetados y apegados para ofertar productos nuevos.

Figura 39. **Pirámide de factores para comprar un nuevo neumático**



Fuente: elaboración propia.

#### **4.3.2.2. Ejecución de compra**

Al complementarse los cuatro ejes propuestos en la pirámide anterior, se solicitará a junta directiva que evalúe las propuestas, con un número mínimo de 2 ponentes y máximo de 3, para evaluar el nivel de certeza y compra efectiva.

#### **4.3.3. Taller mecánico**

Unidad responsable de ejecutar las revisiones de las unidades de transporte pesado, delimitar las fallas recurrentes y repetitivas, solucionar los problemas que presentan los diferentes neumáticos, instalados y los que están ubicados para repuesto.

##### **4.3.3.1. Stock actualizado de inventario**

Se deberán establecer los medios para ejecutar la actualización del inventario presente, así establecer cuáles son los tipos de neumáticos con mayor demanda, neumáticos con mayor tiempo de abastecimiento y neumáticos que no son necesarios tenerlos físicamente.

Considerando estas actuaciones se espera reducir las compras innecesarias, hacer mal ajuste de programación para reencauchar neumáticos que han sido retirados por largo tiempo y puedan estar a la intemperie únicamente acumulando agua y sedimentos, siendo focos de contaminación.

##### **4.3.3.2. Cronograma de rotación de inventario**

Se propone utilizar el manejo de materiales, que establece que, según los pronósticos de demanda en los reencauches, se procederá a planificar la

requisición de materiales necesarios que serán utilizados. Una adecuada gestión de inventarios es fundamental para reducir los costos de una empresa, ya que la cantidad provisionada debe estar de acuerdo al plan de demanda para que, tanto en bodega como en taller, no debe existir saturación de neumáticos que representen demasiado capital invertido que no está generando utilidad; por otro lado, el stock de materiales en existencia debe ser el adecuado para que en un momento dado la producción no deba detenerse por falta de repuestos.

El manejo de materiales está íntimamente relacionado con los modelos de inventarios para demanda dependiente e independiente, se utilizarán estos conceptos para determinar cuánto tiempo y cuanta cantidad se requiere de neumáticos o reencaches, de tal forma que se optimice el stock de repuestos al más bajo costo.

#### **4.3.4. Supervisor de mantenimientos**

Persona responsable que bajo su mando se encuentra un número establecido de operarios, mecánicos y una cuadrilla de pilotos, sus funciones es dotar de respaldo a sus compañeros de trabajo y dotar de equipo, repuestos y herramientas para que no se detengan las operaciones.

##### **4.3.4.1. Ejecución en predio de CONAME**

La ejecución en el taller de reparaciones o conocido como el predio podrá ser reorganizado según la clasificación de los neumáticos encontrados, desde los que tienen menos tiempo de vida, los que presentan mayor cantidad de fallas en el cuerpo del mismo y los que definitivamente ya no sirven para poder seguir siendo utilizados.

#### 4.3.4.2. Tiempos estimados de reparación

Los tiempos no han podido ser establecidos por qué no se ha iniciado con la implementación de la propuesta, pero se consideran tiempos estandarizados que se presentan en una matriz a continuación, con estos tiempos se podrá planificar una guía de trabajo y orientación activa a desarrollar.

Tabla XVI. **Tiempos estimados de reparación**

<b>Acciones y tiempos estimados para vulcanización</b>		
Inspección inicial	Se seleccionan las carcasas que no posean defectos de fábrica, daños no reparables, edad de fabricación excesiva, y se rechazarán las carcasas que no cumplan con estas observaciones o según la espertis del analista no cumplan con los parámetros mínimos de seguridad.	10 a 25 minutos
Raspado de las carcasas	Se deberán raspar mediante sistemas compatibles con el proceso de reencauche utilizado, respetando los radios y anchos recomendados por organizaciones internacionales de fabricantes y que proveen normas de seguridad y calidad.	25 a 35 minutos
Reparación	Deberán ser examinados cuidadosamente, todos los sectores del neumático y las áreas de la carcasa a ser reparadas y deberán ser marcadas durante la inspección inicial y después de los procesos de raspado de preparación.	30 a 40 minutos
Relleno	Se calentará el caucho a una temperatura de 75 grados centígrados y se rellenará todas las cavidades de reparaciones anteriores, asegurando que no quede aire entre las capas, se podrá permitir un excedente máximo de 2 mm.	45 a 60 minutos

Continuación de la tabla XVI.

Cementación	A la carcasa se le brindará una capa de protección, para prevenir la oxidación en sus superficies pesada, además incrementará la unión de los componentes en el embanado y mantendrá juntos los componentes durante el curado.	35 a 45 minutos
Embanado	Cuando se realiza el procedimiento de reencauche en caliente, la capa de caucho aplicada deberá tener las dimensiones de corona (ancho y radio), base y espesor, como se requiera para el tamaño y diseño de alguna matriz o molde donde el neumático será vulcanizado.	15 a 25 minutos
Vulcanización	El nuevo neumático que está por salir de producción será vulcanizado controlando el tiempo, temperatura y presión, respetando las especificaciones correspondientes a los materiales y procesos de vulcanización.	45 a 75 minutos
Inspección final	Luego de la vulcanización, cada neumático reencauchado debe ser examinado, para asegurar que no presenta algún defecto visible.  Si el neumático nuevo presenta cualquier defecto visible (por ejemplo: ampollas, depresiones, entre otros), deberá ser objeto de un examen específico, con el fin de determinar la causa del efecto y tomar las acciones correspondientes, según los manuales de proceso de cada planta.	45 minutos

Fuente: elaboración propia.

#### **4.4. Factores ambientales que inciden en fallas recurrentes**

Los factores que continuamente influyen directamente en los neumáticos, podrían ser considerados naturales, por el tipo de asfalto donde se transita, por los terrenos donde se cumplen entregas de proyectos y muy importante, por las habilidades técnicas de manejo que posee cada uno de los pilotos a cargo de las unidades de transporte pesado.

#### **4.5. Factores de riesgo que afectan los traslados**

Algunos factores que pueden ser considerados relevantes e importantes se desarrollaran a continuación.

##### **4.5.1. Planificación de horario para traslado**

Provee servicio de asesoría y ejecución de proyectos, respaldado por un equipo de ingenieros y supervisores certificados altamente capacitados para brindar el mejor servicio ingenieril.

##### **4.5.2. Estudio y análisis de rutas a transitar**

El personal a cargo de los traslados de equipo especializado y equipo pesado, tiene como función y responsabilidad, supervisar el traslado de la maquinaria pesada y carga sobredimensionadas, anticipándose a los inconvenientes en las rutas de los traslados, optimizando los recursos disponibles y proponiendo soluciones inmediatas ante cualquier inconveniente que se pueda suscitar en el camino, este personal posee capacitaciones para ejecutar los traslados, capacitaciones que han sido objetivas en cuanto a la prevención de los riesgos o daños que se pudiesen causar en las rutas críticas de transitar.

#### **4.5.3. Cálculos y especificaciones de carga a trasladar**

Obtener la información detallada y técnica de las medidas exactas de dimensionamientos de la carga extradimensionada o carga normal a trasladar, también el dato exacto del peso y tara de las unidades necesarias que se emplearan en el traslado.

#### **4.5.4. Estado físico y mecánico de unidades para traslado**

Responsabilidad presente del departamento de mantenimiento, taller y bodega, se deberá considerar que las unidades de transporte pesado deben presentar el estado óptimo operativo en sus neumáticos para ejecutar los traslados, al optimizar los mantenimientos se mitigaran futuras fallas mecánicas y retrasos en ruta de traslado.

#### **4.5.5. Destreza del personal a cargo de los traslados**

Es de suma importancia contar con personal y recurso humano altamente capacitado, de preferencia se requerirá que los pilotos y ayudantes que participan maniobrando las unidades de transporte pesado, puedan poseer certificaciones y capacitaciones extranjeras y nacionales, con el fin de aumentar su conocimiento y destrezas operativas.

#### **4.6. Plan de capacitación**

El factor de seguridad como plan de capacitación al recurso humano, se definirá en la implementación de las capacitaciones necesarias, técnicas, académicas las capacitaciones serán definidas según las necesidades que presente cada unidad de trabajo dentro de la empresa.

#### **4.6.1. Inspectores de calidad**

Deberán distribuir y organizar a cierto recurso humano disponible, con capacidades y conocimientos que sean superiores a los operarios de bajo rango, para ello se necesitará de métodos y sistemas de empoderamiento en enseñanza aprendizaje de los que serán nombrados supervisores de calidad, apegados y bajo lineamientos estrictos y ordenados, donde no podrán anteponer su criterio como personas comunes ante diferentes situaciones.

#### **4.6.2. Técnicos revisores**

Personal a cargo de actividades diarias y matutinas, su función será el poder realizar revisiones generales a todas las unidades de transporte pesado, en especial a los neumáticos, diferenciando cuales podrían presentar problemas externos o con bajo nivel de presión. De encontrar algún neumático con falta de presión, deberán de velar por que inmediatamente sea reparado o nivelado, no podrán continuar con su ruta de chequeo si presentan algún neumático en mal estado.

#### **4.6.3. Pilotos**

Los pilotos, recurso humano que a diario y en todo momento se encuentran en constante contacto con los medios de movilización de las unidades de transporte, deberán establecer técnicas y horarios para revisar sus neumáticos de las unidades disponibles y asignadas. Si las unidades de transporte pesado presentan problemas con uno o varios neumáticos deberán realizar los reportes necesarios a los supervisores de pista y trasladar la unidad hacia el área de taller para que pueda ser revisado y corregida la falla.

#### **4.6.4. Supervisores**

Capacitaciones técnicas y académicas que puedan ser desarrolladas dentro y fuera de la empresa, estas capacitaciones deben ser realizadas por personas con récord en supervisión de campo y taller en torno a las unidades de transporte pesado, como podrían realizar técnicas y maniobras que simplifiquen las operaciones para determinar el control de fallas en los neumáticos

#### **4.6.5. Jefes de proyectos**

Personal designado por junta directiva, quienes, en su largo camino de experiencia académica, operativa y de proyectos, puedan velar por la ejecución, realización y culminación eficaz del proyecto asignado a su persona, velando por que los recursos disponibles y asignados logren satisfacer la demanda, que los operarios a su cargo puedan trabajar en armonía, y cumplir con los tiempos programados y establecidos.

#### **4.6.6. Mecánicos**

Los mecánicos son la pieza clave dentro del presente trabajo de investigación, con la destreza de ellos, pericia y basto conocimiento por su vida cotidiana de trabajar y operar con unidades de transporte pesado, podrán realizar las operaciones asignadas para el control de mitigación de uso de neumáticos en mal estado. Brindando acompañamiento a los supervisores y jefes de proyectos al momento de decidir si uno o varios neumáticos deberán ser reemplazados, sustituido, botados o transformados para material de reciclaje.

#### **4.7. Sistema de documentación y registro**

Propuesta para la mejora continua en los procesos del control de los neumáticos reencauchados y registros históricos de la empresa.

##### **4.7.1. Ingreso a predio**

Validar por cada unidad que está ingresando, si es de la empresa que como mínimo se encuentren todos sus neumáticos colocados en sus lugares establecidos, que no presenten daños a simple vista y que no estén circulando con presión baja.

##### **4.7.2. Egreso de predio**

Al egresar del predio, el responsable de garita deberá realizar la inspección breve y eficiente, determinando que todos los neumáticos de la unidad que se encuentra transitando estén en su respectivo lugar, además que ningún neumático presente fallas distinguibles a simple vista y que el o los neumáticos de repuestos estén colocados en su lugar y que se vean en óptimas condiciones. De no ser así, con el incumplimiento de cualquier de los anteriores mandatos, el encargado de garita o el policía a cargo deberá reportar el o los incidentes presentes en su turno.

##### **4.7.3. Plan de ruta**

Los trazos de plan de ruta deberán ejecutarse desde el departamento de planificación y transporte, los pilotos únicamente deberán recibir indicaciones y no tomar decisiones a libre impulso, sin antes ser discutidas por sus supervisores.

#### **4.7.4. Seguridad industrial**

Se fundamenta en los principios del decreto 229-2014 salud y seguridad ocupacional legislada según ley para la República de Guatemala.

##### **4.7.4.1. Equipo de protección personal**

Proveer por parte de la empresa, el EPP necesario al personal que se encuentra laborando y ejecutando traslados de unidades de transporte pesado.

##### **4.7.4.2. Equipo de señalización**

Realizar un inventario inicial del equipo presente en las unidades de transporte pesado, para determinar si se debe abastecer de nuevo equipo y colocar equipo en unidades donde sea necesario.

##### **4.7.4.3. Equipo de cabina de transporte pesado**

Todos los equipos de cabina de las unidades de transporte deberán presentar un estado óptimo operativo, no se permitirá que alguna unidad circule con sus dispositivos de medición en mal estado, se mencionaran los medidores de combustible, sistema de presión de aire, sistema eléctrico completo y muy importante el dispositivo análogo que mide constantemente la temperatura del motor.

#### **4.7.4.3.1. Radio de comunicación en estado operativo**

Todas las unidades poseen sistema de radio de comunicación, la incertidumbre recaerá en que siempre sean operativos y funcionales.

#### **4.7.4.4. Cinturones de seguridad**

Los dispositivos de seguridad como los cinturones en los asientos para el piloto y pasajeros en cabina, siempre deberán estar disponibles y en óptimo funcionamiento, no se permitirá que algún piloto circule dentro o fuera de las instalaciones sin su respectiva posición de uso.

#### **4.7.4.5. Extintores**

Equipo de seguridad industrial, que cumple el objetivo de contener y sofocar la presencia de fuego en las instalaciones de la empresa y en las unidades de transporte pesado.

##### **4.7.4.5.1. Inventario**

Establecer el inventario actual, si alguna unidad no contara con dicho dispositivo se deberá de proveer inmediatamente.

Determinar y establecer si los dispositivos que se encuentran presentes, son los idóneos para el uso que se les necesitará dar.

Al realizar el inventario se debe establecer si los dispositivos de seguridad se encuentran en periodo operativo, si se necesitará cambiarlos se deberá ejecutar sustituyendo por uno operativo.

#### **4.7.4.5.2. Clasificación**

Para uso del presente trabajo de investigación se espera que la clasificación se adecue para utilizar en las instalaciones de la empresa y para las unidades de transporte.

### **4.8. Costos debidos a la mejora**

Los costos se lograrán determinar luego del periodo de validez por parte de la empresa, se espera que el impacto inicial al incluir la propuesta elevara considerablemente los costos presentes, luego de un periodo de 6 meses logran establecer un nivel similar o de equilibrio, y luego del primer año de implementarse la propuesta, se espera que la empresa obtenga una reducción del 30 % en los costos ocasionados por la compra de nuevos neumáticos.

#### **4.8.1. Suministros de repuestos**

Se espera reducir el costo en suministros de neumáticos, luego de realizar el inventario inicial y establecer los requerimientos necesarios para futuros reencauches.

#### **4.8.2. Rotación de inventario**

La rotación de inventario será ejecutada en función directa de las proyecciones de órdenes de reencauche y mantenimientos ya programados,

respetando la programación de la unidad de taller que se espera reducir el inventario a su estado óptimo.

#### **4.8.3. Mano de obra**

Según sea la programación del recurso humano actual en el proceso de inventario se aumentará la eficiencia en la ejecución de la mano de obra, porque no se realizarán reprocesos, tampoco compras de neumáticos innecesarios, y se esperan reducir los tiempos de ocios en el recurso humano.

#### **4.9. Beneficios esperados en la reducción de fallas inesperadas**

Análisis planteado en el presente trabajo de investigación que espera obtenerse a corto plazo si se llega a realizar la implementación de la propuesta de poder incluir un plan piloto en por lo menos 5 unidades para utilizar solamente neumáticos reencauchados.

##### **4.9.1. Aumento de tiempo efectivo en proyectos**

El tiempo efectivo será la medición establecida en la reducción de fallas no previstas en la rotación de neumáticos, por otra parte, se espera que el personal de transporte este trabajando con una programación efectiva diseñada para satisfacer la demanda constante de dotación de reencauches aprovisados justo a tiempo.

##### **4.9.2. Reducción de costos en compras de repuestos**

Con la ejecución perfecta del control de rotación de neumáticos con fallas recurrentes y mitigando las brechas que permitan accionar a compras

innecesarias, se esperan reducir estas compras de repuestos en neumáticos no programadas, al esperar estas reducciones se prevé que incrementaran los beneficios económicos en un 35 %.

#### **4.9.3. Reducción de fallas inesperadas**

Al considerar y ejecutar el plan piloto en no menos de 5 unidades, se obtendrán datos exactos del número o porcentaje real de posible reducción de fallas inesperadas en el sistema completo de unidades de transporte pesado.

#### **4.10. Análisis de costo-beneficio de implementación de la propuesta**

Esta etapa tiene por objeto proveer información para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación pertinentes a esta área. Este estudio verifica la posibilidad técnica de fabricar el producto que se pretende poner a disposición del mercado, a través de la formulación de preguntas referentes a: dónde, cómo, cuándo, cuánto y con qué producir lo que se desea. Además, proporciona información valiosa para analizar la disponibilidad y el costo de los suministros, insumos, tecnología necesaria para llevar a cabo el proceso productivo y la calidad que comprende los requerimientos de fabricación. Referente al proyecto de inversión en cuestión, esta etapa proporcionará información técnica relevante para la producción de reencauche de llantas agrícolas, como, por ejemplo: el equipo, maquinaria, herramientas, materias primas, mano de obra y otros insumos que serán necesarios en el proceso productivo.

#### **4.10.1. Valor presente de ingresos**

El criterio de decisión del VAN es aceptar toda inversión cuyo valor presente sea igual o mayor que cero y descartar aquellas cuyo valor presente sea menor. La inversión en un programa de producción de reencauches para neumáticos de transporte pesado es económicamente viable.

#### **4.10.2. Valor presente de egresos**

De acuerdo con el análisis aplicado, se puede confirmar que el proyecto no es sensible a las variaciones adversas que puedan darse tanto en el volumen de ventas como en los costos (considerando una fluctuación máxima del 15 % del escenario original), los flujos de efectivo se verán afectados, pero la inversión seguirá siendo una atractiva opción de negocio. No obstante, será prudente tomar las precauciones y controles necesarios para alinearse a las proyecciones hechas en este estudio de prefactibilidad.

#### **4.10.3. Costo - beneficio**

De acuerdo con el VAN positivo se procedió a determinar el rendimiento real que están proporcionando los flujos netos de efectivo, dando como resultado una tasa interna de retorno (TIR), de 68,68 %, superior a la requerida por el inversionista. La relación beneficio costo del proyecto es de 1,35, esto indica que por cada quetzal invertido retornará Q 1,35; es decir, se recupera la inversión de Q 1,00 más Q. 0,35 adicionales. Considerando una disminución del 15 % en el volumen de compras de neumáticos se obtendrá un VAN positivo de Q 200 000,00 y una TIR de 40,42 %, comparado con el escenario original los flujos de efectivo se verán afectados, pero el proyecto seguirá siendo viable.

#### **4.10.4. Índice de costo - beneficio**

Si los costos se incrementan 15 % y las ventas no crecen en la misma proporción se obtendrá un VAN positivo de Q 200 000,00 y una TIR de 53,29 %, superior a lo planificado originalmente. Con base a lo expuesto anteriormente, se confirma que la alternativa de negocio es factible, puesto que muestra resultados favorables para el inversionista.

## **5. MEJORA CONTINUA Y SEGUIMIENTO**

### **5.1. Análisis mensual de reportes**

La interpretación de reportes es de manera puntual, no siendo explotado su potencial máximo, que consiste en determinar la tendencia de las fallas clasificadas de los neumáticos retirados y trabajados con reencauche en cuanto a desgaste, contaminación y comportamiento de su periodo de vida. Al tener los reportes enviados por la empresa a cargo de reencauche de la información, se ingresará al programa histórico diseñado, este será alimentado con todos los reportes de laboratorio de las diferentes órdenes de trabajo a muestrear.

Cada vez que se ingrese la información es importante que se consulte en el menú principal la opción de acumulado, en donde se puede consultar cuál es el desgaste en el último reporte. Con este dato se puede determinar cuál es el desgaste máximo acumulado antes de entrar a reparación, por supuesto que este resultado se obtiene empleando un método estadístico, además en la opción acumulado se puede consultar la variación existente entre los dos últimos reportes.

#### **5.1.1. Reporte taller mecánico**

Los reportes deberán ser redactados y enviados cada último día de la semana, sin excepción alguna, sin omitir detalles de todos los trabajos realizados a las unidades de transporte pesado, y un resumen breve de los neumáticos que presentaron problemas o fallas en el transcurso de la semana.

Los mecánicos regularmente son personas con deficientes habilidades técnicas de uso de computadoras, por eso mismo se recomienda que la empresa, especialmente los supervisores diseñen alguna guía en Excel para facilitar el ingreso de datos e información a la base de datos. De esta forma se asegura que el vaciado de la recolección de información sea de la misma forma efectiva y sin demoras o contratiempos.

## **5.2. Programación de re encauche**

Para la elaboración de las evaluaciones de desempeño se presentaron varias propuestas en los diseños, debido a las necesidades que la empresa presenta; para lo que se realizó una reunión con jefes de áreas y mecánicos para determinar cuál será el diseño a utilizar en la programación de evaluaciones de neumáticos disponibles para reencauche. La programación dependerá directamente del uso y aplicación del plan piloto, donde se podrán reducir las diferentes vertientes o variables que puedan afectar la programación efectiva para el control y rotación de neumáticos con sistema de reencauche.

### **5.2.1. Cotización**

Recibir cotización del proveedor: luego de tener la orden de reencauche ya autorizada, se procede a enviar nuevamente al proveedor vía correo electrónico, en formato de Excel, descripción unidades, cantidad, para el traslado de la cotización correspondiente, al momento de tenerla se procede a trasladarla al departamento de caja para que pueda realizar la respectiva orden de compra, al tener dicha orden, nuevamente se le envía al proveedor para que inicie el programa de reencauche requerido.

### **5.2.2. Compra**

Si las cotizaciones cumplen con todos los filtros propuestos por la empresa, y los requeridos por el presente desarrollo de investigación, hasta entonces se podrán ejecutar las compras necesarias de neumáticos nuevos o de servicios de reencauche a las empresas oferentes que logran cubrir todos los requisitos necesarios.

### **5.2.3. Tiempo de entrega**

Los tiempos de entrega del volumen de neumáticos trabajados o despachados para que puedan ser reencauchados, se espera no pasen de un periodo mayor a 24 horas, por el volumen necesario de unidades que podrían sacrificar el tiempo de ocio y quedar varadas.

Al realizar un mal cálculo o mala programación las unidades perderán oportunidad de satisfacer nuevos proyectos, o peor aún si los clientes frecuentes de la empresa logran notar que no se pueden prestar los servicios cotidianos incurrirán en realizar mala referencia. Por todos estos aspectos el establecer los justos tiempos de entrega será vital para ambas empresas, tanto al proveedor de servicios como a la empresa necesaria de sus servicios.

## **5.3. Lubricación correcta**

La lubricación consiste en poner una capa fina de substancia lubricante entre dos superficies, en donde una se desliza con relación a la otra. No solamente resulta más fácil el deslizamiento, sino que también se reduce el calentamiento (debido a la fricción), el desgaste y corrosión de las mismas.

Reducir a un mínimo los esfuerzos de fricción: este objetivo se cumple cuando existe la lubricación hidrodinámica. Sin embargo, se requiere fuerza para mover las piezas en relación unas con otras. Se trata de la fuerza necesaria para superar el efecto de viscosidad del lubricante.

La viscosidad debe ser lo suficientemente alta para mantener una película enteriza pero no mayor de lo necesario, puesto que se incrementa la fuerza necesaria para superarla. Es por tal motivo que los fabricantes especifican la viscosidad recomendada, indicando el número SAE que debe usarse en varias temperaturas atmosféricas.

Con el objetivo de asegurar que el lubricante posea viscosidad apropiada pero no excesiva bajo temperaturas normales de operación. Cuando un aceite queda contaminado con sólidos (hollín, polvo, entre otros), la viscosidad aumenta.

### **5.3.1. Elementos rodantes**

La velocidad con que cambia la viscosidad de un aceite cuando varía la temperatura se ha determinado a través de la comparación con aceites de susceptibilidades térmicas muy pequeñas y, muy grandes. Esta comparación da origen al índice de viscosidad, que es un número indicativo de la velocidad con que cambia la viscosidad con la temperatura. Oleosidad: es la propiedad del aceite para adherirse a los cojinetes, no tiene escala cuantitativa o unidad. La oleosidad no tiene relación alguna con la viscosidad. Un lubricante con alta oleosidad, contra otro de baja, tendrá características menores de lubricación límite.

Alta resistencia de película: concepto que refleja el método de prueba y por ello, solamente se obtienen resultados relativos. En la prueba timken (se aplica un *block* de acero sobre la parte exterior de un rodamiento especial), se define la resistencia de la película como la carga a la que puede ocurrir la ligadura, incipiente de cojinete.

La oleosidad y la resistencia de película tienen relación, pero cada una es una propiedad completamente diferente. De aquí que un lubricante con buenas características de oleosidad pueda tener una baja resistencia de la película. De todos modos, la resistencia de la película del aceite mineral común es más que adecuada para las cargas encontradas.

#### **5.4. Limpieza periódica de las unidades de transporte**

Por del sistema de control de calidad, y normas de calidad de la empresa hacia su organigrama interno, expone la necesidad de velar por que todas unidades de transporte pesado, siempre se encuentren en óptimas condiciones no importando la estación calendario, solo se prevé que dentro de la cabina no sea lugar para cargar, o guardar basura de alimentos, colillas de cigarros, envases plásticos de un solo uso, o todo lo derivado a empaque, traslado y cobertura de alimentos.

En su contorno o área externa de las unidades también se idealiza que puedan ser lavados o mínimo pasadas de agua una vez al día, podría ser al culminar la jornada o antes de que se inicien las jornadas de trabajo.

#### **5.4.1. Externa - Interna**

Las piezas claves de la limpieza en las unidades de transporte serían sus pedales de acción del motor, las diferentes palancas que se utilizan, el timón y en general toda el área útil y efectivo donde interactúa el piloto de la unidad.

#### **5.5. Cronograma de revisión**

Tarea a cargo del supervisor de unidades, se recomienda realice una plantilla donde presente los aspectos relevantes, internos y externos de las unidades de transporte pesado, los niveles de fluidos, accesorios como extintor, conos de tránsito, entre otros.

Se deberán realizar supervisiones continuas, de preferencia todos los días de la semana, si las unidades de transporte pesado se encuentran en área rural o a largas distancias de las oficinas centrales, por lo menos se debe realizar una supervisión por semana.

#### **5.5.1. Supervisor de proyectos**

Personal a cargo dentro y fuera de la empresa, que velar por que se cumpla con la perfecta ejecución de los lineamientos establecidos en cada uno de los proyectos contratados por la empresa.

#### **5.6. Sistema de documentación**

Será fundamental realizar una actualización y verificación que todas las unidades de transporte pesado contengan la documentación, permisos y papeles necesarios para que puedan circular legalmente en el territorio nacional.

### 5.6.1. Historial de reparaciones realizadas a los neumáticos

El historial digital de reparaciones a los neumáticos será una pieza clave y funcional dentro de la empresa para que las futuras reparaciones o trabajos sencillos puedan ser comparados o colocados a un neumático en particular. Estos historiales deberán cumplir con los siguientes requerimientos para la empresa.

Figura 40. **Matriz de historial de fallas en los neumáticos**



Fuente: elaboración propia.

### 5.6.2. Registro de neumáticos que han presentado fallas

Actualmente la empresa no dispone de este sistema de registro y se recomienda sea implementado, no solo en formato físico, también en digital y con el respectivo acompañamiento de fotografías por cada neumático, y por cada unidad donde se está realizando el análisis o reparación.

### **5.6.3. Recomendaciones**

Implementar inmediatamente el control de fallas en formato digital, diseñando capacitaciones a los mecánicos del taller, los pilotos de las unidades, supervisores y todo el personal que se encuentre en contacto directo con las unidades de transporte pesado.

## **5.7. Auditoría**

Dentro de los procesos de auditoría será indispensable desarrollar formatos o herramientas que permitan obtener el mejor control posible sobre la labor de todos los involucrados en el proceso de cuidado y manejo de las unidades de transporte pesado, de manera que esto permita alcanzar los objetivos. Tal auditoría o control debe realizarse con la mayor objetividad posible de manera que exponga las debilidades dentro del proceso de mantenimiento.

### **5.7.1. Internas**

Programas y diseñadas para que puedan ser realizadas dentro de las instalaciones, dirigidas o medibles con el personal de taller, pilotos, supervisores, estado físicos de las unidades, orden y limpieza, estado de los neumáticos que se encuentran en circulación y los que se encuentran la bodega de taller.

### **5.7.2. Externas**

Se designará personal calificado por la empresa, que velara por las revisiones externas a las instalaciones determinando si se cumplen con los lineamientos de manejo, operatividad y cuidado de las unidades al ejecutar proyectos o acciones de traslados de mercancías.

## CONCLUSIONES

1. La empresa, actualmente, no cuenta con procesos estandarizados para el control de clasificación de fallas de neumáticos, al igual que la compra continua de neumáticos nuevos, la clasificación y rotación de sus inventarios y merma de tiempo de ocio con sus unidades.
2. El formato de análisis sistemático a emplear en las operaciones, permitirán dividir cada proceso en elementos apreciablemente observados y medibles que formarán parte de la estructura de los diagramas de procesos en la unidad de taller, esto siendo fundamental para la estandarización.
3. Para aumentar la eficiencia se realiza la propuesta de reducción de tiempos, por medio de la re-adequación y optimización de los diagramas de operaciones encontrados al momento de realizar la investigación de campo en la empresa, y el diseño de hojas de control para los procesos producción.
4. Se identificó mediante el uso de la notación BPMN el flujo de las tareas involucradas en el proceso, así como los roles y la interacción con los clientes. Con esto se obtuvo que el personal de dirección tuviera acceso a un proceso de forma clara, que permite la mejora continua y la implementación de indicadores.

5. La implementación de mejoras respondió en primer plano a cuál de los indicadores afectará, buscando que la percepción del cliente sea favorable, no afectando los costos de la operación.
6. Se diseñó e implementó un programa de evaluaciones de desempeño dirigido a los actores que interactúan diariamente con las unidades de transporte pesado y un programa de evaluación de clima organizacional en el personal de la organización, asimismo se realizó el respectivo análisis y soluciones.
7. Estableciendo el diseño de un estudio de pre factibilidad utilizando un plan piloto lograra establecer número reales para la empresa, con la ejecución y aplicación del plan piloto se espera que los datos estadísticos preliminares puedan dotar de un mejor programa de reducción de costos por medio del uso de reencauche en todos sus neumáticos, se prevé que como lo indica el manual de fabricante y diseñador de reencauche la empresa se logre ahorrar anualmente un 30 a 45 % de gastos incurridos en compra de neumáticos nuevos.

## RECOMENDACIONES

1. Apegar al sistema de ejecución del plan piloto y trabajar inicialmente un programa de rotación de neumático con reencauche en 5 unidades, para establecer números primarios de estadística, con estos datos se podrán programar y diseñar
2. Sensibilizar al personal administrativo y operativo respecto a los efectos económicos para la empresa y perjudiciales para el medio ambiente, ocasionados por los reprocesos y desperdicios que puedan ser provocados por la mala ejecución de las instrucciones.
3. Promover el desarrollo de los trabajadores dentro de la organización, con la finalidad de motivar el crecimiento constante en el desempeño de sus funciones laborales.
4. Concientizar a cada uno del recurso humano que el re uso y aplicación de reencauche en los neumáticos de transporte pesado, logra reducir las emisiones de contaminantes al medio ambiente.
5. Realizar una medición constante de las necesidades de capacitación a través del desempeño del trabajador y las nuevas demandas de su trabajo, a fin de que esta información sirva para dar seguimiento al programa de capacitación con enfoque de mejora continua y re ingeniería.

6. Revisar y actualizar de forma constante por parte del jefe de personal y supervisores, los procesos documentados y estandarizados, buscando el apoyo y recomendaciones del personal operativo que está a cargo de realizar la operación, con el fin de mejorar continuamente y documentar las mejoras realizadas al procedimiento de servicio.
  
7. Mantener los cuadros de control y verificación, revisados y actualizados constantemente por parte del jefe de personal y supervisores, de acuerdo a las mejoras realizadas o aspectos críticos que surjan en el procedimiento de servicio, a través del tiempo.

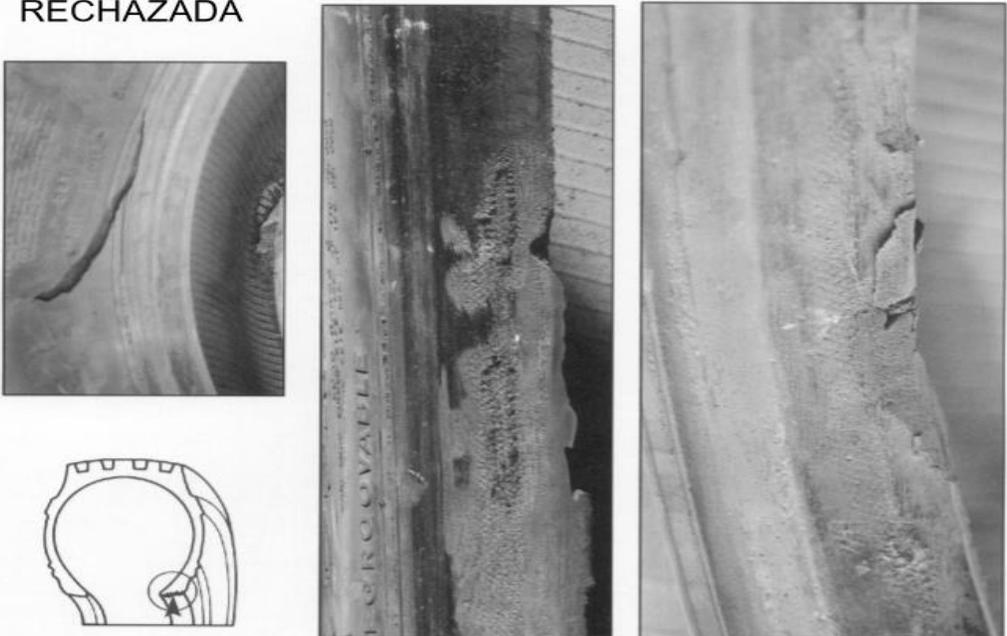
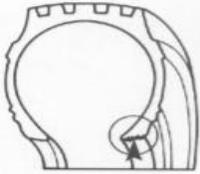
## BIBLIOGRAFÍA

1. BACA URBINA, Gabriel. *Evaluación de proyectos*. 7ª ed. México: McGraw Hill, 2013. 371 p.
2. Bandag. *Guía de productos, aplicaciones y especificaciones*. México: s.n., 2006. 21 p.
3. CASIA, Mónica. *Guía para la preparación y evaluación de proyectos, con un enfoque administrativo*. 4ª ed. Guatemala: Corporación JASD, 2009. 196 p.
4. CÓRDOBA PADILLA, Marcial. *Formulación y evaluación de proyectos*. 20ª ed. Colombia: Ecoe Ediciones, 2006. 350 p.
5. DE LA ROCA, Leonel. *Manual de prácticas de ingeniería de métodos*. Ed preliminar. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, 1994. 128 p.
6. GITMAN, Lawrence; JOEHNK, Michael. *Fundamentos de inversiones*. 10ª ed. México: Pearson Education, 2009. 720 p.
7. GÓNZALES ESCOBAR, Diego. *Estandarización de procesos de fábrica y elaboración de indicadores de producción en la empresa ITC Ingeniería de Plásticos Industriales*. Tesis de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Occidente. Colombia, 2009. 119 p.

8. MÉNDEZ SANTOS, Hugo. *Manual teórico práctico para el laboratorio de ingeniería de métodos*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1995. 160 p.
9. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. *Manual de producción más limpia y buenas prácticas ambientales – reencauche y aprovechamiento de llantas*. [en línea]. <[http://www.metrocol.gov.co/ProduccionLimpia/Documents/CI%C3%BAster%20Transporte/Manual\\_PL\\_Reencauche\\_Aprovechamiento\\_Llantas.pdf](http://www.metrocol.gov.co/ProduccionLimpia/Documents/CI%C3%BAster%20Transporte/Manual_PL_Reencauche_Aprovechamiento_Llantas.pdf)>. [Consulta: 11 de octubre de 2016].
10. PELÁEZ CÁCERES, Igor. *Estandarización de procesos con herramienta de gestión en la industria*. Perú: Lumbreras, 2010. 53 p.
11. SP CONSULTING. *Estandarización de procesos, herramientas de estandarización y certificación*. [en línea]. <[http://www.spconsulting.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=57:estandarizacion-deprocesos&catid=45:todos&Itemid=61](http://www.spconsulting.org/index.php?option=com_content&view=article&id=57:estandarizacion-deprocesos&catid=45:todos&Itemid=61)>. [Consulta: 10 de septiembre de 2012].

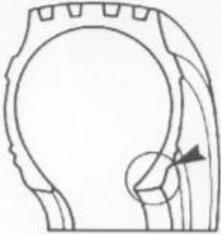
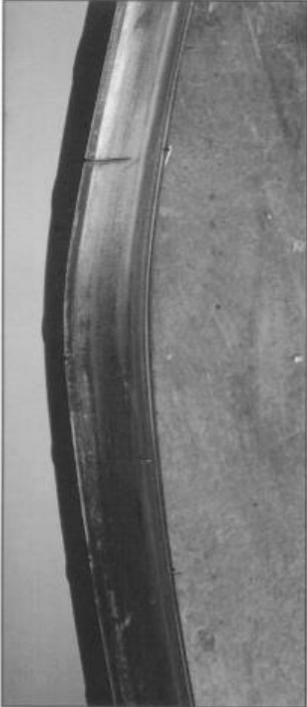
## ANEXOS

### Anexo 1. Condiciones de rechazo de pestaña

 <b>Reparación Inadecuada en la Ceja (Talón)</b>		Penetraciones
APARIENCIA	<b>Interior:</b> El innerliner puede estar separado y el área de la ceja (talón) puede mostrar cuerdas (telas) expuestas (textil o acero), agrietamiento, hule (goma) suelto y/o un contorno inadecuado de la ceja (talón). <b>Exterior:</b> Puede haber evidencias de separación de los componentes de la llanta (neumatico).	
CAUSA(S) PROBABLE(S)	El daño excede los límites de reparación, mano de obra incorrecta, vulcanizado inadecuado, material de relleno incorrecto o malas técnicas de montaje/desmontaje.	
<b>RECHAZADA</b>		<b>CODIGO = V68</b>
		
		
ACCIÓN		
LLANTA (NEUMATICO)	<b>Deseche el neumatico</b>	
VEHICULO	Ninguna	
OPERACIONES	Revise los procedimientos de montaje/desmontaje para evitar daños en la ceja (talón).	

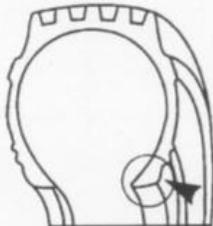
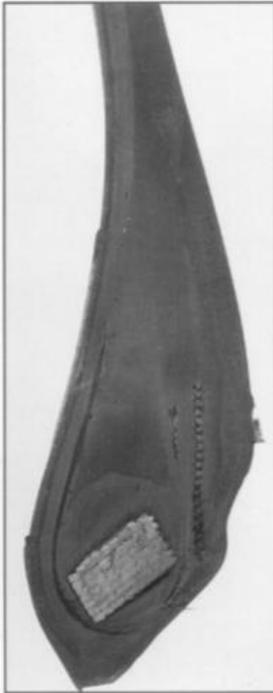
Fuente: VitaTrac. *Manual de fallas de neumáticos*. p. 112.

## Anexo 2. Condiciones de rechazo variables

 <b>Cejas (Talónes) Torcidas/Distorsionadas</b>		Área de la Ceja (Talón)
APARIENCIA	Distorsión en áreas locales en el asiento de la ceja (talón).	
CAUSA(S) PROBABLE(S)	Uso inadecuado de herramientas o técnicas incorrectas utilizadas durante el montaje de la llanta (neumatico); daños durante embarque/manejo de la llanta (neumatico).	
<b>RECHAZADA</b>		<b>CODIGO = V3</b>
  		
ACCIÓN		
LLANTA (NEUMATICO)	Deseche la llanta (neumatico).	
VEHICULO	Ninguna	
OPERACIONES	Revise los procedimientos de montaje/desmontaje y las herramientas. Asegúrese de que las cejas (talónes) de la llanta (neumatico) estén bien lubricadas.	

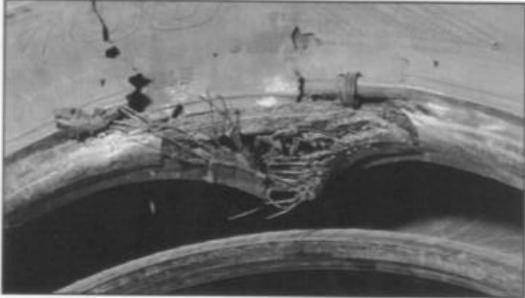
Fuente: VitaTrac. *Manual de fallas de neumáticos*. p. 113.

Anexo 3. **Condiciones secundarias de rechazo**

 <b>Deformación de la Ceja (Talón)</b>		
<b>Área de la Ceja (Talón)</b>	<b>APARIENCIA</b>	Hendidura circunferencial en el área de la ceja (talón) de la llanta (neumatico).
	<b>CAUSA(S) PROBABLE(S)</b>	Rines oxidados, lubricación inadecuada de ceja (talón)/Rim (Aro), y rines doblados o dañados como resultado de un asentamiento inadecuado de la ceja (talón). Calor excesivo en el área de la ceja (talón).
<b>RECHAZADA</b>		<b>CODIGO = V4</b>
		 
ACCIÓN		
<b>LLANTA (NEUMATICO)</b>	Deseche la llanta (neumatico).	
<b>VEHICULO</b>	Ninguna	
<b>OPERACIONES</b>	Revise los procedimientos de montaje/desmontaje y las herramientas. Asegúrese de que las cejas (talónes) de la llanta (neumatico) estén bien lubricadas.	

Fuente: VitaTrac. Manual de fallas de neumáticos. p. 114.

Anexo 4. **Condiciones de rechazo por fallas superficiales**

 <b>Cejas (Talónes) Quemadas</b>		Área de la Ceja (Talón)
<b>APARIENCIA</b>	Superficie áspera, quebradiza, deformada, dura y/o descolorada en el área de la ceja (talón).	
<b>CAUSA(S) PROBABLE(S)</b>	Exposición excesiva al calor ocasionada por frenaje rudo y frecuente; ajuste inadecuado de frenos; sistema de frenos defectuoso; flujo de aire insuficiente alrededor de los frenos.	
<b>CODIGO = V5</b>		
<b>RECHAZADA</b>		
<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;">      </div>		
<b>ACCIÓN</b>		
<b>LLANTA (NEUMÁTICO)</b>	Deseche la llanta (neumatico).	
<b>VEHICULO</b>	Ninguna	
<b>OPERACIONES</b>	Determine la fuente del calor excesivo y corrija la condición de los frenos.	

Fuente: VitaTrac. *Manual de fallas de neumáticos*. p. 115.