



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

**MEJORAMIENTO DE LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO
PREDICTIVO AUTOMOTRIZ BASADO EN UN DESARROLLO
SOSTENIBLE**

Víctor Miguel Aldana Tejeda

Asesorado por el Ing. Oscar Ernesto Jurado Godoy

Guatemala, febrero de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORAMIENTO DE LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO
AUTOMOTRIZ BASADO EN UN DESARROLLO SOSTENIBLE**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

VÍCTOR MIGUEL ALDANA TEJEDA

ASESORADO POR EL ING. OSCAR ERNESTO JURADO GODOY

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Álvaro Antonio Ávila Pinzón
EXAMINADOR	Ing. Edwin Giovanni Tobar Guzmán
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

Guatemala, 17 de junio de 2011.

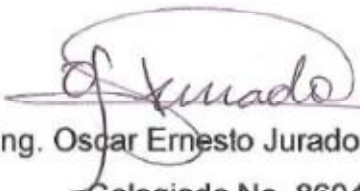
Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Atentamente me dirijo a usted para presentarle el trabajo de graduación titulado **“MEJORAMIENTO DE LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO AUTOMOTRIZ BASADO EN UN DESARROLLO SOSTENIBLE”** del estudiante Víctor Miguel Aldana Tejeda, el cual fue revisado por mí en su totalidad.

A mi juicio, el presente trabajo cumple a cabalidad con los objetivos planteados y con los requisitos exigidos por la Facultad de Ingeniería para optar al grado de Ingeniero Mecánico Industrial, y por lo tanto extendiendo la presente aprobación en mi calidad de asesor de trabajo de graduación.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted como su seguro servidor.


OSCAR ERNESTO JURADO GODOY
INGENIERO MECANICO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 8604
Ing. Oscar Ernesto Jurado Godoy
Colegiado No. 8604
Asesor

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.199.011

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEJORAMIENTO DE LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO AUTOMOTRIZ BASADO EN UN DESARROLLO SOSTENIBLE**, presentado por el estudiante universitario **Víctor Miguel Aldana Tejeda**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Claudia Amarilis Morales Galicia
Ingeniera Industrial
Colegiado, 7205

Inga. Claudia Amarilis Morales Galicia
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2011.

/mgp



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 **MEJORAMIENTO DE LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO AUTOMOTRIZ BASADO EN UN DESARROLLO SOSTENIBLE**, presentado por el estudiante universitario **Víctor Miguel Aldana Tejeda**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2012.


/mgp



DTG. 057.2012.

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **MEJORAMIENTO DE LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO AUTOMOTRIZ BASADO EN UN DESARROLLO SOSTENIBLE**, presentado por el estudiante universitario **Víctor Miguel Aldana Tejeda**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 6 de febrero de 2012.

/gdech



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:

MEJORAMIENTO DE LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO AUTOMOTRIZ BASADO EN UN DESARROLLO SOSTENIBLE

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

Víctor Miguel Aldana Tejeda

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Porque todo lo que soy se lo debo a Él.
Mi esposa	Ana Judith, por su gran amor y por hacerme desear cada día ser un mejor hombre.
Mi hija	Marcela Isabel, por regalarme con su sonrisa la energía para luchar y superar cada nuevo reto.
Mis padres	Víctor y Ana Silvia, por su apoyo y amor incondicional, los consejos y valores que toda la vida me acompañarán.
Mi hermana	Ana María, por su cariño, ejemplo y apoyo en todo momento.
Mi familia	Tíos, primos, cuñados, suegros y sobrinos por llenar mi vida de color y hacer de cada aventura una alegría para recordar.
Mis amigos	Por añadir alegría a mi vida, porque cada uno de ustedes me ha brindado la oportunidad de compartir momentos especiales.

AGRADECIMIENTOS A:

Autoservicios Cofal, S. A. Por confiar en mí al darme mi primer trabajo profesional y permitirme realizar este trabajo de graduación en su empresa.

Ing. Oscar Jurado Por su paciencia en la asesoría del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Características de Autoservicios Cofal y servicios que ofrece.....	1
1.1.1. Misión.....	3
1.1.2. Visión	3
1.1.3. Valores organizacionales	3
1.1.4. Estructura organizacional	4
1.1.5. Tipos de servicio que ofrece.....	5
1.2. Importancia del desarrollo sostenible	7
1.2.1. Entorno natural.....	10
1.2.2. Tipos de contaminación y el ambiente.....	12
1.2.3. Tipos de residuos	17
1.3. Programas de mantenimiento.....	18
1.3.1. Importancia del mantenimiento.....	19
1.3.2. Tipos de mantenimiento	21
1.3.2.1. Correctivo.....	21
1.3.2.2. Proactivo	22
1.3.2.3. Predictivo.....	22

1.4.	Principales componentes de un vehículo	24
1.4.1.	Componentes sujetos a alto desgaste	29
1.4.1.1.	Duración promedio.....	34
1.4.1.2.	Indicadores de reemplazo.....	35
1.5.	Terminología	42
2.	EVALUACIÓN DE RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	45
2.1.	Programa de mantenimiento para vehículos.....	45
2.1.1.	Descripción general.....	45
2.1.2.	Tipos de servicios y periodicidad.....	46
2.2.	Rutinas de mantenimiento.....	47
2.2.1.	Servicio menor	47
2.2.1.1.	Puntos de revisión	47
2.2.1.2.	Materiales necesarios	48
2.2.1.3.	Repuestos necesarios	48
2.2.1.4.	Elementos y componentes reemplazados	48
2.2.1.5.	Tiempos de operación	48
2.2.2.	Servicio semi-mayor.....	50
2.2.2.1.	Puntos de revisión	50
2.2.2.2.	Materiales necesarios	51
2.2.2.3.	Repuestos necesarios	52
2.2.2.4.	Elementos y componentes reemplazados	52
2.2.2.5.	Tiempos de operación	53
2.2.3.	Servicio mayor	56
2.2.3.1.	Puntos de revisión	56
2.2.3.2.	Materiales necesarios	57
2.2.3.3.	Repuestos necesarios	57
2.2.3.4.	Elementos y componentes reemplazados	58
2.2.3.5.	Tiempos de operación	58

2.2.4.	Servicio mayor completo	61
2.2.4.1.	Puntos de revisión.....	62
2.2.4.2.	Materiales necesarios	63
2.2.4.3.	Repuestos necesarios.....	64
2.2.4.4.	Elementos y componentes reemplazados.....	64
2.2.4.5.	Tiempos de operación.....	64
2.3.	Detección de necesidades.....	66
2.3.1.	Rutinas de mantenimiento.....	66
2.3.1.1.	Equipo de protección personal.....	66
2.3.1.2.	Exposición a agentes nocivos y materiales peligrosos.....	68
2.3.2.	Sistemas de desechos.....	70
2.3.2.1.	Residuos de materiales.....	71
2.3.2.2.	Recolección de aceite usado.....	71
2.3.2.3.	Manejo de partes reemplazadas	72
2.3.2.4.	Reutilización y manejo desechos líquidos.....	72
2.3.2.5.	Manejo de baterías.....	72
2.3.2.6.	Desecho de llantas.....	73
2.3.3.	Lavado y limpieza de partes	73
2.3.3.1.	Lavado de partes.....	73
2.3.3.2.	Lavado de vehículos	74
2.3.3.3.	Limpieza de bahías de trabajo	74
2.3.4.	Contaminación ambiental	75
2.3.4.1.	Atmosférica	75
2.3.4.2.	Contaminación de aguas pluviales.....	76
2.3.4.3.	Contaminación del suelo	77
2.3.4.4.	Contaminación sonora	77

2.4.	Legislación vigente	78
2.4.1.	Aguas residuales.....	79
2.4.2.	Desechos sólidos	80
2.4.3.	Código de trabajo.....	80
3.	INDICADORES CRÍTICOS Y RUTINAS PROPUESTAS	83
3.1.	Modificaciones propuestas a las rutinas de mantenimiento	83
3.1.1.	Equipo de protección.....	84
3.1.2.	Ítems de servicio adicionales	88
3.1.3.	Rutinas de mantenimiento correctas	90
3.1.4.	Procedimientos de operación standard propuestos	93
3.2.	Manejo propuesto de materiales y desechos	96
3.2.1.	Reemplazo de materiales.....	98
3.2.2.	Aceite usado	100
3.2.3.	Repuestos reemplazados.....	100
3.2.4.	Líquidos de frenos.....	101
3.2.5.	Refrigerantes.....	101
3.2.6.	Baterías	102
3.2.7.	Llantas	102
3.3.	Lavado y limpieza de partes.....	102
3.3.1.	Desengrasantes recomendados	103
3.3.2.	Proceso de lavado de partes.....	104
3.3.3.	Detergentes y jabones para lavado de vehículos.....	105
3.3.4.	Rutina para la limpieza de bahías de trabajo	106
3.4.	Contaminación ambiental	106
3.4.1.	Mantenimiento a equipo y herramienta	107
3.4.2.	Aislamiento sonoro de equipo ruidoso	107
3.4.3.	Utilización de trampas de aceite	108

3.5.	Otras mejoras necesarias.....	108
3.5.1.	Bodega de Materiales.....	108
3.5.2.	Despacho de repuestos.....	109
3.5.3.	Departamento de mantenimiento	109
3.6.	Análisis financiero.....	110
3.6.1.	Inversión necesaria	111
3.6.2.	Beneficios obtenidos.....	117
3.6.3.	Análisis costo – beneficio	120
3.6.4.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	122
4.	IMPLEMENTACIÓN Y MODIFICACIÓN.....	123
4.1.	Medición del impacto	123
4.1.1.	Reducción en consumo de materiales.....	123
4.1.2.	Condiciones laborales resultantes.....	123
4.1.3.	Beneficios obtenidos.....	124
4.1.3.1.	Sociales.....	124
4.1.3.2.	Económicos.....	125
4.1.3.3.	Ambientales.....	125
4.2.	Evaluación de resultados.....	126
4.2.1.	Evaluación de eficiencia (<i>Leadtime</i>)	126
4.2.2.	Capacidad instalada	127
5.	SEGUIMIENTO, MEJORA CONTINUA	129
5.1.	Evaluación	129
5.1.1.	Medición.....	129
5.1.2.	Formato de registro	130
5.1.3.	Diagrama de evaluación	133

5.2.	Indicadores.....	134
5.2.1.	Tiempo de operación.....	134
5.2.2.	Ausencias del personal	135
5.2.2.1.	Por accidentes	135
5.2.2.2.	Por enfermedades ocupacionales.....	135
5.2.3.	Cantidad y volumen de desechos controlados.....	136
5.2.4.	Unidades atendidas por tipo de servicio.....	136
5.3.	Proyectos futuros sugeridos	136
CONCLUSIONES.....		139
RECOMENDACIONES.....		141
BIBLIOGRAFÍA.....		143
ANEXOS.....		145

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Valores organizacionales de Autoservicios Cofal	4
2. Organigrama de Autoservicios Cofal Zona 15	5
3. Tipos de contaminación.....	13
4. Componentes de un vehículo	24
5. Medición del diámetro de discos y espesor de las pastillas de freno	36
6. Agrietamiento en correa de distribución	40
7. Dientes rotos en correa de distribución.	41
8. Desgaste lateral en correa de distribución	41
9. Guantes de neopreno para mecánico	85
10. Lentes de seguridad industrial.....	86
11. Rutas de prueba para servicios de mantenimiento.....	89
12. Disposición de los materiales y equipo en banco de trabajo	91
13. Carreta de herramienta	92
14. Recipientes para la clasificación de basura.....	98
15. Máquina para el lavado de partes	105
16. Incremento en la cantidad de servicios atendidos	118
17. Componentes de la evaluación de técnicos	133

TABLAS

I. Duración promedio de los componentes de un vehículo.....	35
II. Guía de espesor mínimo, cambio de discos y pastillas de freno delanteros.....	37

III.	Guía de espesor mínimo, cambio de discos y pastillas de freno traseros.....	38
IV.	Guía de diámetro máximo y cambio de tambores de frenos traseros.....	39
V.	Periodicidad de los servicios de mantenimiento por tipo	46
VI.	Tiempos de operación servicio menor	49
VII.	Tiempos de operación por rueda en servicio menor.....	50
VIII.	Tiempos de operación por servicio semi-mayor.	53
IX.	Tiempos de operación por rueda trasera en servicio semi-mayor ...	54
X.	Tiempos de operación por rueda delantera en servicio semi-mayor	55
XI.	Tiempos de operación por servicio mayor	59
XII.	Tiempos de operación por rueda trasera en servicio mayor	60
XIII.	Tiempos de operación por rueda delantera en servicio mayor	61
XIV.	Tiempos de operación por servicio mayor completo.....	65
XV.	Creación de citas	94
XVI.	Seguimiento a citas	95
XVII.	Citas no cumplidas	96
XVIII.	Manejo de desechos.....	97
XIX.	Inversión por adquisición de guantes de neopreno	111
XX.	Inversión por adquisición de lentes de seguridad industrial.....	112
XXI.	Inversión por redefinición de ruta de prueba.....	112
XXII.	Inversión por organización del banco de trabajo	113
XXIII.	Inversión por separación de basura.....	113
XXIV.	Inversión por cambios en el proceso de citas.....	114
XXV.	Inversión por utilización propuesta del limpiador de frenos	115
XXVI.	Inversión por adquisición del sistema de drenaje para filtros de aceite	116

XXVII.	Inversión por adquisición del material para limpieza de líquidos derramados en las bahías de trabajo.....	117
XXVIII.	Relación Costo – Beneficio	122
XXIX.	Formato de control para la utilización de equipo de protección	131
XXX.	Formato de control para la entrega de materiales.....	132
XXXI.	Formato de control para el reciclaje de desechos.....	132
XXXII.	Ejemplo del Diagrama de evaluación.....	134

GLOSARIO

Asesor de servicio	Persona encargada de asesorar al cliente en cuanto a las necesidades de mantenimiento de su vehículo. Adicionalmente es el encargado del contacto con el cliente.
Bahía de servicio	Espacio físico acondicionado para la realización de los servicios de mantenimiento.
Biodegradable	Producto o sustancia que puede descomponerse en sus elementos químicos que los conforman, debida a la acción de agentes biológicos, como plantas, animales, microorganismos y hongos, bajo condiciones ambientales naturales.
Capacidad instalada	Cantidad máxima de bienes o servicios que pueden obtenerse de las plantas, equipos y persona de una empresa por unidad de tiempo, bajo condiciones normales.
Cita	Se llama así a la coordinación entre el centro de servicio y el cliente para la realización de un servicio de mantenimiento definido en una hora estipulada.

Condiciones laborales	Condiciones en las que un trabajador desarrolla sus actividades basado en la seguridad, la salud y la calidad de vida que permite su empleo.
Día pico	Día en donde el volumen de operación aumenta hasta su punto máximo de saturación.
KPI	Del inglés <i>Key Performance Indicators</i> , o indicadores clave de desempeño, son métricas financieras o no financieras, utilizadas para cuantificar objetivos que reflejan el rendimiento de una organización.
Organigrama	Representación gráfica de la estructura de una empresa u organización.
Outsourcing	Proceso de subcontratación en la cual una empresa destina ciertos recursos a otra empresa externa para que realice una actividad relacionada con su negocio.
Reciclaje	Proceso fisicoquímico o mecánico que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto.

Seguridad

Ausencia de riesgo o también al nivel de confianza con el que se puede desarrollar un empleado en su área de trabajo.

Técnico

Persona con la habilidad y el conocimiento necesario para la operación, reparación, mantenimiento y diagnóstico de falla de un equipo.

TIR

La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto es igual a cero.

RESUMEN

Autoservicios Cofal es un centro de servicio dedicado a brindar el soporte necesario para el mantenimiento predictivo y correctivo a vehículos comerciales y de pasajeros. Su principal característica es la confiabilidad de sus servicios y su alto nivel de eficiencia, principalmente influenciado por la cultura japonesa relacionada con la distribución de vehículos Toyota en Guatemala. Debido a la alta cantidad de materiales y repuestos necesarios para el desarrollo de estas actividades, se encuentra una amplia gama de oportunidades para contribuir al desarrollo sostenible. La utilización de desengrasantes, el lavado de piezas, la limpieza de vehículos y partes mecánicas representa una producción alta de contaminación al ambiente por lo que utilizar el mejor método disponible, con las tendencias actuales, puede reducir el impacto y aumentar la conservación de los recursos naturales.

Para la mejora de las rutinas de mantenimiento se evaluaron los insumos, las operaciones o procesos y los resultados para aumentar de forma integral la eficiencia del taller. Además uno de los principales ingredientes para lograr estos resultados es la fuerza humana por lo que se debe contar con un programa de seguridad que facilite la realización del trabajo de la manera más segura, buscando reducir el riesgo de accidentes y enfermedades ocupacionales.

Como resultado de estos análisis y de considerar los aspectos que inciden en las rutinas de mantenimiento se propuso modificar algunas actividades, reduciendo el tiempo necesario para un servicio de mantenimiento, en un ambiente más seguro y confiable, con la mejor selección de materiales, su correcta utilización y el correcto sistema de desecho; obteniendo así un incremento general en la productividad del centro de servicio y un aumento en la satisfacción del cliente por obtener mayor valor por su dinero.

OBJETIVOS

General

Definir los procedimientos, rutinas y modificaciones a los procesos actuales que permitan al centro de servicio Vista Hermosa de Autoservicios Cofal aumentar la rentabilidad de los servicios de mantenimiento predictivo automotriz, basando su sistema de operación en un desarrollo sostenible, amigable con el medio ambiente y conforme a las actuales necesidades sociales y económicas.

Específicos

1. Definir mediante la creación de Procedimientos de Operación Standard (SOP) las rutinas de mantenimiento óptimas basadas en el desarrollo sostenible, conjuntamente con los diagramas de flujo propuestos.
2. Evaluar mediante un estudio técnico las rutinas actuales para los servicios predictivos, tiempos y movimientos para definir posteriormente cambios que contribuyan a reducir el impacto ambiental de estos procedimientos.
3. Cuantificar mediante un análisis ambiental la cantidad de insumos necesarios en las rutinas por tipo de mantenimiento como también el actual sistema de desecho, para identificar áreas de oportunidad que conduzcan a ahorros para la compañía y clientes.

4. Definir a través de las normas de seguridad e higiene industrial las rutinas, procedimientos, equipo de protección y capacitaciones necesarias para la realización de los servicios de mantenimiento predictivo automotriz.
5. Diseñar un sistema de desecho para filtros de aceite reemplazados durante los servicios de mantenimiento que permita la óptima utilización de recursos y el menor impacto ambiental.
6. Establecer por medio de un análisis estadístico la cantidad de vehículos a los que se les realizarán los diversos tipos de servicio para cuantificar el impacto que tendrá cada una de las mejoras propuestas.
7. Aumentar la capacidad instalada del taller con la implementación de procesos eficientes que preserven el medio ambiente y reduzcan los tiempos de entrega en las órdenes de servicio.

INTRODUCCIÓN

Debido a la importancia de la conservación del medio ambiente, en una cultura acostumbrada a utilizar los recursos sin límite, es necesario crear sistemas que evolucionen al mismo tiempo que se obtienen nuevos conocimientos sobre las consecuencias de nuestras actividades diarias. Tomando esto en consideración se puede fácilmente identificar situaciones cotidianas en las que pequeños cambios producirían, al cabo del tiempo, resultados notables en el cuidado de los recursos naturales.

Al mismo tiempo la situación actual con la seguridad en el transporte público ha conducido a muchos usuarios a optar por medios de transporte particular. Esto se refleja directamente en la cantidad de vehículos que día a día se incorporan a las principales arterias de la ciudad capital. Partiendo de estas dos situaciones nace la necesidad de definir, medir, analizar y corregir las actuales prácticas que tienen lugar en un taller automotriz, principalmente en las operaciones de mantenimiento predictivo, ya que el alto consumo de combustibles fósiles puede ser reducido mediante un mantenimiento periódico correcto.

Para la elaboración de este trabajo de graduación se tomo de referencia al taller de Cofiño Stahl ubicado en el Boulevard Vista Hermosa. Taller que hoy brinda los servicios de mantenimiento predictivo y correctivo para vehículos Toyota.

Este proyecto no sólo será de mucha utilidad desde el punto de vista económico para la compañía sino tendrá una trascendencia en el marco social y ecológico, ya que con la correcta utilización de materiales y manejo de desechos se pueden alcanzar mejores resultados con índices más bajos de contaminación, asegurando así, el beneficio del desarrollo actual como preservar los recursos para las generaciones futuras.

Conociendo la operación de los talleres de mecánica automotriz es fácil percibir la cantidad de sustancias y materiales que son utilizados y desechados en la operación diaria. Es por eso que las ventajas de implementar un sistema de mantenimiento predictivo basado en el desarrollo sostenible no solo ayuda al medio ambiente y colabora con su conservación, sino también la correcta utilización de insumos y equipo puede conducir a notables ahorros en los costos de producción.

Todo esto se basa en la definición de puntos de oportunidad en los cuales se pueda optimizar la utilización de todos los recursos involucrados y al mismo tiempo obtener beneficios del correcto manejo de los desechos sólidos, líquidos y gaseosos que se producen en la industria automotriz. Para esto es necesario identificar y cuantificar cada uno de los factores involucrados y así obtener puntos clave ó prioritarios que no solo puedan servir de referencia para otros talleres automotrices sino para la industria en general.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Características de Autoservicios Cofal y servicios que ofrece

El 27 de noviembre de 1941 fue fundada la empresa Cofiño Stahl y Compañía; sus fundadores fueron Pedro Cofiño Durán e Irving Stahl. Cofiño Stahl inició sus operaciones con la representación de la compañía estadounidense *General Tires* y Baterías. Posteriormente, amplió su portafolio con la comercialización de vehículos automotores, para luego brindar servicios tales como taller de mecánica y automotriz, venta de repuestos, gasolina y lubricantes.

En 1978 se inaugura el edificio central de repuestos ubicado en la 17 Av. 18-78, zona 11; ese mismo año se fundó Autoservicios Cofal a un lado del edificio de la zona 5. Para 1989 lanzó la marca de baterías AC Delco, con más de 700 distribuidores en el país, y se constituyó como el primer distribuidor en el continente americano y el tercero a nivel mundial.

En 1991 se festejan las bodas de oro de Cofiño Stahl, con la satisfacción de ofrecer a los clientes calidad en productos y servicios. El 3 de marzo de 1992 ingresa a Guatemala la unidad Toyota número 50 000, cifra récord para una marca.

Para 1994 se reinaugura el edificio de Cofiño Stahl en la zona 5 con instalaciones más modernas y funcionales. En 1995 se reiniciaron las operaciones con General Motors y se construye un módulo de servicio integral ubicada en la 20 calle de la zona 10. En el año 1998 se hace el lanzamiento de baterías Magnum y en 1999 se inaugura la planta de enderezado y pintura más avanzada en tecnología de toda Centroamérica y El Caribe.

Para noviembre de 2000, Cofiño Stahl introduce el servicio TSM (*Toyota Service Marketing*), para prestar el servicio de venta de repuestos y servicio mecánico orientado totalmente a la productividad. En 2001 se vende el vehículo Toyota número 75 000, así se convierte en el primer y único distribuidor en importar tan significativa cantidad de vehículos de una sola marca. Ese mismo año se establece la empresa Cofiño Stahl Agencia de Seguros y Fianzas. Un año después, en abril de 2002, se inaugura la nueva agencia de Toyota en el boulevard Liberación. Para 2003 inicia la comercialización y distribución de los vehículos Daihatsu. Asimismo, Toyota Motor Corporation reconoce a Cofiño Stahl, por quinta vez, como el mejor distribuidor de Latinoamérica y el Caribe con el *Toyota Overall Marketing Award*. Este es el mayor reconocimiento otorgado a un distribuidor por la excelencia en el servicio al cliente, venta de vehículos, repuestos y servicio.

Ya para 2007 Cofiño Stahl es el único distribuidor de General Motors para Guatemala. Además, se inauguran las nuevas instalaciones en zona 5, con la más grande y moderna sala de venta en Latinoamérica. En 2008 comienza la expansión a Centroamérica con las baterías Magnum en El Salvador.

1.1.1. Misión

Ofrecer a nuestros clientes vehículos, repuestos y servicio de la más alta calidad y prestigio mundial, buscando satisfacer expectativas y necesidades, por medio de nuestros colaboradores altamente calificados.

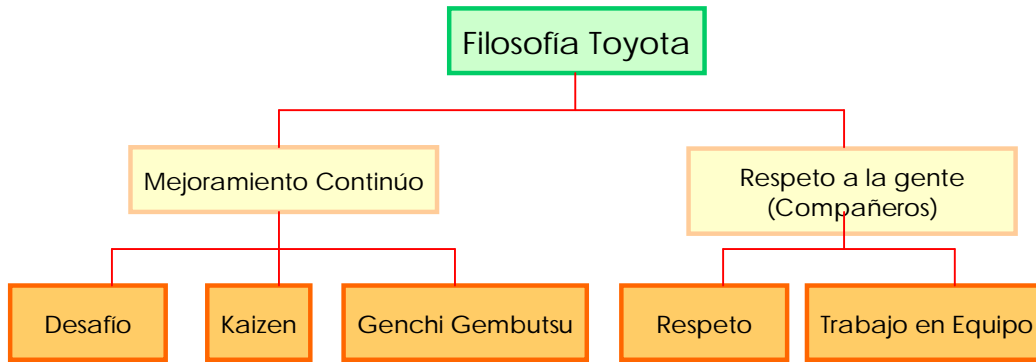
1.1.2. Visión

Superar nuestro liderazgo en la venta de vehículos, repuestos y servicios, alcanzado ser el ejemplo en Guatemala en brindar un servicios de excelencia en las empresas que dirigimos y en las futuras que formemos

1.1.3. Valores organizacionales

Los valores organizacionales de Autoservicios Cofal están basados en la filosofía Toyota, debido a la alta importancia que tienen los estándares japoneses en la operación actual de esta compañía. Esta filosofía consiste básicamente en una constante búsqueda por el mejoramiento de sus procesos, evaluando cada operación intentando identificar las posibles áreas de oportunidad y valiéndose del respeto como una herramienta básica para hacer este proceso sostenible.

Figura 1. **Valores organizacionales de Autoservicios Cofal**

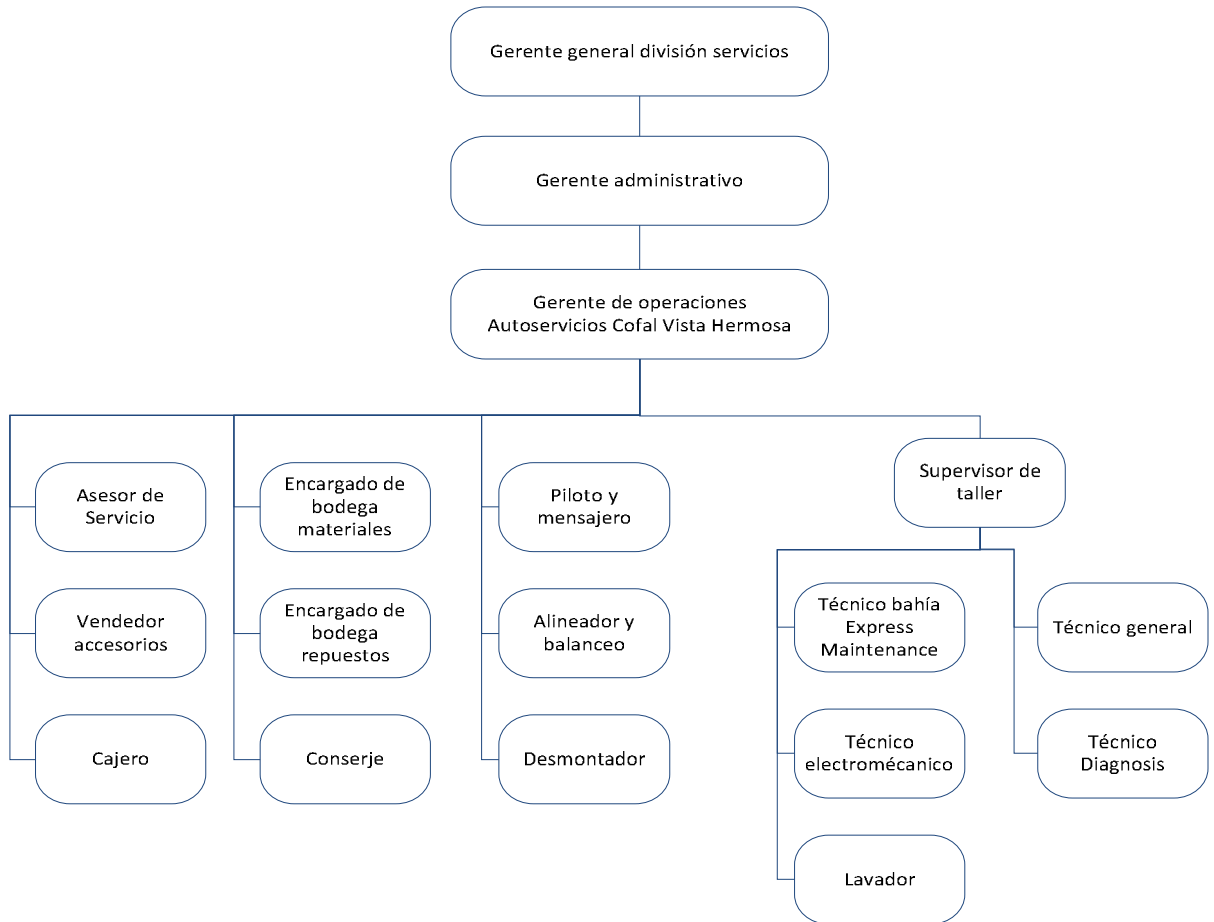


Fuente: elaboración propia.

1.1.4. Estructura organizacional

La estructura organización de Autoservicios Cofal Vista Hermosa es mayormente horizontal teniendo como líder de la operación al Gerente de operaciones, quién de acuerdo a los parámetros mínimos de calidad definidos, dirige cada una de las actividades requeridas hoy para el soporte post-venta de los vehículos Toyota en Guatemala.

Figura 2. **Organigrama de Autoservicios Cofal Zona 15**



Fuente: elaboración propia.

1.1.5. Tipos de servicio que ofrece

Autoservicios Cofal, S.A. cuenta con más de 50 años de experiencia en la reparación y mantenimiento para automóviles, respaldado por el mayor productor de vehículos en el mundo, Toyota Motor Corporation. Brindando con esto no solo un servicio confiable sino eficiente, basado en los métodos de producción Toyota. Entre el portafolio de servicios se pueden mencionar:

Mantenimiento Express. Es un servicio de alta calidad y rapidez, combinado con un sistema efectivo de citas, el cual promete cumplir entre 60 y 90 minutos desde la recepción hasta la entrega del vehículo, los mantenimientos periódicos desde 1 000 hasta 80 000 Km, todo esto mientras el cliente espera en una cómoda sala de recepción con acceso a Internet inalámbrico o bien toma un café.

Sistema de citas. El sistema de citas es una herramienta que permite ser más eficientes en la recepción y entrega del vehículo, con el objetivo de incrementar la satisfacción del cliente, brindando una atención personalizada y basada en la técnica japonesa del justo a tiempo, reduciendo así, los tiempos de espera o tiempos muertos.

Reparaciones generales. El taller cuenta con 5 bahías de servicio equipadas con elevadores hidráulicos, herramienta neumática y equipos de servicio especializados, que permiten realizar un servicio de calidad en el menor tiempo posible. Los servicios que se ofrecen mediante este tipo de bahías son reparaciones en transmisión, suspensión, frenos, dirección, embrague y motor cumpliendo con los procedimientos técnicos establecidos por el fabricante.

Reparaciones eléctricas. Autoservicios Cofal cuenta con los más avanzados equipos de diagnóstico computarizado, que les permite realizar una valoración completa de los sistemas con los que hoy cuentan los vehículos, identificar las fallas y ofrecen una solución integral que asegure la confiabilidad de la reparación.

Aire acondicionado. Cuentan también con los requerimientos de fábrica para realizar el mantenimiento y limpieza del sistema de aire acondicionado, que ayudan a evitar la acumulación de suciedad y así alargar la vida útil y eficiencia del mismo.

Alineación y balanceo. Una correcta alineación consiste en balancear todas las fuerzas por fricción, gravedad, fuerza centrífuga e impulso mientras el vehículo se desplaza. Todos los componentes de la suspensión y del sistema de dirección deben de conformar y ser ajustados de acuerdo a especificaciones prescritas por el fabricante. Para esto Autoservicios Cofal brinda el servicio de alineación y balanceo de automóviles asegurando así que los vehículos logren desplazarse de una forma suave, mientras las ruedas mantienen el agarre apropiado al pavimento y en línea recta, asegurando la estabilidad y reduciendo la fricción innecesaria en el manejo.

1.2. Importancia del desarrollo sostenible

El principal pilar del desarrollo económico de un país es la actividad productiva. Sin embargo, las operaciones relacionadas conllevan la generación de residuos y el excesivo consumo de los recursos pueden llegar a representar un deterioro para el ambiente. Consecuencia de esto, la dimensión ambiental se ha convertido en una urgencia global, que forma parte del diseño de procesos, la toma de decisiones y la administración de negocios, como también, en la gestión productiva.

En el caso de Guatemala los niveles de deterioro en la situación de los recursos naturales y el medio ambiente son críticos y esto incide, definitivamente, en la calidad de vida de los habitantes y ecosistemas del país. Hecho que obliga a tomar acciones inmediatas y así garantizar un ambiente propicio para el futuro. Para esto es importante partir de los agentes con mayor impacto y definir acciones que conduzcan a la optimización de recursos en cada una de las actividades productivas, acciones que a su vez se traducirán en beneficios ambientales, sociales y económicos.

Más aún, la globalización de los mercados y la fuerte competencia internacional, obligan a nuestro sector exportador a lograr niveles de desempeño ambiental compatibles con los requerimientos de las naciones líderes. Como consecuencia de ello, conceptos tales como: sistemas de gestión ambiental, auditorías ambientales, evaluación de desempeño ambiental, análisis de ciclo de vida y etiquetado ecológico, entre otros, adquieren cada vez mayor relevancia.

El cumplimiento de estos sistemas en una forma integral, no solo asegura una correcta utilización de insumos, sino también un aumento en la productividad y rentabilidad de los negocios, es decir, mayor competitividad. Pero como todo beneficio conlleva un costo y esto se ve reflejado en la necesidad de implementar medidas tecnológicas y de gestión, que permitan reducir el consumo de materiales y energía, prevenir el exceso de residuos y reducir riesgos operacionales adversos al proceso de producción.

Esto representa un gran reto para los ingenieros que están involucrados en el diseño y la operación de procesos, responsabilidad que ahora trasciende a las exigencias ambientales y los requerimientos de calidad, seguridad, productividad y rentabilidad. Las herramientas ahora necesarias se encuentran en pleno desarrollo ya que las constantes investigaciones proponen día con día nuevos métodos, no solo más eficientes sino mayormente rentables.

Desde hace varios años ha crecido la preocupación por el impacto de la actividad humana sobre el medio ambiente, en su rol de receptor de los residuos de las actividades y como proveedor de los recursos materiales y energéticos requeridos. En junio de 1992, se celebró en Rio de Janeiro (Brasil) la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, con el fin de acordar los principios básicos de conducta para lograr un adecuado complemento entre el desarrollo socioeconómico y la sustentabilidad ambiental, garantizando la viabilidad e integridad de la Tierra como hogar del hombre y de todos los seres vivos.

Estos principios, que incluyen objetivos y acciones específicas, han constituido la base para el desarrollo de la institucionalidad ambiental en muchos países. Para el caso de la política ambiental guatemalteca, esta surge mucho tiempo antes, ya que toma de referencia la conferencia de las Naciones Unidas celebrada Estocolmo, Suecia, en 1972, donde se identifica la necesidad de integrarse a los programas mundiales para la protección y mejoramiento del medio ambiente, poniendo énfasis en el mejoramiento de la calidad de vida de la población, en la equidad social y en la protección del patrimonio ambiental.

1.2.1. Entorno natural

Se entiende por medio ambiente todo lo que afecta a un ser vivo y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas o la sociedad en su vida. Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras. Es decir, no se trata sólo del espacio en el que se desarrolla la vida sino que también abarca seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos tan intangibles como la cultura.

En ecología, la sostenibilidad se puede describir cómo los sistemas biológicos se mantienen diversos y productivos con el transcurso del tiempo. Es decir, existe el equilibrio de una especie con los recursos de su entorno. Por extensión se aplica a la explotación de un recurso por debajo del límite de renovación del mismo. Desde la perspectiva de la prosperidad humana y según el Informe Brundtland de 1987, la sostenibilidad consiste en satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades.

Un ejemplo típico es el uso de la madera proveniente de un bosque: si la tala es excesiva el bosque desaparece; si se usa la madera por debajo de un cierto límite siempre hay madera disponible. En el último caso la explotación del bosque es sostenible o sustentable. Otros ejemplos de recursos que pueden ser sostenibles o dejar de serlo, dependiendo en su tasa de explotación, son el agua, el suelo fértil o la pesca. Cuando se excede el límite de la sostenibilidad, es más fácil seguir aumentando la insostenibilidad que volver a ella.

Los elementos que conforman el entorno natural son:

- El aire, la atmosfera y el espacio exterior.
- Las aguas, en cualquiera de sus estados físicos, sean límnicas (dulces o de baja salinidad), estuariales o marinas, superficiales o subterráneas, corrientes o detenidas.
- La tierra, el suelo y el subsuelo, incluido lechos, fondo y subsuelo de los cursos o masas de agua, terrestre o marítimas.
- La flora terrestre o acuática, nativa o exótica, en todas sus entidades taxonómicas.
- La fauna terrestre o acuática, salvaje, doméstica o domesticada, nativa o exótica.
- La microflora y la microfauna de la tierra, el suelo, subsuelo, de los cursos o masas de agua y de los lechos, fondos y subsuelo.
- La diversidad genética con los factores y patrones que regulan su flujo.
- Las fuentes primarias de energía.
- Las pendientes topográficas con potencial energético.
- Las fuentes naturales subterráneas de calor que, combinadas o no con agua, puedan producir energía geotérmica.
- Los yacimientos de sustancias minerales metálicas, incluidas las arcillas superficiales, las salinas artificiales, las covaderas y arenas, rocas y demás materiales aplicables directamente a la construcción.

- El clima y los elementos y factores que los determinan.
- Los procesos ecológicos esenciales, tales como la fotosíntesis, regeneración natural de los suelos, purificación natural de las aguas y el reciclado espontáneo de los nutrientes.
- Los sistemas ambientales en peligro, vulnerables, insuficientemente conocidos y las muestras más representativas de los diversos tipos de ecosistemas exigentes en el país.

La interdependencia de cada uno de estos factores hace necesario que deban considerarse cada uno de los elementos con el fin de mantener el equilibrio natural existente, sabiendo que una alteración en uno podría influir directamente en otro.

1.2.2. Tipos de contaminación y el ambiente

La contaminación es la introducción de un contaminante dentro de un ambiente natural que causa inestabilidad, desorden, daño o malestar en un ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo. El contaminante puede ser una sustancia química, energía (como sonido, calor, o luz), o incluso genes. A veces el contaminante es una sustancia extraña, una forma de energía, o una sustancia natural. Cuando es una sustancia natural, se llama contaminante si excede los niveles naturales normales. Finalmente es siempre una alteración negativa del estado natural del medio, y por lo general, se genera como consecuencia de la actividad humana.

La contaminación puede ser clasificada según el tipo de fuente de donde proviene, las cuales son: fuentes puntuales (aisladas y fáciles de identificar) y fuentes no puntuales (dispersas y difíciles de ubicar).

Los distintos tipos de contaminación que existen son:

Figura 3. **Tipos de contaminación**



Fuente: elaboración propia.

Contaminación visual. La contaminación visual es un tipo de contaminación que parte de todo aquello que afecte o perturbe la visualización de sitio alguno o rompan la estética de una zona o paisaje, y que puede incluso llegar a afectar a la salud impacto ambiental de los individuos o zona donde se produzca. Se refiere al abuso de ciertos elementos no arquitectónicos que alteran la estética, la imagen del paisaje tanto rural como urbano, y que generan, a menudo, una sobreestimulación visual agresiva, invasiva y simultánea.

Dichos elementos pueden ser letreros en cantidad, pasacalle, tendidos eléctricos, amontonamiento de basuras en las calles, casetas y/o puestos improvisados de vendedores. Todos estos elementos descritos influyen negativamente sobre el hombre y el ambiente disminuyendo la calidad de vida.

Contaminación auditiva o acústica. Se llama contaminación acústica al exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. Si bien el ruido no se acumula, traslada o mantiene en el tiempo como las otras contaminaciones, también puede causar grandes daños en la calidad de vida de las personas si no se controla adecuadamente.

El término contaminación acústica hace referencia al ruido (entendido como sonido excesivo y molesto), provocado por las actividades humanas (tráfico, industrias, locales de ocio, aviones, etc.), que produce efectos negativos sobre la salud auditiva, física y mental de las personas. Este término está estrechamente relacionado con el ruido debido a que esta se da cuando el ruido es considerado como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos nocivos fisiológicos y psicológicos para una persona o sociedad.

Contaminación por residuos y escombros. La contaminación por olores hace referencia a la producción de olores fuertes y desagradables, resultado de actividades como procesamiento de alimentos, utilización de pinturas, curtiembres, entre otros.

Contaminación por emisiones atmosféricas. Se entiende por contaminación atmosférica La presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza, así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables.

El nombre de la contaminación atmosférica se aplica por lo general a las alteraciones que tienen efectos perniciosos en los seres vivos y los elementos materiales, y no a otras alteraciones inocuas. Los principales mecanismos de contaminación atmosférica son los procesos industriales que implican combustión, tanto en industrias como en automóviles y calefacciones, dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros contaminantes. Igualmente, algunas industrias emiten gases nocivos en sus procesos productivos, como cloro o hidrocarburos que no han realizado combustión completa.

Contaminación del suelo. Es la presencia de compuestos químicos hechos por el hombre u otra alteración al ambiente natural del suelo. Esta contaminación generalmente aparece al producirse una ruptura de tanques de almacenamiento subterráneo, aplicación de pesticidas, filtraciones de rellenos sanitarios o de acumulación directa de productos industriales.

Los químicos más comunes incluyen derivados del petróleo, solventes, pesticidas y otros metales pesados. Éste fenómeno está estrechamente relacionado con el grado de industrialización e intensidad del uso de químicos. En lo concerniente a la contaminación de suelos su riesgo es primariamente de salud, de forma directa y al entrar en contacto con fuentes de agua potable.

Contaminación lumínica. La contaminación lumínica puede definirse como la emisión de flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones, rangos espectrales u horarios innecesarios para la realización de las actividades previstas en la zona en la que se instalan las luces. Un ineficiente y mal diseñado alumbrado exterior, la utilización de proyectores y cañones láser, la inexistente regulación del horario de apagado de iluminaciones publicitarias, monumentales u ornamentales, etc., generan este problema cada vez más extendido.

Contaminación de las aguas. El agua pura es un recurso renovable, sin embargo puede llegar a estar tan contaminada por las actividades humanas, que ya no sea útil, sino más bien nociva y algunas de los factores que pueden contaminar las fuentes hídricas son:

- Agentes patógenos. Bacterias, virus, protozoarios, parásitos que entran al agua proveniente de desechos orgánicos.
- Desechos que requieren oxígeno. Los desechos orgánicos pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos. Si hay poblaciones grandes de estas bacterias, pueden agotar el oxígeno del agua, matando así las formas de vida acuáticas.

- Sustancias químicas inorgánicas. Ácidos, compuestos de metales tóxicos (Mercurio, Plomo), envenenan el agua.
- Los nutrientes vegetales pueden ocasionar el crecimiento excesivo de plantas acuáticas que después mueren y se descomponen, agotando el oxígeno del agua y de este modo causan la muerte de las especies marinas (zona muerta).
- Sustancias químicas orgánicas. Petróleo, plásticos, plaguicidas, detergentes que amenazan la vida.
- Sedimentos o materia suspendida. Partículas insolubles de suelo que enturbian el agua, y que son la mayor fuente de contaminación.
- Sustancias radiactivas que pueden causar defectos congénitos y cáncer.
- Calor. Ingresos de agua caliente que disminuyen el contenido de oxígeno y hace a los organismos acuáticos muy vulnerables.

1.2.3. Tipos de residuos

Los productos contaminantes generados por la industria se producen en tres estados: sólido, líquido y gaseoso, lo cual puede contaminar los tres medios: atmósfera, agua y suelo. La mejor definición de residuos sería aquellos productos de desecho generados en las actividades de producción y consumo que no alcanzan, en el contexto que son producidos, ningún valor económico, lo que puede ser debido tanto a la falta de tecnología adecuada para su aprovechamiento como a la inexistencia de un mercado para los productos recuperados. Los residuos pueden clasificarse de la siguiente forma:

Residuos industriales sólidos inertes: residuos que no presentan efectos sobre el medio ambiente, debido a que su composición de elementos contaminantes es mínima.

Residuos industriales sólidos peligrosos: son aquellos materiales sólidos, pastosos, líquidos, así como los gaseosos contenidos en recipientes, que luego de un proceso de producción, transformación, utilización o consumo, su propietario destina a su recuperación o al abandono. La gama de estos productos es variada. Su peligrosidad está definida cuando el material desechado presenta al menos una de las siguientes características de peligrosidad: toxicidad, inflamabilidad, reactividad y corrosividad.

Residuos reactivos: se caracterizan por ser normalmente inestables y sufren, con facilidad, violentos cambios sin detonar, por ejemplo, forman mezclas potencialmente explosivas con agua.

Residuos corrosivos: se trata de residuos que tienen un pH inferior o igual a 2 ó mayor o igual a 12,5. Técnicamente, estas sustancias corroen el acero (SAE 1020) a una tasa mayor de 6,35 mm por año, a una temperatura de 55 °C.

1.3. Programas de mantenimiento

Un programa de mantenimiento consiste en un conjunto de acciones oportunas, continuas y permanentes dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal, la eficiencia y la buena apariencia de sistemas, edificios, equipos y accesorios. Para comprender mejor esta definición, se describe en qué consiste cada uno de los siguientes términos:

- Acciones: son efectos de hacer algo. Las acciones más importantes de mantenimiento son: planificación, programación, ejecución, supervisión y control.
- Continúas: que duran o se hacen sin interrupciones.
- Permanentes: de duración firme y constante, perseverantes.

El mantenimiento también ha sido definido por la *European Federation of National Maintenance Societies* como: todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida para la que fue fabricado. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.

Todas aquellas acciones llevadas a cabo para mantener los materiales en una condición adecuada o los procesos para lograr esta condición. Incluyen acciones de inspección, comprobaciones, clasificación, reparación, etc.

1.3.1. Importancia del mantenimiento

La importancia del mantenimiento radica en la prolongación del servicio que provee un equipo o maquinaria como también la prolongación de la vida útil de este. A pesar de los costos que estas acciones requieren se pueden evidenciar su importancia por sus principales beneficios:

- El bajo costo del mantenimiento predictivo en relación con el mantenimiento correctivo, necesario al momento de una falla no prevista.
- Incremento de la vida útil de los equipos y maquinaria.

- Reducción importante del riesgo por fallas o fugas de combustibles o lubricantes.
- Reduce la probabilidad de paros imprevistos.
- Permite llevar un mejor control y planeación sobre el propio mantenimiento a ser aplicado en los vehículos

Adicional a estos beneficios, en el caso de los automóviles se pueden mencionar también una serie de ventajas que el mantenimiento brinda para beneficiar al propietario del vehículo en una forma directa y al país en forma indirecta. Estas ventajas se pueden enumerar como sigue:

- Economía de combustible.
- Seguridad y confiabilidad en el recorrido.
- Mayor vida útil de su vehículo.

No siempre es posible determinar el principio de las averías durante la operación de los vehículos, por lo tanto los fabricantes definen períodos regulares de inspección, como un medio para descubrirlos antes de que ya no sea posible arreglarlos.

Los períodos establecidos varían de acuerdo con el número de horas que trabaje el vehículo, el tipo de vehículo y las condiciones de trabajo (polvo, suciedad, atmósferas cargadas de humedad, etc.). Además, algunas de las partes requieren una inspección más frecuente que otras. En el caso de Guatemala, los fabricantes recomiendan una revisión cada 5 000 kilómetros en promedio para los vehículos de pasajeros.

1.3.2. Tipos de mantenimiento

Existen tres tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento, los cuales están en función del momento en el tiempo en que se realizan, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha, y en función a los recursos utilizados, así se tiene:

1.3.2.1. Correctivo

Este mantenimiento también es denominado mantenimiento reactivo, tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores. Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas del equipo.
- Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado.
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

1.3.2.2. Proactivo

El mantenimiento proactivo, es una filosofía de mantenimiento, dirigida fundamentalmente a la detección y corrección de las causas que generan el desgaste y que conducen a la falla de la maquinaria. Una vez que las causas que generan el desgaste han sido localizadas, no se debe permitir que éstas continúen presentes en la maquinaria, ya que de hacerlo, su vida y desempeño, se verán reducidos.

La longevidad de los componentes del sistema depende de que los parámetros de causas de falla sean mantenidos dentro de límites aceptables, utilizando una práctica de detección y corrección de las desviaciones según el programa de mantenimiento proactivo. Límites aceptables, significa que los parámetros de causas de falla están dentro del rango de severidad operacional que conducirá a una vida aceptable del componente en servicio.

El mantenimiento proactivo, establece una técnica de detección temprana, monitoreando el cambio en la tendencia de los parámetros considerados como causa de falla, para tomar acciones que permitan al equipo regresar a las condiciones establecidas que le permitan desempeñarse adecuadamente por más tiempo.

1.3.2.3. Predictivo

Este mantenimiento también es denominado mantenimiento planificado, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema.

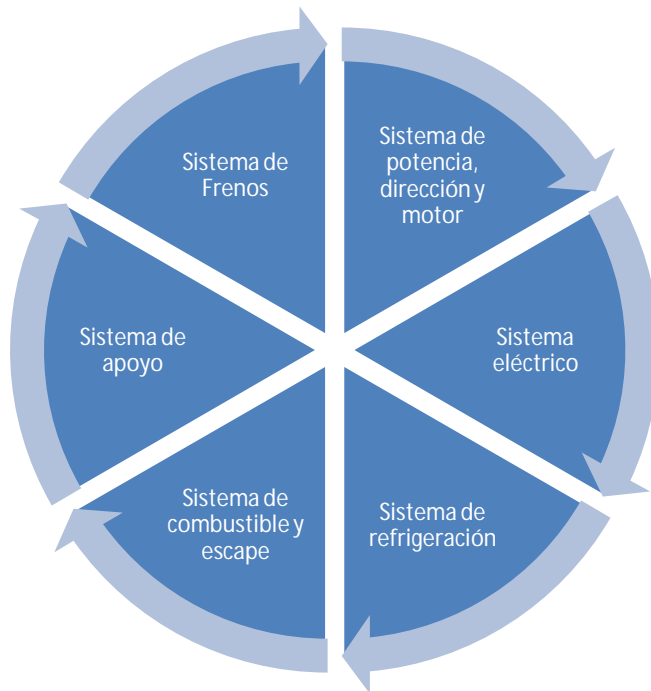
El mantenimiento predictivo se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos. Presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento en que no se está utilizando el equipo, por lo que se aprovecha las horas en que no es necesaria su utilización (tiempo ocioso).
- Se lleva a cabo siguiente un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios disponibles.
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por el cliente.
- Está destinado a un área en particular y a ciertos componentes específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de otros componentes del vehículo.
- Permite al propietario contar con un historial del vehículo, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica para predecir otros componentes que se revisarán durante el mantenimiento.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por el cliente.

1.4. Principales componentes de un vehículo

Los automóviles modernos están compuestos por miles de partes, las cuales están dispuestas de tal manera que cumplen la función específica de desplazamiento del vehículo, sin embargo un auto no solamente está diseñado para esto, por eso está dividido en muchos sistemas, entre los principales se encuentran:

Figura 4. **Componentes de un vehículo**



Fuente: elaboración propia.

Motor. El motor proporciona energía mecánica para mover el automóvil. La mayoría de los automóviles utiliza motores de explosión de pistones, aunque a principios de la década de 1970 fueron muy frecuentes los motores rotativos o rotatorios. Los motores de explosión de pistones pueden ser de gasolina o diesel.

Motor de gasolina. Los motores de gasolina pueden ser de dos o cuatro tiempos. Los primeros se utilizan sobre todo en motocicletas ligeras, y apenas se han usado en automóviles. En el motor de cuatro tiempos, en cada ciclo se producen cuatro movimientos de pistón (tiempos), llamados de admisión, de compresión, de explosión o fuerza y de escape o expulsión.

Encendido. La mezcla de aire y gasolina vaporizada que entra en el cilindro desde el carburador es comprimida por el primer movimiento hacia arriba del pistón. Esta operación calienta la mezcla, y tanto el aumento de temperatura como la presión elevada favorecen el encendido y la combustión rápida. La ignición se consigue haciendo saltar una chispa entre los dos electrodos de una bujía que atraviesa las paredes del cilindro.

Motor diesel. Los motores diesel siguen el mismo ciclo de cuatro tiempos explicado en el motor de gasolina, aunque presentan notables diferencias con respecto a éste. En el tiempo de admisión, el motor diesel aspira aire puro, sin mezcla de combustible. En el tiempo de compresión, el aire se comprime mucho más que en el motor de gasolina, con lo que alcanza una temperatura extraordinariamente alta. En el tiempo de explosión no se hace saltar ninguna chispa —los motores diesel carecen de bujías de encendido—, sino que se inyecta el diesel o gasóleo en el cilindro, donde se inflama instantáneamente al contacto con el aire caliente.

Los motores diesel son más eficientes y consumen menos combustible que los de gasolina. No obstante, en un principio se utilizaban sólo en camiones debido a su gran peso y a su elevado costo. Además, su capacidad de aceleración era relativamente pequeña. Los avances realizados en los últimos años, en particular la introducción de la turboalimentación, han hecho que se usen cada vez más en automóviles; sin embargo, subsiste cierta polémica por el supuesto efecto cancerígeno de los gases de escape (aunque, por otra parte, la emisión de monóxido de carbono es menor en este tipo de motores).

Lubricación y refrigeración. Los motores necesitan ser lubricados para disminuir el rozamiento o desgaste entre las piezas móviles. El aceite, situado en el cárter, o tapa inferior del motor, salpica directamente las piezas o es impulsado por una bomba a los diferentes puntos.

Además, los motores también necesitan refrigeración. En el momento de la explosión, la temperatura del cilindro es mucho mayor que el punto de fusión del hierro. Si no se refrigeraran, se calentarían tanto que los pistones se bloquearían. Por este motivo los cilindros están dotados de camisas por las que se hace circular agua mediante una bomba impulsada por el cigüeñal.

Sistema eléctrico. El sistema eléctrico del automóvil comprende —además del sistema de encendido en el caso de los motores de gasolina— la batería, el alternador, el motor de arranque, el sistema de luces y otros sistemas auxiliares como limpiaparabrisas o aire acondicionado, además del cableado o arnés correspondiente. La batería almacena energía para alimentar los diferentes sistemas eléctricos. Cuando el motor está en marcha, el alternador, movido por el cigüeñal, mantiene el nivel de carga de la batería.

Transmisión. La potencia de los cilindros se transmite en primer lugar al volante del motor y posteriormente al embrague (*clutch*) —que une el motor con los elementos de transmisión—, donde la potencia se transfiere a la caja de cambios o velocidades.

Caja de cambios. Los motores desarrollan su máxima potencia a un número determinado de revoluciones. Si el cigüeñal estuviera unido directamente a las ruedas, provocaría que sólo pudiera circularse de forma eficiente a una velocidad determinada. Para solventar este problema se utiliza el cambio de velocidades, que es un sistema que modifica las relaciones de velocidad y potencia entre el motor y las ruedas motrices.

Una caja de cambios proporciona cuatro o cinco marchas hacia delante y una marcha atrás o reversa. Está formada esencialmente por dos ejes dotados de piñones fijos y desplazables de diferentes tamaños. El eje primario, conectado al motor a través del embrague, impulsa el eje intermedio, uno de cuyos piñones fijos engrana con el piñón desplazable del secundario correspondiente a la marcha seleccionada (salvo si la palanca está en punto muerto: en ese caso el eje secundario no está conectado con el intermedio). Para la marcha atrás hace falta un piñón adicional para cambiar el sentido de giro del eje secundario.

Diferencial. Cuando el automóvil realiza un giro, las ruedas situadas en el lado interior de la curva realizan un recorrido menor que las del lado opuesto. En el caso de las ruedas motrices, si ambas estuvieran unidas a la transmisión directamente darían el mismo número de vueltas, por lo que la rueda externa patinaría; para evitarlo se utiliza un mecanismo llamado diferencial, que permite que una de las ruedas recorra más espacio que la otra.

En el caso de los vehículos con tracción en las cuatro ruedas se utilizan dos diferenciales, uno para las ruedas delanteras y otro para las traseras.

Suspensión, dirección y frenos. La suspensión del automóvil está formada por las ballestas, horquillas rótulas, muelles y amortiguadores, estabilizadores, ruedas y neumáticos. El bastidor o chasis del automóvil se puede considerar el cuerpo integrador de la suspensión. Está fijado a los brazos de los ejes mediante ballestas o amortiguadores.

La dirección se controla mediante un volante montado en una columna inclinada y unido a las ruedas delanteras por diferentes mecanismos. La servodirección o dirección hidráulica, empleada en algunos automóviles, sobre todo los más grandes, es un mecanismo hidráulico que reduce el esfuerzo necesario para mover el volante.

Un automóvil tiene generalmente dos tipos de frenos: el freno de mano, o de emergencia, y el freno de pie o pedal. El freno de emergencia suele actuar sólo sobre las ruedas traseras o sobre el árbol de transmisión. El freno de pie de los automóviles modernos siempre actúa sobre las cuatro ruedas. Los frenos pueden ser de tambor o de disco; en los primeros, una tira convexa de amianto (asbesto) o material similar se fuerza contra el interior de un tambor de acero unido a la rueda; en los segundos, se aprietan unas pastillas (balatas) contra un disco metálico unido a la rueda.

1.4.1. Componentes sujetos a alto desgaste

Correas transmisoras. Los ventiladores de enfriamiento son a menudo impulsados por correas. Otras unidades tales como la bomba de agua, alternador, bomba de la servodirección y compresor del acondicionador de aire son también impulsados por correas. Las correas son el medio más sencillo de transmisión de fuerza que no requiere lubricación. Las correas en V y las correas nervadas en V deben de tener la tensión apropiada. Si la correa está demasiado floja, ocurrirán chillidos, golpes suaves y resbalamientos. Si está demasiado ajustada, puede dañar la polea y el rodamiento de eje es importante su revisión para la detección de irregularidades que pudieran mostrar el deterioro de las mismas.

Aceite de motor. El aceite, con el tiempo, va perdiendo sus propiedades lubricantes que protegen contra el desgaste al motor. Es importante hacer el cambio de aceite según los tiempos y kilómetros que marque el fabricante, esto dará al motor del automóvil una mayor protección, minimizando el consumo de combustible y alargara la vida del motor mismo.

Filtro de aceite de motor. La función del filtro de aceite es la de limpiar, refrigerar, lubricar y proteger las superficies metálicas de un motor. El filtro de aceite detiene las impurezas y partículas metálicas, que perjudican el desgaste natural de las piezas internas del motor. Es recomendable cambiarlo junto con el cambio del aceite.

Refrigerante de motor. El refrigerante se encuentra por varios conductos dentro del motor. Su trabajo es absorber la temperatura. Cuando ésta supera los 72°C (en la mayoría de los motores), se abre una compuerta, más conocida como termostato. Esto permite la circulación del refrigerante que ha estado en movimiento desde que se puso en marcha el motor, gracias a la bomba de agua. Los autos tienen sistemas de refrigeración presurizados.

Cuando el termostato se abre, el agua comienza a circular saliendo del motor y pasando al radiador, donde se mezcla con el refrigerante y se enfría, volviendo al motor a una menor temperatura. El líquido permanece por mucho rato bordeando los 75°C hasta que todo el refrigerante alcanza una temperatura de 95°C aproximadamente (grado indicado por el fabricante), y arranca el electro ventilador, que es el encargado de enfriarlo aún más, hasta llegar a los 90°C. La importancia del cambio periódico es debido a la pérdida de propiedades.

Bujías. La bujía está destinada a provocar la ignición de la mezcla dentro de la cámara de combustión en los motores de gasolinas a partir de una chispa eléctrica que ésta produce. Existe una amplia gama de éstas en cuanto a tamaños y potencia, y está construida con porcelana y elementos metálicos mediante un proceso de fabricación de alta especialización, ya que ésta debe aislar una corriente de miles de voltios que proporciona el salto de voltaje requerido para encender la mezcla.

La bujía carece de partes móviles y está compuesta por un electrodo central separado del cuerpo de la bujía gracias a un aislante construido generalmente de porcelana. Conectado al cuerpo de la bujía se encuentra otro electrodo que mantiene una pequeña distancia con el electrodo central (en algunas bujías especiales pueden existir más de un electrodo de estos, incluso hasta cuatro), siendo entre esos dos donde se produce la chispa. Con el paso del tiempo estos electrodos se carbonizan perdiendo la capacidad de transmitir estas corrientes haciendo ineficiente el proceso de combustión.

Batería. La batería de arranque es un acumulador encargado de proporcionar la energía eléctrica necesaria para el motor de arranque de un motor de combustión. El arranque de un motor de combustión por medio del motor de arranque requiere durante un breve espacio de tiempo corrientes muy elevadas de entre cientos y miles de amperios. Además el voltaje eléctrico no puede reducirse considerablemente durante el proceso de arranque, es por ello que las baterías de arranque disponen de una resistencia interior muy pequeña.

Filtro de combustible. El filtro de combustible evita que las partículas contaminantes penetren en el combustible, y separan el agua para prevenir la corrosión. La tapa o carcasa del filtro de combustible puede estar compuesta de aluminio, ya que se trata de un material que previene cualquier deformación y una posible fuga de combustible en caso de accidente. Al igual que los demás filtros debe ser reemplazado según las indicaciones del fabricante y la calidad del combustible utilizado.

Filtro de aire. El filtro de aire es un elemento vital para el buen funcionamiento del motor, ya que está encargado de tratar uno de los dos componentes que entran a formar parte del elemento energético propulsor. Se refiere al aire: este elemento esencial se mezcla con el combustible, se enciende y, finalmente, la explosión producida y controlada de esta combinación proporciona la energía necesaria para desplazar el vehículo. Por cada litro de combustible utilizado, son necesarios entre 2 400 y 2 650 litros de aire, que deben atravesar el único camino abierto para acceder al motor, es decir, a través del filtro del aire.

Por tanto, el papel del filtro del aire consiste en facilitar el acceso de grandes volúmenes de aire hasta el propulsor del vehículo, así como en reducir su desgaste al evitar que las impurezas del aire lleguen hasta el interior del motor. Al igual que las bujías el deterioro de este filtro reduce la eficiencia en el proceso de combustión del vehículo, ya que el principal efecto es la reducción del volumen de aire disponible en la cámara de combustión.

Pastillas y discos de freno. Los frenos de disco consisten de un rotor de disco que está sujeto a la rueda, y un caliper que sujeta las balatas o pastillas de freno contra el disco. La presión hidráulica desde el cilindro maestro causa que el pistón presione como una almeja las balatas o pastillas por ambos lados del rotor. Esto crea fricción entre las balatas y el rotor, produciendo un descenso de la velocidad o que el vehículo se detenga. En ocasiones el material con el que se elaboran las balatas puede cristalizarse por lo que la revisión de este componente es fundamental en el mantenimiento del vehículo.

Fricciones y tambores de freno. Los frenos de tambor consisten de un tambor metálico sujeto a la rueda, un cilindro de rueda, balatas y resortes de regreso. La presión hidráulica desde el cilindro maestro causa que el cilindro de rueda presione las balatas contra las paredes interiores del tambor, produciendo un descenso de la velocidad o que el vehículo se detenga.

Fluido del freno. En el sistema hidráulico de frenos cuando se presiona el freno del vehículo un cilindro conocido como cilindro maestro se encarga de impulsar hidráulicamente el líquido de frenos por toda la tubería, hasta llegar a los frenos colocados en las llantas y lograr frenar el vehículo.

Suspensión. La suspensión de un vehículo tiene como función principal absorber las irregularidades del terreno sobre el que se desplaza el vehículo, a la vez que mantiene en contacto las ruedas con el terreno, proporcionando así un nivel adecuado de comodidad y seguridad de marcha.

Aceite de transmisión. Al igual que el aceite de motor, el aceite de la transmisión debe ser reemplazado periódicamente ya que su función de limpiar, reducir la fricción y lubricar la transmisión puede reducir debido al desgaste de sus propiedades como a la contaminación que haya obtenido con su utilización.

Neumáticos. Los neumáticos son el único contacto con la carretera. Su efecto es palpable en la dirección, el agarre y la frenada y dirección del vehículo.

Refrigerante para el aire acondicionado. La función principal del refrigerante en el sistema de aire acondicionado es reducir la temperatura del aire que circula alrededor de las tuberías de suministro del aire, haciendo así posible mantener la cabina del vehículo a una temperatura deseable.

El reemplazo del refrigerante para el aire acondicionado se debe a la reducción de sus propiedades como también para suplir las fugas posibles que contenga el sistema.

1.4.1.1. Duración promedio

La duración promedio de cada uno de los componentes de un vehículo puede variar dependiendo de varios factores que están directamente relacionados con el desgaste de los mismos:

- Velocidad de manejo
- Condiciones del terreno
- Paros frecuentes
- Congestionamiento de las vías por las que se transite

En la siguiente tabla se puede apreciar la vida promedio de las partes de mayor desgaste de un vehículo aunque esta vida puede ser prolongada con una revisión y mantenimiento oportuno.

Tabla I. Duración promedio de los componentes de un vehículo

Componente	Tiempo promedio de vida	Unidad de medida	Observación
Aceite de motor	5 000	Kilometros	Un aceite 100% sintético puede tener una vida de hasta 15 000 Km.
Aceite de transmisión	40 000	Kilometros	El primer cambio debe hacerse a los 20 000 Km.
Batería	18 a 36	Meses	Las baterías modernas únicamente requieren limpieza de terminales, mientras las antiguas necesitan nivelación del líquido cada 4 o 6 semanas.
Bujías	20 000	Kilometros	Si el vehículo cuenta con un convertidor catalítico pueden reemplazarse cada 40 000 Km.
Correas transmisoras	100 000	Kilometros	Se deben de reemplazar todas las correas incluyendo la que activa el aire acondicionado.
Filtro de aceite de motor	5 000	Kilometros	Un aceite 100% sintético puede tener una vida de hasta 15 000 Km.
Filtro de aire	10 000	Kilometros	Limpieza cada 5 000 km., el cambio puede variar dependiendo del ambiente en el que se utilice y la velocidad promedio.
Filtro de combustible	20 000	Kilometros	Dependiendo del tipo de filtro la vida puede variar hasta los 100 000 Km en el caso de los filtros sumegibles.
Fluido del freno	40 000	Kilometros	
Líquido de Servodirección	40 000	Kilometros	
Refrigerante de motor	40 000	Kilometros	
Refrigerante para el aire acondicionado	30 000	Kilometros	

Fuente: elaboración propia.

1.4.1.2. Indicadores de reemplazo

Para cada uno de los componentes de un vehículo se tienen fijados indicadores que permiten identificar la necesidad de su reemplazo, con el objetivo de asegurar un manejo confiable y seguro. Los parámetros fijados son los mínimos recomendados y están basados en las condiciones promedio de la región de América Central.

Llantas. Por su seguridad las llantas se deben cambiar cuando las bandas de rodamiento presentan una profundidad de 1.6 Milímetros o menos con el objeto de prevenir el patinaje y el deslizamiento del automóvil.

Algunas llantas tienen Indicadores de desgaste incorporados, o barras de desgaste que consisten en tiras delgadas de hilo liso sobre la banda, que se harán visibles cuando la banda alcance la profundidad mínima de 1.6 milímetros. Cuando se observa estas barras de desgaste, es momento de reemplazar las llantas porque estas han llegado a su límite de uso seguro.

Frenos. Para el desgaste de cada uno de los componentes del sistema de frenos se tienen definidos espesores mínimos que aseguran el correcto desempeño al momento del frenado. Estos varían conforme al tipo de vehículo y para su medición se utiliza un vernier o pie de rey y un profundímetro.

Figura 5. **Medición del diámetro de discos y espesor de las pastillas de freno**



Fuente: fotografía tomada en las instalaciones de Autoservicios Cofal.

Tabla II. **Guía de espesor mínimo, cambio de discos y pastillas de freno delanteros**

Líneas de vehículos	Modelo	Mínimo discos	Mínimo pastillas
Corolla	1998	20 mm	4 mm
Corolla BRASIL	2005	23 mm	4 mm
Yaris 2NZ	2002	16 mm	4 mm
Yaris 2NZ TS	2000	18 mm	4 mm
Yaris 2NZ	2007	19 mm	4 mm
Hilux LN 4X4	1999	18 mm	4 mm
Hilux LN 4X2	2003	20 mm	4 mm
Hilux 4D 4X4	2006	23 mm	4 mm
Runner SR5	2004	26 mm	4 mm
Fortuner	2006	26mm	4 mm
Rav-4 JTEGR	2002	23 mm	4 mm
Rav-4	2007	22 mm	4 mm
Avensis ZZT 25	2002	24 mm	4 mm
Avensis AZT 250	2003	24 mm	4 mm
Avensis	2005	21 mm	4 mm
Hiace con bufa del 1990	2005	23 mm	4 mm
Hiace	2006	26 mm	4 mm
Prado	2003	26 mm	4 mm
Land Cruiser	2003	26 mm	4 mm

Fuente: Toyota Motor Corporation. Manuales de reparación para vehículos Toyota.

Tabla III. **Guía de espesor mínimo, cambio de discos y pastillas de freno traseros**

Discos traseros	Modelo	Mínimo discos	Mínimo pastillas
Yaris TS	2003	8 mm	4 mm
Highlander 1MZ	2003	8.5 mm	4 mm
Avensis ZZT 25	2003	9 mm	4 mm
Avensis AZT 250	2003	9 mm	4 mm
Rav-4 JTEGR	2005	8 mm	4 mm
Rav-4	2007	10 mm	4 mm
Corolla Brasil	2007	8 mm	4 mm
Runner SR5	2004	16 mm	4 mm
Land C. Prado	2007	16 mm	4 mm

Fuente: Toyota Motor Corporation. Manuales de reparación para vehículos Toyota.

Tabla IV. **Guía de diámetro máximo y cambio de tambores de frenos traseros**

Líneas de vehículos	Año modelo	Diámetro máximo	Espesor mínimo fricciones
Corolla XLI	1999	201 mm	1,5 mm
Corolla	2000	201 mm	1,5 mm
Corolla sedan J	2003	201 mm	1,5 mm
Corolla 1,8 GLI	2005	201 mm	1,5 mm
Corolla	2006	201 mm	1,5 mm
Yaris	2000	181 mm	1,5 mm
Yaris	2006	181 mm	1,5 mm
Tercel	1995	181 mm	1,5 mm
Hilux 4X2	1999	256 mm	1,5 mm
Hilux 4X4	1999	256 mm	1,5 mm
Hilux 4X2	2006	256 mm	1,5 mm
Hilux 4X4	2006	287 mm	1,5 mm
Rav	2000	228,6 mm	1,5 mm
Rav	2006	230 mm	1,5 mm
Hiace	2000	272 mm	1,5 mm
Hiace	2006	256 mm	1,5 mm
Land Cruiser	2003	297 mm	1,5 mm
Runner SR5	2000	297 mm	1,5 mm

Fuente: Toyota Motor Corporation. Manuales de reparación para vehículos Toyota.

Correas o fajas de distribución. Estas correas tienen una estructura compleja, se fabrican de vitrofibra o con alma de acero laminado trenzado, recubierto con caucho sintético o neopreno, que es resistente al desgaste. El dorso de la correa o parte exterior protege las cuerdas de tracción y se fabrica de un material como el policloropreno resistente a la abrasión y acciones de agentes externos, como el aceite. Los indicadores de reemplazo para este vital componente son la aparición de daños o muestras de deterioro que pudieran comprometer su desempeño, tales como:

Agrietamiento desprendimiento. La avería es visible en forma de agrietamiento o desprendimiento de fibras en la superficie exterior de la correa, posiblemente provocada por depósitos en el rodillo tensor o alguna vez por el agarrotamiento del tensor. Ha de investigarse toda avería para averiguar las posibles causas que la han provocado antes de montar una nueva correa.

Figura 6. **Agrietamiento en correa de distribución**



Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/>, 14 de junio de 2010.

Dientes rotos. Debe comprobarse que los dientes no presenten señales de agrietamiento u otro fallo cualquiera, asimismo han de examinarse los lados de la correa para ver si presentan desgaste o daño que pueda indicar que los piñones sobre los que funciona no están alineados.

El agrietamiento o el daño de los dientes puede indicar que el árbol de levas o uno de los mecanismos subordinados, tales como la bomba de agua, que sean accionados por la correa, han quedado bloqueados, incluso sólo brevemente. Por tanto es necesario revisarlos antes de reemplazar la correa.

Figura 7. **Dientes rotos en correa de distribución**



Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/>, 14 de junio de 2010.

Desgaste lateral y rotura. También es necesario revisar los dientes de los piñones y limpiarlos únicamente con un cepillo suave. No debe emplearse un cepillo de alambre, ni ningún otro tipo de raspador metálico. Si hay polvo o suciedad incrustada en los ángulos de los dientes, pueden eliminarse cuidadosamente con un raspador de madera suave.

Figura 8. **Desgaste lateral en correa de distribución**



Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/>, 14 de junio de 2010.

Bujía. La bujía es el elemento que produce el encendido de la mezcla de combustible y aire en los cilindros, mediante una chispa en un motor de combustión interna de encendido provocado. Los principales fallos de este componente se pueden visualizar cuando se produce alguno de los siguientes inconvenientes:

- Presencia de depósitos de aceite. Sucede cuando los anillos presentan un desgaste considerable que permite la introducción de aceite a la cámara de combustión. La bujía fallará ya que no se producirá con efectividad la chispa eléctrica.
- Aislador totalmente blanco y electrodos gastados. Esto puede ser producido por la exposición a un calor arriba del nivel normal y puede estar asociado con un nivel bajo de líquido refrigerante en el sistema de refrigeración, o bien, una mezcla aire-combustible muy pobre.
- Presencia de Carbón. Opuesto al fallo anterior, este se debe a una mezcla muy rica de combustible, es decir un exceso de combustible en relación al aire disponible en la cámara de combustión.

1.5. Terminología

- Leadtime: se refiere al tiempo que toma una operación desde su inicio hasta su finalización y puede medirse en cualquier unidad de tiempo, segundos, minutos, horas o días.

- MRS: se le denomina así al sistema de recordatorio de mantenimiento por sus siglas en inglés (*Maintenance Reminder System*). Este sistema predice en base al kilometraje promedio diario de un vehículo la fecha de su próximo mantenimiento, permitiendo al asesor de servicio poder contactar al cliente y concertar una cita.
- Kaizen: palabra japonesa que significa cambio para mejorar. Su definición se refiere a la metodología de calidad que utiliza una empresa para mejorar la eficiencia de sus operaciones y surgió inicialmente como una filosofía relacionada con los sistemas de producción Toyota.
- Capacidad instalada: es la cantidad máxima de bienes o servicios que pueden obtenerse de las plantas y equipos de una empresa por unidad de tiempo, bajo condiciones tecnológicas dadas. Se puede medir en cantidad de bienes y servicios producidos por unidad de tiempo.
- Eficiencia: es la relación que existe entre los beneficios obtenidos a partir de la utilización de recursos. Un aumento en la eficiencia es la obtención de mayores resultados con la utilización de la misma cantidad de insumos.

2. EVALUACIÓN DE RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

2.1. Programa de mantenimiento para vehículos

El programa de mantenimiento para vehículos consiste en revisiones periódicas y reemplazo de piezas en un tiempo definido con base en su durabilidad. Esto nos permite prolongar la vida útil del automóvil y asegurar la confiabilidad del servicio que nos provee. En el caso de Autoservicios Cofal, se evaluarán los servicios que se realizan en las bahías de mantenimiento general donde los servicios de mantenimiento son realizados por el técnico certificado Toyota, tomando no solo como importante para estas actividades la herramienta, las condiciones físicas, la habilidad del técnico y su seguridad sino la mejor combinación de ellos, buscando hacer más eficiente el proceso y logrando reducir el impacto ambiental que esta práctica puede tener.

2.1.1. Descripción general

Los servicios de mantenimiento para vehículos Toyota están definidos para realizarse cada 5 000 kilómetros, ya sea un vehículo con motor a gasolina o diesel. En el caso de los vehículos nuevos, estos son sometidos a pruebas y revisiones a los 1 000 y 3 000 kilómetros con el objetivo de identificar cualquier fallo de forma temprana y corregirlo para asegurar la confiabilidad que ha caracterizado la trayectoria de los vehículos Toyota. Cabe mencionar que para estos servicios (1 000 y 3 000 km.) la mano de obra es gratis, este es un valor agregado que otorga el concesionario al momento de la venta el vehículo.

2.1.2. Tipos de servicios y periodicidad

Existen cuatro tipos de mantenimiento que se realizan al vehículo, son distintos debido a la profundidad de la revisión (ítems a revisar) y los reemplazos de componentes que se realizan en cada servicio. Su periodicidad es la siguiente:

Tabla V. **Periodicidad de los servicios de mantenimiento por tipo**

Kilómetros	Servicio			
	Menor	Semi-mayor	Mayor	Mayor completo
5 000	X			
10 000		X		
15 000	X			
20 000			X	
25 000	X			
30 000		X		
35 000	X			
40 000				X
45 000	X			
50 000		X		
55 000	X			
60 000			X	
65 000	X			
70 000		X		
75 000	X			
80 000				X
85 000	X			
90 000		X		
95 000	X			
100 000			X	

Fuente: Toyota Motor Corporation. Manuales de reparación para vehículos Toyota.

2.2. Rutinas de mantenimiento

Las rutinas de mantenimiento varían dependiendo del kilometraje del vehículo y de los componentes que se revisan para cada tipo de servicio.

2.2.1. Servicio menor

Este tipo de servicio requiere de los siguientes puntos de revisión, materiales y repuestos para poder asegurar el funcionamiento del vehículo.

2.2.1.1. Puntos de revisión

Motor:

- Cambio de aceite al motor
- Cambio de filtro de aceite al motor
- Limpieza o reemplazo del filtro de aire
- Revisión de batería y su nivel
- Revisión de fajas impulsadoras

Revisión de chasis y carrocería:

- Luces exteriores
- Luces interiores
- Luces de indicadores de tablero
- Medidores y accesorios
- Limpiabrisas, plumilla y lavador
- Juego libre de volante de dirección
- Niveles en general

- Radiador y mangueras
- Tubo de escape
- Tapón de tanque de combustible
- Presión y estado de neumáticos
- Fugas en general

2.2.1.2. Materiales necesarios

Los materiales necesarios para la realización de este servicio de mantenimiento son: 1/2 bola de wipe, de 4 a 8 litros de aceite mineral, agua desmineralizada para batería y lubricante para cerradura y bisagras.

2.2.1.3. Repuestos necesarios

Los repuestos que son necesarios disponer al momento de realizar este servicio son: filtro de aceite de motor y una arandela para el tornillo de vaciado de aceite del cárter.

2.2.1.4. Elementos y componentes reemplazados

Adicional a los repuestos necesarios se puede necesitar el reemplazo del filtro de aire de motor, la vida de este filtro puede variar dependiendo del ambiente por el que se transite, ya que en un ambiente con muchas partículas sueltas puede producir una saturación temprana de este componente.

2.2.1.5. Tiempos de operación

Los tiempos de operación para este tipo de servicio son los que se aprecian en la tabla siguiente.

TABLA VI. Tiempos de operación servicio menor

Actividad	Duración en Minutos
Revisión de luces	0,27
Revisión de indicadores	0,55
Revisión de cremalleras vidrios	2,06
Revisión del pedal de freno y freno de emergencia	3,11
Nivelación presión llanta de repuesto	1,54
Lubricación de bisagras de puerta	1,53
Revisión de suspensión	2,14
Lubricación de recibidor de capó	0,26
Limpieza del filtro de aire	1,5
Nivelación del depósito del limpiabrisas	0,51
Revisión de fajas	2,09
Nivelación del líquido de servodirección	1,1
Quita tapa de llenado del aceite de motor	0,52
Levantar vehículo	1,34
Drenar aceite de motor	3,01
Reemplazar filtro de aceite	2,48
Ajuste de carrocería	2,61
Revisión en cada rueda (cuatro ruedas)	20,64
Bajar vehículo	1,43
Colocar el aceite de motor	2,52
Terquear las tuercas de las cuatro llantas	4,85
Arrancar el motor	1,52
Duración total por servicio en minutos	57,58

Fuente: elaboración propia.

El detalle de las operaciones por rueda es el siguiente:

TABLA VII. Tiempos de operación por rueda en servicio menor

Actividad	Duración en Minutos
Revisar la superficie de rodamiento	0,26
Calibrar la presión	0,54
Medir labor de llanta	0,5
Revisión del desplazamiento axial	1,03
Revisión de amortiguador	1,03
Revisión de fugas	2,05
Duración total por rueda en minutos	5,41

Fuente: elaboración propia.

2.2.2. Servicio semi-mayor

Este tipo de servicio requiere de los siguientes puntos de revisión, materiales y repuestos para poder asegurar el funcionamiento del vehículo.

2.2.2.1. Puntos de revisión

Motor:

- Cambio de aceite al motor
- Cambio de filtro de aceite al motor
- Limpieza o reemplazo del filtro de aire
- Revisión de batería y su nivel
- Revisión de fajas impulsadoras

Revisión de chasis y carrocería:

- Ajuste de freno de estacionamiento
- Luces exteriores
- Luces interiores
- Luces de indicadores de tablero
- Medidores y accesorios
- Limpiabrisas, plumilla y lavador
- Juego libre de volante de dirección
- Niveles en general
- Radiador y mangueras
- Tubo de escape
- Tapón de tanque de combustible
- Presión y estado de neumáticos
- Pastillas y discos de frenos
- Suspensión delantera y dirección
- Suspensión trasera
- Guardapolvos de flechas
- Guardapolvos de cremalleras
- Fugas en general
- Rotación de llantas

2.2.2.2. Materiales necesarios

Los materiales necesarios para la realización de este servicio de mantenimiento son: 1/2 bola de wipe, de 4 a 8 litros de aceite mineral, lubricante para cerradura y bisagras, agua desmineralizada para batería, limpiador de frenos y una lija número de grano 36.

2.2.2.3. Repuestos necesarios

Los repuestos que son necesarios disponer al momento de realizar este servicio son: filtro de aceite de motor y una arandela para el tornillo de vaciado de aceite del cárter.

2.2.2.4. Elementos y componentes reemplazados

Adicional a los repuestos necesarios se puede evidenciar durante la revisión la necesidad de reemplazar el filtro de aire de motor, las pastillas de freno o bien las fricciones de freno trasero, ya que el desgaste no está definido por un kilometraje sino depende del tipo de manejo como de la inclinación de las calles por las que circule con mayor frecuencia el vehículo.

2.2.2.5. Tiempos de operación

Los tiempos de operación para este tipo de servicio son los que se aprecian en la tabla siguiente.

TABLA VIII. **Tiempos de operación por servicio semi-mayor**

Actividad	Duración en Minutos
Revisión de luces	0,27
Revisión de indicadores	0,55
Revisión de cremalleras vidrios	2,06
Revisión del pedal de freno y freno de emergencia	3,11
Nivelación presión llanta de repuesto	1,54
Lubricación de bisagras de puerta	1,53
Revisión de suspensión	2,14
Lubricación de recibidor de capó	0,26
Cambio del filtro de aire	3,64
Nivelación del depósito del Limpiabrisas	0,51
Revisión de fajas	2,09
Nivelación del líquido de servodirección	1,1
Quita tapa de llenado del aceite de motor	0,52
Levantar vehículo	1,34
Drenar aceite de motor	3,01
Reemplazar filtro de aceite	2,48
Ajuste de carrocería	2,61
Revisión en cada rueda (cuatro ruedas)	58,76
Bajar vehículo	1,43
Colocar el aceite de motor	2,52
Terquear las tuercas de las cuatro llantas	4,85
Arrancar el motor	1,52
Prueba de ruta	5,33
Duración total por servicio en minutos	103,17

Fuente: elaboración propia.

Las actividades realizadas por cada rueda son las siguientes. Los tiempos de operación por cada rueda trasera son:

TABLA IX. Tiempos de operación por rueda trasera en servicio semi-mayor

Actividad	Duración en Minutos
Revisar la superficie de rodamiento	0,26
Calibrar la presión	0,54
Medir labor de llanta	0,5
Revisión del desplazamiento axial	1,03
Revisión de amortiguador	1,03
Revisión de fugas	2,05
Graduación de fricciones	3,55
Duración total por rueda en minutos	8,96

Fuente: elaboración propia.

Los tiempos de operación por cada rueda delantera son:

TABLA X. Tiempos de operación por rueda delantera en servicio semi-mayor

Actividad	Duración en Minutos
Revisar la superficie de rodamiento	0,27
Calibrar la presión	0,53
Medir labor de llanta	0,51
Revisión del desplazamiento axial	1,08
Desmontar llanta	3,05
Revisión de amortiguador	1,05
Remover la mordaza y pastillas	1,58
Revisar fugas	1,64
Limpieza de discos y pastillas	4,02
Colocar pastillas y mordaza	3,05
Colocar llanta delantera	3,64
Duración total por rueda en minutos	20,42

Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Servicio mayor

Este tipo de servicio requiere de los siguientes puntos de revisión, materiales y repuestos para poder asegurar el funcionamiento del vehículo.

2.2.3.1. Puntos de revisión

Motor:

- Lavado de motor
- Cambio de aceite al motor
- Cambio de filtro de aceite al motor
- Limpieza o reemplazo del filtro de aire
- Revisión de batería y su nivel
- Reemplazo de filtro de combustible (cuando no sea de tipo sumergido)
- Reemplazo de bujías de encendido
- Revisión de fajas impulsadoras

Revisión de chasis y carrocería:

- Ajuste de freno de estacionamiento
- Luces exteriores
- Luces interiores
- Luces de indicadores de tablero
- Medidores y accesorios
- Limpiabrisas, plumilla y lavador
- Juego libre de volante de dirección
- Niveles en general
- Radiador y mangueras

- Tubo de escape
- Tapón de tanque de combustible
- Presión y estado de neumáticos
- Pastillas y discos de frenos
- Suspensión delantera y dirección
- Suspensión trasera
- Guardapolvos de flechas
- Guardapolvos de cremalleras
- Fugas en general
- Rotación de llantas

Torque a:

- Tornillos y tuercas de chasis

2.2.3.2. Materiales necesarios

Los materiales necesarios para la realización de este servicio de mantenimiento son: 1/2 bola de wipe, de 4 a 8 litros de aceite mineral, lubricante para cerradura y bisagras, agua desmineralizada para batería, limpiador de frenos y una lija número de grano 36.

2.2.3.3. Repuestos necesarios

Los repuestos que son necesarios disponer al momento de realizar este servicio son: filtro de aceite de motor, una arandela para el tornillo de vaciado de aceite del cárter, un juego de bujías de encendido y filtro de combustible.

2.2.3.4. Elementos y componentes reemplazados

Adicional a los repuestos necesarios se puede evidenciar durante la revisión la necesidad de reemplazar el filtro de aire de motor, las pastillas de freno o bien las fricciones de freno trasero. En el caso del servicio de 100 000 kilómetros se debe reemplazar el juego completo de fajas impulsadoras según lo recomienda el fabricante.

2.2.3.5. Tiempos de operación

Los tiempos de operación para este tipo de servicio son los que se aprecian en la tabla siguiente.

TABLA XI. Tiempos de operación por servicio mayor

Actividad	Duración en Minutos
Revisión de luces	0,27
Revisión de indicadores	0,55
Revisión de cremalleras vidrios	2,06
Revisión del pedal de freno y freno de emergencia	3,11
Nivelación presión llanta de repuesto	1,54
Lubricación de bisagras de puerta	1,53
Revisión de suspensión	2,14
Lubricación de recibidor de capó	0,26
Cambio del filtro de aire	3,64
Nivelación del depósito del limpiabrisas	0,51
Revisión de fajas	2,09
Nivelación del líquido de servodirección	1,1
Cambió de bujías	9,44
Quita tapa de llenado del aceite de motor	0,52
Levantar vehículo	1,34
Drenar aceite de motor	3,01
Reemplazar filtro de aceite	2,48
Ajuste de carrocería	2,61
Revisión en cada rueda (cuatro ruedas)	107,58
Bajar vehículo	1,43
Colocar el aceite de motor	2,52
Terquear las tuercas de las cuatro llantas	4,85
Arrancar el motor	1,52
Prueba de ruta	5,33
Duración total por servicio en minutos	161,43

Fuente: elaboración propia.

Los tiempos de operación por cada rueda trasera son los siguientes:

TABLA XII. Tiempos de operación por rueda trasera en servicio mayor

Actividad	Duración en Minutos
Revisar la superficie de rodamiento	0,26
Calibrar la presión	0,54
Medir labor de llanta	0,5
Revisión del desplazamiento axial	1,03
Desmontar llanta	3,04
Purgar el sistema de frenos	1,6
Revisión de amortiguador	1,03
Remover tambor	2,54
Revisión de fugas	2,05
Limpieza de fricciones y tambor	4,83
Graduación de fricciones	3,55
Colocar tambor	3,23
Colocar llanta trasera	3,69
Duración total por rueda en minutos	27,89

Fuente: elaboración propia.

Los tiempos de operación por cada rueda delantera son los siguientes:

TABLA XIII. Tiempos de operación por rueda delantera en servicio mayor

Actividad	Duración en Minutos
Revisar la superficie de rodamiento	0,27
Calibrar la presión	0,53
Medir labor de llanta	0,51
Revisión del desplazamiento axial	1,08
Desmontar llanta	3,05
Purgar el sistema de frenos	1,63
Revisión de amortiguador	1,05
Remover la mordaza y pastillas	1,58
Medir descentramiento de disco	1,75
Medir grosor de pastillas y disco	2,1
Revisar fugas	1,64
Limpieza de discos y pastillas	4,02
colocar pastillas y mordaza	3,05
Colocar llanta delantera	3,64
Duración total por rueda en minutos	25,9

Fuente: elaboración propia.

2.2.4. Servicio mayor completo

Este tipo de servicio requiere de los siguientes puntos de revisión, materiales y repuestos para poder asegurar el funcionamiento del vehículo.

2.2.4.1. Puntos de revisión

Motor:

- Lavado de motor
- Cambio de aceite al motor
- Cambio de filtro de aceite al motor
- Limpieza o reemplazo del filtro de aire
- Revisión de batería y su nivel
- Reemplazo de filtro de combustible (cuando no sea de tipo sumergido)
- Reemplazo de bujías de encendido
- Revisión de fajas impulsadoras

Revisión de chasis y carrocería:

- Ajuste de freno de estacionamiento
- Luces exteriores
- Luces interiores
- Luces de indicadores de tablero
- Medidores y accesorios
- Limpiabrisas, plumilla y lavador
- Juego libre de volante de dirección
- Niveles en general
- Radiador y mangueras
- Tubo de escape
- Tapón de tanque de combustible
- Presión y estado de neumáticos
- Pastillas y discos de frenos
- Suspensión delantera y dirección

- Suspensión trasera
- Guardapolvos de flechas
- Guardapolvos de cremalleras
- Fugas en general
- Rotación de llantas

Cambio de:

- Líquido de frenos
- Refrigerante de motor
- Líquido de embrague
- Aceite de transmisión manual o automática
- Cambio de filtro de aceite de transmisión en transmisión automática.
- Aceite en diferencial
- Grasa de cojinetes de ruedas

Torque a:

- Tornillos y tuercas de chasis

2.2.4.2. Materiales necesarios

Los materiales necesarios para la realización de este servicio de mantenimiento son: 1/2 bola de wiper, de 4 a 8 litros de aceite mineral, lubricante para cerradura y bisagras, agua desmineralizada para batería, limpiador de frenos, una lija número de grano 36, líquido de frenos, refrigerante de motor, líquido de embrague, aceite para transmisión, aceite para el diferencial y grasa.

2.2.4.3. Repuestos necesarios

Los repuestos que son necesarios disponer al momento de realizar este servicio son: filtro de aceite de motor, una arandela para el tornillo de vaciado de aceite del cárter, un juego de bujías de encendido y filtro de combustible.

2.2.4.4. Elementos y componentes reemplazados

Adicional a los repuestos necesarios se puede evidenciar durante la revisión la necesidad de reemplazar el filtro de aire de motor, las pastillas de freno o bien las fricciones de freno trasero. En este servicio se debe reemplazar también el filtro de combustible para los vehículos que poseen un filtro de tipo sumergible.

2.2.4.5. Tiempos de operación

Los tiempos de operación para este tipo de servicio son los que se aprecian en la tabla siguiente.

TABLA XIV. Tiempos de operación por servicio mayor completo

Actividad	Duración en Minutos
Revisión de luces	0,27
Revisión de indicadores	0,55
Revisión de cremalleras vidrios	2,06
Revisión del pedal de freno y freno de emergencia	3,11
Nivelación presión llanta de repuesto	1,54
Lubricación de bisagras de puerta	1,53
Revisión de suspensión	2,14
Lubricación de recibidor de capó	0,26
Cambio del filtro de aire	3,64
Nivelación del depósito del limpiabrisas	0,51
Revisión de fajas	2,09
Nivelación del líquido de servodirección	1,1
Cambió de bujías	9,44
Quita tapa de llenado del aceite de motor	0,52
Aspira depósito de líquido de frenos	1,55
Aspira el depósito de refrigerante	3,28
Levantar vehículo	1,34
Drenar aceite de motor	3,01
Drenar refrigerante	4,02
Drenar aceite de transmisión	3,21
Reemplazar filtro de aceite	2,48
Reemplazar filtro de combustible	5,65
Ajuste de carrocería	2,61
Revisión en cada rueda (cuatro ruedas)	107,58
Llenado de aceite de transmisión	4,31
Bajar vehículo	1,43
Colocar el aceite de motor	2,52
Nivelar el líquido de frenos	1,63
Colocar refrigerante	3,07
Terquear las tuercas de las cuatro llantas	4,85
Arrancar el motor	1,52
Prueba de ruta	5,33
Duración total por servicio en minutos	176,69

Fuente: elaboración propia.

Las actividades realizadas por cada rueda son exactamente iguales que las realizadas en el servicio mayor.

2.3. Detección de necesidades

Adicional a los ítems de servicio es importante evaluar las demás actividades, buscando así identificar las carencias o necesidades.

2.3.1. Rutinas de mantenimiento

En el desarrollo del servicio de mantenimiento el técnico mecánico se encuentra expuesto a varias situaciones que pueden afectar su salud, estas condiciones pueden ser controladas y minimizadas con la utilización correcta de equipo de protección personal y con prácticas adecuadas que reduzcan el riesgo de accidentes y la aparición de enfermedades ocupacionales.

Estos dos problemas son la principal razón de ausencias en el personal y limita en muchas ocasiones la capacidad instalada de la que puede disponer un centro de servicio.

2.3.1.1. Equipo de protección personal

Actualmente la utilización del equipo de protección no ha sido la apropiada debido a la falta de compromiso por parte de los técnicos, sumado a la baja supervisión por parte del encargado de taller. Entre el equipo que actualmente utilizan se pueden mencionar:

Zapato industrial. Es cumplido por todo el personal ya que es uno de los principales requisitos para poder laborar en el taller, este elemento ayuda a reducir las lesiones por la caída de herramienta o piezas pesadas.

Lentes. Debido a los trabajos que se realizan por debajo del vehículo al estar elevado en el puente hidráulico es necesario utilizar lentes que protejan a los ojos durante inspecciones durante el servicio de mantenimiento. Estos lentes son transparentes ya que se utilizan únicamente como una protección contra partículas sueltas y no para evitar la exposición a rayos de luz que pudieran afectar la visión. Otras actividades que requieren la utilización de lentes son: utilización de solventes, manipulación de químicos y trabajos con esmeril.

Adicional a estos implementos se hace necesario la utilización de:

Mascarilla. Entre las actividades necesarias para el mantenimiento de los vehículos se tiene la limpieza de frenos y del filtro de aire, estas operaciones están relacionadas con la eliminación de partículas adheridas a estas partes y se hace utilizando aire a presión por medio de un compresor provocando la disposición de agentes contaminantes en el aire que respira el técnico. Por esta razón se hace necesario utilizar una mascarilla que ayude a filtrar este tipo de contaminación y prevenir que sea inhalada.

Guantes de nitrilo. Se deben utilizar durante la realización de todo el servicio por la exposición que se tiene con agentes químicos nocivos tales como: aceite usado, solventes al momento de lavar piezas, limpiador y líquido de frenos, refrigerantes y otros aditivos automotrices.

2.3.1.2. Exposición a agentes nocivos y materiales peligrosos

Las actividades de los servicios de mantenimiento tienen una alta relación con sustancias que ayudan al desempeño de un vehículo pero que pueden afectar la salud de los trabajadores si no se utilizan con la precaución necesaria. Entre los agentes nocivos que se tienen dentro de los servicios automotrices se tienen:

Solventes. Los solventes orgánicos como material nocivo o potencialmente tóxico que con frecuencia se manipula en las labores industriales pueden alcanzar el sistema nervioso central o periférico después de haber sido inhalados y absorbidos por la sangre. Según sea la sustancia, el tiempo y el grado de exposición pueden reducir, o incluso destruir las funciones de las células nerviosas, alterar la función renal, hepática, de la médula ósea, etc. Al margen de la vía de ingreso a nuestro organismo que puede ser también a través de la piel es por eso que se hace necesaria la utilización de guantes durante las actividades del servicio.

Limpiador de frenos (*brake cleaner*). Debido a la alta agresividad contra depósitos carbonosos, ceras, grasas y sarros su composición química es altamente dañina para la salud del técnico. Es por esto que su manipulación debe ser en lugares ampliamente ventilados y no utilizarse cerca de llamas, también se debe evitar el contacto con la piel y los ojos.

Aceites (motor, transmisión y diferencial). Cualquier aceite que haya sido refinado del petróleo crudo o de origen sintético que hayan sido utilizados en el cárter del motor, en la transmisión o diferencial de cualquier vehículo posee características físicas y químicas que mal manejados afectan al medio ambiente de diversas formas y pueden dañar nuestra salud. Por ejemplo: un litro de aceite usado puede contaminar un millón de litros de agua, dañando así la agricultura, la fauna, la flora, al ser humano y plantas de tratamiento de aguas residuales. Al no mezclarse con el agua y mantenerse en la superficie, los aceites usados bloquean los rayos solares y el paso del oxígeno afectando la vida acuática y sus procesos vitales.

Partículas de asbesto (frenos). La inhalación de fibras de asbesto por los técnicos puede provocar serias enfermedades en los pulmones y en otros órganos que pueden no aparecer hasta años después de ocurrir la exposición. Por ejemplo, la asbestosis puede generar una acumulación de tejido de tipo cicatrizal en los pulmones resultando en la pérdida de la función pulmonar, la discapacidad y la muerte. Las fibras de asbesto asociadas con este tipo de riesgo de salud son demasiado pequeñas para ser percibidas a simple vista y los fumadores corren un mayor riesgo de desarrollar ciertas enfermedades asociadas con el asbesto. Adicionalmente se ha reducido la utilización de este material en la fabricación de fricciones.

Refrigerante. El sistema empleado en la climatización de automóviles enfría mediante compresión mecánica del fluido refrigerante, que se vaporiza absorbiendo calor a baja presión y se condensa cediendo calor a alta presión. El refrigerante más utilizado en equipos de climatización de automóviles fue el R-12 que debido a los problemas medioambientales derivados de la destrucción de la capa de ozono que origina la presencia de cloro en su composición, fue sustituido por el R-134a.

Está probado que la capa de ozono de la atmósfera actúa a modo de escudo frente a la radiación ultravioleta procedente del sol y esta se ve afectada por los compuestos CFC (clorofluorocarburos) presentes tanto en aerosoles como en refrigerantes. El cloro de los CFC actúa como catalizador de las reacciones de destrucción del ozono, bajo la acción de la energía de la radiación solar, transformando dos moléculas de ozono en tres de oxígeno y dando lugar a una reacción en cadena.

Grasas. Las grasas son utilizadas para rodamientos, cajas de cambios y engranajes abiertos pero su utilización debe ser la correcta, ya que la inhalación de concentraciones altas de vapor formado a altas temperaturas puede irritar la nariz, garganta y vías respiratorias, provocando secreción nasal, tos, y molestias al respirar. El contacto con la piel puede irritar provocando enrojecimiento, sarpullido y comezón. Y el contacto con los ojos puede causar irritación causando comezón y lagrimación. En cuanto al medio ambiente no se debe exponer a sustancias incompatibles como el agua, por eso se hace necesaria la utilización de trampas de aceite o diques que impidan su ingreso a cursos de agua o alcantarillados.

2.3.2. Sistemas de desechos

Como en todo proceso productivo los resultados se obtienen de la combinación de insumos más procesos. En el caso de Autoservicios Cofal los insumos son principalmente, lubricantes, solventes, refrigerantes, líquidos hidráulicos, lijas, wipe y repuestos. Estos insumos no se consumen en su totalidad sino en muchas ocasiones se utilizan para reemplazar a su antecesor que ha perdido su calidad o las propiedades que debe aportar en el desempeño de un vehículo.

Producto de esta operación se obtiene envases de materiales, lijas usadas, wipe con residuos de grasa o aceite, aceite usado, llantas y baterías que deben ser correctamente dispuestos para asegurar la conservación del medio ambiente y el mínimo impacto ambiental posible.

2.3.2.1. Residuos de materiales

Entre los materiales que se desechan se encuentra lijas, envases de plástico, cajas de cartón y wipe, la importancia de su correcto desecho incide en la contaminación que presenta cada uno de estos, en el caso de las lijas, envases y wipe, estos llevan consigo residuos de líquidos automotrices o bien remanentes metálicos generados por la limpieza del sistema de frenos en el caso de la lija. Para esto se debe implementar un sistema de recolección que no solamente traslade los desechos sino los trate como un producto reciclable, tal como actualmente se hace en otras industrias con el tratamiento del papel o cartón y los envases plásticos.

2.3.2.2. Recolección de aceite usado

Para la recolección del aceite utilizado Autoservicios Cofal cuenta con tanques recolectores que se disponen en cada bahía, estos cuentan con un embudo ajustable que permite la fácil recolección de los aceites reemplazados en los vehículos al momento de realizar los servicios de mantenimiento. Estos tanques posteriormente son vaciados en un recolector general subterráneo. El proceso ha sido diseñado para recolectar de una forma simple y eficiente el aceite, y poder luego, trasladarlo a la empresa que se dedica al reciclaje de este tipo de fluidos.

2.3.2.3. Manejo de partes reemplazadas

Las partes reemplazadas actualmente son colocadas dentro del vehículo, debido a las normas impuestas por el fabricante, se debe mostrar al momento de la entrega al cliente que todas las piezas que se facturaron fueron correctamente reemplazadas. En la mayoría de casos estas piezas quedan en propiedad del cliente, pero para el correcto desecho de las mismas se debe optar por dirigir las hacia una empresa recicladora, que tenga la capacidad de reprocesar y disponer de la chatarra.

2.3.2.4. Reutilización y manejo desechos líquidos

Al igual que en el caso de los aceites lubricantes, los demás fluidos como líquidos de frenos, líquido hidráulico y aceites de transmisión son dispuestos en los recolectores de aceite, para poder posteriormente trasladarse al bidón subterráneo. Estos fluidos se almacenan en el mismo recipiente ya que el proceso de reciclaje posteriormente los dispone de forma que puedan ser reutilizados, principalmente como combustibles para hornos y calderas en la industria cementera.

2.3.2.5. Manejo de baterías

Para el tratamiento de baterías no existe un método definido por lo que es importante establecer una opción que permita su reutilización o al menos de los principales componentes, como el plomo. Metal que es muy bien cotizado por la industria tanto para la fabricación de baterías como en la industria del galvanizado.

2.3.2.6. Desecho de llantas

Actualmente las llantas reemplazadas son trasladadas a empresas recicladoras que logran aprovechar la mayor parte de los componentes útiles. Su especialización permite un mejor aprovechamiento y el correcto reciclaje de este tipo de material. Las llantas pasan por un proceso de trituración, se pulverizan para que su reutilización en la fabricación de suelas de zapatos, mouse pad, macetas, mangueras, juegos infantiles, loseta o para la pavimentación de avenidas y carreteras. Además del hule, el alambre de acero y de las cuerdas de nylon se traslada a empresas fundidoras.

2.3.3. Lavado y limpieza de partes

Es indispensable evaluar también, la utilización del agua y la posible contaminación que se genera a partir del lavado y la limpieza de partes.

2.3.3.1. Lavado de partes

En el mantenimiento de vehículos el lavado de partes es importante debido a la exposición que constantemente tiene el vehículo con el medio ambiente, por eso disponer de un correcto sistema para el lavado de partes puede reducir notablemente el impacto ambiental resultante de las operaciones de mantenimiento. Autoservicios Cofal se ha apoyado con una empresa distribuidora de limpiadores biodegradables y de vanguardia que permite la limpieza sea eficaz, no solo con a las piezas tratadas, sino también con los residuos que se vierten en alcantarillas.

Actualmente se utiliza una máquina lavadora que cuenta con su propio depósito de jabón y una bomba que hace del lavado de piezas una tarea simple y amigable con el medio ambiente.

La eliminación de los solventes para este tipo de tareas redujo significativamente el impacto en la salud del técnico, al mismo tiempo, redujo la cantidad de contaminantes que anteriormente se disponían al alcantarillado al lavar las bahías de trabajo luego de realizar los servicios de mantenimiento.

2.3.3.2. Lavado de vehículos

Posteriormente al servicio de mantenimiento los vehículos son dirigidos al área de lavado donde se limpia tanto el exterior como el interior del automóvil. Dependiendo del tipo de servicio el lavado puede incluir lavado de motor. Tomando en cuenta lo importante que resulta el agua como un bien naturalmente limitado, se utiliza hidrolavadora. Esta herramienta permite la utilización del agua en niveles óptimos, incluso menos agua que la que se utilizaría con manguera convencional o bien el sistema de lavado con cubeta.

2.3.3.3. Limpieza de bahías de trabajo

Completado el servicio de mantenimiento en la bahía de trabajo el técnico realiza la limpieza correspondiente en la que se recoge la tierra que pudiera haber sido desprendida de la parte inferior del vehículo, como los residuos de materiales o repuestos (en el caso de los elementos de frenos) que pudieran terminar esparcidos por el área de trabajo. Para esta acción el técnico se vale de una escoba, pala, trapeador y una cubeta con aserrín. Este último es necesario principalmente cuando existe derramamiento de algún líquido como aceite o refrigerante.

Cabe mencionar que este tipo de desecho no es tratado posteriormente, sino es depositado en los contenedores de basura ubicados en el centro de servicio.

2.3.4. Contaminación ambiental

La contaminación ambiental resultante de las operaciones de mantenimiento puede ser por cuatro distintos canales. Cada uno de ellos representa un elemento del ambiente en el que se desarrollan la vida de todos los seres vivos, tanto las personas mismas, como la flora, fauna y equilibrio que existe entre ellos y su hábitat. Para poder tomar acciones en general se debe evaluar el impacto que pueden tener hoy las actividades de mantenimiento en cada una de estas áreas.

2.3.4.1. Atmosférica

Uno de los más graves problemas que tienen los habitantes del planeta Tierra es la contaminación del aire que se respira, primordial para la vida. El uso excesivo del automóvil provoca un alto grado de contaminación del aire y si se le suma que muchos de ellos se encuentran en mal estado y despiden gran número de contaminantes que afectan directamente a la salud de los individuos, se puede dar cuenta de lo mucho que se puede contribuir al medio ambiente reduciendo los tiempos de actividad innecesaria de los vehículos durante las pruebas de ruta, como también la importancia de un correcto afinamiento.

Los principales contaminantes que despiden los vehículos automotores y que afectan la salud de la población, son: el monóxido de carbono, que se forma debido a la combustión incompleta en los motores de los vehículos que usan gasolina.

Los hidrocarburos, se forma por componentes de la gasolina y otros derivados del petróleo. Los óxidos de nitrógeno, son contaminantes que por sí mismos no representan problema, pero al hacer contacto con la luz solar, produce compuestos tóxicos. El ozono, forma parte de la capa superior de la tierra, y ayuda a filtrar los rayos ultravioletas provenientes del sol, pero si se encuentra a nivel del suelo se convierte en un contaminante muy poderoso.

Un motor afinado correctamente puede tener un consumo del 20% menos que el mismo vehículo sin un adecuado mantenimiento predictivo. Es por eso que la responsabilidad ambiental de Autoservicios Cofal no se limita a esperar que el cliente atienda a su servicio sino promueve estas acciones mediante un sistema de recordación de mantenimiento o como lo denominan en Toyota, MRS (*Maintenance Reminder System*, en español, sistema recordatorio de mantenimiento).

2.3.4.2. Contaminación de aguas pluviales

La contaminación de aguas pluviales en este tipo de operación es producida por la limpieza de vehículos o bien de las bahías de trabajo, como se menciono anteriormente los fluidos automotrices que son reemplazados durante el servicio de mantenimiento son depositados en contenedores por lo que el cuidado en su manejo es una rutina controlada. Ahora bien, la limpieza de las bahías y el lavado de los vehículos es un área de oportunidad en la que se puede reducir la cantidad de contaminantes que se dirigen hacia las trampas de aceite instaladas.

Estas trampas impiden el ingreso de contaminantes a los alcantarillados pero si bien aportan en la reducción del impacto su eficacia no es total. Para mitigar este hecho se definirá más adelante una alternativa que permita reducir esta situación.

2.3.4.3. Contaminación del suelo

En cuanto a la contaminación del suelo, no se realizan actividades que afecte directamente al suelo, pero si hay puntos de oportunidad en los que una correcta revisión y limpieza en el lugar de trabajo puede reducir el goteo de fluidos (escaso, pero finalmente significativo) en la superficie por donde transite el vehículo. Para esto es importante definir acciones que aseguren una limpieza completa de los componentes expuestos al derrame de líquidos para que no exista la posibilidad de este goteo durante la utilización del vehículo. Adicionalmente estas medidas ayudaran a evitar las dudas del propietario del vehículo sobre el servicio realizado al encontrar signos de goteo de lubricante, en la superficie donde se estaciona el vehículo.

2.3.4.4. Contaminación sonora

La contaminación sonora puede surgir debido a varias situaciones dentro de los servicios de mantenimiento, estas pueden ser controladas utilizando métodos alternativos o bien modificando algunos procedimientos. Entre las acciones que producen alto nivel de ruido, mayormente por la contribución de las cinco bahías, están:

- Utilización de la pistola de impacto
- Limpieza de frenos (con la utilización de aire comprimido)
- Inflado de llantas

- Desmontaje de tambores
- Alimentación del compresor

En el caso del desmontaje de tambores se puede reducir capacitando y recordando a los técnicos el procedimiento correcto para evitar esta práctica.

2.4. Legislación vigente

Desde el inicio de la era industrial hasta hace pocos años, las sociedades creían a ciegas en la doctrina del crecimiento económico exponencial, que se basaba en las posibilidades ilimitadas de la Tierra para sustentar el crecimiento económico. Pero hoy se sabe que nuestro planeta no es capaz de soportar indefinidamente el actual orden económico internacional, que los recursos naturales no son bienes ilimitados y que los residuos sólidos, líquidos o gaseosos de nuestro sistema de vida conllevan un grave riesgo para la salud del planeta, incluido lógicamente el hombre.

La actuación negativa sobre el medio ambiente que ha caracterizado a los sistemas productivos, se ha ejercido desde diferentes niveles, por ejemplo:

- Sobreutilización de recursos naturales no renovables
- Emisión de residuos no degradables al ambiente
- Destrucción de espacios naturales
- Destrucción acelerada de especies animales y vegetales

Desde la década de 1970 se aceleró la conciencia ecológica y la sociedad comenzó a entender que el origen de los problemas ambientales se encontraba en las estructuras económicas y productivas de la economía y dado que los principales problemas que aquejan al medio ambiente tienen su origen en los procesos productivos mal planificados y gestionados, es precisamente mediante la transformación de tales sistemas como se podía acceder a una mejora integral del medio ambiente. Esto dio origen a un conjunto de normas y reglamentos que buscan dirigir los esfuerzos de la iniciativa privada y pública en la conservación del medio ambiente.

2.4.1. Aguas residuales

Entre los elementos que más se destacan en el cuidado de las aguas residuales según el Reglamento de las descargas y uso de aguas residuales y de la disposición de lodos aprobado por el presidente de la república en mayo del 2006, se encuentra la disposición de grasas o aceites en aguas residuales y los parámetros permisibles en cuanto a la presencia de este tipo de contaminante.

El máximo permisible a partir del 2 de mayo del 2011 es de 100 miligramos por litro de agua residual. Al mismo tiempo se hace un llamado para que periódicamente se realice una auditoría donde se pueda determinar la presencia de otros contaminantes tales como: nitrógeno, fósforo, arsénico, cadmio, cianuro, cobre, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plomo o zinc (artículo No. 16).

2.4.2. Desechos sólidos

En el plano nacional, existen tres códigos, dos leyes y tres acuerdos gubernativos y dos convenios internacionales que se vinculan con el tema de desechos sólidos. La emisión de varios instrumentos legales para la gestión de los desechos muestra una falta de coordinación entre los ministerios involucrados creando así una difusa línea de responsabilidades. Esto se refleja en duplicidad de acciones y en poco seguimiento a algunos proyectos.

En cuanto a la Constitución de la República el artículo 97 define que el estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. También dice que se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, flora, tierra y el agua, se realicen racionalmente evitando su deterioro. Todo esto tiene un mensaje bastante claro: quién genere los residuos y desechos asumelos costos derivados del manejo integral de los mismos, y en su caso, de la reparación de daños y perjuicios que pudiera causar la operación de una empresa.

2.4.3. Código de trabajo

En cuanto a la seguridad e higiene que se debe proveer al trabajador contemplada en el Código de Trabajo, se encuentran varios artículos que confirman la importancia del bienestar humano durante el desempeño y ejecución de sus actividades diarias. Entre las responsabilidades del empleador se pueden mencionar:

- Adoptar las precauciones necesarias para proteger eficazmente la vida, la salud y la moralidad de los trabajadores.
- Las normas fijadas en cuanto a las precauciones deben estar apegadas a la normativa definida por el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS).
- Es necesario también ofrecer condiciones que promuevan y cuiden la salud de los trabajadores, basado en los materiales empleados, elaborados o desprendidos, o a los residuos sólidos, líquidos o gaseosos a los que pueda estar expuesto.

Basado en estos tres puntos es importante mitigar las acciones peligrosas que hoy suceden durante la realización del servicio de mantenimiento, con el fin de mantener la integridad física del técnico y reducir de forma significativa las ausencias por lesión que siguen a las malas prácticas. Adicionalmente la utilización de equipo de protección personal se hace vital en el manejo de muchas sustancias que pudieran colocar en riesgo al trabajador.

3. INDICADORES CRÍTICOS Y RUTINAS PROPUESTAS

3.1. Modificaciones propuestas a las rutinas de mantenimiento

Después de evaluar las condiciones y prácticas actuales desarrolladas para el servicio de mantenimiento en Autoservicios Cofal, es necesario definir las áreas de oportunidad existentes y las alternativas que puedan hacer más eficiente el proceso y contribuyan a un desarrollo sostenible. Es importante recordar que los beneficios que se pueden obtener de un desarrollo sostenible pueden clasificarse en tres secciones: económica, social y ambiental.

Cada una de estas secciones está ligada a un aspecto tangible, en el caso de la sección económica es todo el ahorro que se pueda obtener por la reducción de materiales, tiempo o costos ocultos de las operaciones actuales, incluso también la identificación de los costos de oportunidad que acarrearán las actividades tal como se desarrollan.

Para la sección social se encuentran todas las mejoras que se puedan realizar que logren reducir la exposición del personal a riesgos innecesarios, minimizando las enfermedades ocupacionales y accidentes que ocurren dentro de los centros de servicio. Esto persigue además del bienestar físico del técnico, el bienestar económico tomando en cuenta que una suspensión por parte del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social reduciría notablemente su salario debido al porcentaje de su ingreso que proviene de comisiones por los servicios realizados.

En la sección ambiental, actualmente muchas empresas ven las medidas como un costo adicional pero es por la miopía tradicional que se tiene al respecto. Cuando se conoce el impacto económico de adoptar un modelo amigable con el medio ambiente es que se aprecian los ingresos que se pueden generar a partir de lo que hoy se considera basura. Estas nuevas alternativas pueden ser la herramienta ideal para mejorar nuestros márgenes y así aumentar la rentabilidad del negocio. Para cada una de las mejoras propuestas se definirán las acciones a tomar, la sección en la que generará valor y el impacto que tendrá en el desarrollo sostenible, para poder evidenciar los beneficios que se obtendrán de realizar estos cambios.

3.1.1. Equipo de protección

Entre los puntos de acción definidos para mejorar la seguridad ocupacional está la utilización de guantes de neopreno y lentes industriales durante la realización de los servicios de mantenimiento.

Utilización de guantes de neopreno. Se otorgará a cada técnico dos juegos de guantes de neopreno cada dos meses con el objetivo de que sean utilizados durante la realización del servicio de mantenimiento. La razón de asignar dos juegos de guantes es permitir que el técnico pueda lavar diariamente los guantes utilizados y poder disponer del segundo par al día siguiente, mientras el primer par termina de secarse. Las características de estos guantes son un ajuste ergonómico que asegura comodidad, por estar elaborado de neopreno es resistente a la utilización de agentes abrasivos y mejora el agarre durante la manipulación de objetos, lo que se traduce en un aumento de velocidad para la realización de tareas que requieren precisión. De acuerdo a las pruebas realizadas la duración promedio de estos guantes, alternando su uso un día sí y otro no, es de dos meses.

Figura 9. **Guantes de neopreno para mecánico**



Fuente: <http://www.cycleglove.com/mechanic-glove.html>, 18 de mayo de 2011.

La reducción de accidentes debido a la caída de herramientas, repuestos o equipo puede aumentar la disponibilidad del personal y una mejora en el clima organizacional debido a una baja tasa de accidentes. Agregado a esto, debido a la especialización que requiere esta plaza la ausencia de personal por un accidente afecta directamente la capacidad instalada del taller. En ocasiones anteriores, la suspensión de un técnico por una fractura ha requerido la contratación de personal temporal para cubrir la plaza, adicionalmente, un periodo de capacitación por parte del equipo Kaizen para asegurar el nivel de calidad requerido por la operación del Centro de Servicio.

Los principales requisitos para implementar esta acción son:

- Adquirir cuatro pares de guantes para cada técnico inicialmente, dos para almacenar en bodega y dos para entrega inmediata. El próximo pedido de guantes se realizará a los dos meses cuando sea necesario reemplazar en bodega los juegos de guantes otorgados en la segunda entrega.

- Utilizar un formato de entrega de guantes para técnicos que será archivado por el encargado de la bodega de materiales, para llevar el control de la cantidad de guantes otorgados. Este formato deberá incluir el nombre del técnico, la fecha de entrega y firma de recibido por parte del técnico.
- Incluir en las medidas de productividad del técnico y en su cálculo de comisiones un factor que evalúe la utilización del equipo de protección personal para asegurar su utilización. La seguridad no es opcional en las actividades que persiguen un desarrollo sostenible.

Utilización de lentes de seguridad industrial. Se otorgará nuevamente a cada técnico lentes de seguridad industrial para ser utilizados durante la realización de los servicios de mantenimiento. Las principales características de estos lentes son patas ajustables y vidrio transparente sin graduación con extensión lateral fabricados bajo la norma ANSI Z97. Esto para evitar la incrustación ocular de partículas suspendidas en el aire. De acuerdo a las pruebas realizadas el desgaste normal de este artículo es de 3 meses por lo que su reemplazo será 4 veces por año.

Figura 10. Lentes de seguridad industrial



Fuente: http://www.aonesafetyequipment.com/Clear_Lens_Safety_Glasses_Black_frame_21120.htm, 18 de mayo de 2011.

La reducción de accidentes debido a la incrustación de partículas o materiales en los ojos de técnicos durante la realización de los servicios de mantenimiento no traerá como beneficio inmediato la seguridad del técnico pero adicionalmente disminuirá las horas de atención necesarias para cada accidente relacionado. Esto impactaría directamente la disponibilidad del personal y la capacidad instalada del centro de servicio.

Los principales requisitos para implementar esta acción son:

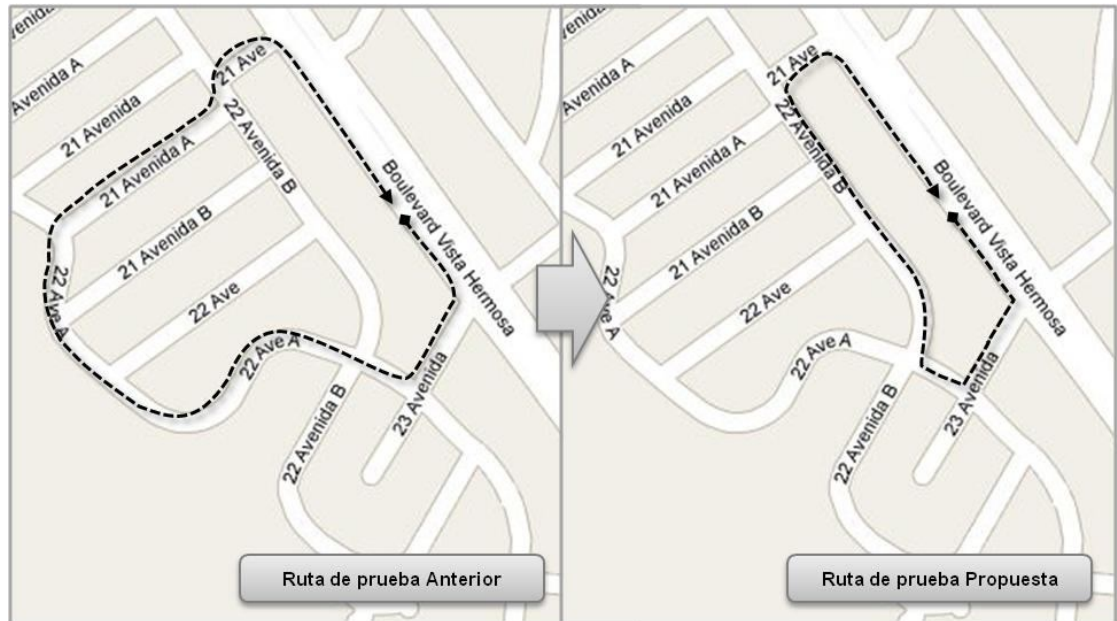
- Adquirir dos pares de lentes de seguridad industrial para cada técnico inicialmente, uno para almacenar en bodega y otro para entrega inmediata. El próximo pedido de lentes se realizará a los tres meses cuando sea necesario reemplazar en bodega otorgados en la segunda entrega. Esta acción se repetirá trimestralmente similar al sistema propuesto para los guantes.
- Utilizar un formato de entrega de lentes que será archivado por el encargado de la bodega de materiales. El formato tendrá la misma información que el utilizado para la entrega de guantes.
- Al igual que con los guantes, se debe incluir en las medidas de productividad del técnico y en su cálculo de comisiones un factor que evalúe la utilización del equipo de protección personal, así se podrá asegurar su utilización.

3.1.2. Ítems de servicio adicionales

Adicional a los ítems de servicio mencionados anteriormente, al finalizar el servicio de mantenimiento se realiza una prueba de ruta. Es necesario realizar algunas modificaciones con el objetivo de mejorar la eficiencia del proceso y reducir su impacto ambiental.

Redefinición de rutas de prueba: Al completar el servicio semi-mayor, mayor y mayor completo se realiza una prueba de ruta que actualmente toma 5 minutos y consiste en recorrer una distancia de 1.8 kilómetros. Durante esta prueba se identifica cualquier inconveniente que pudiera presentar el vehículo antes de hacer la entrega al cliente. Evaluando el recorrido se definió una ruta alterna más corta que permite, de igual forma, identificar estos inconvenientes, reduciendo su duración y el trayecto en un 55%. La nueva ruta tiene una duración de 3 minutos y una distancia de 0.8 kilómetros.

Figura 11. **Rutas de prueba para servicios de mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

La reducción de la duración de la ruta nos brindará mayor capacidad instalada, ya que si se toma en cuenta la cantidad de servicios que se realizan mensualmente (115 servicios que se prueban en ruta) el impacto de esta modificación es de casi 4 horas mensuales adicionales. Añadido a este beneficio se reduce la utilización del vehículo en un total de 115 kilómetros al mes, lo que representa en términos de desarrollo sostenible un ahorro en contaminación y utilización innecesaria de llantas, pastillas, frenos, gasolina y esfuerzo humano.

El único requisito para el cumplimiento de esta acción es la comunicación de esta modificación a los técnicos y su publicación en la cartelera de taller.

3.1.3. Rutinas de mantenimiento correctas

Para la reducción de tiempos de operación en general se definió una normativa para la disposición del banco de trabajo y del carro de herramienta.

Organización del área de trabajo: para el acondicionamiento de los bancos de trabajo se definió una organización estándar para los diferentes materiales necesarios. La metodología utilizada fue 5S, método que se fundamenta en un conjunto de principios y reglas básicas que buscan como objetivo principal la productividad industrial. Todo a partir de una gestión ordenada y evidente del puesto de trabajo.

Los pasos para lograr esta organización son:

- *Seiri* (Clasificar): se clasifica cada uno de los artículos encontrados en el banco de trabajo con base a su función y la periodicidad de uso. Los artículos innecesarios o con utilización muy esporádica se colocan en una ubicación distinta con el objetivo de reducir la cantidad de artículos que se mantendrán dentro del banco de trabajo.
- *Seiso* (Limpiar): se limpia el área antes de ordenar los artículos dentro del banco de trabajo.
- *Seiton* (Ordenar): se define un orden o ubicación para cada artículo de forma que sea fácil su acceso.
- *Seiketsu* (Normalizar): se estandariza la organización de los artículos de forma que se mantengan en la ubicación definida.

- *Shitsuke* (Disciplina): importante monitorear constantemente el cumplimiento de esta norma para crear hábitos que permitan tener un lugar de trabajo limpio, ordenado y eficiente.

Adicionalmente se incluye la identificación de cada material con su respectivo rótulo y una silueta en el fondo del banco para identificar la ausencia de alguno de estos materiales. Los artículos que se almacenarán en este banco están: limpiador de frenos, líquido de frenos, líquido para servodirección, agua, diesel, gasolina, ATF, bandeja y cobertores de lodera.

Figura 12. **Disposición de los materiales y equipo en banco de trabajo**



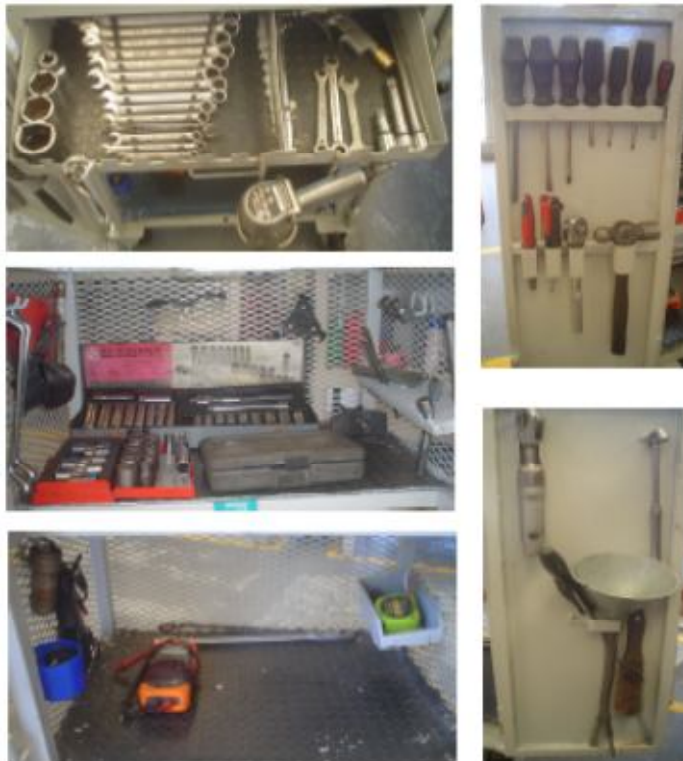
Fuente: fotografía tomada en las instalaciones de Autoservicios Cofal.

Al igual que el banco de trabajo, la carreta de herramienta fue organizada de forma que sea fácil para el técnico ubicar llaves, desarmadores, alicates u otra herramienta que necesite durante el servicio de mantenimiento.

La organización de la carreta y el banco de trabajo contribuyen a la reducción de los tiempos relacionados con la búsqueda de herramienta de 6:03 minutos a 5:09 minutos por cada servicio menor, de 14:30 a 11:31 para el servicio semi-mayor, de 26:20 a 22:34 para un mayor y de 38:15 a 32:30 para un servicio mayor completo, para un promedio de 15% para esta actividad en cada servicio.

Tomando en cuenta que mensualmente se realizan 132 servicios menores, 65 semi-mayores, 28 mayores y 29 mayores completos el impacto de esta mejora se traduce en una reducción del 2% del tiempo total de operación (de 404,72 a 395,92 horas en total al mes).

Figura 13. **Carreta de herramienta**



Fuente: fotografía tomada en las instalaciones de Autoservicios Cofal.

La organización del área de trabajo brinda muchos beneficios, entre estos se pueden mencionar la reducción del tiempo utilizado para la búsqueda de herramienta o materiales. Al disminuir el desorden se facilita también la limpieza del área, haciendo del entorno un ambiente agradable para el técnico.

La importancia que tiene esta medida para los sistemas Toyota es fundamental, principalmente por la necesidad de cumplir con las 5S definidas por la cultura japonesa. El único requisito para el cumplimiento de esta acción es el seguimiento ya que como todo buen hábito toma entre 21 y 28 días para que se arraigue al comportamiento personal.

3.1.4. Procedimientos de operación estándar propuestos

Actualmente Autoservicios Cofal cuenta con un sistema de citas que ayuda a planificar la operación con anticipación y nivelar la carga de trabajo. Este proceso trae como beneficio adicional recordar a los clientes sobre el servicio de mantenimiento que requiere su vehículo. Este recordatorio calcula la fecha estimada del próximo servicio tomando como base el kilometraje promedio que recorre el vehículo por día según los registros que se almacenan de kilometraje en cada servicio, iniciando con los servicios de garantía de 1 000 y 3 000 kilómetros.

El efecto que tienen un correcto mantenimiento en los automóviles es una reducción en la contaminación debido a un proceso de combustión eficiente, por lo que al aumentar la eficiencia del sistema de citas, no solo se asegura una operación continua y rentable, sino que se contribuye a mantener afinados los vehículos que circulan a diario por la ciudad. Para el sistema de citas se utilizará el siguiente proceso de operación estándar mostrado en las siguientes figuras.

Tabla XV. Creación de citas

Paso	Dónde	Quién	Qué	Operación	Tiempo
1	Área de Asesores	Asesor de Servicio	Contacta al Cliente	<ul style="list-style-type: none"> Basándose en el reporte del sistema de MRS se revisa el historial del vehículo que está próximo a su servicio de mantenimiento. Se contacta al cliente para confirmar la necesidad del servicio validando el kilometraje real del vehículo. Si el kilometraje coincide o es muy similar define una cita (paso 2). Si el kilometraje es erróneo: Ingresa el kilometraje real en el sistema Recuerda al cliente el horario de atención y los teléfonos de contacto por cualquier inconveniente en que se le pueda ayudar. 	2 Minutos
2	Área de Asesores	Asesor de Servicio	Creación de Cita	<ul style="list-style-type: none"> Le informa al cliente la importancia de su servicio y las características del servicio que le corresponde al vehículo. Consulta en base al tipo de servicio el costo aproximado y la duración del servicio para informarle al cliente. Si el cliente está de acuerdo busca la hora disponible en el tablero de citas que mejor se ajuste a las necesidades del cliente. Pregunta al cliente si tiene alguna solicitud adicional que quisiera se revisará de su vehículo. Si tuviera algún trabajo adicional se consulta con el supervisor el tiempo que podría tomar para poder darle una hora de entrega al cliente. Abre la OT (orden de trabajo) y le coloca la calcomanía color amarillo a la impresión para que pueda ser identificada como una cita. Coloca la información en el chip magnético y lo coloca ocupando el tiempo definido para la atención del vehículo en el tablero de Citas. Recuerda al cliente que debe ser puntual para que pueda respetarse su hora de entrega y lo despide recordándole su nombre y los datos de la cita. Si es necesario incluir algún repuesto adicional, se debe solicitar mediante un vale de repuestos para que se pueda tener la pieza disponible el día del servicio. 	8 Minutos

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Seguimiento a citas

Paso	Dónde	Quién	Qué	Operación	Tiempo
1	Área de Asesores	Asesor de Servicio	Confirma la cita	<ul style="list-style-type: none"> De 8:00 a 12:00 llama al cliente y confirma la hora, costo, tiempo de entrega y servicio a realizar. Se le recuerda que debe venir a la hora estipulada o ya no se podrá atender con prioridad ni se le podrá entregar el vehículo a la hora prometida. Actualiza el sistema a Cita Confirmada Marca la casilla de Cita Conf. En la OT. Coloca las OT en la columna Citas de Mañana en la hora correspondiente. De existir repuestos adicionales confirma la existencia de los mismos con el vendedor de repuestos y marca la casilla de partes pedidas. De no ser posible que el cliente asista a la cita, deberá reprogramarla 	3 Minutos
2	Bodega de Repuestos	Vendedor de Repuestos	Revisa existencia de repuestos	<ul style="list-style-type: none"> Revisa existencia de repuestos solicitados y confirma al AS la llegada de repuestos para el pedido especial. Pide a bodega central o a otra sucursal los repuestos necesarios para la O/T . Almacena las piezas ordenadamente de forma temporal en el área de Pedidos Especiales y marca la OT en la casilla de Partes Rec. 	8 Minutos
3	Cuarto de control	Jefe de Taller	Organiza Citas	<ul style="list-style-type: none"> Al terminar el día de trabajo revisa cada OT para verificar que el AS haya confirmado de cita, calculado bien el tiempo de trabajo, la hora de entrega y si el chip tiene la información correcta y las mueve a las columnas de Citas de Hoy. Organiza la carga de trabajo de cada técnico por horas disponibles. Mueve los chips al tablero de programación diario. 	20 minutos

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. Citas no cumplidas

Paso	Dónde	Quién	Qué	Operación	Tiempo
1	Área de Asesores	Asesor de Servicio	Revisa cumplimiento de citas	<ul style="list-style-type: none"> En el transcurso del día, se revisa la columna de citas de hoy y si los clientes no llegan a su cita, debe llamarlos pasados 10 minutos de la hora pactada de recepción y preguntarles si desean reprogramar su cita o si ya no necesitan el servicio. Se reprograma la cita en el sistema y tablero, se cambia la hora de recepción y entrega en el chip y OT. Si el cliente desea cancelar la cita, se anota la razón por la que no desea el servicio y se coloca en la columna de Esperando Cerrado, actualiza con el código de barras y quita el chip. 	5 Minutos
2	Cuarto de Control	Jefe de Talle	Reasigna trabajos	<ul style="list-style-type: none"> Si un cliente con citas no llega 15 minutos después de su hora programada, pueden asignarle al técnico otro trabajo pendiente de asignación. 	3 Minutos

Fuente: elaboración propia.

3.2. Manejo propuesto de materiales y desechos

Partiendo del impacto que puede tener en el medio ambiente, definir un proceso que facilite el reciclaje de materiales y la correcta disposición de los residuos es elemental en el diseño de operaciones que fomenten el desarrollo sostenible. Para la operación del centro de servicio se definió una separación de la basura en tres contenedores distintos para facilitar el reciclaje de los elementos reutilizables. Los elementos que pueden ser reciclados serán retirados periódicamente por una empresa recicladora de metal, cartón, papel y plástico.

Esta medida busca aumentar la reutilización de los desechos cotidianos de la operación del centro de servicio y dirigir en menor cantidad los residuos al sistema de recolección regular de basura.

Se adquirió recipientes de colores distintivos para poder realizar la separación de la basura en tres categorías: metal, papel ó cartón y plástico. Adicionalmente se definió un procedimiento para facilitar la clasificación de la basura por parte del técnico y se rotuló cada uno de los recipientes para su fácil identificación.

Tabla XVIII. **Manejo de desechos**

Paso	Dónde	Quién	Qué	Operación	Tiempo
1	Área de taller	Técnico	Clasifica la basura y la coloca en el recipiente indicado	<ul style="list-style-type: none"> • Para el tratamiento de los desechos del taller se deberá clasificar la basura y depositar cada artículo en el recipiente que corresponde • Los envases deben estar vacíos enjuagados y plegados. • No introducir un envase dentro de otro. • Introducir los envases y la bolsa de manera separada. • En el caso del limpiador de frenos se debe quitar el tapón y depositarlo de manera separada. • El cartón debe estar plegado. • La separación es la siguiente: <ul style="list-style-type: none"> ○ Metales: todos los artículos de metal incluyendo partes reemplazadas. ○ Papel o cartón: Hojas de papel, empaque de repuestos y folletos publicitarios. ○ Plástico: envases de aceite, refrigerante, líquido de frenos o desengrasantes, tapones de aerosoles y cobertores de asiento. 	3 Minutos
2	Bodega de materiales	Encargado de bodega	Contacta a la empresa recicladora	<ul style="list-style-type: none"> • Al acumularse una cantidad de material seleccionado suficiente el encargado de bodega debe notificar a la empresa recicladora para que sea retirada del centro de servicio. 	5 Minutos

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Recipientes para la clasificación de basura**



Fuente: fotografía tomada en las instalaciones de Autoservicios Cofal.

Adicional a esta medida es importante considerar algunas modificaciones en cuanto al tipo de materiales que se utilizan y la cantidad que se asigna, hoy en día, a cada servicio de mantenimiento.

3.2.1. Reemplazo de materiales

Evaluando el impacto que tiene en el medio ambiente la utilización de materiales en envases comprimidos se identificó la necesidad de reemplazar la forma en la que se asignan los materiales a cada tipo de servicio. Actualmente el limpiador de frenos es despachado por unidad (envase de 400 ml) para cada vehículo, cuando en realidad el consumo máximo es la mitad del contenido del envase por vehículo. Este sistema fue adoptado inicialmente por la facilidad con la que se lleva el control de su consumo en la bodega de materiales, ya que cada envase es cargado a una orden de trabajo.

Utilización de limpiador de frenos: se proporciona a cada técnico dos unidades de limpiador de frenos para el técnico use según la necesidad este producto y aumentar así el aprovechamiento de cada unidad. Para facilitar el control al terminar el contenido del envase el técnico entregará a bodega el envase vacío, a este envase se le escribirá el código del técnico para posteriormente hacer una conciliación contra la cantidad de servicios atendidos. De esta forma manual y sencilla se puede utilizar más libremente el limpiador de frenos sin que el técnico utilice más producto del que realmente es necesario.

Inicialmente la reducción esperada en el consumo de este material es del 50% por ciento por lo que el ahorro estimado es de Q.10 a Q.12 por servicio. Tomando en cuenta que se realizan entre 115 y 130 servicios al mes el ahorro mínimo esperado sería de Q.1150. Adicional al beneficio económico que asume para el centro de servicio, la disminución de la cantidad de envases que se produciría reduciría de 115 a 58 unidades mensualmente, por lo que la generación de desechos y su tratamiento necesario resultante es mucho menor. Los principales requisitos para implementar esta acción son:

- Cambiar el sistema de carga de materiales para cada orden de servicio, eliminando este material como un material por vehículo e incluyendo en los materiales de uso general.
- Conciliar mensualmente las unidades utilizadas de este material por técnico versus el número de órdenes trabajadas, para poder validar que las unidades sean al menos 1 por cada 2 órdenes atendidas.

3.2.2. Aceite usado

Con respecto al manejo del aceite usado se mantendrá la misma metodología que actualmente se utiliza, este proceso asegura que el aceite es dispuesto de una forma responsable y promueve un desarrollo sostenible. Actualmente la empresa que provee el servicio de reciclaje del aceite genera un ingreso marginal para la operación del centro de servicio, debido a la poca competencia que existe actualmente en este mercado. La recomendación sería evaluar en un mediano plazo la cotización de una empresa con similares servicios que ofrezca un mejor pago por la utilización de este desecho ya que los volúmenes que se generan pueden ser útiles en la obtención de mejores condiciones económicas para Autoservicios Cofal.

3.2.3. Repuestos reemplazados

Entre los repuestos reemplazados el que tiene una mayor rotación y requiere un manejo especial antes de ser desechado es el filtro de aceite. Actualmente, el filtro reemplazado se desecha junto a la basura general del taller pero por su diseño de fabricación al ser retirado del vehículo aún mantiene aceite en su interior. Este aceite con el paso de los días se derrama lentamente contaminando el medio ambiente. Por esta razón se sugiere la adquisición de un dispensador que permita el drenaje de filtros antes de su desecho.

Adicionalmente es necesario adquirir una herramienta llamada *Sabretooth Recycler* creada por Keith Nelson, que consiste en una placa con dos puntas afiladas que al aplicar presión sobre el filtro lo perfora, rompiendo las paredes interiores y permitiendo la acción de la presión atmosférica para que se extraiga por gravedad el aceite que permanece en las cámaras interiores del filtro. Esto ayuda a vaciar los filtros de aceite de una forma fácil y segura.

El aceite recolectado con este proceso debe ser descargado a los contenedores de aceite que actualmente se utilizan para que sea recolectado por la empresa recicladora.

Adicional al beneficio de reducir el impacto ambiental, la perforación de los filtros ayuda a reducir su reutilización, esta reutilización se da por la obtención de filtros que se dirigen al depósito de basura y son limpiados, empacados y revendidos por aceiteras. El costo de esta herramienta es de US\$50 más envío (aproximadamente US\$25) más la fabricación de un dispensador que permita el drenaje de los filtros perforados.

3.2.4. Líquidos de frenos

Al igual que el aceite usado, el líquido de frenos es dispuesto en los mismos contenedores. La empresa recicladora hace el posterior tratamiento para obtener los compuestos que pueden ser reutilizados. Para la utilización de este material se cuenta con las especificaciones técnicas necesarias para atender cualquier accidente que pudiese ocurrir en su manejo.

3.2.5. Refrigerantes

Los refrigerantes son dispuestos utilizando un sistema de recolección por tanque que permite un manejo seguro y confiable. Esto reduce notablemente los problemas de derrame y por ende, la contaminación del medio ambiente. La empresa que realiza este tipo de trabajos cuenta con la debida certificación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

3.2.6. Baterías

Los procesos relacionados con el desecho de baterías serán realizados por la división de repuestos de Cofiño Stahl. El desecho de baterías se trasladará a una empresa certificada en el reciclaje debido principalmente por lo delicado que es el manejo de sus componentes y su alta toxicidad. Para complementar estas iniciativas dentro del centro de servicio se dará la opción a clientes de dejar su batería reemplazada para poder ser reciclada y se hará conciencia en los que desean llevarla consigo de la importancia que tiene el tratamiento de este tipo de repuestos.

3.2.7. Llantas

Como se comentó anteriormente el desecho de llantas actualmente es realizado por una compañía recicladora que separa los componentes de los neumáticos para que puedan ser reutilizados. Esta disposición no genera un ingreso para Autoservicios Cofal ya que la división encargada del proceso de recolección, traslado y manejo es la división de repuestos.

3.3. Lavado y limpieza de partes

Para el lavado de piezas, limpieza de bahías y vehículos es importante considerar la mayor utilización posible de agentes amigables con el medio ambiente, principalmente, por la cantidad de veces que se lleva a cabo este proceso dentro de las operaciones del centro de servicio. Adicionalmente, partiendo de que el agua es un recurso no renovable, es importante seguir investigando sobre métodos alternos que conlleven a consumir menos de este líquido vital.

Actualmente existen productos para el lavado de vehículos que remueven la suciedad a través de agentes químicos biodegradables sin la utilización de agua pero aún no cumplen totalmente con su principal objetivo, ya que en vehículos muy sucios no son efectivos.

3.3.1. Desengrasantes recomendados

Los productos recomendados para utilizar como desengrasantes deben cumplir con las siguientes condiciones o al menos tener el más bajo impacto posible:

- Libre de toxicidad
- No inflamable
- No abrasivo o compuesto por agentes iónicos
- Biodegradable

Dentro de los productos recomendados por la OSHA y EPA se tiene a Simple Green, una compañía norteamericana que ha desarrollado la tecnología de micro fragmentación de partículas para la limpieza de grasas y aceites. Este tipo de productos es diluido en agua debido a su acidez controlada, ya que tiene un nivel PH neutral, haciendo de este producto un material fácil de manipular y con efectos laterales nulos.

La utilización de este tipo de materiales reduce los costos por el manejo de desechos tóxicos y contribuye a la desintegración de las grasas que son removidas de partes mecánicas y de los vehículos mismos al ser lavados.

La inclusión de este tipo de producto se puede extender incluso a la limpieza del centro de servicio, por ejemplo, para la limpieza de baños y lavamanos que se contaminan frecuentemente con grasa y aceite al ser utilizados por los técnicos del taller.

3.3.2. Proceso de lavado de partes

Actualmente se utiliza la máquina de lavado para partes mecánicas de Simple Green. Esta máquina nos permite realizar la limpieza de partes de metal, plástico o cualquier otro material de forma segura. Cuenta con una bomba, calentador y componentes mecánicos altamente resistentes a la corrosión que aseguran una extensa durabilidad. Adicionalmente la utilización de su cepillo conectado al suministro hace del lavado de partes una tarea rápida y fácil, sobre todo segura y amigable con el medio ambiente. Sus consumibles son basados en el principio de la micro fragmentación de partículas y cumplen con las normas internacionales para la conservación del medio ambiente.

Figura 15. **Máquina para el lavado de partes**



Fuente: fotografía tomada en las instalaciones de Autoservicios Cofal.

3.3.3. Detergentes y jabones para lavado de vehículos

Las características de los materiales utilizados para el lavado de vehículos son las mismas que se definen para los desengrasantes, incluso su utilización es muy similar ya que la necesidad primordial del lavado es la eliminación de la contaminación de grasas y aceites que pudieron adherirse al vehículo durante el servicio de mantenimiento.

Para este objetivo se utilizan la línea de productos para lavado de vehículos del mismo proveedor de desengrasante, ya que ofrece una opción biodegradable y no tóxica de limpieza que no requiere el tratamiento de las aguas residuales.

3.3.4. Rutina para la limpieza de bahías de trabajo

En el caso de que algún líquido o fluido sea derramado en el suelo de la bahía de trabajo se debe proceder de la siguiente forma.

- Buscar el dispensador de aserrín más cercano a la bahía y regar suficiente material en el área contaminada de manera que cubra todo el fluido derramado.
- Esperar el tiempo necesario para que el aserrín absorba el fluido.
- Desechar el aserrín utilizado barriendo el área y depositándolo en el contenedor de basura.

El objetivo de esta práctica es evitar que este tipo de agentes se dirija hacia alcantarillas y contamine las aguas residuales. El aserrín será nuevamente abastecido por el encargado de la bodega de materiales cada jueves, o bien, cuando sea necesario en caso de agotarse.

3.4. Contaminación ambiental

Adicional a la contaminación que se ha identificado en los incisos anteriores se puede identificar otras áreas de oportunidad que nos permitirán reducir el impacto de las operaciones del centro de servicio en la comunidad. Entre las medidas más importantes a considerar se pueden encontrar la importancia del mantenimiento al equipo y herramienta, el aislamiento sonoro de equipo ruidos y la utilización de trampas de aceite.

3.4.1. Mantenimiento a equipo y herramienta

En cuanto al equipo y herramienta es necesario prestar especial atención al suministro de aire comprimido, la presencia de fugas en el sistema de distribución, desperfectos en los acoples y el mal funcionamiento de la herramienta pueden reducir la eficiencia y aumentar el consumo de energía necesaria para la operación del compresor. Actualmente se cuenta con un programa de mantenimiento integral en el que se registra cada uno de los servicios que reciben el equipo y herramienta del centro de servicio, tanto por personal de la compañía como por otras empresas, tal es el caso del mantenimiento a puentes hidráulicos y al sistema de alineación y balanceo.

3.4.2. Aislamiento sonoro de equipo ruidoso

Los equipos con mayor generación de ruido dentro del centro de servicio son la bomba de agua, el torno y el compresor de aire. Cada uno de estos equipos se encuentra debidamente aislado con una construcción apropiada, tanto para su conservación como para reducir el impacto que pueda tener en el ambiente al momento de operar. El nivel de ruido que generan la bomba de agua y el compresor de aire oscila entre 72 y 78 decibeles por lo que no representa ningún riesgo para el trabajador, tomando en cuenta la Organización Internacional de Trabajo recomienda como máximo un ruido de 90 decibeles si el empleado estará expuesto durante 8 horas continuas.

En el caso del torno el nivel de ruido puede superar los 90 decibeles por lo que se debe proteger al técnico con la utilización de orejeras como protectores auditivos para reducir el impacto de su constante exposición a este ruido.

3.4.3. Utilización de trampas de aceite

Adicional a la utilización de productos biodegradables las instalaciones de Autoservicios Cofal cuentan con un sistema de trampas de aceite que permite filtrar las aguas residuales. Este sistema consiste en el tratamiento previo de las aguas antes de dirigirse a los alcantarillados, separando por su densidad las grasas y aceites del agua. El mantenimiento que requiere este tipo de filtro es la extracción periódica del aceite acumulado. Actualmente el responsable de monitorear esta actividad es el encargado de bodega de materiales quién contacta a la empresa recicladora de aceite, para que retire el aceite acumulado en la trampa y recolectado en el bidón general.

3.5. Otras mejoras necesarias

Como complemento a cada una de las áreas evaluadas anteriormente, es necesario la modificación de algunos procesos relacionados con los departamentos de repuestos, mantenimiento y con la bodega de materiales. Esto para asegurar las propuestas sean sostenibles y el compromiso con el medio ambiente sea parte de la cultura organizacional del centro de servicio.

3.5.1. Bodega de materiales

El apoyo necesario por la bodega de materiales es la administración del equipo de protección personal y la distribución de limpiador de frenos. Debido a lo importante que es el control en el consumo de materiales y equipo las medidas propuestas no podrán mantenerse si el encargado pierde la transparencia en el proceso y la organización se ve en la necesidad de regresar a las anteriores políticas.

Por esta razón el comité de medio ambiente formado dentro del centro de servicio incluye al encargado de la bodega de materiales, por el aporte que este puede tener en el control de los insumos y desechos que forman parte de las actividades regulares de Autoservicios Cofal.

3.5.2. Despacho de repuestos

Apoyando la cultura del justo a tiempo, es de vital importancia contar con un sistema de despacho de repuestos ágil y proactivo que permita poder atender cada servicio en el menor tiempo posible. Para esto es necesario cumplir con la tasa de servicio mínima que sugiere Toyota y mantenerse al tanto de los repuestos que son solicitados en el sistema de citas. El pilar del sistema de citas es la sincronización de todos los departamentos relacionados para poder ofrecer al cliente el servicio de mantenimiento en un plazo definido.

Para esto la preparación de repuestos se convierte en un factor clave. La demora en esta operación resultaría en un atraso completo en la realización del servicio y afectaría significativamente la capacidad instalada debido a reprogramaciones y tiempos muertos en la ocupación de técnicos, equipo y herramienta.

3.5.3. Departamento de mantenimiento

El objetivo del departamento de mantenimiento es preservar y mantener los activos del centro de servicio. Para que esta tarea sea eficientemente realizada debe existir una sincronización que permita programar los paros, principalmente en horarios de baja afluencia o de ser posible durante los días que no opera el taller.

El impacto de utilizar un equipo sin brindarle el mantenimiento adecuado puede reducir su eficiencia, aumentar el consumo de energía, acortar la vida del equipo, reducir el nivel de calidad y aumentar el riesgo de accidentes dentro del centro de servicio.

3.6. Análisis financiero

Para la evaluación del impacto de las mejoras propuestas se debe llevar a cabo un análisis económico que confirme la necesidad de mantener las operaciones modificadas y justifique la inversión de las propuestas aún no implementadas. Para esto es primordial resumir y listar los beneficios obtenidos, cuantificar su impacto y totalizar la inversión necesaria para poder concretar la necesidad de las acciones recomendadas.

3.6.1. Inversión necesaria

Tabla XIX. Inversión por adquisición de guantes de neopreno

Utilización de guantes de neopreno			
Adquisición de equipo	Unidades	Costo unidad	Costo total
Guates de neopreno	40 unidades	Q58,00	Q2 320,00
Total			Q2 320,00
Capacitación			
Supervisor de taller	1 horas	Q49,48	Q49,48
Técnicos	4 horas	Q31,25	Q125,00
Encargado de bodega	0,4 horas	Q20,31	Q8,13
Total			Q182,60
Documentación			
Publicación en Carteleras	4 impresiones	Q3,00	Q12,00
Impresión de formatos bodega de materiales	3 impresiones	Q1,00	Q3,00
Impresión de formato evaluación técnicos	5 impresiones	Q1,00	Q5,00
Total			Q20,00
Inversión inicial			
Total			Q2 522,60

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Inversión por adquisición de lentes de seguridad industrial**

Utilización de lentes de seguridad industrial			
Adquisición de equipo	Unidades	Costo unidad	Costo total
Lentes de seguridad industrial	20 Unidades	Q47,50	Q950,00
Total			Q950,00
Capacitación			
Supervisor de taller	1 Horas	Q49,48	Q49,48
Técnicos	4 Horas	Q31,25	Q125,00
Encargado de bodega	0,4 Horas	Q20,31	Q8,13
Total			Q182,60
Documentación			
Publicación en Carteleras	4 impresiones	Q3,00	Q12,00
Impresión de formatos bodega de materiales	3 impresiones	Q1,00	Q3,00
Impresión de formato evaluación técnicos	5 impresiones	Q1,00	Q5,00
Total			Q20,00
Inversión inicial			
Total			Q1 152,60

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Inversión por redefinición de ruta de prueba**

Redefinición de ruta de prueba			
Consumibles	Unidades	Costo unidad	Costo total
Gasolina	2 Galones	Q35,95	Q71,90
Total			Q71,90
Capacitación			
Supervisor de taller	4 Horas	Q49,48	Q197,92
Técnicos	5 Horas	Q31,25	Q156,25
Total			Q354,17
Documentación			
Publicación en Carteleras	4 Impresiones	Q3,00	Q12,00
Impresión de formatos bodega de materiales	3 Impresiones	Q1,00	Q3,00
Impresión de formato evaluación técnicos	5 Impresiones	Q1,00	Q5,00
Total			Q20,00
Inversión inicial			
Total			Q446,07

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Inversión por organización del banco de trabajo**

Organización de banco de trabajo y carreta de herramienta			
Mantenimiento	Unidades	Costo unidad	Costo total
Pintura	2 cubetas	Q675,00	Q1 350,00
Mano de obra	18 horas	Q25,00	Q450,00
Total			Q1 800,00
Capacitación			
Supervisor de taller	4 horas	Q49,48	Q197,92
Técnicos	5 horas	Q31,25	Q156,25
Total			Q354,17
Documentación			
Publicación en Carteleras	4 impresiones	Q3,00	Q12,00
Impresión de formato evaluación técnicos	5 impresiones	Q1,00	Q5,00
Total			Q17,00
Inversión inicial			
Total			Q2 171,17

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Inversión por separación de basura**

Separación de la basura			
Adquisición de equipo	Unidades	Costo unidad	Costo total
Recipientes para basura	15 recipientes	Q75,00	Q1 125,00
Rotulación de recipientes	15 rótulos	Q25,00	Q375,00
Pintura para señalización	0,5 galón	Q160,00	Q80,00
Delimitación en piso	3 horas	Q25,00	Q75,00
Total			Q1 655,00
Capacitación			
Supervisor de taller	1 horas	Q49,48	Q49,48
Técnicos	4 horas	Q31,25	Q125,00
Encargado de bodega	2 horas	Q20,31	Q40,63
Total			Q215,10
Documentación			
Publicación en Carteleras del procedimiento	4 impresiones	Q3,00	Q12,00
Impresión de material escrito	40 impresiones	Q1,00	Q40,00
Total			Q52,00
Inversión inicial			
Total			Q1 922,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Inversión por cambios en el proceso de citas**

Proceso de Citas			
Modificaciones al software	Unidades	Costo unidad	Costo total
Programador	12 Horas	Q115,00	Q1,380,00
Asesoría proveedor	5 Horas	Q350,00	Q1,750,00
Total			Q3 130,00
Capacitación			
Supervisor de taller	2 Horas	Q49,48	Q98,96
Asesores de servicio	12 Horas	Q28,65	Q343,75
Vendedor de repuestos	2 Horas	Q23,44	Q46,88
Total			Q489,58
Documentación			
Publicación en tablero de control	8 Impresiones	Q3,00	Q24,00
Impresión de manual para Asesores	24 Impresiones	Q2,00	Q48,00
Impresión de material de consulta	60 Impresiones	Q1,00	Q60,00
Total			Q132,00
Inversión inicial			
Total			Q3 751,58

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Inversión por utilización propuesta del limpiador de frenos**

Utilización en bahía del limpiador de frenos			
Modificación del sistema de facturación	Unidades	Costo unidad	Costo total
Programador	6 Horas	Q115,00	Q690,00
Asesoría proveedor	2 Horas	Q350,00	Q700,00
Total			Q1 390,00
Capacitación			
Supervisor de taller	1 Horas	Q49,48	Q49,48
Técnicos	4 Horas	Q31,25	Q125,00
Encargado de bodega	2 Horas	Q20,31	Q40,63
Total			Q215,10
Documentación			
Publicación en Cartelera	4 Impresiones	Q3,00	Q12,00
Impresión de formatos bodega de materiales	3 Impresiones	Q1,00	Q3,00
Impresión de formato de conciliación	10 Impresiones	Q1,00	Q10,00
Total			Q25,00
Inversión inicial			
Total			Q1 630,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Inversión por adquisición del sistema de drenaje para filtros de aceite**

Sistema de drenaje para filtros de aceite			
Adquisición de equipo	Unidades	Costo unidad	Costo total
Drenaje para filtros usados	5 unidades	Q395,00	Q1 975,00
Perforador de filtros	5 unidades	Q635,00	Q3 175,00
Total			Q5 150,00
Capacitación			
Supervisor de taller	1 horas	Q49,48	Q24,74
Técnicos	3 horas	Q31,25	Q93,75
Encargado de bodega	1 horas	Q20,31	Q20,31
Total			Q138,80
Documentación			
Publicación en Cartelera	4 impresiones	Q3,00	Q12,00
Impresión de procedimiento	5 impresiones	Q1,00	Q5,00
Total			Q17,00
Inversión inicial			
Total			Q5 305,80

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Inversión por adquisición del material para limpieza de líquidos derramados en las bahías de trabajo**

Rutina para la limpieza de líquidos derramados en las bahías de trabajo			
Adquisición de equipo	Unidades	Costo unidad	Costo total
Recipientes	5 unidades	Q45,00	Q225,00
Aserrín	3 quintales	Q30,00	Q90,00
Rotulación de recipientes	5 Rótulos	Q25,00	Q125,00
Pintura para señalización	0,5 Galón	Q160,00	Q80,00
Delimitación en piso	2 Horas	Q25,00	Q50,00
Total			Q570,00
Capacitación			
Supervisor de taller	0,5 Horas	Q49,48	Q24,74
Técnicos	3 Horas	Q31,25	Q93,75
Encargado de bodega	1 Horas	Q20,31	Q20,31
Total			Q138,80
Documentación			
Publicación en Cartelera	4 impresiones	Q3,00	Q12,00
Impresión de procedimiento	5 impresiones	Q1,00	Q5,00
Total			Q17,00
Inversión inicial			
Total			Q725,80

Fuente: elaboración propia.

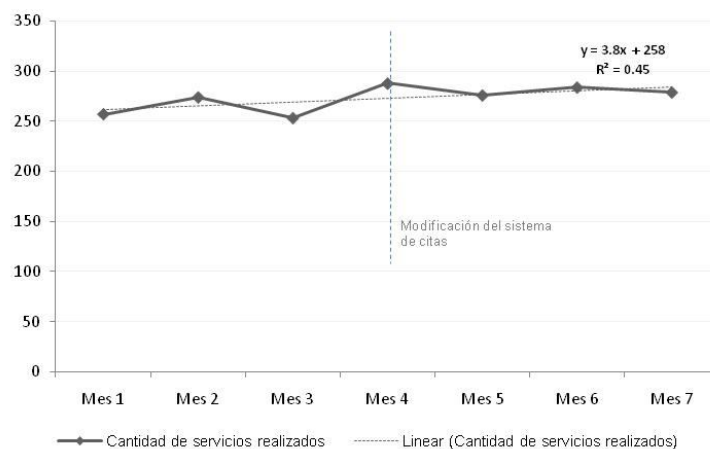
3.6.2. Beneficios obtenidos

Entre los principales beneficios obtenidos se tienen:

- Reducción del tiempo de operación. Acortar el recorrido de las rutas de prueba incremento la capacidad instalada, aumentando la disponibilidad de los técnicos en 4,4 horas adicionales por mes.

- Reducción de accidentes con pérdida de tiempo. La creación de procedimientos de trabajo contribuirá a reducir los paros provocados por lesiones. En meses anteriores, los paros por accidentes laborales suman en promedio 1,8 horas por mes por técnico, con 170 horas efectivas al mes los paros representan 1,1% del total del tiempo disponible. Con 10 técnicos laborando para el centro de servicio la implementación de esta mejora nos brindará 18 horas adicionales por mes.
- Incremento de la cantidad de servicios atendidos mensualmente. Debido a las modificaciones en el sistema de citas, la cantidad de servicios aumento en 7%, el promedio mensual de vehículos atendidos antes del cambio era de 261 servicios mientras que el promedio de los meses siguientes fue de 280 vehículos. Adicionalmente utilizando el sistema de líneas de tendencia que provee Microsoft Excel y aplicando una tendencia lineal se puede pronosticar un incremento de 4 servicios mensuales más cada mes para los próximos 3 meses.

Figura 16. **Incremento en la cantidad de servicios atendidos**



Fuente: elaboración propia.

- Reducción en el costo de materiales. El cambio realizado en el despacho del líquido limpiador de frenos redujo su consumo en 50%, anteriormente era despachado una unidad por vehículo y actualmente rinde para dos vehículos y en ocasiones 3. Partiendo de este resultado se puede estimar que al atender en promedio 131 servicios al mes (semi-mayor, mayor y mayor completo), el ahorro mínimo esperado es de 131 aerosoles, lo que representa un ahorro de Q.2 842,70 si el costo por aerosol asciende a Q.21,70.
- Ingresos adicionales por el reciclaje de desechos. La separación de los diversos tipos de residuo que se generan dentro del centro de servicio ha permitido la venta del mismo a una empresa recicladora. El pago es estimado en base al peso que se logra recoger de las instalaciones semana a semana, el pago promedio percibido por este desecho varía entre Q.75,00 y Q.90,00. En cuanto al reciclaje del aceite y demás fluidos, los ingresos son centralizados por la división de servicios de Cofiño Stahl.
- Menor impacto ambiental. La disminución en la ruta de prueba que se utilizaba anteriormente redujo la utilización de los vehículos 4,4 horas al mes, este periodo consiste en una disminución en la contaminación generada y combinado con la utilización de agentes biodegradables, Autoservicios Cofal, asegura un desarrollo sostenible de bajo impacto para el ambiente. Las acciones como instalar trampas de aceite se convierte en otro esfuerzo por evitar la contaminación de aguas residuales y así contribuir al cuidado de nuestro entorno natural.

3.6.3. Análisis costo – beneficio

Para lograr evidencias las ventajas que tuvo la implementación de estas mejoras se realizará un análisis costo – beneficio. Para construirla se debe enumerar los costos mensuales, ingresos percibidos por la mejora y la inversión inicial. Entre los costos mensuales identificados se tendrán:

- Reabastecimiento de guantes y lentes de seguridad industrial: basados en la vida útil de los guantes estos deben de ser reemplazados cada 3 meses, y para los lentes de seguridad industrial su reemplazo debe realizarse cada 2 meses por el deterioro normal que sufren. El costo de reemplazar los guantes es de Q.1 160,00 y Q.475,00 los lentes de seguridad industrial.
- Compra de aserrín para suplir nuevamente los recipientes. Los recipientes son rellenos de acuerdo al consumo, pero en promedio se deben de abastecer al menos dos veces por mes. Costo del abastecimiento mensual Q. 180,00.

Tomando en cuenta los beneficios mencionados anteriormente se pueden cuantificar su impacto con los siguientes ingresos:

- El tiempo de operación promedio por servicio se redujo debido a la organización de herramienta y materiales, reducción de accidentes y disminución en el tiempo que tomaban las pruebas de ruta generando un aumento en la productividad del 2%. Si el salario promedio de un técnico Toyota es de Q.6 000 al mes este incremento se traduce en un ahorro mensual de Q.120 por técnico, teniendo en la operación a 10 técnicos nos daría un total de Q.1 200 mensualmente.

- Ingresos por la venta de desechos. La venta de desechos promedio por semana es de Q85 por lo que ingreso mensual sería de Q.368,90 (1 mes tiene aproximadamente 4,34 semanas).
- Incremento en la cantidad de servicios realizados. Al aumentar la cantidad de servicios realizados en 19 unidades se puede hacer una estimación de la utilidad que esto genera. Tomando en cuenta que el precio mínimo de los servicios de mantenimiento es Q.500, Q.750, Q.1 300 y Q.1 900 para los servicios menor, semi-mayor, mayor y mayor completo respectivamente. El precio promedio general en base a la distribución de servicios en el centro de servicio es de Q.815. Si se considera una utilidad del 15%, el total generado por este incremento de vehículos atendidos representaría un incremento en utilidades de Q.2 322,75 al mes.
- Ahorro en materiales. Al reducir la cantidad de aerosoles necesarios para cubrir los servicios de mantenimiento el estimado mensual de ahorro es de Q.2 842,70.

En conclusión el impacto total de las mejoras se puede resumir de la siguiente forma:

Tabla XXVIII. **Relación Costo - Beneficio**

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Costos							
Inversión inicial	Q19 628	Q-	Q-	Q-	Q-	Q-	Q-
Guantes	Q-	Q-	Q-	Q1 160	Q-	Q-	Q1 160
Lentes	Q-	Q-	Q475	Q-	Q475	Q-	Q475
Aserrín	Q180	Q180	Q180	Q180	Q180	Q180	Q180
Total	Q19 808	Q180	Q655	Q1 340	Q655	Q180	Q1 815
Beneficios							
Aumento en la productividad	Q1 200	Q1 200	Q1 200	Q1 200	Q1 200	Q1 200	Q1 200
Venta de desechos	Q-	Q369	Q369	Q369	Q369	Q369	Q369
Mejora en sistema de Citas	Q-	Q2 323	Q2 323	Q2 323	Q2 323	Q2 323	Q2 323
Ahorro en materiales	Q2 843	Q2 843	Q2 843	Q2 843	Q2 843	Q2 843	Q2 843
Total	Q4 043	Q6 734	Q6 734	Q6 734	Q6 734	Q6 734	Q6 734
Ingreso Neto							
Total	Q(15 765)	Q6 554	Q6 079	Q5 394	Q6 079	Q6 554	Q4 919
Relación Costo – beneficio	4,90	0.03	0.1	0.2	0.1	0.03	0.27

Fuente: elaboración propia.

El análisis económico evidencia el impacto que tiene la inversión inicial, la cual se logra recuperar en un plazo de 4 meses. La relación costo-beneficio posterior es, en promedio tomando un ciclo (6 meses), de 0,12 por lo que la inversión es justificada.

3.6.4. Tasa interna de retorno (TIR)

Tomando el flujo monetario mensual elaborado para la relación costo-beneficio se calcula la tasa interna de retorno utilizando la herramienta Microsoft Excel®. La tasa interna de retorno obtenida es de 31% por lo que se puede concluir que el proyecto tiene una rentabilidad atractiva muy por encima de la tasa de rendimiento mínimo aceptable para Autoservicios Cofal de 10%.

4. IMPLEMENTACIÓN Y MODIFICACIÓN

4.1. Medición del impacto

Después de evaluar el impacto que tuvo la implementación de las medidas propuestas es necesario identificar el alcance que tienen estas modificaciones en los procesos habituales y así poder conocer el aporte que brindan en el desarrollo sostenible.

4.1.1. Reducción en consumo de materiales

La modificación en el sistema de despacho de limpiador de frenos ayudo a reducir la cantidad de producto que era asignada a cada vehículo que requería limpieza de frenos, esta medida ayudo a reducir el 50% de su utilización. Lo que se traduce en un ahorro sustancial mensualmente. Agregado a este material también se redujo el despacho de lija otorgando medio pliego para cada vehículo. Es importante seguir investigando sobre las nuevas alternativas que brindan los avances tecnológicos ya que la utilización de aerosoles genera mucho más desechos que los demás materiales necesarios en los servicios de mantenimiento.

4.1.2. Condiciones laborales resultantes

La utilización de los cuatro equipos de protección personal crea un entorno seguro para el técnico durante el desarrollo de sus actividades, esto no solo brinda comodidad sino también favorece el clima organizacional del centro de servicio.

La reducción de accidentes y la reducción de riesgos ayudan también a mejorar la productividad de un técnico. En el caso de los guantes, contar con un agarre extra puede ser muy ventajoso cuando se desea rapidez y precisión, es por eso, que no se dudo en la obtención de equipo que no solo fuera cómodo sino que también contara con las características de calidad requeridas para utilizar este artículo las 8 horas que dura la jornada diaria.

4.1.3. Beneficios obtenidos

Los beneficios obtenidos pueden clasificarse en tres áreas distintas, cada una de ellas contribuye a la reducción del impacto de las actividades diarias y asegura un desarrollo sostenible. Esto se puede traducir a la vez en una reducción de costos o en la generación de nuevos ingresos como se ve con el sistema de citas.

4.1.3.1. Sociales

Los beneficios sociales que se puede enumerar por la implementación de estas mejoras y el alcance que tienen estas medidas son:

- Aumento en la comodidad del técnico al realizar acciones con las manos mediante la utilización de guantes con recubrimiento de neopreno.
- Reducción de cortaduras por la manipulación de partes metálicas.
- Protección ocular contra las partículas suspendidas en el aire al momento de realizar la limpieza de frenos.
- Reducción de las enfermedades dermatológicas generadas por la constante exposición a agentes nocivos para la salud.

- Nivelación de la carga de trabajo mediante un sistema de citas que permite un trabajo constante y a un ritmo adecuado.

4.1.3.2. Económicos

Los beneficios económicos que brinda la adopción de estas medidas para Autoservicio Cofal son:

- Aumento en la eficiencia de los técnicos.
- Reducción de tiempos muertos por accidentes.
- Reducción en el consumo de materiales.
- Mejora de la imagen empresarial de Autoservicios Cofal.
- Nuevos ingresos generados por la venta de desecho.
- Reducción de la utilización de filtros usados por aceiteras que recuperan las partes de los vertederos municipales.
- Aumento en la cantidad de vehículos atendidos producto del seguimiento de cada vehículo a través del sistema de citas.

4.1.3.3. Ambientales

Los beneficios ambientales que promueve la implementación de esta propuesta son:

- Reducción en la utilización innecesaria de los vehículos durante la prueba de ruta.

- Reducción de la contaminación producida por los vehículos mediante la afinación del motor con los servicios de mantenimiento realizados.
- Minimización de las partículas de aceite o grasas que se dirigen al sistema de alcantarillado.
- Correcta disposición de los fluidos automotrices para evitar que estos alcancen los recursos naturales y produzcan contaminación.
- Reutilización de materiales como metal, plástico y cartón.
- Reemplazo de solventes en los procesos productivos con agentes biodegradables amigables con el medio ambiente.

4.2. Evaluación de resultados

4.2.1. Evaluación de eficiencia (*Leadtime*)

La reducción de los tiempos de operación se relaciona directamente con la disposición del área de trabajo. En el lugar de trabajo puede encontrarse toda clase de objetos y una mirada minuciosa revela que en el trabajo diario sólo se necesita una pequeña parte de los mismos. Muchos otros objetos no se utilizaran nunca o podrían necesitarse en un futuro distante. Ejemplo de esto son máquinas y herramientas sin uso, productos defectuosos, trabajo en proceso, sobrantes, materias primas, suministros y partes, anaqueles, contenedores y documentos que no aportan nada a la operación inmediata.

Contar con la herramienta adecuada y en un lugar definido contribuyo a eliminar los tiempos asociados con la búsqueda de herramienta y la utilización de materiales.

Adicional a esto, un ambiente más limpio no solo es un aporte al confort laboral en la línea de producción, sino que además permite descubrir el deterioro del equipo, identificar partes defectuosas o con fugas de aire. De esa forma la empresa puede anticiparse a futuras fallas, asegurándose un ahorro en las acciones de mantenimiento.

Al mismo tiempo, entre las ventajas de la implementación de 5 S se distinguen, además de la señalada mejora en el bienestar de los trabajadores, efectos como la superación continua de la línea de producción con caídas en el nivel de desperdicios, mejor calidad de productos y mejora general de la competitividad.

4.2.2. Capacidad instalada

Los resultados relacionados con la capacidad instalada obedecen a la reducción de los tiempos relacionados con la operación, al necesitar menos tiempo para realizar la misma tarea, la capacidad instalada aumenta. Contar con el mismo recurso humano, altamente capacitado y trabajando de la forma más eficiente definida nos permite ofrecer una mayor cantidad de servicios de mantenimiento mensualmente.

Si se combina este beneficio con el correcto seguimiento al sistema de citas se podrá traducir este beneficio en mayores utilidades con la misma infraestructura, el mismo equipo y el mismo personal. Basados en la utilización también del tiempo ocioso se incrementó el rendimiento principalmente en franjas horarias con poca demanda reduciendo las horas en las que anteriormente no se ocupaba el equipo y al personal.

5. SEGUIMIENTO, MEJORA CONTINUA

5.1. Evaluación

Como todo proyecto de mejora es indispensable definir un programa de seguimiento que permita mantener los logros obtenidos y regular las operaciones de manera que se pueda asegurar el progreso y no se retroceda a las prácticas habituales. Para esto es importante incluir en nuestra propuesta un sistema de medición que no solo evalúe el compromiso de cada individuo con la organización sino que también motive al personal a tener iniciativas que permitan el desarrollo de nuevas propuestas.

5.1.1. Medición

Entre los principales indicadores que se desea monitorear se pueden listar los siguientes:

- Utilización de equipo de protección. Diariamente el supervisor de taller debe evaluar la utilización del equipo de protección de cada uno de los técnicos. Esta revisión se hará de forma individual y se tomará dos veces al día, una por la mañana y otra por la tarde. El objetivo de esta medición es dar continuidad a la utilización de los implementos de seguridad y que el técnico logre acostumbrarse a ello.

- Materiales generales utilizados por técnico. En el caso del limpiador de frenos, este se dará a cada uno de los técnicos para que se use de acuerdo a la necesidad. Para esto el encargado de bodega utilizará un formato con el cual se llevará el control de los aerosoles utilizados por cada técnico. Este dato será conciliado con el total de órdenes atendidas por cada técnico para poder monitorear el cambio en la utilización.
- Cantidad de desecho reciclado. Cada vez que las empresas recicladoras retiren los materiales de desecho seleccionados se debe anotar en la bitácora un resumen de la cantidad o el volumen de desecho que fue otorgado. Esto ayudará a relacionar directamente la cantidad de desecho versus la cantidad de vehículos atendidos y nos podrá brindar una mejor perspectiva del beneficio que se obtiene anualmente al adoptar esta práctica.
- Cantidad de servicios. Actualmente se cuenta con un reporte mensual de servicios de mantenimiento por cada uno de los técnicos, ya que el cálculo de sus comisiones depende directamente de la cantidad de servicios atendidos. Con esta información se podrá monitorear el impacto de la reducción en el lead time de proceso.

5.1.2. Formato de registro

Para la evaluación de la utilización de equipo de protección personal se utilizará el siguiente formato. Este incluye la cantidad de veces que se utiliza correctamente el equipo de protección y en base al porcentaje de utilización se le da una puntuación a cada uno de los técnicos. Esta puntuación se obtiene con un promedio del porcentaje de utilización de cada ítem.

Tabla XXIX. **Formato de control para la utilización de equipo de protección**

		<i>Control de utilización Equipo de Protección</i>									
		Fecha: 14-05-2011		Fecha: 15-05-2011		Fecha: 16-05-2011		Total		Porcentaje utilización	Final
		Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Correctos	Incorrecto		
Técnico 1	Lentes	✓	✗	✓	✓	✗	✓	4	2	67%	71%
	Guantes	✗	✓	✗	✗	✗	✓	2	4	33%	
	Mascarilla	✓	✓	✓	✗	✓	✗	5	1	83%	
	Zapato industrial	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6	0	100%	
Técnico 2	Lentes	✓	✗	✓	✓	✓	✓	5	1	83%	75%
	Guantes	✗	✓	✗	✗	✓	✓	3	3	50%	
	Mascarilla	✓	✓	✓	✗	✓	✗	4	2	67%	
	Zapato industrial	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6	0	100%	
Técnico 3	Lentes	✓	✗	✓	✓	✗	✓	4	2	67%	75%
	Guantes	✗	✓	✗	✓	✗	✓	3	3	50%	
	Mascarilla	✓	✓	✓	✓	✓	✗	5	1	83%	
	Zapato industrial	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6	0	100%	
Técnico 4	Lentes	✓	✗	✓	✓	✗	✓	4	2	67%	63%
	Guantes	✗	✓	✗	✗	✗	✓	2	4	33%	
	Mascarilla	✓	✓	✓	✗	✓	✗	4	2	67%	
	Zapato industrial	✓	✗	✓	✓	✓	✓	5	1	83%	

Fuente: elaboración propia.

El control de los aerosoles entregados a cada uno de los técnicos se registrará en un formato que permita realizar las auditorias posteriormente al cierre de mes.

Tabla XXX. **Formato de control para la entrega de materiales**

<i>Entrega de Materiales</i>			
Nombre del técnico:		<i>Juan Carlos Rojas</i>	
Mes:		<i>Abril, 2011</i>	
Cantidad de aerosoles	Cantidad en letras	Fecha	Firma de recibido
<i>2</i>	<i>Dos</i>	<i>12/04/2011</i>	<i>Juan Carlos Rojas</i>
<i>3</i>	<i>Tres</i>	<i>15/04/2011</i>	<i>Juan Carlos Rojas</i>
<i>1</i>	<i>Uno</i>	<i>18/04/2011</i>	<i>Juan Carlos Rojas</i>
<i>4</i>	<i>Cuatro</i>	<i>21/04/2011</i>	<i>Juan Carlos Rojas</i>
<i>5</i>	<i>Cinco</i>	<i>24/04/2011</i>	<i>Juan Carlos Rojas</i>

Fuente: elaboración propia.

Para el registro de las salidas de los materiales que serán reciclados el encargado de la bodega deberá llenar el formato siguiente. Cada uno de los retiros debe ser firmado y sellado por la empresa recolectora.

Tabla XXXI. **Formato de control para el reciclaje de desechos**

<i>Reciclaje de desechos</i>					
Fecha	Material	Cantidad	Unidad de medida	Firma Empresa	Observaciones
<i>07-abr-11</i>	<i>Lubricantes</i>	<i>75</i>	<i>Galones</i>	<i>Jorge Pérez</i>	<i>Ninguna</i>
<i>08-abr-11</i>	<i>Llantas</i>	<i>12</i>	<i>Unidades</i>	<i>Manuel Gordillo</i>	<i>Ninguna</i>
<i>09-abr-11</i>	<i>Cartón</i>	<i>23</i>	<i>Kilogramos</i>	<i>Pedro Santos</i>	<i>Ninguna</i>
<i>10-abr-11</i>	<i>Metales</i>	<i>9</i>	<i>Kilogramos</i>	<i>Jacobo Durán</i>	<i>Se incluyo pastilla y discos</i>
<i>11-abr-11</i>	<i>Lubricantes</i>	<i>91</i>	<i>Galones</i>	<i>Jorge Pérez</i>	<i>Ninguna</i>
<i>12-abr-11</i>	<i>Papel</i>	<i>12</i>	<i>Kilogramos</i>	<i>Manuel Portillo</i>	<i>Papel de oficina</i>

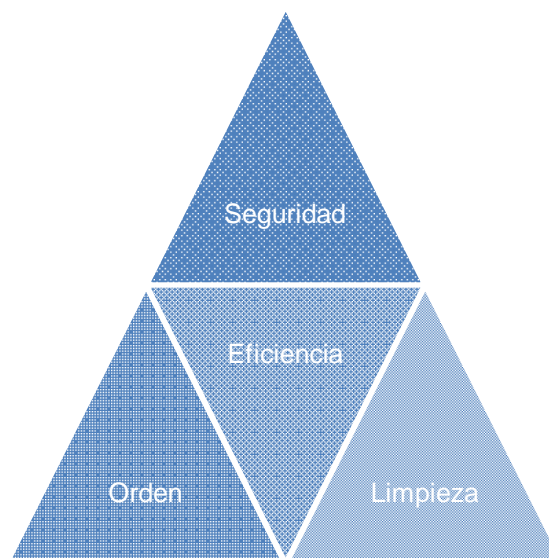
Fuente: elaboración propia.

5.1.3. Diagrama de evaluación

La evaluación de los técnicos debe considerar varias áreas, al menos todas las involucradas con su bienestar y correcto desempeño, con el fin del promover las correctas prácticas, asegurando un ambiente agradable y un ingreso deseable. Esta evaluación debe analizar tres aspectos que contribuyen a mejorar el nivel de eficiencia de un empleado y al mismo tiempo asegura una comodidad en la realización de su trabajo: seguridad, orden y limpieza.

Cada uno de estos factores puede influir directamente en demoras, defectos y accidentes en la realización de los servicios de mantenimiento por lo que se sugiere utilizar el mismo procedimiento anteriormente definido para el monitoreo de equipo protección personal y agregarle la calificación del orden y limpieza de las bahías de trabajo.

Figura 17. **Componentes de la evaluación de técnicos**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Ejemplo del diagrama de evaluación**

<i>Control de utilización Equipo de Protección</i>			
Área de evaluación		Porcentaje	Final
Técnico 1	Utilización de equipo de protección personal	76%	85%
	Orden de la bahía de trabajo	98%	
	Limpieza de la bahía de trabajo	82%	

Fuente: elaboración propia.

5.2. Indicadores

Para el monitoreo de las mejoras obtenidas y la identificación de nuevas áreas de oportunidad es importante definir indicadores de desempeño o lo que se conoce como KPI (*Key Performance Indicator*), para poder controlar de mejor manera las actividades diarias del centro de servicio. Entre estos indicadores se pueden mencionar: cantidad de servicios realizados por tipo de servicio, cantidad de accidentes por mes, ingresos percibidos por materiales reciclados, niveles de inventario, costo de materiales y rotación de personal.

5.2.1. Tiempo de operación

Los tiempos de operación deben ser evaluados de forma bimensual con el objetivo de mantenerlo dentro de los niveles actuales. Para reforzar este monitoreo se debe incluir también una revisión de las carretas de herramienta y los bancos de trabajo para confirmar que se respeta la organización y limpieza del área de trabajo. La importancia de este control radica en el impacto que tiene esto en la reducción del tiempo según se demostró anteriormente.

5.2.2. Ausencias del personal

Es necesario para el control de la eficiencia del personal llevar un control de las ausencias de cada uno de los colaboradores, mayormente para poder evidenciar problemas relacionados con la seguridad e higiene ocupacional. Hoy se cuenta con un sistema de marcaje de ingresos y salidas mediante el gafete de identificación pero no se almacena registro de la razón de las ausencias. Para esto el departamento de recursos humanos conjuntamente con el gerente de operaciones, revisaran diariamente las ausencias para indagar sobre las razones e identificar problemas recurrentes.

5.2.2.1. Por accidentes

Se considerará por accidente todo hecho súbito y violento que ocurra en ocasión de trabajo, como así también los ocurridos entre el domicilio del trabajador y el lugar de trabajo, siempre y cuando el trabajador no modifique o altere el trayecto por causas ajenas al trabajo.

5.2.2.2. Por enfermedades ocupacionales

Las enfermedades ocupacionales son todas las ausencias producto de los síntomas, diagnóstico y tratamiento de enfermedades derivadas de las actividades laborales. Estas deberán de ser evaluadas periódicamente para lograr identificar áreas de oportunidad y mejorar constantemente el entorno en que se desarrollan las actividades de los servicios de mantenimiento.

5.2.3. Cantidad y volumen de desechos controlados

Uno de los indicadores que deberá evaluar mensualmente es la relación entre servicios y desechos controlados, de esta forma se podría evidenciar el mal manejo de los desechos por parte de los técnicos. Se debe recordar que el nivel de residuos está directamente relacionado con la cantidad de servicios, por ende, si esta cantidad aumenta la cantidad de desechos controlados también lo debe de hacer, manteniendo la misma relación. Esta relación debe ser monitoreada incluyendo también el tipo de servicio más frecuente, tomando en cuenta que el servicio menor conlleva menos repuestos y por ende menor cantidad de desechos.

5.2.4. Unidades atendidas por tipo de servicio

Actualmente como parte de la evaluación de centro de servicio, se tiene definido una opción en el sistema de computo que permite saber la cantidad de servicios de mantenimiento que fueron realizados, tanto para vehículos de gasolina como diesel. Esta opción será de mucha utilidad para poder evaluar el incremento en la capacidad instalada y su utilización, permitirá también, hacer los ajustes necesarios para poder mantener el actual nivel de eficiencia.

5.3. Proyectos futuros sugeridos

Entre los proyectos que se sugiere considerar es la implementación de un sistema de lavado de vehículos que permita la limpieza sin la utilización de agua como elemento principal. Actualmente se están desarrollando varias alternativas que cumplen con esto pero su efectividad en la eliminación de suciedad aún es limitada. Por esta razón la investigación de nuevos métodos no puede limitarse al método actual sino se deben perseguir alternativas que reduzcan la utilización de agentes naturales escasos.

Adicionalmente se debe evaluar la utilización de ingredientes que contengan mejores propiedades de desempeño y mayor durabilidad para vehículos, con el objetivo de reducir la cantidad de servicios necesarios o bien de la dilatación de algunas actividades. Considero que dándole un enfoque correcto se puede traducir en un beneficio económico para el cliente y de mayores utilidades para la empresa.

CONCLUSIONES

1. Las modificaciones al sistema de citas permitieron aumentar la cantidad de servicios que realiza el centro de servicio, nivelando la carga de trabajo y aumentando la tasa de servicio de repuestos, debido a la anterioridad con que se definen los repuestos necesarios para cada automóvil.
2. La implementación del sistema de producción Toyota y las 5 S en la bahía de trabajo ayudo a reducir en 15% el tiempo de búsqueda de herramienta en promedio para cada servicio, tomando la mezcla de servicios que tiene el taller esta reducción contribuye a reducir los tiempos totales de operación en un 2%. Esto se traduce en un incremento mensual de la cantidad de servicios que se pueden ofrecer utilizando el mismo equipo, infraestructura y personal.
3. La utilización del limpiador de frenos fue extendida de 1 vehículo a 2 por cada aerosol, reduciendo al 50% el consumo de este material, sin afectar la calidad del servicio, ni la limpieza del sistema de frenos. Adicional al ahorro de aproximadamente Q. 2 800,00 mensuales que se obtiene de la compra de este material la reducción de desechos y la disminución de la utilización de aerosoles minimiza el impacto de las operaciones del centro de servicio en el medio ambiente.

4. La utilización de guantes ayudó a reducir el tiempo de exposición del técnico a agentes nocivos para la salud, sustancias que anteriormente se encontraban en constante contacto con la piel y que producen posteriormente irritación o alergias. Para la implementación se definió un formato de seguimiento que aseguraba el cumplimiento de esta política.
5. Para el desecho de filtros de aceite fue necesario definir un procedimiento que consiste en realizar una perforación que facilita el drenado de aceite de las cámaras interiores, así se logró reducir la contaminación resultante por el derrame de estos líquidos en los contenedores de basura general.
6. Con el impulso del sistema de citas, el centro de servicio logró aumentar su promedio de servicios de mantenimiento mensuales a 280 unidades, combinando esta afluencia con las medidas propuestas se logró obtener una utilidad incremental de Q.5 930,00 mensuales.
7. La capacidad instalada aumento a partir de la reducción de los tiempos relacionados con la operación, al necesitar menos tiempo para realizar la misma tarea, el mismo equipo y el mismo personal alcanzó niveles de desempeño mayor.

RECOMENDACIONES

1. Se debe monitorear frecuentemente el cumplimiento de las modificaciones propuestas al programa de seguridad e higiene con el objetivo de arraigar estas costumbres y convertirlas en parte de la rutina misma. Para esto es indispensable incluir en el sistema de remuneración un factor que califique el cumplimiento de estas normas.
2. El constante desarrollo de nuevos productos en la industria requiere que se investigue constantemente sobre agentes que puedan tener un menor impacto en el ambiente, principalmente para la sección de desengrasantes y jabones para la limpieza de vehículos.
3. Es importante involucrar al personal en la definición de futuras medidas, su participación en este proceso facilita posteriormente el cumplimiento de las acciones a tomar y pueden contribuir a enriquecer la conceptualización de las mejoras.

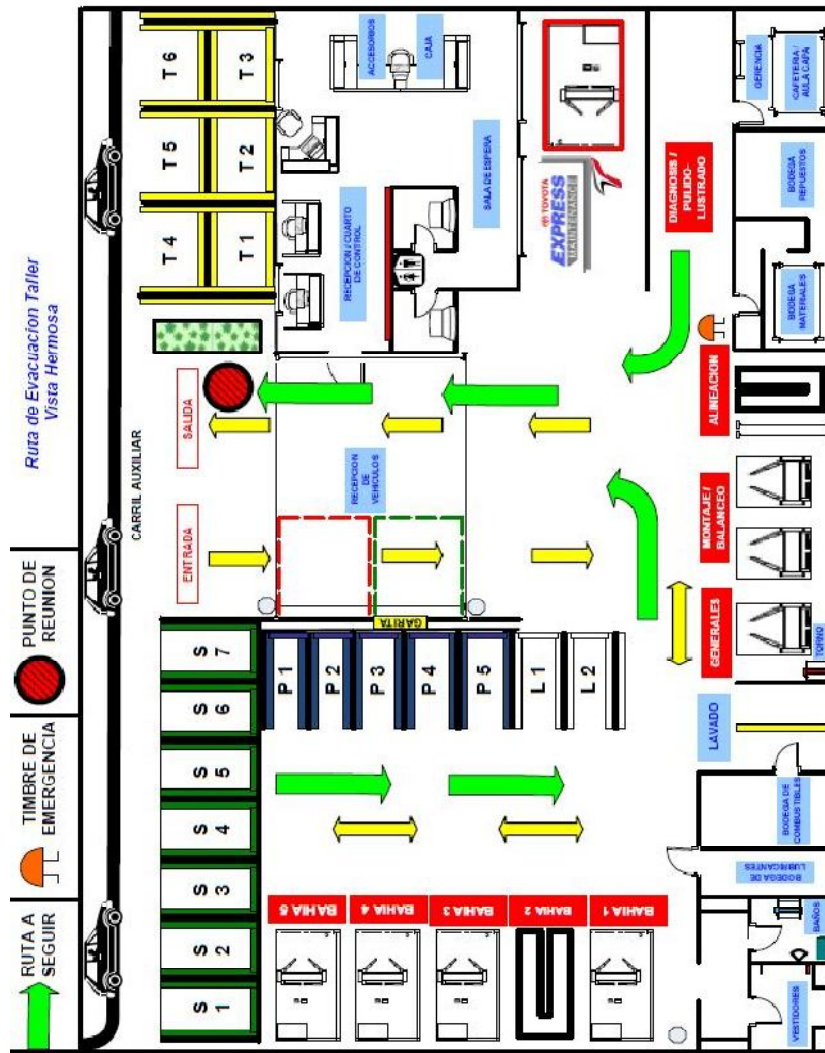
BIBLIOGRAFÍA

1. ADAM, Ebert. *Administración de la producción*. 4ª ed. México: Prentice Hall, 1992. 739 p.
2. ALCAIDE MARZAL, Jorge. *Diseño de producto, métodos y técnicas*. 4ª ed. España: Alfaomega. 2004. 378 p.
3. Autoservicios Cofal. *Manual de Procedimientos de Operación Standard (SOP)*. Guatemala, Cofal 2008. 51 p.
4. Guatemala. Congreso de la República. *Política Nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos*. 2005. 28 p.
5. _____. *Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos*.
6. DUFFÚAA, Salih, DIXON, John, RAOUF. *Sistemas de mantenimiento: planeación y control*. México: Limusa, 2000. 419 p.
7. GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. 2ª ed. México: McGraw-Hill. 403 p.
8. HARRINGTON, James. *El coste de la mala calidad*. España: Díaz De Santos, 1990. 138 p.

9. HELLRIEGEL, Don, JACKSON, Susan, SLOCUM, John. *Administración: un enfoque basado en competencias*. 11ª ed. México: Thomson Editores, 2004. 561 p.
10. LIEBERMAN, Gerald. *Estadística para ingenieros*. México: Prentice Hall Hispanoamericana. 1989. 657 p.
11. Ministerio de Trabajo y Previsión Social de Guatemala. *Código de trabajo*. 2008. 226 p.
12. Toyota Motor Corporation. *Express Maintenance Guide*. Japón: Toyota Motor Corporation, 1998. 168 p.
13. _____. *Manual de evaluación Toyota Customer Service Marketing, TSM*. Japón: Toyota Motor Corporation, 2002. 168 p.

ANEXOS

Distribución de las instalaciones de Autoservicios Cofal



Fuente: Manual de procedimientos Autoservicios Cofal