



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

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
MAQUINARIA Y VEHÍCULOS UTILIZADOS EN ACEROS PREFABRICADOS S.A.**

Luis Manuel Mejía Ramírez

Asesorado por el Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes

Guatemala, noviembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTA DE INGENIERÍA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
MAQUINARIA Y VEHÍCULOS UTILIZADOS EN ACEROS PREFABRICADOS S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUIS MANUEL MEJÍA RAMÍREZ

ASESORADO POR EL ING. EDWIN JOSUÉ IXPATÁ REYES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
EXAMINADORA	Inga. Yocasta Ivanobla Ortiz del Cid
EXAMINADOR	Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA Y VEHÍCULOS UTILIZADOS EN ACEROS PREFABRICADOS S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha junio de 2017.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Luis Manuel Mejía Ramírez', written in a cursive style.

Luis Manuel Mejía Ramírez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 10 de septiembre de 2019.
REF.EPS.DOC.586.09.19.

Ingeniero
Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Argueta Hernández:

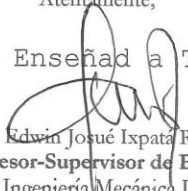
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Luis Manuel Mejía Ramírez, Registro Académico No. 201212987** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA Y VEHÍCULOS UTILIZADOS EN ACEROS PREFABRICADOS S.A.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Edwin Josué Ixpátá Reyes
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

EJIR/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 10 de septiembre de 2019.
REF.EPS.D.292.09.19

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA Y VEHÍCULOS UTILIZADOS EN ACEROS PREFABRICADOS S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Luis Manuel Mejía Ramírez** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argüeta Hernández
Director Unidad de EPS



OAH/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.090.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA Y VEHÍCULOS UTILIZADOS EN ACEROS PREFABRICADOS, S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Luis Manuel Mejía Ramírez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2019.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.195.019

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 **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA Y VEHÍCULOS UTILIZADOS EN ACEROS PREFABRICADOS S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Luis Manuel Mejía Ramírez**, 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, noviembre de 2019.

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala




Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.574.2019

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA Y VEHÍCULOS UTILIZADOS EN ACEROS PREFABRICADOS S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Manuel Mejía Ramírez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, noviembre de 2019

AACE/asga
/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida, la sabiduría y guiarme en el camino para alcanzar uno de mis más anhelados sueños.
- Mis padres** Por brindarme su amor incondicional, sus consejos y apoyo cada día.
- Mis hermanos** Por las alegrías durante estos años y enseñarme que el esfuerzo y dedicación te llevan a cumplir las metas en la vida.
- Mis amigos** Por su apoyo incondicional durante los años de estudio.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitirme formarme profesionalmente para aportar a la industria y sociedad guatemalteca.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme las herramientas y conocimientos de calidad durante mis años de estudio.
Aceros Prefabricados S.A.	Por brindarme la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en mi formación profesional y hacerme partícipe en los procesos de su organización.
Ing. Edwin Ixpatá	Por asesorarme en el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado y en la realización de mi trabajo de graduación.
Erick Romero	Por darme su apoyo y confianza, compartiendo sus conocimientos adquiridos durante más de 10 años de experiencia laboral.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	1
1.1. Descripción y ubicación	1
1.2. Reseña histórica.....	2
1.3. Actividades y servicios que realiza	4
1.4. Misión	5
1.5. Visión.....	5
1.6. Políticas	6
1.7. Estructura organizacional	6
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	9
2.1. Definición de mantenimiento	9
2.2. Funciones fundamentales del mantenimiento	9
2.3. Tipos de mantenimiento	10
2.3.1. Mantenimiento correctivo.....	11
2.3.1.1. Ventajas.....	11
2.3.1.2. Desventajas.....	11
2.3.2. Mantenimiento preventivo.....	12
2.3.2.1. Ventajas.....	12

	2.3.2.2.	Desventajas.....	13
2.4.		Curva de vida de un equipo	13
	2.4.1.	Juventud, zona de mortandad infantil.....	14
	2.4.2.	Madurez, periodo de vida útil	15
	2.4.3.	Envejecimiento	15
3.		DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	17
3.1.		Análisis FODA.....	17
	3.1.1.	Fortalezas.....	17
	3.1.2.	Debilidades.....	18
	3.1.3.	Oportunidades.....	19
	3.1.4.	Amenazas	19
	3.1.5.	Estrategias	20
3.2.		Análisis de fallos frecuentes.....	21
	3.2.1.	Maquinaria.....	22
	3.2.2.	Vehículos.....	22
3.3.		Estado actual	25
	3.3.1.	Maquinaria.....	25
	3.3.2.	Vehículos.....	27
3.4.		Factores que contribuyen al deterioro de los equipos	28
	3.4.1.	Internos	28
	3.4.2.	Externos	30
3.5.		Tipo de mantenimiento que se realiza.....	31
	3.5.1.	Preventivo	31
	3.5.2.	Correctivo	32
4.		DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	35
4.1.		Clasificación y codificación interna.....	35

4.2.	Descripción por categoría.....	37
4.2.1.	Maquinaria.....	37
4.2.2.	Vehículos.....	39
4.3.	Protocolos de mantenimiento preventivo.....	40
4.3.1.	Según horas trabajadas.....	40
4.3.2.	Según kilometraje recorrido.....	58
4.4.	Fichas de control.....	66
4.4.1.	Información técnica del equipo.....	67
4.4.2.	Inspecciones de mantenimiento diario.....	70
4.4.3.	Control de servicios realizados.....	75
4.4.4.	Reporte de actividades diarias.....	77
4.4.5.	Orden de trabajo.....	79
	4.4.5.1. Creación de orden de trabajo.....	79
4.4.6.	Control de consumo de combustible.....	85
4.5.	Creación de historial de mantenimientos correctivos.....	87
4.5.1.	Objetivos.....	87
4.5.2.	Ficha de control.....	87
4.6.	Programación de mantenimientos.....	88
4.6.1.	Según horas trabajadas.....	89
4.6.2.	Según kilometraje recorrido.....	90
4.7.	Costos asociados al plan de mantenimiento preventivo.....	91
4.7.1.	Mano de obra.....	92
4.7.2.	Equipos.....	94
4.7.3.	Herramientas y materiales.....	95
4.7.4.	Mantenimiento.....	96
	4.7.4.1. Maquinaria.....	96
	4.7.4.1.1. Lubricantes.....	96
	4.7.4.1.2. Repuestos.....	103
	4.7.4.1.3. Mano de obra.....	108

	4.7.4.2.	Vehículos.....	110
	4.7.4.2.1.	Lubricantes.....	110
	4.7.4.2.2.	Repuestos	114
	4.7.4.2.3.	Mano de obra	116
5.	ANÁLISIS ECONÓMICO Y EVALUACIÓN DE RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN		117
5.1.	Integración del costo total del proyecto		117
	5.1.1.	Inversión inicial	118
	5.1.2.	Costo distribución mensual	118
	5.1.2.1.	Análisis	120
	5.1.3.	Costo distribución por categoría	122
	5.1.3.1.	Análisis	122
	5.1.4.	Integración de los costos	124
	5.1.4.1.	Fijos.....	124
	5.1.4.2.	Variables	125
5.2.	Proyección de ingresos		126
5.3.	Rentabilidad		128
5.4.	Costo, beneficio		129
5.5.	Criterio de aceptación		130
5.6.	Flujo neto de efectivo		130
5.7.	Cálculo de rentabilidad, evaluación financiera del proyecto ...		131
5.8.	Análisis de resultados		131
6.	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS AL CAPITAL HUMANO		133
6.1.	Método de diagnóstico		133
6.2.	Diagnóstico de necesidades de capacitación.....		135
6.3.	Objetivos		136
6.4.	Alcance		137

6.5.	Plan de capacitación	138
6.6.	Desarrollo de temas de capacitación.....	139
6.7.	Programación de capacitaciones.....	160
CONCLUSIONES		161
RECOMENDACIONES.....		163
BIBLIOGRAFÍA.....		165
APÉNDICE.....		167
ANEXOS		169

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de Aceros Prefabricados S.A.....	2
2.	Organigrama Departamento de Mantenimiento.	7
3.	Curva de vida de un equipo.....	14
4.	Ficha técnica del equipo.....	67
5.	Formulario ficha de activo.	70
6.	Ficha de preuso diario para grúa.....	71
7.	Ficha de preuso diario para <i>pick up</i>	73
8.	Ficha de mantenimientos realizados.	75
9.	Bitácora de actividades por empleado.	76
10.	Informe de actividades diarias.....	77
11.	Creación de un servicio, parte I.....	80
12.	Creación de un servicio, parte II.....	82
13.	Creación de una orden de trabajo.	83
14.	Ficha de orden de trabajo.....	85
15.	Ficha de control de combustible por kilometraje.	86
16.	Ficha de control de combustible por horómetro.	86
17.	Ficha de control de reparaciones.	88
18.	Aceites utilizados en maquinaria.	97
19.	Aceites utilizados en vehículos.....	111
20.	Costo del plan de mantenimiento por mes.	121
21.	Inversión por categoría.....	123
22.	Criterio de beneficio costo.....	130
23.	Ficha de reporte de servicios y reparaciones.	140

24.	Ficha solicitud de materiales, taller de neumáticos.....	144
25.	Ficha de reporte diario, taller de neumáticos.	146
26.	Ficha de solicitud de materiales.....	148
27.	Ubicación libro de Excel, plan	150
28.	Hojas libro de Excel, plan.....	150
29.	Hoja intervalos.	151
30.	Hoja plan.....	153
31.	Ejemplo aplicado 1.....	154
32.	Ejemplo aplicado 2.....	155
33.	Aplicación fórmula 1.....	155
34.	Aplicación fórmula 2.....	156
35.	Hoja de programación.....	158
36.	Calendario demostración de programación de servicios.....	159

TABLAS

I.	Estrategias FODA.....	20
II.	Nomenclatura interna de activos.	37
III.	Protocolo de mantenimiento preventivo para grúas.....	41
IV.	Protocolo de mantenimiento preventivo para elevadores personal.	46
V.	Protocolo de mantenimiento preventivo para tractores.....	48
VI.	Protocolo de mantenimiento preventivo para montacargas.	49
VII.	Protocolo de mantenimiento preventivo para motoniveladoras.	51
VIII.	Protocolo de mantenimiento preventivo para retroexcavadoras.	53
IX.	Protocolo de mantenimiento preventivo para cargador frontal.....	55
X.	Protocolo de mantenimiento preventivo para compactadoras.	56
XI.	Protocolo de mantenimiento preventivo para <i>pick up</i>	59
XII.	Protocolo de mantenimiento preventivo para cabezales.....	62
XIII.	Grupos y subgrupos.....	68

XIV.	Obras.	69
XV.	Intervalos equivalentes para maquinaria.....	89
XVI.	Programación por horas de trabajo.....	90
XVII.	Intervalos equivalentes para vehículos.	90
XVIII.	Programación por kilometraje recorrido.	91
XIX.	Distribución de sueldos mantenimiento taller.	92
XX.	Equipo necesario en taller.....	95
XXI.	Herramientas necesarias en taller.....	95
XXII.	Costo de aceite y grasas para grúas.....	99
XXIII.	Costo de aceite y grasas para elevadores de personal.....	99
XXIV.	Costo de aceite y grasas para tractores.....	100
XXV.	Costo de aceite y grasas para montacargas.	100
XXVI.	Costo de aceite y grasas para motoniveladoras.	101
XXVII.	Costo de aceite y grasas para cargador frontal.....	101
XXVIII.	Costo de aceite y grasas para retroexcavadoras.	102
XXIX.	Costo de aceite y grasas para compactadoras.	102
XXX.	Costo total en lubricantes para maquinaria.	103
XXXI.	Repuestos para grúas.....	104
XXXII.	Repuestos para elevadores de personal.....	105
XXXIII.	Repuestos para tractores.	105
XXXIV.	Repuestos para montacargas.	105
XXXV.	Repuestos para motoniveladoras.....	106
XXXVI.	Repuestos para cargador frontal.....	106
XXXVII.	Repuestos para retroexcavadoras.	106
XXXVIII.	Repuestos para compactadoras.	107
XXXIX.	Costo total en repuestos para maquinaria.....	107
XL.	Resultados, cálculo de costo hora, hombre.	109
XLI.	Costo de aceite y grasas para <i>pick ups</i>	113
XLII.	Costo de aceite y grasas para cabezales.....	113

XLIII.	Costo total en lubricantes para vehículos.	114
XLIV.	Repuestos para <i>pick ups</i>	115
XLV.	Repuestos para cabezal.	115
XLVI.	Costo total en repuestos para vehículos.	116
XLVII.	Integración del costo del plan de mantenimiento por mes.	119
XLVIII.	Resumen costo de mantenimiento por mes.	120
XLIX.	Resumen costo de mantenimiento por categoría.	122
L.	Costos fijos.	124
LI.	Costos variables.	125
LII.	Costo medio por avería.	126
LIII.	Costo anual por avería.	127
LIV.	Datos de depreciación.	130
LV.	Flujo neto de efectivo.	131
LVI.	Resultado cálculo de rentabilidad.	131

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
B / C	Beneficio costo
H	Hora
H / H	Hora, hombre
Km	Kilómetro
L	Litro
Lb	Libra
Q	Quetzal

GLOSARIO

Acero	Es una combinación de hierro y hasta un 2,11 % en masa de carbono. El acero es una aleación, la mezcla o síntesis química de un metal, en este caso hierro y carbono.
Demanda	Hace referencia a la cantidad de bienes y servicios que son pedidos o solicitados por un grupo de personas en un tiempo determinado.
Deterioro	Es la acción y efecto de empeorar, estropear o poner en inferior condición algo, está asociado a la decadencia.
Estrategia	Es una serie de acciones planificadas que ayudan a tomar decisiones y a conseguir los mejores resultados posibles, está orientada a alcanzar un objetivo siguiendo una pauta de actuación.
Factible	Alude a aquello que es posible hacer.
Falla	Hace referencia a un defecto, falta o incumplimiento.
Fluctuación	Se define como la oscilación o la acción de incrementar o reducirse de manera aleatoria en un periodo de tiempo.

Historial	Informe detallado de datos y antecedentes sobre una actividad.
Inspección	Se trata de una exploración física que se realiza principalmente a través de la vista, el objetivo es hallar características físicas significativas para determinar cuáles son normales y distinguirlas de aquellas características anormales.
Intervalo	Porción de tiempo o de espacio que hay entre dos hechos o dos cosas, generalmente de la misma naturaleza.
Montaje	Colocar o ajustar las piezas de un aparato, máquina o instalación en el lugar que les corresponde.
OHSAS	Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional, se refiere a una serie de especificaciones sobre la salud y seguridad en el trabajo.
Preventivo	Que trata de evitar un daño o peligro.
Protocolo	Es un documento o una normativa que establece cómo se debe actuar, recopila conductas, acciones y técnicas que se consideran adecuadas ante ciertas situaciones.

Rentabilidad	Relación existente entre los beneficios que proporciona una determinada operación o cosa y la inversión o el esfuerzo que se ha hecho.
<i>Sand blast</i>	Es una técnica abrasiva utilizada para alisar o dar forma a las superficies mediante la aplicación de un chorro de arena a gran presión.
<i>Shot blast</i>	Es el proceso de granallado que consiste en la técnica de tratamiento superficial por impacto con el cual se puede lograr un excelente grado de limpieza y simultáneamente una correcta terminación superficial en una amplia gama de piezas metálicas y no metálicas.
Viable	Que tiene probabilidades de llevarse a cabo o de concretarse gracias a sus circunstancias o características.

RESUMEN

En el sector industrial las empresas u organizaciones debido al grado de competencia que encuentran en el mercado, ponen en práctica estrategias con la finalidad de atraer clientes potenciales, explotar sus capacidades productivas para abastecer la demanda, captar mayor participación o brindar altos niveles de satisfacción del cliente, las cuales no pasan desapercibidas para la maquinaria y equipos.

Entre las principales consecuencias se puede mencionar: descontrol en la correcta utilización de la maquinaria y equipos, provocando total desconocimiento del estado y condiciones, omisión de servicios programados, deterioro excesivo de componentes, entre otros, estas actividades conllevan consecuencias negativas ya que provocan fallos críticos en los sistemas, o bien, la paralización de equipos completos y por ende el gasto en la recuperación o reparación de los mismos.

En la actualidad, las industrias buscan alternativas para reducir costos y aumentar sus márgenes de ganancia.

En este proyecto de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se busca diseñar y desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria y vehículos utilizados en Aceros Prefabricados S.A., ya que como resultado del diagnóstico preliminar y de la investigación de los distintos tipos de mantenimiento, resulta ser una solución viable y factible para reducir los costos por fallas y alargar la vida útil de la maquinaria y vehículos.

Por medio del análisis se llega a la conclusión que por medio de una correcta planificación, programación y ejecución de un plan de mantenimiento preventivo se garantiza que los equipos brinden un servicio fiable y de calidad, por otro lado, la falta o incorrecta aplicación del mismo provoca funcionamiento inestable y períodos no programados de paralización.

OBJETIVOS

General

Diseñar e implementar el plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y vehículos utilizados en Aceros Prefabricados S.A.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico de la situación actual respecto a las actividades relacionadas con el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y vehículos.
2. Documentar y actualizar la información técnica de cada equipo para mantenimiento preventivo.
3. Estandarizar el mantenimiento preventivo de los vehículos y maquinaria de campo para reducir la existencia de gran cantidad de rutinas debido a la variedad de marcas y modelos.
4. Diseñar protocolos de mantenimiento adecuados a cada tipo de vehículo y maquinaria para alargar su vida útil.
5. Facilitar herramientas de control y retroalimentación de actividades de mantenimiento.

6. Realizar un estudio económico para evaluar la rentabilidad de la implementación del plan de mantenimiento preventivo.
7. Diseñar un plan de capacitación adecuado a las necesidades del personal administrativo y técnico del departamento de mantenimiento.

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo e implementación del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) contiene el diseño del plan de mantenimiento preventivo para maquinaria y vehículos utilizados en Aceros Prefabricados S.A.

La empresa para la cual se desarrolló el proyecto presentaba deficiencia en aspectos relacionados a la conservación y mantenimiento de sus equipos, aplicando los servicios de forma aleatoria, sin respetar una planificación y programación, lo cual se manifestaba como un índice bajo en cuanto al alcance de reducción de mantenimientos correctivos, afectando la productividad de la planta y propiciando paros en momentos inoportunos, la disminución en la disponibilidad de equipos y un aumento en gasto por compra de consumibles y repuestos.

Para la ejecución del proyecto se buscó estandarizar los protocolos de mantenimiento para reducir la existencia de gran cantidad de rutinas debido a la variedad de marcas y modelos, fue necesario la utilización de información técnica tal como: manuales de operación y servicio, ficha técnica y el historial de mantenimientos, con la finalidad de adecuar el plan para obtener así una mejor aceptación por parte de los operadores y personal de taller, la programación de los mantenimientos se realizó siguiendo las recomendaciones de los fabricantes pero se tomó en cuenta las condiciones bajo las cuales operan los equipos y se decidió de acuerdo a dos parámetros: horas trabajadas o kilometraje recorrido.

El control se llevará a partir de registro de información sobre los servicios realizados, actualizándose constantemente para cualquier chequeo o revisión que se desee hacer, ordenados cronológicamente para facilitar la lectura y la toma de decisiones sobre futuros servicios.

Se espera que el presente trabajo, sea de utilidad a Aceros Prefabricados S.A., y para cualquier empresa que tenga un especial interés por el cuidado y protección del estado de su maquinaria y vehículos.

La fase técnico profesional se deriva del diagnóstico de la situación actual de la empresa, donde a través del análisis de la metodología actual y con la aplicación de las herramientas y conocimientos de la ingeniería mecánica e industrial se plantea el diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo para maquinaria y vehículos, este proyecto pretende brindar una mejora notable que asegure resultados en la mejora de los procesos en las actividades relacionadas a la conservación en estado óptimo y aumento de la vida útil de los equipos.

En la fase de investigación se propone un estudio económico con el propósito de determinar la rentabilidad del proyecto, considerando los costos asociados a su implementación y cuantificando la magnitud de los beneficios que otorga su puesta en marcha por medio de un análisis costo, beneficio.

La tercera fase del desarrollo del proyecto, es la fase de docencia que se basa en la capacitación con temas que se adecuen a las necesidades principalmente en la búsqueda de potenciar las habilidades del personal técnico.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

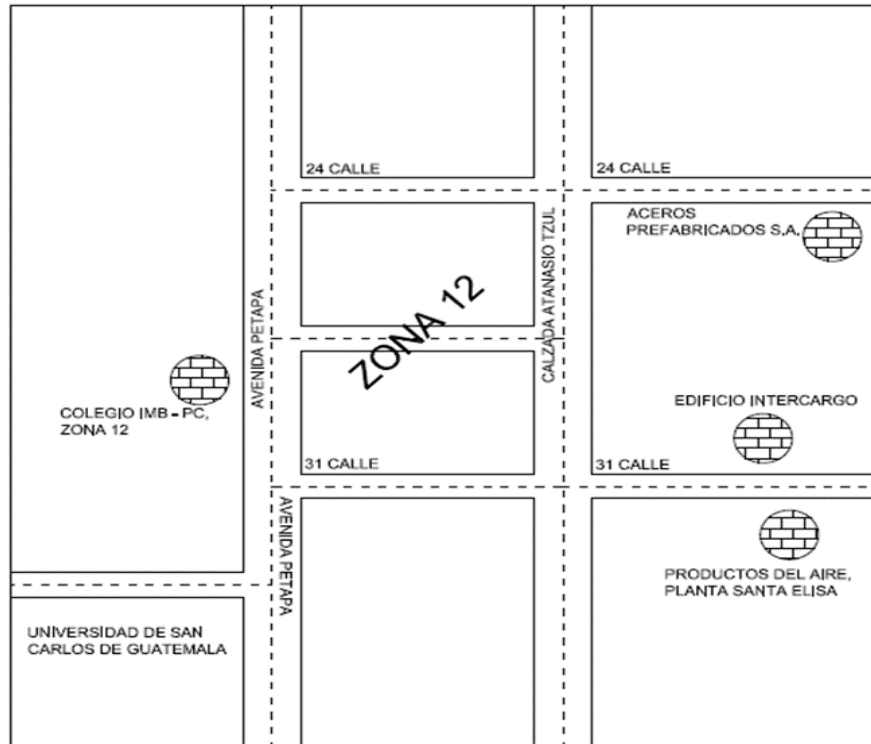
1.1. Descripción y ubicación

Aceros Prefabricados S.A., en la actualidad forma parte de las principales empresas en la industria de la construcción en la región de Centroamérica, debido a la capacidad y tecnología con la que cuenta en su planta de proceso, sumado a la constante actualización en busca de mejoras y modelos de producción más eficientes, han logrado participar en la ejecución de obras de gran magnitud y se ha consolidado desarrollando proyectos a nivel nacional e internacional de gran importancia.

La sede central de Aceros Prefabricados S.A., se encuentra ubicada en la 24 calle 26 – 70 zona 12.

En la figura 1 se encuentra la ubicación de Aceros Prefabricados S.A.

Figura 1. **Ubicación de Aceros Prefabricados S.A.**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

1.2. **Reseña histórica**

Aceros Prefabricados S.A. (APSA), fue fundada en 1964 por el ingeniero Gustavo Argüello Pasos, se inició como una pequeña empresa dedicada a la carpintería metálica, ubicada en la zona 5 de la ciudad de Guatemala.

A través del paso de los años y como resultado de la experiencia obtenida por su propietario y fundador, la evolución de la empresa se dio de manera exponencial implementado la prestación del servicio a sus clientes de forma integral, haciéndose cargo desde la importación de materias primas para la

transformación, hasta el diseño, fabricación, ejecución y montaje de cualquier tipo de estructura de acero.

Debido al éxito obtenido, en las décadas posteriores (APSA) expande sus instalaciones, inaugurando dos plantas operativas en Guatemala, situadas en Villa Nueva y Zona 12, convirtiéndose así en pionera en la industria del acero en Guatemala y líder en el mercado.

Su amplia capacidad y el reconocimiento de sus clientes le han permitido participar en el desarrollo de proyectos nacionales e internacionales, tales como:

- Infraestructura de las industrias azucareras, bananeras y algodonerías de la región.
- Red de bases militares.
- Red hospitalaria del interior de la República de Guatemala.
- Red nacional de almacenamiento de granos.
- Planta de guanos y fertilizantes de México.
- Complejo de aceite y derivados del Pacífico.

En la actualidad (APSA) genera empleo para más de 1 000 personas en el territorio centroamericano y forma parte de las empresas emblemáticas que contribuyen al progreso y desarrollo del país, siendo reconocida como principal contratista en la ejecución, fabricación y montaje de estructuras de acero, montaje de maquinaria masiva y contar con la mayor cantidad de grúas de la región.

1.3. Actividades y servicios que realiza

Aceros Prefabricados S.A., cuenta con cuatro divisiones principales las cuales abarcan la totalidad de los servicios que brindan:

- División construye: surge como un recurso para los clientes, ya que se encarga de la ejecución total de cualquier proyecto arquitectónico. La experiencia adquirida por más de 50 años operando en la industria de la construcción, les permite cumplir con altos estándares de calidad y ofrecer asesoría especializada para la ejecución, planificación y trámite de permisos.
- División levanta: surge debido a la cantidad, variedad y capacidad del equipo de grúas móviles con las que cuentan, dedicadas al montaje de proyectos estructurales, además, dispone de un equipo de trabajo conformado por ingenieros, arquitectos y especialistas con experiencia comprobada y constante capacitación.
- División estructura: cuentan con personal tecnificado en la fabricación de estructuras metálicas y con profesionales calificados en el área, además de contar con una de las plantas de fabricación con mayor tecnología en la región, lo cual en conjunto les permite mantener la consistencia y uniformidad en el maquilado de los procesos: *shot – blast*, *sand – blast*, corte con sierra, corte con plasma, oxicorte, *slit* de bobina, perforaciones, doblado en frío, rolado de lámina negra y vigas.
- División crea: encargada de la comercialización de recursos estructurales de acero, es decir, la venta y distribución de materiales.

1.4. Misión

La misión es la razón de ser de una empresa y abarca las funciones que va a desempeñar, por ello la misión de Aceros Prefabricados S.A., es:

Para con sus clientes: mantener su credibilidad, confiabilidad y lealtad, asegurándoles certeza en cada contratación, mediante la integración de sus principios y valores empresariales con honestidad, siendo para ellos sus mejores aliados.

Para con la empresa: continuar siendo líderes en el ramo de la construcción en acero, manteniendo el crecimiento de la industria a través de la investigación y tecnología de punta, garantizando la fiabilidad y calidad de su trabajo.

Para con el país: seguir contribuyendo activamente al enriquecimiento de la nación mediante el cumplimiento responsable y consiente de las obligaciones: tributarias, sociales, laborales, medio ambiente y municipales.

1.5. Visión

La visión se refiere a la imagen futura de la organización, por ello la visión de Aceros Prefabricados S.A., es:

Ser reconocida como empresa a nivel mundial en la fabricación y suministro de estructuras que requieran de alta tecnología, precisión, calidad y puntualidad, mediante las experiencias de confiabilidad de contrataciones, garantizadas por los resultados positivos validados por sus clientes.

Mediante el crecimiento de importaciones de materias primas, consolidarse como la principal comercializadora de productos y subproductos del acero a nivel centroamericano satisfaciendo las necesidades del mercado con aseguramiento de calidad de productos y excelencia en el servicio.

1.6. Políticas

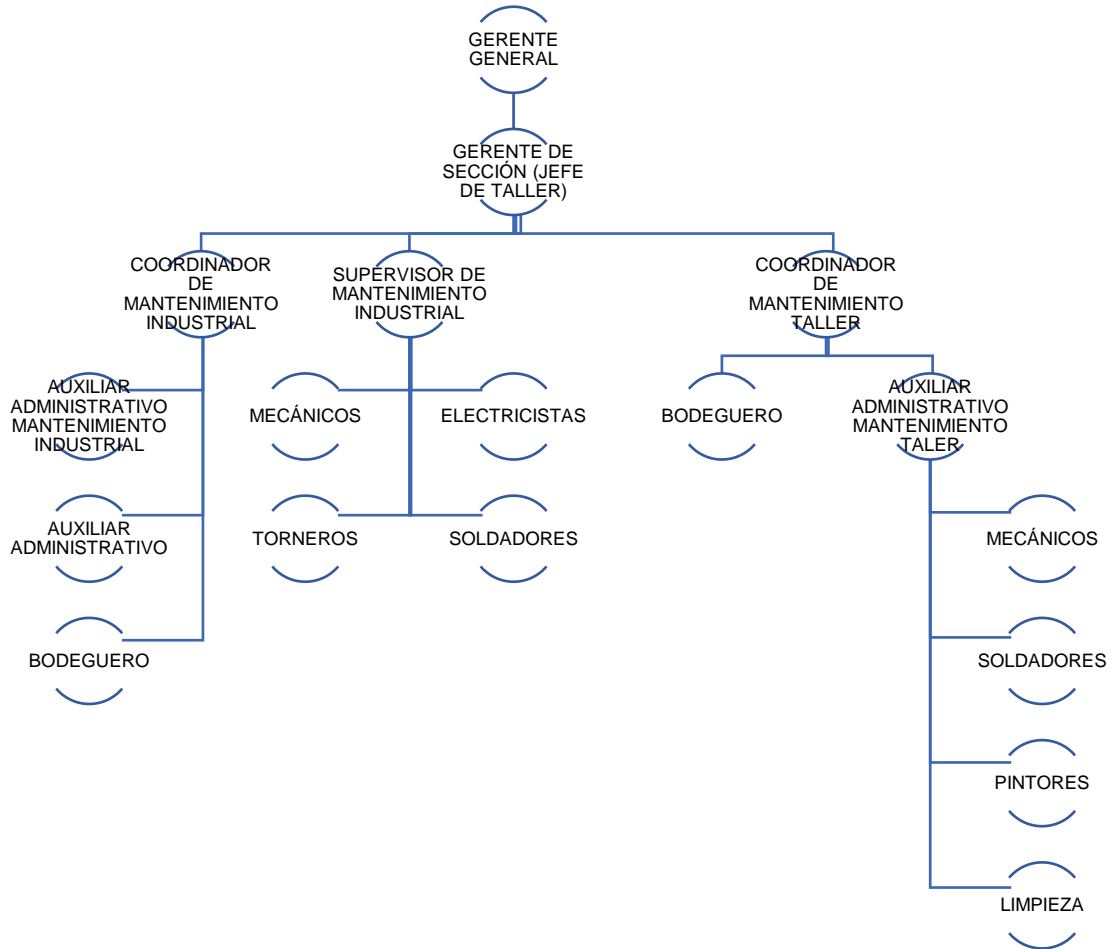
Política de calidad: satisfacción de sus clientes, a través de la mejora continua de los procesos internos y sobrepasar sus expectativas. Cumplir con los requisitos legales del país y de sus clientes.

Política de seguridad industrial y salud ocupacional: compromiso en mantener un ambiente seguro para sus trabajadores, considerando los riesgos asociados de sus operaciones y así garantizar su seguridad y salud ocupacional.

1.7. Estructura organizacional

En la figura 2 se presenta un organigrama en donde se puede observar la organización que existe actualmente, en el área de mantenimiento:

Figura 2. Organigrama Departamento de Mantenimiento



Fuente: elaboración propia.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Definición de mantenimiento

En todo proceso de producción el uso de maquinaria juega un papel importante; ya sea para lograr la correcta elaboración de los productos, distribución o traslados; o para la prestación de servicios, debido a las alteraciones que experimentan producto de la cantidad y dificultad de tareas que le sean asignadas se debe prestar especial atención en el deterioro que manifestarán a lo largo de su vida útil.

El deterioro se puede manifestar de forma natural o producto del uso inadecuado, condiciones ambientales, entre otros. Para evitar el deterioro acelerado se debe tener un adecuado plan de mantenimiento.

El mantenimiento se puede definir como cualquier clase de trabajo hecho en sistemas, subsistemas, equipos, máquinas o planta con la finalidad de conservarlo en las mejores condiciones posibles y aumentar en la medida de lo posible el servicio u operación para lo que fue diseñado con un nivel de calidad tolerable, que se ajuste a las normas y políticas de la empresa, además de dar solución a la necesidad por la cual fue adquirido.

2.2. Funciones fundamentales del mantenimiento

Para garantizar la disponibilidad de los equipos a un menor costo, siguiendo los lineamientos y recomendaciones por parte de los fabricantes, los principales objetivos del mantenimiento son:

- Conservar los equipos e instalaciones en óptimas condiciones para evitar tiempos de parada que aumenten los costos.
- Prolongar la vida útil al máximo.
- Reducir de manera significativa la probabilidad y necesidad de grandes reparaciones, tratando de corregir problemas o fallas menores en el menor tiempo posible.
- Ejecutar las reparaciones de emergencia empleando lapsos de tiempo cortos y utilizando métodos más eficientes.
- Plantear mejoras en el uso de la maquinaria y equipo para reducir la probabilidad de manifestación de una falla o daño.
- Controlar el costo directo del mantenimiento mediante el uso correcto de los recursos y la eficiencia en la práctica.
- Aumentar los niveles de confianza en el equipo, ya que a medida que se desgastan los mecanismos o partes, este se torna peligroso e inestable, a tal grado que podría ocasionar un accidente trayendo consigo resultados negativos.
- Mejorar la imagen de la empresa, ya que una institución en la cual todos sus equipos se encuentran en óptimas condiciones causa una mejor impresión al cliente aumentando su nivel de satisfacción.
- Disminuir el impacto ambiental.

2.3. Tipos de mantenimiento

En la actualidad existen múltiples métodos y técnicas pudiendo escoger la que mejor se adapte al tipo de mantenimiento que se desea realizar. Algunos de estos procedimientos no se centran directamente en la tarea de corregir los fallos, sino que también tratan de actuar anticipándose a la aparición de los mismos.

Los tipos de mantenimiento que se van a estudiar son los siguientes:

- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.

2.3.1. Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de actividades que; debido al uso, término de vida útil y otros factores externos; de componentes, piezas y materiales que forman parte de una máquina o instalación, permiten su recuperación, reparación y reemplazo de los elementos deteriorados, ya sea por indicios o señales claras o por que ha dejado de proporcionar la calidad de servicio esperado.

2.3.1.1. Ventajas

- Rentable en sistemas complejos, en los cuales es imposible pronosticar las fallas y en los procesos que permiten ser suspendidos en cualquier momento y durante lapsos de tiempos largos, sin afectar la producción y seguridad de la planta.
- Excelente elección para los equipos con cierta antigüedad.

2.3.1.2. Desventajas

- La falla puede ocurrir en cualquier instante, generalmente en el menos oportuno.
- Las fallas que no son descubiertas a tiempo y cuyo cambio hubiera resultado en un gasto menor, pueden causar daños en elementos o piezas adyacentes que se encontraban en buen estado.

- Se debe disponer de una significativa inversión en el inventario de repuestos, ya que se espera la manifestación de la falla, los tiempos del proceso de cotización, compra y entrega no son compatibles con la necesidad de contar con el equipo en operación.
- Se requiere personal altamente capacitado, competente y en mayor cantidad, ya que las fallas se deben corregir a la brevedad posible.

2.3.2. Mantenimiento preventivo

Es el conjunto de inspecciones periódicas, programadas de antemano en los momentos convenientes y de menor impacto en la producción, tales como ajustes, reemplazos, lubricación y limpieza con el objetivo de disminuir la cantidad de fallos y que el equipo se encuentre en el estado óptimo.

Estas inspecciones, generalmente son tomados de los manuales de los fabricantes, ya que facilitan los puntos clave a revisar. Es frecuente que estas recomendaciones se modifiquen con el objetivo de establecer un sistema adecuado a las necesidades particulares, tomando en cuenta los puntos de vista de los técnicos de mantenimiento en cada especialidad.

2.3.2.1. Ventajas

- Alargar la vida útil de los equipos o sistemas.
- Reducir los tiempos muertos, tiempo de paradas de la máquina.
- Reducir las interrupciones de la producción.
- Reducción de personal de mantenimiento a largo plazo.
- Obtener el mínimo costo de mantenimiento.
- Maximizar la disponibilidad de equipos.

- Aumento en la confianza en la empresa, mejores relaciones públicas.
- Reduce la probabilidad de accidentes debido a unidades defectuosas, los equipos operan en condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado y condiciones de funcionamiento.

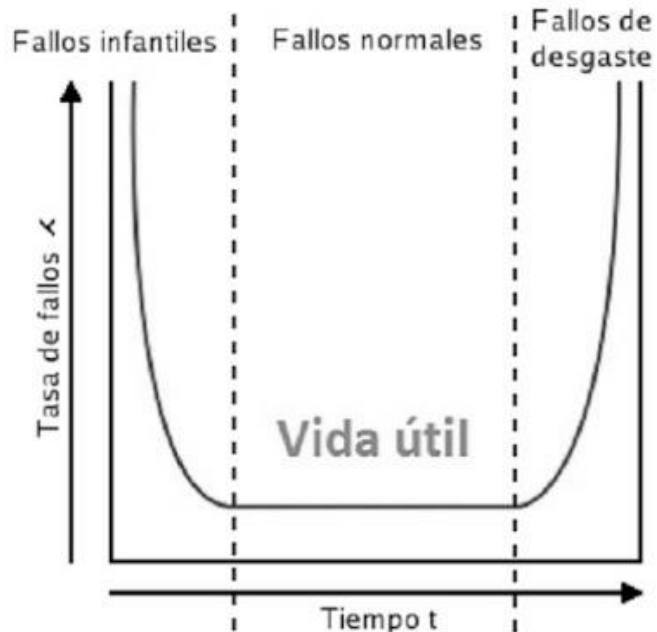
2.3.2.2. Desventajas

- Sustituciones innecesarias: cuando se alcanza el tiempo de vida útil de un elemento, se procede a su reemplazo, encontrándose con que el elemento aún podría ofrecer servicio durante un mayor tiempo.
- Inconvenientes iniciales de operación: posteriormente que se desmontan piezas y se instalan nuevas, se efectúan pruebas de funcionamiento y se pueden manifestar problemas.
- Costo de inventarios alto, aunque predecible, lo cual permite una mejor gestión.
- Se requiere contar mano de obra en mayor cantidad y calificada por períodos de tiempo cortos.
- Descontrol en la planificación, si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento programado, se alteran los períodos de intervención.

2.4. Curva de vida de un equipo

La duración de vida de un equipo se puede dividir en tres etapas diferentes, en la figura 3, se presenta la curva convencional en donde se pueden apreciar con claridad y se describe su comportamiento:

Figura 3. **Curva de vida de un equipo**



Fuente: *Análisis de fallas*. www.mantenimientoindustrialdeequipos.blogspot.com/p/blog-page_1.html. Consulta: 19 de abril 2018.

2.4.1. Juventud, zona de mortandad infantil

El fallo se produce inmediatamente o al cabo de muy poco tiempo de la puesta en funcionamiento, como consecuencia de:

- Errores de diseño
- Defectos de fabricación o montaje

Las fallas que se manifiestan en esta etapa son únicamente los componentes con defectos de fabricación, por lo que van disminuyendo con el paso del tiempo, hasta alcanzar un valor constante y llegar a la vida útil.

2.4.2. Madurez, periodo de vida útil

Periodo de vida útil en el que se originan fallos de carácter aleatorio. Es el periodo de mayor duración, en el que se suelen estudiar los componentes, mecanismos y partes, ya que se supone se reemplazan antes de que alcancen el periodo de envejecimiento.

2.4.3. Envejecimiento

Concierne al agotamiento, los elementos que constituyen o forman parte de un equipo se consumen o deterioran constantemente durante su funcionamiento.

Por ello, la tasa de fallos se incrementa nuevamente, debido a que los componentes se estropean por degradación de sus características en el transcurso de tiempo.

Incluso con reparaciones y mantenimiento, las tasas de fallos aumentan, hasta alcanzar un punto en el cual resulta excesivo el costo del mantenimiento.

3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1. Análisis FODA

A través de esta herramienta de ingeniería se identifican y presentan las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas detectadas para el departamento de mantenimiento de la empresa Aceros Prefabricados S.A.

3.1.1. Fortalezas

- Iniciativa por parte de los altos mandos, mostrando interés por realizar cambios en beneficio de la empresa para lograr la implementación del plan de mantenimiento preventivo para los equipos de campo y vehículos.
- Existencia de un ambiente de trabajo agradable y buena comunicación entre los colaboradores del departamento de mantenimiento, así como con gerencia.
- La cantidad y variedad de equipos de campo disponibles, ya que esto les permite dar respuesta a los distintos proyectos en los que se trabaja, ofreciendo un servicio de calidad y eficiencia en la ejecución, también les brinda amplia capacidad, por lo que los habilita para ponerse a disposición de nuevos y potenciales clientes, dando así una imagen positiva a la empresa.

- El equipo de mecánicos de taller opera con eficiencia en las reparaciones que realiza, es decir los servicios son de calidad, ya que posterior a la reparación el equipo se habilita para seguir operando.
- El control y designación de las actividades diarias del personal de taller para justificar su rendimiento o el pago de horas extra.

3.1.2. Debilidades

- El mantenimiento correctivo tiene un índice de recurrencia elevado.
- No existen protocolos de mantenimiento preventivo y los servicios que se diseñaron son básicos y poco efectivos.
- Gran parte de la maquinaria con la que cuenta fue adquirida con uso previo, por ello algunas no cuentan con ningún tipo de información técnica; manuales de servicio, operación o partes.
- Existencia de equipos en los cuales la vida útil ya se ha cumplido y aún siguen operativos.
- Falta de herramientas y equipos adecuados para el servicio y reparación.
- No se le ha instalado horómetro a todos los equipos por lo que el control de las horas trabajadas se dificulta.
- No cuentan con personal técnico adecuado en el taller, la media de escolaridad se encuentra en sexto primaria.
- Falta de conocimiento técnico de los operadores de los equipos.
- Falta de capacitaciones para los operarios y el personal de taller.
- No cuentan con un taller físico para llevar a cabo las reparaciones o mantenimientos, siempre se realiza a la intemperie.
- Niveles de inventario muy bajos debido a la variedad de marcas, modelos y líneas de maquinaria que se tiene.
- Bajo nivel de planificación y un rendimiento de ejecución poco eficiente.

3.1.3. Oportunidades

- Ingreso de nuevas marcas ofertantes de maquinaria al mercado nacional, con precios competitivos y tecnologías más avanzadas.
- La competencia existente en el mercado de repuestos, genera precios más bajos y el surgimiento de repuestos genéricos que pueden cumplir en funcionalidad y calidad, brindando así la posibilidad de obtener un margen de ganancia superior al planificado.
- Compradores interesados en adquirir maquinaria obsoleta o usada para obtener piezas o repuestos utilizables en reparaciones de otros equipos.

3.1.4. Amenazas

- La constante fluctuación de los precios en los repuestos e insumos necesarios no permiten establecer un presupuesto exacto al momento de generar el plan de mantenimiento.
- El incremento en los precios de los repuestos e insumos genera el aumento de recursos destinados al presupuesto.
- La coyuntura actual genera desestabilización y la reducción de inversiones en nuevos proyectos.
- La implementación de estrategias de la competencia para adquirir una mayor participación en el mercado.

- Las condiciones climáticas influyen en el desgaste prematuro de los componentes del equipo.
- La variedad de repuestos representa un riesgo al momento de adquirirlos, ya que pueden ser de una calidad baja y afectar sistemas o componentes del equipo.

3.1.5. Estrategias

El diseño de las estrategias se detalla en la tabla I.

Tabla I. Estrategias FODA

<p style="text-align: center;">EXTERNO INTERNO</p>	<p>F1. Iniciativa por parte de los altos mandos por lograr la implementación del plan de mantenimiento preventivo. F2. Comunicación efectiva entre departamento de mantenimiento y gerencia general, así como dentro del departamento de mantenimiento. F3. Disposición de variedad de equipos de campo, lo que les permite dar repuesta a diferentes proyectos. F4. Calidad y eficiencia en la ejecución de sus proyectos. F5. Personal de taller, eficiente en las operaciones correctivas. F6. Control y asignación diaria al personal de taller, para obtener un mayor rendimiento.</p>	<p>D1. Índice de recurrencia alto en el mantenimiento correctivo. D2. Inexistencia de protocolos de mantenimiento preventivo. D3. Falta de información técnica de equipos que se compraron con uso previo. D4. Equipos obsoletos. D5. Falta de acondicionamiento del área de taller y herramientas para servicios y reparaciones. D6. Maquinaria sin control de horas trabajadas por falta de instalación. D7. Promedio de escolaridad del departamento de taller de sexto primaria. D8. Falta de capacitaciones a los operadores y personal de taller. D9. Stock de inventario bajo para atención de necesidades.</p>
<p>O1. Ingreso al mercado nacional de nuevas marcas ofertantes de maquinaria, con precios competitivos y tecnologías más avanzadas. O2. La competencia existente en el mercado de repuestos, genera precios más bajos y repuestos genéricos los cuales cumplen en funcionalidad y calidad. O3. Compradores interesados en adquirir maquinaria obsoleta o usada para obtener piezas o repuestos.</p>	<p>O1. Estudiar y conocer los equipos de las marcas nuevas y sus características para posibles inversiones futuras. O2F5. Aprovechar el conocimiento técnico de los mecánicos para someter a pruebas de compatibilidad los repuestos genéricos y consecuentemente introducir el uso de los mismos para la maquinaria, buscando reducir los costos de mantenimiento.</p>	<p>O1D2. Diseñar protocolos de mantenimiento preventivo que se ajusten a la realidad del estado de la maquinaria con el apoyo de empresas proveedoras de maquinaria para conocer intervalos de servicio y puntos de inspección de los equipos. O1D4. Renovar la maquinaria con un uso considerable y ya discontinuada por la mayoría de los proveedores, por nueva con mecanismos más sofisticados y con software que brinde estatus del equipo en todo momento. O3D4. Convocar a compradores interesados en maquinaria para que inspeccione los equipos más antiguos pero funcionales para obtener un último valor de rescate. O2D6. Aprovechar la competencia entre el mercado de repuestos e insumos para obtener horómetros y hubodómetros funcionales y a precios accesibles. O2D9. Realizar un inventario de los repuestos más utilizados y abastecer con un stock</p>

Continuación de la tabla I.

<p>A1. Constante fluctuación de los precios en repuestos e insumos. A2. La coyuntura actual genera desestabilización y la reducción de inversiones en nuevos proyectos. A3. La implementación de estrategias de la competencia para adquirir mayor participación en el mercado. A4. Las condiciones climáticas influyen en el desgaste prematuro de los componentes de la maquinaria. A5. La variedad de repuestos representa un riesgo puesto que pueden ser de una calidad baja o perjudicial para la maquinaria.</p>	<p>F1A5. Asegurar la adquisición de repuestos con la calidad óptima para cada equipo. F3A3. Garantizar la disponibilidad de la maquinaria para poder abastecer la demanda de proyectos de montaje de estructura y movimiento de tierra. F4A2. Ejecutar cada proyecto garantizando la satisfacción del cliente para crear un vínculo positivo para futuros proyectos. F6A6. Designar personal de taller para realizar una inspección diaria de componentes básicos y vulnerables de la maquinaria, para conocer su estado y prevenir.</p>	<p>mínimo para atender eventualidades en campo o dentro de la empresa. D5A4. Invertir en acondicionar un área techada y protegida de humedad para el resguardo de la mayor parte de los equipos, puesto que al estar a la intemperie los perjudica seriamente, así como en la herramienta necesaria para ejecutar cada operación de mantenimiento. D7A5. Capacitar al personal de taller para potenciar sus habilidades, buscando evitar errores por falta de conocimiento de las características de componentes o piezas que van surgiendo en el mercado.</p>
---	---	--

Fuente: elaboración propia.

3.2. Análisis de fallos frecuentes

A continuación, se presenta un listado según las dos principales categorías de activos para los cuales se desarrolló el estudio de fallos o averías con mayor recurrencia, es importante mencionar que esta información es obtenida a través de la observación del día a día en las labores del departamento de taller mecánico y también por medio de la experiencia personal de cada uno de los miembros del equipo de técnicos de taller debido a que no existe un registro o historial de las reparaciones que se han realizado a lo largo de la vida útil de cada una de las unidades.

Estas fallas pueden ser resultado de una variada serie de factores tales como: falta de mantenimiento, mantenimiento deficiente o inadecuado, finalización de la vida útil de las piezas o componentes, uso incorrecto de la maquinaria y vehículos por parte de los operarios y la influencia de la severidad de algunos cambios climáticos o condiciones ambientales que se manifiestan en nuestro medio.

3.2.1. Maquinaria

Entre las fallas más frecuentes para la maquinaria de campo se tiene:

- Fugas de aceite del motor.
- Fuga de refrigerante por mangueras o radiador.
- Fuga de aceite hidráulico en cilindros de inclinación, estabilizadores o mangueras.
- Fractura de pines de cadenas.
- Fractura de bujes.
- Fractura de engranajes y rodamientos.
- Pinchazos en neumáticos.
- Rotura o desgaste excesivo en faja principal y auxiliares.
- Desgaste en pastillas de frenos o en frenos de tambor.
- Fractura y desgaste de disco de embrague.
- Deterioro de mangueras.
- Fractura de tornillos y pernos.
- Cambio de empaque de culata.
- Corrosión en carrocería.

3.2.2. Vehículos

Entre las fallas más frecuentes de vehículos se tiene:

- Fundición de bombillos
- Fractura de la barra estabilizadora
- Deformación de cojinetes
- Deterioro de pastillas de freno

- Deformación en discos de freno
- Fugas en la transmisión
- Fugas en el diferencial
- Fractura de rótulas
- Fugas de aceite del motor
- Fugas de refrigerante en mangueras o radiador
- Pinchazos de neumáticos
- Rotura por desgaste de fajas principal y auxiliares
- Cambio de empaque de culata
- Corrosión en carrocería

Como se puede observar en ambos casos existe semejanza en cuanto a los fallos que experimentan los equipos, por tal motivo, se procede la explicación de las posibles causas de las fallas identificadas tanto para la maquinaria como para vehículos:

Para el caso de las fugas de aceite en el motor las principales causas se atribuyen a; el tornillo de purga del cárter no cuenta con el par de apriete necesario y por tal motivo el aceite puede escurrir, existe cierta holgura en las juntas de la tapa de los balancines o en la junta del tapón de llenado, principalmente por el desgaste que sufre el motor con el tiempo y también por el uso o ya sea porque las juntas pueden agotar su vida útil y el desgaste que presentan es excesivo.

En cuanto a las fugas de líquido del sistema de enfriamiento; lo más usual es que la fuga se presente en las mangueras, en las abrazaderas o en las conexiones, esto generalmente se deben a golpes o fricciones con otros componentes, así como movimientos demasiado bruscos que puedan provocar la ruptura, estas fugas son difíciles de encontrar ya que se produce con el

sistema caliente y por las altas temperaturas que alcanza el motor y el líquido se evapora rápidamente.

Las fugas que se muestran en el diferencial y la transmisión principalmente son causadas por la pérdida de las propiedades de los retenedores o de un empaque roto.

La fractura de piezas tales como: rodamientos, rótulas, engranajes, pines, tornillos, pernos y bujes se debe a que estos dispositivos son expuestos a trabajos o cargas superiores para los cuales fueron diseñados, una lubricación o engrase inadecuado ya sea por exceso, escasez o por la falta de su aplicación, o por la entrada de partículas extrañas que producen un desgaste de la superficie (abrasión) y reducen la vida útil del mecanismo.

Para el caso de la rotura de la faja principal y auxiliares se debe principalmente a: previo a la instalación las fajas presentaban dobleces, un objeto extraño se puede introducir entre las poleas y la faja, o porque la correa se voltea durante su servicio, si se manifiesta un excesivo desgaste de los dientes es consecuencia de una tensión incorrecta.

Los pinchazos se producen debido a: las condiciones de las carreteras no son las óptimas, existen caminos con gran cantidad de baches y en las zonas de trabajo de los proyectos, el suelo es depósito de materiales punzantes que propician el pinchazo de las llantas de las unidades, la sobrecarga de la capacidad de transporte y la falta de control de la presión que se maneja en los neumáticos.

La corrosión en la carrocería generalmente se produce por el contacto del metal con el agua, la humedad, es uno de los casos más difíciles puesto que se trata de partículas muy pequeñas que se infiltran en partes internas y permanecen presentes por periodos de tiempo más extensos, el lodo contribuye como otro agente agresivo ya que retiene la humedad por más tiempo y por último la grava es un agente que propicia la corrosión de manera indirecta porque daña la pintura y deja expuesto el metal.

3.3. Estado actual

Aceros Prefabricados S.A., cuenta con variedad de equipos de campo (maquinaria) y transportes para llevar a cabo todas las tareas y actividades planificadas para mantener un ritmo de producción adecuado, los cuales se dividen en:

3.3.1. Maquinaria

En esta categoría es la denominada equipos de campo o maquinaria pesada y abarca la variedad de: grúas, compactadores (rodos), montacargas, retroexcavadoras, motoniveladoras (patrol), cargadores frontales y elevadores de personal, estos equipos son los de mayor importancia para la empresa puesto que son utilizados tanto para la preparación del terreno como para el montaje de los proyectos.

En tanto el estado de los equipos se puede calificar a un nivel medio ya que el 75 % de los equipos tienen más de 10 años de antigüedad y nunca han estado sometidos a un régimen de mantenimiento preventivo programado ni planificado, un 10 % de los equipos tienen más de 30 años de antigüedad y es prácticamente imposible encontrar repuestos ya que los fabricantes de estas

marcas los cuentan como descontinuados por la variedad de equipos con los que se cuenta actualmente en el mercado.

Es necesario resaltar que para todos los casos de los activos mencionados se cuentan con diferentes marcas, por lo que la gestión de un inventario se complica debido a que los repuestos para cada uno rara vez resultan útiles para otro equipo.

Lo mencionado anteriormente se ve reflejado en los periodos de tiempo que han pasado inoperantes algunos de los equipos, en promedio puede variar de 6 meses a 1 año de paro por la dificultad que representa la búsqueda de repuestos y la alta especialización que se requiere en el personal técnico para reparar o dar solución a inconvenientes con algunos de los componentes principales de los equipos.

Por otra parte, es necesario aclarar que toda la maquinaria cuenta con un operario fijo por lo que este se encarga de reportar los datos que el departamento de taller requiera, tanto la verificación del estado del equipo, como el kilometraje recorrido (en algunos casos especiales de grúas) y principalmente las horas de servicio para que se pueda programar los servicios correspondientes.

Al igual que el caso de los vehículos todos los equipos son propiedad de Aceros Prefabricados por lo que los gastos son asumidos en su totalidad por la empresa.

3.3.2. Vehículos

Esta categoría denominada también como transportes contiene la clasificación liviana (pick up) y pesada (cabezal).

Para los vehículos livianos se adquirieron de una misma marca (Mahindra), con la única diferencia que se disponen en tracción a dos ruedas o en las cuatro ruedas, son utilizados para distintas actividades: compras, supervisiones de campo, transporte al personal de taller para realizar los servicios a los equipos que se encuentra fuera de planta, actividades de control de calidad, entre otros.

En cuanto al estado actual, se puede calificar como deficiente principalmente porque son equipos que se mantiene en constante movimiento en rutas y recorren grandes distancias y en variadas condiciones climáticas, en estos casos es raro observar que se tome un tiempo prudente para realizar revisiones periódicas o mantenimientos debido al ritmo acelerado de la planta de producción y los acuerdos con los clientes, por lo cual es normal observar que a estos se les exija hasta provocar que requieran de una reparación mayor y es en ese momento que se aplican los servicios.

Estos vehículos no cuentan con un usuario fijo o asignado por lo cual su uso se realiza de acuerdo a su disponibilidad y la urgencia de lo que se necesita, la responsabilidad del control y reporte de las condiciones del equipo al departamento de taller recae sobre el usuario en turno.

En el caso de los cabezales actualmente se tienen tres marcas distintas, siendo predominante los cabezales international los cuales son (11) y son los

de más reciente adquisición debido a que los otros equipos (3) ya acumulan más de quince años de servicio continuo.

Los cabezales están asignados en una relación 2:1 es decir, dos cabezales para cada operador, la designación del uso se realiza de acuerdo a la dificultad de la tarea y las capacidades de los equipos, en este caso cada operario es el responsable del control y reporte de las condiciones del equipo al departamento de taller.

El control y reporte en ambos pick up y cabezal consiste en la verificación del estado del equipo y el kilometraje recorrido para que se puedan programar los servicios correspondientes.

Todos los equipos son propiedad de Aceros Prefabricados por lo que los gastos son asumidos en su totalidad por la empresa.

3.4. Factores que contribuyen al deterioro de los equipos

Posterior a la comprobación física y las consultas en entrevistas con los mecánicos del taller, el coordinador de mantenimiento y gerente de sección, se determinó:

3.4.1. Internos

- Falta de procedimientos, normas y reglamentos que regulen o guíen la forma de conducirse respecto a las diferentes situaciones que pueden suscitarse en el departamento de mantenimiento, principalmente en temas referentes a recepción de equipo ya sea; nuevo, falla operativa, falla total, revisión, diagnóstico, metodología a seguir para aplicar un servicio o

reparación, informe de los resultados obtenidos, actualización de información en software, entrega o sustitución de equipos en obras y procesos de cotizaciones y compras.

- Existen activos de la maquinaria que no se encuentran en las condiciones apropiadas para operar de forma eficiente, esto debido a las decisiones que se tomaron en cuanto a la adquisición de equipos: gran parte de los activos fueron adquiridos usados, por lo tanto, se desconoce el trato que se les brindo previo a la compra, es decir si se le aplicaron reparaciones y mantenimientos, y la calidad de los mismos.
- La antigüedad de los equipos, en algunos casos la vida útil ya se ha agotado y como consecuencia la probabilidad de reparación se ha elevado considerablemente, esto se ve reflejado en el número de mantenimientos correctivos que se requieren.
- La falta de mantenimientos preventivos, ya que unos años atrás esto no se tomaba en cuenta en la planificación, ni en el presupuesto, razón por la cual se desgastaron piezas y deterioró el equipo prematuramente; mantenimientos preventivos básicos y poco efectivos, recientemente se adoptaron unas rutinas de mantenimiento, en las cuales únicamente se consideran los cambios de filtros y algunos aceites, sin inspecciones periódicas o indicaciones de los puntos de engrase necesarios, las excepciones a todo lo antes mencionado son los equipos que se adquirieron en los meses recientes, puesto que en estos casos los proveedores como un plus o servicio adicional se encargan de realizar los primeros mantenimientos preventivos.
- Procedimientos inadecuados, ya que es común que se presten partes de un equipo parado por avería para colocarlas en otro que puede tomar su

lugar por requerimiento del tipo de proyecto que se realizará, esto debido principalmente porque existen equipos que pasan inoperantes tiempos indefinidos puesto que no se llevan a cabo las cotizaciones, compras o no se logra localizar los repuestos necesarios para habilitar al equipo nuevamente.

- Un departamento de compras muy frágil y poco capacitado, así como la centralización de la autorización de las requisiciones en el gerente general.

3.4.2. Externos

- El medio ambiente es determinante en el estado de la maquinaria, por distintos factores; Guatemala cuenta con un clima muy variado por la ubicación geográfica y relieve montañoso, cuenta con tres regiones principales que difieren notoriamente en las condiciones climáticas por la elevación que poseen sobre el nivel del mar, la maquinaria de la empresa se moviliza hacia el lugar en donde se llevará a cabo el montaje del proyecto, por ello se ve expuesta a la variedad de escenarios que ofrece el medio.
- El agua es el elemento que tienen mayor repercusión en el estado de los equipos, puesto que es portador de gran cantidad de minerales que propician la corrosión de la carrocería y de mecanismos críticos, además, al combinarse con la tierra favorece la formación de lodos, los cuales pueden obstruir o deteriorar componentes de los sistemas y al no realizarse limpiezas periódicas ocultan estos daños, impidiendo la aplicación de acciones correctivas inmediatas, gran parte de estos factores tienen incidencia como consecuencia de que no existe un medio

físico en donde se puedan resguardar los equipos cuando están fuera de planta o mientras se encuentran en las instalaciones de la empresa.

3.5. Tipo de mantenimiento que se realiza

El procedimiento de mantenimiento para la maquinaria y vehículos actualmente se divide en dos tipos: preventivo y correctivo, los cuales se subdividen según las condiciones.

3.5.1. Preventivo

Los mantenimientos preventivos se subdividen:

- Dentro de planta, esta modalidad se realiza cuando la unidad opera apoyando en tareas dentro de las instalaciones, al disponer del equipo en todo momento los servicios si pueden seguir una programación.
- Fuera de planta, esta modalidad se presenta cuando el equipo se ha trasladado hacia alguna obra en curso para participar en la ejecución, en estos casos miembros del personal del taller se dirigen hacia la ubicación de la máquina para aplicarle el servicio, es importante señalar que estos servicios no existen para todos los activos de campo y los que si se han formulado consisten en cambios de filtros y aceites lubricantes.
- Para ambos casos se tiene el inconveniente que al realizarse siempre a la intemperie existe un alto grado de contaminación, lo cual reduce significativamente la efectividad del mantenimiento que se realiza, en el caso del engrase se asigna una cantidad específica sin brindar mayor explicación de cuáles son los puntos apropiados o necesarios según las

horas que ha trabajado la máquina, la limpieza del equipo no se realiza con frecuencia y las inspecciones no forman parte de las rutinas, en ambos casos existe la probabilidad de retrasos por deficiencia en los tiempos del proceso del área de compra.

3.5.2. Correctivo

Para los mantenimientos correctivos si la unidad se encuentra en algún proyecto se debe movilizar hacia las instalaciones de la sede central de la empresa ya sea porque ha concluido su participación en un proyecto y se corrigen los aspectos que presentan problemas o bien porque ha sufrido un daño mayor que imposibilita para seguir operando y requiere de reparación, en ambos casos el proceso de toma de decisiones sobre que es más conveniente a realizarse en el equipo puede ocasionar que pase lapsos de tiempo largo parado.

En cuanto a los intervalos de servicio que se manejan son confusos ya que, para un tipo específico de activo debido a las diferentes marcas los intervalos que se indican según cada fabricante son distintos, por lo que no se pueden establecer parámetros de medición de tiempo de ejecución puesto que para un mismo intervalo según el fabricante pueden existir más o menos operaciones en el servicio.

Una de las mayores dificultades que afrontan para la planificación y presupuesto del área es que cuentan con variadas marcas para un mismo tipo de equipo, por ello los niveles de inventario que manejan son muy bajos, ya que rara vez los repuestos de uno son útiles para otro, el proceso de cotización y compra es lento y prácticamente se realiza con pocos días previos a la fecha del servicio, si el proceso de cotización se debe rehacer o la compra se atrasa,

el equipo pasa más tiempo del previsto parado en espera a la llegada del repuesto.

Debido a que en los años anteriores no se llevaban ningún tipo de registro de las compras o cambios de piezas que se realizaban existen repuestos que para adquirirse es necesario que sean desmontados y utilizados como muestra, lo cual representa un gasto adicional ya que se debe llevar para verificar que la compra sea correcta y evitar errores.

A pesar de que se ha implementado una herramienta de software para la formulación de los protocolos y control de los servicios realizados a lo largo del tiempo a cada activo, el proceso aún no alcanza la eficiencia que se requiere y la tendencia de numerosos mantenimientos correctivos sigue constante.

4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.1. Clasificación y codificación interna

Debido a la variedad y cantidad de equipos con los que cuenta la empresa es necesario implementar una nomenclatura interna que facilite la identificación de cada uno de ellos.

El sistema de codificación que se ha seleccionado abarca las diferentes categorías de activos permitiendo obtener un mayor control y orden para el diseño del plan de mantenimiento.

Se utilizarán caracteres de tipo alfabéticos y numéricos, donde los primeros siempre serán dos y de tipo alfabético, los cuales indicarán el tipo de activo del que se trata, los siguientes caracteres serán de tipo numérico y pueden constar de dos o tres dígitos, ya que designarán el correlativo de acuerdo a la cantidad de activos del mismo tipo preexistentes y en orden de adquisición, existen casos especiales donde deberá agregarse posterior al correlativo dos caracteres más de tipo alfabético para indicar alguna cualidad especial.

Por ejemplo, para Aceros Prefabricados S.A. las grúas representan una de las categorías con mayor cantidad de equipos, a los cuales se les asignó GR como primeros dos caracteres de identificación, actualmente existen más de diez grúas y dentro de este grupo existen algunas que tienen una característica especial, se dividen en dos partes; el vehículo de transporte (carrier) y el

mecanismo de funcionamiento de los mandos de la grúa, con esta información se procede a ejemplificar la codificación correspondiente:

- GR01GR, indica la grúa núm. 1 pero se habla propiamente del mecanismo de levante, con su respectiva marca modelo y serie.
- GR01CA, indica la grúa no.1 pero se habla propiamente del vehículo de transporte o camión que moviliza a la grúa, con su respectiva marca, modelo y serie.
- GR02, indica la grúa no. 2, no se divide en dos partes, sino que trabaja como un sistema integrado, con su respectiva marca, modelo y serie.

Al tener codificado todos los equipos se simplifica la tarea de referenciarlos en los protocolos de mantenimiento y al momento de generar los registros para el historial de cada activo.

En la sección 4.4 fichas de control, se desarrolla un formato donde se almacenarán de manera ordenada todas las características importantes de cada equipo, la cual servirá para facilitar las decisiones de mantenimiento ya que contendrá datos clave para reparaciones o cambios de piezas.

A continuación, se adjunta una tabla con la codificación interna asignada:

Tabla II. **Nomenclatura interna de activos**

TIPO DE ACTIVO	NOMENCLATURA
PICK UP	PU00
CABEZAL	CA00
GRÚA	GR00
CARGADOR FRONTAL	CF00
MONTACARGAS	MC00
MOTONIVELADORA (PATROL)	PT00
TRACTOR	TO00
ELEVADOR DE PERSONAL	EP00
RETROEXCAVADORA	RE00
COMPACTADOR	CO00
PARA EL CASO DE LAS GRÚAS QUE SE DIVIDEN EN CAMIÓN Y GRÚA LA NOMENCLATURA QUEDA DE LA SIGUIENTE FORMA:	
GRÚA	GR00GR
CAMIÓN DE GRÚA	GR00CA

Fuente: elaboración propia.

4.2. Descripción por categoría

Conocer las actividades o tareas para las cuales fueron adquiridos cada uno de los activos sirve de punto de partida para crear los protocolos de mantenimiento respectivos.

4.2.1. Maquinaria

En esta categoría se abarca la mayor parte de los equipos con los que cuenta la empresa:

- Grúas: calificado como uno de los pilares principales para la empresa ya que al contar con una cantidad significativa de equipos de este tipo le otorga ventajas frente a la competencia, cada uno de estas grúas está

diseñada para una carga máxima tolerable por lo que se tienen desde 15 hasta 300 toneladas, dependiendo de la capacidad del equipo así es la aplicación que se le da: desde movimientos al interior de la planta como; traslados de materia prima, orden y limpieza de áreas de trabajo o bien sosteniendo cargas suspendidas que se requieran; hasta la utilización en proyectos / obras en curso donde; sirven de apoyo para levantamiento de estructura, montaje, distribución de cargas en el campo o bien como soporte e izaje, prácticamente son indispensables en cada uno de los proyectos en curso.

- Elevadores de personal: su uso se manifiesta principalmente para trabajos en altura ya que al contar con un brazo hidráulico extensible proporcionan al ser humano una mayor capacidad de desplazamiento en cualquier dirección, a través de una cesta móvil.
- Compactadores: utilizados para brindar estabilidad a los terrenos comprimiendo la tierra por medio de la vibración, este procedimiento es realizado previo al inicio de un proyecto o en los tramos de caminos que serán utilizados por los demás equipos puesto que una maniobra realizada en un terreno inestable podría ocasionar un accidente de graves consecuencias.
- Retroexcavadoras: como su nombre lo indica su principal uso es el de excavar, realizar surcos en el suelo para distintos usos o el movimiento de tierras, son de menor capacidad que una excavadora y todos los equipos con los que se cuenta son movilizadas por neumáticos.
- Motoniveladoras: su principal uso es el de nivelar el suelo a través de una hoja de metal que se gradúa según el nivel que se requiere y luego se arrastra con el recorrido del equipo, a través del terreno, además es capaz de romper materiales que se encuentren incrustados en el terreno a través de los escarificadores que se ubican en el ripper.

- Montacargas: su uso es exclusivamente para el área de materia prima y trabajos de orden y limpieza del área, ya que se encargan de ubicar los materiales que ingresan a la planta en el campo de materia prima, el traslado y abastecimiento de piezas hacia cualquiera de las naves, y la limpieza de caminos obstruidos en el interior de la empresa, son uno de los equipos a los cuales se les da mayor uso ya que día a día es poco frecuente que se les encuentre inoperantes.
- Tractores: su único fin en los distintos proyectos es al momento de la preparación de los terrenos ya que se encarga del movimiento de tierra y en algunos casos especiales es utilizado como remolque para otros equipos que han sufrido algún inconveniente y quedan totalmente parados.
- Cargadores frontales: se emplean principalmente para cargar materiales a camiones o para movilizar materiales, pero no en distancias muy largas, además pueden desarrollar actividades de excavación y de compactación del terreno.

4.2.2. Vehículos

Para este caso la categoría se subdivide en dos tipos de activos: pick up y cabezales. Las principales actividades para las cuales fueron adquiridos y son utilizados los pick up son para recorridos en el interior de la república, ya sea viajes prolongados o distancias cortas, por ello son afectados principalmente por las condiciones que ofrecen los distintos tramos de las carreteras de Guatemala y las condiciones climáticas en las diferentes épocas del año.

Los cabezales entre sus principales actividades están la movilización y traslado de maquinaria pesada debido a la potencia que son capaces de

desarrollar y para el envío o abastecimiento de todo tipo de materiales hacia los proyectos.

4.3. Protocolos de mantenimiento preventivo

Un protocolo de mantenimiento se entiende como un listado de actividades o tareas que deben de aplicarse a un cierto tipo de equipo, para el caso de los vehículos y maquinaria de la empresa se ha determinado dos tipos de parámetros para el control de la aplicación de los servicios, los cuales son: por horas trabajadas o kilometraje recorrido.

4.3.1. Según horas trabajadas

Este parámetro de control se aplica únicamente a la maquinaria de campo, ya que controlarlas por un kilometraje recorrido no es lo adecuado, que en la mayoría de los casos estos equipos operan estando parqueados en un punto durante tiempos prolongados.

Como parte de la implementación de un plan de mantenimiento se procedió con la verificación de la instalación de horómetros en todos los equipos y al constante control y revisión del reporte que deben entregar diariamente los operadores a los supervisores de campo, lo cual servirá para evidenciar el número de horas operativas y así determinar de acuerdo a la programación y planificación el mantenimiento necesario.

Para cada tipo de activo se han planteado intervalos de servicio con las inspecciones, ajustes, verificaciones, reemplazos y engrases basándose en los factores externos e internos enumerados en la sección 3.4, estos intervalos se determinaron de acuerdo a las indicaciones de manuales de fabricantes y las

recomendaciones que según el personal de taller se ajustan a las exigencias del trabajo. A continuación, se presenta los protocolos de mantenimiento, según el tipo de equipo.

- Grúas

Existen una subdivisión en cuanto al tipo de grúas, el primero se trata de las grúas que operan como un sistema integrado, es decir, que un único motor es el encargado de brindar la potencia necesaria para el correcto funcionamiento del equipo, tomando como base lo antes mencionado la propuesta de protocolo de servicio que se plantea y describe a continuación contiene los puntos de inspección que son válidos y aplicables para cualquiera de las grúas que se ajuste y cumpla con esta característica, los intervalos planteados en la tabla III.

Tabla III. **Protocolo de mantenimiento preventivo para grúas**

1. ESTRUCTURA	
50H	REVISE TODOS LOS PERFILES DE LOS NEUMÁTICOS PARA COMPROBAR QUE NO EXISTEN CORTES, GRIETAS, PICADURAS O DESGASTE
50H	REVISE QUE LAS RUEDAS NO PRESENTAN DAÑOS, DOBLECES O SOLDADURAS AGRIETADAS
2. FUNCIONES DEL EQUIPO	
50H	VERIFIQUE EL FUNCIONAMIENTO DE LAS POLEAS
50H	VERIFIQUE EL FUNCIONAMIENTO Y MONTAJE DEL CONTRAPESO
50H	VERIFIQUE EL FUNCIONAMIENTO DEL REDUCTOR DE GIRO, DEBE SER CAPAZ DE SOPORTAR EL TORQUE MÁXIMO DEL MOTOR DE GIRO
3. LECTURAS	
50H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DEL SISTEMA DE GIRO
50H	VERIFIQUE NIVEL DE AGUA DE LA BATERÍA

Continuación de la tabla III.

4. OPERACIONES	
50H	VERIFIQUE TENSIÓN Y DEFLEXIÓN DE CORREAS DEL MOTOR Y RADIADOR
50H	VERIFIQUE PRESIÓN DE LOS ACUMULADORES
50H	VERIFIQUE BOMBA Y MOTORES HIDRÁULICOS
50H	VERIFIQUE PAR DE APRIETE DE LAS TUERCAS DE LAS LLANTAS
50H	VERIFIQUE ESTADO DE MANGUERAS Y TUBERÍA DEL SISTEMA HIDRÁULICO
50H	VERIFIQUE SISTEMA DE CABLEADO
5. ENGRASE / LUBRICACIÓN	
50H	ALMOHADILLAS DE DESGASTE SUPERIORES DE LA PLUMA
50H	ALMOHADILLAS DE DESGASTE INFERIORES DE LA PLUMA
50H	RODAMIENTO DE LA PLACA GIRATORIA
50H	ENGRANAJE DE LA PLACA GIRATORIA
50H	CILINDROS DE DIRECCIÓN
50H	RODAMIENTOS OSCILANTES EJE DELANTERO Y TRASERO
50H	PASADORES DE EJE DELANTERO Y TRASERO
50H	CILINDROS OSCILANTES EJE DELANTERO Y TRASERO
50H	PASADOR DE PIVOTE DE LA PLUMA
50H	PASADOR INFERIOR DEL CILINDRO DE ELEVACIÓN DE LA PLUMA
50H	PASADOR SUPERIOR DEL CILINDRO DE ELEVACIÓN DE LA PLUMA
50H	BLOQUE DE POLEAS DE GANCHO Y PASADORES
50H	MUÑON DEL BLOQUE DE GANCHO
50H	POLEAS DE EXTENSIÓN SWINGAWAY
50H	ALMOHADILLAS DE DESGASTE DE LOS ESTABILIZADORES
50H	VIGAS DE LOS ESTABILIZADORES
50H	TUBOS DE SOPORTE DE CILINDROS DE GATO
50H	TUBOS DE CILINDROS DE GATO
50H	ARTICULACIÓN HIDRÁULICA / ELÉCTRICA GIRATORIA
50H	FRENO DE ESTACIONAMIENTO
1. OPERACIONES	
250H	VERIFIQUE EXTENSIÓN SWINGAWAY DE LA PLUMA
250H	VERIFIQUE ABRAZADERAS Y CONEXIONES
250H	VERIFIQUE CUERPO PRINCIPAL DE VÁLVULAS
250H	VERIFIQUE TORQUE DE PERNOS / TORNILLOS CRÍTICOS
250H	LIMPIE CORROSIÓN O SUCIEDAD DE LAS TERMINALES DE LA BATERÍA
250H	LIMPIE NÚCLEO Y ALETAS DEL RADIADOR
2. LECTURAS	
250H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE LOS CUBOS DE TRACCIÓN
250H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE DIFERENCIALES
250H	VERIFIQUE NIVEL DE LÍQUIDO DE FRENOS

Continuación de la tabla III.

2. LECTURAS	
250H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE LOS CUBOS DE TRACCIÓN
250H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE DIFERENCIALES
250H	VERIFIQUE NIVEL DE LÍQUIDO DE FRENOS

3. ENGRASE / LUBRICACIÓN	
250H	BOLA
250H	POLEAS DEL CABLE DE EXTENSIÓN
250H	POLEAS DEL CABLE DE RETRACCIÓN
250H	POLEA DE PUNTA DE PLUMA SUPERIOR
250H	POLEA INFERIOR DE PUNTA DE LA PLUMA
250H	POLEA DE LA PUNTA AUXILIAR DE LA PLUMA
250H	POLEA DE MÁSTIL
250H	NUDILLOS DE DIRECCIÓN DEL EJE DELANTERO
250H	NUDILLOS DE DIRECCIÓN DEL EJE TRASERO
250H	ENLACES DE DIRECCIÓN DEL EJE DELANTERO
250H	ENLACES DE DIRECCIÓN DEL EJE TRASERO
250H	EXTREMOS DE PIVOTE DEL CILINDRO DE DIRECCIÓN DELANTERO
250H	EXTREMOS DE PIVOTE DEL CILINDRO DE DIRECCIÓN TRASERO
250H	EJE DE TRANSMISIÓN DEL CONVERTIDOR, JUNTAS UNIVERSALES Y YUGO DESLIZANTE
250H	EJE DE TRANSMISIÓN TRASERO, JUNTAS UNIVERSALES Y YUGO DESLIZANTE
250H	EJE DE TRANSMISIÓN CENTRAL, JUNTAS UNIVERSALES Y YUGO DESLIZANTE
250H	EJE DE TRANSMISIÓN PRINCIPAL, JUNTAS UNIVERSALES Y YUGO DESLIZANTE
1. OPERACIONES	
500H	VERIFIQUE PERNOS DEL SISTEMA DE OSCILACIÓN
500H	VERIFIQUE TORQUE DE PERNOS DEL MONTAJE DE <i>WINCH</i>
500H	VERIFIQUE TORQUE DE PERNOS DEL EJE
500H	VERIFIQUE CONDICIONES DEL SILENCIADOR Y SISTEMA DE ESCAPE
500H	VERIFIQUE SISTEMA DE DIRECCIÓN Y SUSPENSIÓN
500H	VERIFIQUE YUGO DESLIZANTE DEL EJE DE TRANSMISIÓN
500H	VERIFIQUE PASADORES DEL CILINDRO DE ELEVACIÓN DEL BOOM
500H	VERIFIQUE PASTILLAS DEL FRENO DE ESTACIONAMIENTO
500H	VERIFIQUE MONTAJE, SOPORTES Y PERNOS DE LOS AMORTIGUADORES DEL MOTOR
2. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
500H	SUSTITUYA FILTRO DE AIRE
500H	SUSTITUYA FILTRO DE LA TRANSMISIÓN
500H	SUSTITUYA FILTRO HIDRÁULICO
500H	SUSTITUYA FILTRO DEL MOTOR

Continuación de la tabla III.

500H	SUSTITUYA FILTRO DE COMBUSTIBLE
500H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DEL MOTOR
500H	AGREGUE INHIBIDOR DE CORROSIÓN PARA EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR
3. ENGRASE / LUBRICACIÓN	
500H	PIVOTES DE QUINTA RUEDA
500H	PASADORES DE PIVOTE DE CILINDROS DE BLOQUEO
500H	PASADORES DE PIVOTE DE LA BARRA DE ACOPLAMIENTO
500H	BLOQUE AMORTIGUADOR
1. OPERACIONES	
1000H	LIMPIE LOS RESPIRADEROS
2. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
1000H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DEL SISTEMA DE GIRO
1000H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DEL <i>WINCH</i> PRINCIPAL
1000H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DEL <i>WINCH</i> AUXILIAR
1000H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN
1. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
2000H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DEL DIFERENCIAL DELANTERO
2000H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DEL DIFERENCIAL TRASERO
2000H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DE LOS CUBOS DE TRACCIÓN
1. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
3000H	DRENE Y CAMBIE EL FLUIDO HIDRÁULICO
3000H	DRENE Y CAMBIE REFRIGERANTE

Fuente: elaboración propia.

Para el segundo caso, son las grúas que funcionan a través de dos motores; de los cuales uno está destinado principalmente para accionar todos los mandos y mecanismos propios de la grúa, el otro está enfocado para funcionamiento del camión de transporte (*carrier*), al ser dos secciones independientes, según se desee se pueden utilizar solo las funciones que habilita cada uno, siguiendo la planificación y programación planteada al camión de transporte de la grúa se le aplicarán los protocolos de servicio propuestos para cabezal con los intervalos establecidos de acuerdo a la tabla XII y se llevará el control por kilometraje recorrido.

En cuanto al mecanismo de la grúa, del servicio propuesto anteriormente en la tabla III se procede a eliminar los puntos incluidos en el intervalo de 2 000 horas ya que se trata de enfocar y ajustar todas las tareas únicamente para la grúa.

- Elevadores de personal

La propuesta de protocolo de mantenimiento describe los puntos de inspección que bajo la revisión de manuales de fabricante y validación por técnicos de taller son aplicables para cualquiera de los equipos, tomando en cuenta que son de la misma marca variando únicamente el modelo, por tal motivo el protocolo de servicio es estándar y se compone según la tabla IV.

Tabla IV. **Protocolo de mantenimiento preventivo para elevadores personal**

50H	1. ENGRASE / LUBRICACIÓN
50H	EJES EXTENSIBLES DELANTEROS, PASTILLAS DE FRICCIÓN SUPERIOR E INFERIOR
50H	EJES EXTENSIBLES TRASEROS, PASTILLAS DE FRICCIÓN SUPERIOR E INFERIOR
50H	ENGRANAJE Y COJINETE DE ROTACIÓN DE LA TORRETA
	1. ESTRUCTURA
250H	REVISE TODOS LOS PERFILES DE LOS NEUMÁTICOS PARA COMPROBAR QUE NO EXISTEN CORTES, GRIETAS, PICADURAS O DESGASTE
250H	REVISE QUE LAS RUEDAS NO PRESENTAN DAÑOS, DOBLECES O SOLDADURAS AGRIETADAS
250H	REVISE LA EXISTENCIA DE INDICIOS DE CORROSIÓN EN LOS CABLES DE LAS BATERÍAS
250H	COMPRUEBE QUE LAS CONEXIONES ESTÁN BIEN APRETADAS
	2. FUNCIONES DEL EQUIPO
250H	VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA LLAVE DE CONTACTO
250H	VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DEL CONTROL PRIORITARIO DESDE EL SUELO
250H	VERIFIQUE AUTONIVELACIÓN DE LA PLATAFORMA
250H	VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DEL SELECTOR DE RALENTÍ DEL MOTOR
250H	VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE HABILITACIÓN DE DESPLAZAMIENTO
250H	VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE FRENOS, SIN RUIDOS NI VIBRACIONES
250H	VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE KIT DE ALARMAS (ALARMA DE DESPLAZAMIENTO Y BALIZAS INTERMITENTES)
250H	VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA ALARMA DE DESCENSO
	3. LECTURAS
250H	VERIFIQUE NIVEL DE AGUA DE LA BATERÍA
250H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE LOS CUBOS DE TRACCIÓN
250H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE CUBO DE TRACCIÓN DE ROTACIÓN DE LA TORRETA CON 1 BOCA DE LLENADO
250H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE CUBO DE TRACCIÓN DE ROTACIÓN DE LA TORRETA CON 2 BOCA DE LLENADO
	4. OPERACIONES
250H	VERIFIQUE TENSIÓN Y DEFLEXIÓN DE CORREAS DEL MOTOR Y RADIADOR
250H	VERIFIQUE TORQUE DE LAS TUERCAS DE LAS LLANTAS
250H	RECARGUE LA BATERÍA
250H	INSPECCIONE QUE NO EXISTAN CABLES SUELTOS, PINZADOS, CORROÍDOS, DETERIORADOS O QUEMADOS EN EL CABLEADO DEL MOTOR
250H	INSPECCIONE QUE NO EXISTAN CABLES SUELTOS, PINZADOS, CORROÍDOS, DETERIORADOS O QUEMADOS EN ZONA DE LA BATERÍA
250H	INSPECCIONE QUE NO EXISTAN CABLES SUELTOS, PINZADOS, CORROÍDOS, DETERIORADOS O QUEMADOS EN INTERIOR DE CAJA DE MANDOS DEL SUELO
250H	INSPECCIONE QUE NO EXISTAN CABLES SUELTOS, PINZADOS, CORROÍDOS, DETERIORADOS O QUEMADOS EN DISTRIBUIDOR HIDRÁULICO
250H	INSPECCIONE QUE NO EXISTAN CABLES SUELTOS, PINZADOS, CORROÍDOS, DETERIORADOS O QUEMADOS DE LA PLUMA Y PLUMÍN
250H	INSPECCIONE QUE NO EXISTAN CABLES SUELTOS, PINZADOS, CORROÍDOS, DETERIORADOS O QUEMADOS EN EL PORTACABLES DE LA PLUMA
250H	INSPECCIONE QUE APRIETE DE TODAS LAS TUERCAS Y PERNOS DEL SISTEMA DE ESCAPE
250H	INSPECCIONE QUE NO EXISTAN GRIETAS EN LAS SOLDADURAS
250H	INSPECCIONE QUE NO HAY FUGAS EN EL SISTEMA DE ESCAPE, EXISTENCIA DE DEPÓSITOS CARBONOSOS
250H	INSPECCIONE CORRECTO AJUSTE DE LOS FRENOS, REVISE LAS TAPAS DE DESCONEXIÓN DE LOS CUBOS DE TRACCIÓN
250H	REVISE Y AJUSTE LAS RPM DEL MOTOR
250H	REVISE EMPALME DE LA VÁLVULA DIRECCIONAL OSCILANTE, QUE LA TUERCA ESTE BIEN AJUSTADA Y LOS PASADORES INSTALADOS
250H	INSPECCIONE REPLIEGUE Y EXTENSIÓN DE CABLES Y LA PLUMA
250H	LIMPIE EL FILTRO DE AIRE DEL MOTOR, INTERIOR DEL RECIPIENTE Y TAPÓN FINAL
250H	LIMPIE REFRIGERADOR DE ACEITE Y ALETAS DE REFRIGERACIÓN
250H	LIMPIE RESPIRADERO DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE Y TANQUE HIDRÁULICO

Continuación de la tabla IV.

1. OPERACIONES	
500H	VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE SOBRECARGA DE LA PLATAFORMA
2. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
500H	SUSTITUYA FILTRO DE AIRE
500H	SUSTITUYA FILTRO DE LA TRANSMISIÓN
500H	SUSTITUYA FILTRO DE COMBUSTIBLE
500H	SUSTITUYA FILTRO DEL MOTOR
500H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE DEL MOTOR
3. ENGRASE / LUBRICACIÓN	
500H	MECANISMO DE SOBRECARGA DE LA PLATAFORMA
1. OPERACIONES	
1000H	REVISE LAS PASTILLAS DE FRICCIÓN DE LA PLUMA, MIDA Y CAMBIE SI SE ENCUENTRA POR DEBAJO DE LAS ESPECIFICACIONES
1000H	REVISE LAS PASTILLAS DE FRICCIÓN DEL EJE EXTENSIBLE, MIDA Y CAMBIE SI SE ENCUENTRA POR DEBAJO DE LAS ESPECIFICACIONES
1000H	VERIFIQUE DESGASTE DEL COJINETE DE LA TORRETA
1000H	COMPRUEBE LA CONFIGURACIÓN DE RUEDA LIBRE
1000H	COMPRUEBE PAR DE APRIETE CORRECTO EN LOS PERNOS DEL COJINETE DE ROTACIÓN DE LA TORRETA
2. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
1000H	SUSTITUYA FILTRO HIDRÁULICO (RETORNO, MEDIA Y ALTA PRESIÓN)
1000H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE DE LOS CUBOS DE TRACCIÓN
1000H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN
1000H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE DE CUBO DE TRACCIÓN DE ROTACIÓN DE LA TORRETA CON 1 BOCA DE LLENADO
1000H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE DE CUBO DE TRACCIÓN DE ROTACIÓN DE LA TORRETA CON 2 BOCA DE LLENADO
1. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
2000H	DRENE Y CAMBIE EL FLUIDO HIDRÁULICO
2000H	DRENE Y CAMBIE EL REFRIGERANTE

Fuente: elaboración propia.

- **Tractores**

La propuesta de protocolo de mantenimiento describe las inspecciones necesarias que son válidas y aplicables para cualquiera de los equipos de la empresa debido a que son de la misma marca y modelo, por tal motivo los protocolos de mantenimiento no sufren ninguna modificación, quedando los intervalos de la siguiente manera:

Tabla V. **Protocolo de mantenimiento preventivo para tractores**

1. LECTURAS	
50H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DEL PIVOTE DEL EJE
2. OPERACIONES	
50H	VERIFIQUE TENSIÓN Y DEFLEXIÓN DE CORREAS DEL MOTOR Y RADIADOR
50H	LIMPIE LOS ELEMENTOS DEL FILTRO DE AIRE DE LA CABINA
3. ENGRASE / LUBRICACIÓN	
50H	ARTICULACIÓN DEL DESGARRADOR Y COJINETES DEL CILINDRO
50H	UNIONES SECAS DE LAS BANDAS
1. FUNCIONES DEL EQUIPO	
250H	VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS FRENOS
2. LECTURAS	
250H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE MANDOS FINALES
250H	VERIFIQUE NIVEL DE AGUA DE LA BATERÍA
3. OPERACIONES	
250H	AJUSTE LAS FAJAS DEL ALTERNADOR, VENTILADOR
4. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
250H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE DEL MOTOR
250H	SUSTITUYA FILTRO DEL MOTOR
250H	AÑADIR ADITIVO REFRIGERANTE ACONDICIONADOR
250H	SUSTITUYA FILTRO DE LA TRANSMISIÓN
5. ENGRASE / LUBRICACIÓN	
250H	TIRANTE DE INCLINACIÓN DE LA EXCAVADORA
1. LECTURAS	
500H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE RESORTE DE RETROCESO
2. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
500H	SUSTITUYA FILTRO HIDRÁULICO
500H	SUSTITUYA FILTRO DE AIRE
500H	SUSTITUYA FILTRO DE COMBUSTIBLE
500H	SUSTITUYA FILTRO DEL <i>WINCH</i>
3. OPERACIONES	
500H	LIMPIE RESPIRADERO DEL CÁRTER DEL MOTOR
500H	LIMPIE LA TAPA Y LA REJILLA DE LLENADO
500H	LIMPIE COLADOR MAGNÉTICO
1. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
1000H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE DE TRANSMISIÓN
1000H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE DEL <i>WINCH</i>
1000H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE DE MANDOS FINALES
2. OPERACIONES	
1000H	LIMPIE RESPIRADERO DE LA TRANSMISIÓN
1000H	LIMPIE RESPIRADERO DEL <i>WINCH</i>

Continuación de la tabla V.

1. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
2000H	DRENE Y CAMBIE EL REFRIGERANTE
2000H	DRENE Y CAMBIE EL FLUIDO HIDRÁULICO
2. OPERACIONES	
2000H	AJUSTE HOLGURA DE VÁLVULAS DEL MOTOR
2000H	REVISE ROTADORES DE LAS VÁLVULAS DEL MOTOR
2000H	LIMPIE SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Fuente: elaboración propia.

- Montacargas

Para este caso la empresa cuenta con equipos de distintas marcas y modelos, debido a la capacidad de carga, la necesidad de transporte y movilización de materiales dentro de la planta, por tal motivo y en busca de optimizar el proceso de planificación, se generó el siguiente protocolo de mantenimiento estándar el cual incluye las inspecciones necesarias, válidas que se ajustan a la realidad de los equipos.

Tabla VI. **Protocolo de mantenimiento preventivo para montacargas**

1. ESTRUCTURA	
50H	REVISE TODOS LOS PERFILES DE LOS NEUMÁTICOS PARA COMPROBAR QUE NO EXISTEN CORTES, GRIETAS, PICADURAS O DESGASTE
50H	REVISE QUE LAS RUEDAS NO PRESENTAN DAÑOS, DOBLECES O SOLDADURAS AGRIETADAS
2. LECTURAS	
50H	VERIFIQUE NIVEL DE AGUA DE LA BATERÍA
3. OPERACIONES	
50H	VERIFIQUE TENSIÓN Y DEFLEXIÓN DE CORREAS DEL MOTOR Y RADIADOR
50H	REAPRIETE PERNOS Y TUERCAS
50H	LIMPIE FILTRO DE AIRE
50H	LIMPIE PERNOS Y TUERCAS

Continuación de la tabla VI.

4. ENGRASE / LUBRICACIÓN	
50H	SOPORTES DEL MÁSTIL
1. LECTURAS	
250H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DEL DIFERENCIAL
250H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE CUBOS DE TRACCIÓN
250H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN
2. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
250H	SUSTITUYA FILTRO DEL MOTOR
250H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DEL MOTOR
3. ENGRASE / LUBRICACIÓN	
250H	SUPERFICIE DE DESLIZAMIENTO DEL MÁSTIL
250H	RODILLO LATERAL DEL SOPORTE ELEVADOR
250H	CADENAS DE ELEVADOR
250H	PASADORES DEL CILINDRO DE INCLINACIÓN
250H	PASADORES DE <i>SOCKET</i> DE INCLINACIÓN
250H	PEDAL DE FRENO
250H	JUNTAS UNIVERSALES
250H	EXTREMOS DE LA BARRA DE ACOPLAMIENTO
250H	PASADOR CENTRAL DEL EJE TRASERO
1. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
1000H	SUSTITUYA FILTRO DE LA TRANSMISIÓN
1000H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE DE TRANSMISIÓN
1000H	SUSTITUYA FILTRO HIDRÁULICO
1000H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE DEL DIFERENCIAL
1000H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE DE LOS CUBOS DE TRACCIÓN
1000H	SUSTITUYA FILTRO DE AIRE
1000H	SUSTITUYA FILTRO DE COMBUSTIBLE
2. OPERACIONES	
1000H	LIMPIE COLADOR DE TRANSMISIÓN
1000H	LIMPIE COLADOR DE HIDRÁULICO
1. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
2000H	DRENE Y CAMBIE EL REFRIGERANTE
2000H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE HIDRÁULICO
2000H	DRENE Y CAMBIE LÍQUIDO DE FRENOS

Fuente: elaboración propia.

- Motoniveladoras

En este caso se diseñó un protocolo de mantenimiento estándar que se ajuste a las necesidades y requerimientos de la carga de trabajo que se le asigna a cada uno de los equipos, por tal motivo los intervalos propuestos quedan de la siguiente forma:

Tabla VII. **Protocolo de mantenimiento preventivo para motoniveladoras**

1. ESTRUCTURA	
50H	REVISE TODOS LOS PERFILES DE LOS NEUMÁTICOS PARA COMPROBAR QUE NO EXISTEN CORTES, GRIETAS, PICADURAS O DESGASTE
50H	REVISE QUE LAS RUEDAS NO PRESENTAN DAÑOS, DOBLECES O SOLDADURAS AGRIETADAS
2. OPERACIONES	
50H	VERIFIQUE PRESIÓN DE LAS LLANTAS
50H	VERIFIQUE TORQUE DE LAS TUERCAS DE LAS LLANTAS
50H	LIMPIE BARRA DE TRABA DEL DESPLAZADOR DEL CÍRCULO
3. ENGRASE / LUBRICACIÓN	
50H	DIENTES DEL PIÑÓN DEL MANDO DEL CÍRCULO
50H	PARTE SUPERIOR DEL CÍRCULO
50H	EXTREMIDADES DE LOS CILINDROS DE LA ARTICULACIÓN
50H	COJINETES DE LA ARTICULACIÓN
50H	COJINETES DE OSCILACIÓN DEL EJE
50H	BARRA DE TRABA DEL DESPLAZADOR DEL CÍRCULO
50H	RÓTULAS DEL CILINDRO DE DESPLAZAMIENTO LATERAL DE LA CUCHILLA
50H	RÓTULA DE LA BARRA DE TIRO
50H	COJINETES DEL PIVOTE DE DIRECCIÓN
50H	COJINETES DEL CILINDRO DEL DESGARRADOR
50H	RÓTULA DEL ESLABÓN DE LEVANTAMIENTO DEL ESCARIFICADOR
50H	COJINETES DE LA BARRA DE INCLINACIÓN DE LAS RUEDAS
50H	COJINETES DE INCLINACIÓN DE LAS RUEDAS
50H	COJINETES DEL CILINDRO DE INCLINACIÓN DE LAS RUEDAS
1. OPERACIONES	
250H	VERIFIQUE TENSIÓN Y DEFLEXIÓN DE CORREAS DEL MOTOR Y RADIADOR
250H	LIMPIE REJILLA DE ADMISIÓN DE COMBUSTIBLE
250H	LIMPIE RADIADOR

Continuación de la tabla VII.

2. LECTURAS	
250H	VERIFIQUE NIVEL DE AGUA DE LA BATERÍA
250H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DEL MANDO DEL TÁNDEM
250H	VERIFIQUE NIVEL DEL MANDO DE CÍRCULO
250H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN
250H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE DIFERENCIAL
250H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DEL COJINETE DE LA RUEDA DELANTERA
3. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
250H	AÑADIR ADITIVO REFRIGERANTE ACONDICIONADOR
250H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE DEL MOTOR
250H	SUSTITUYA FILTRO DEL MOTOR
250H	SUSTITUYA FILTRO DE COMBUSTIBLE
4. ENGRASE / LUBRICACIÓN	
250H	RÓTULA DEL CILINDRO DE LEVANTAMIENTO DE LA HOJA
250H	CILINDRO DE ARTICULACIÓN DE LA HOJA
250H	RÓTULA DEL CILINDRO DE DESPLAZADOR DEL CÍRCULO
250H	EJE DE MANDO DE LA BOMBA
250H	PERNO DE ARTICULACIÓN DEL EJE DELANTERO
250H	BARRA DE DIRECCIÓN
250H	PASADOR DEL VÁSTAGO DEL EJE DELANTERO
250H	CILINDRO DE INCLINACIÓN DE LAS RUEDAS DELANTERAS
250H	PASADOR DE OSCILACIÓN DEL EJE DELANTERO
250H	HORQUILLA PASADOR PIVOTE
1. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
500H	SUSTITUYA FILTRO HIDRÁULICO
500H	SUSTITUYA FILTRO DE AIRE
500H	SUSTITUYA FILTRO DE LA TRANSMISIÓN
2. OPERACIONES	
500H	LIMPIE RESPIRADERO DEL CÁRTER
500H	LIMPIE TAPA Y COLADOR DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE
3. ENGRASE / LUBRICACIÓN	
500H	RODAMIENTOS DE LAS RUEDAS DEL EJE DEL TÁNDEM
1. OPERACIONES	
1000H	VERIFICAR HOLGURA DE LAS VÁLVULAS DEL MOTOR
1000H	INSPECCIONAR ROTADOR DE LAS VÁLVULAS DEL MOTOR
1000H	COMPROBAR SINCRONIZACIÓN DE LOS INYECTORES DE COMBUSTIBLE
2. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
1000H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE DEL DIFERENCIAL
1000H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE DE LA TRANSMISIÓN
1. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
2000H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE DEL MANDO DEL CÍRCULO
2000H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE DEL MANDO DEL TÁNDEM
2. OPERACIONES	
2000H	LIMPIE NÚCLEO DEL RADIADOR
1. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
3000H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DE COJINETES DE RUEDA DELANTERA
3000H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE DEL SISTEMA HIDRÁULICO
3000H	DRENE Y CAMBIE EL REFRIGERANTE

Fuente: elaboración propia.

- Retroexcavadoras

La propuesta de protocolo de mantenimiento describe las inspecciones que son necesarias realizar en los intervalos planteados para garantizar el correcto funcionamiento del equipo y aumentar la confiabilidad del equipo, debido a que los activos de esta categoría son de la misma marca y modelo, por tal motivo se forma un estándar que se describe a continuación:

Tabla VIII. **Protocolo de mantenimiento preventivo para retroexcavadoras**

1. ESTRUCTURA	
50H	REVISE TODOS LOS PERFILES DE LOS NEUMÁTICOS PARA COMPROBAR QUE NO EXISTEN CORTES, GRIETAS, PICADURAS O DESGASTE
50H	REVISE QUE LAS RUEDAS NO PRESENTAN DAÑOS, DOBLECES O SOLDADURAS AGRIETADAS.
50H	REVISE SOPORTE DE LOS ESTABILIZADORES (DESPLAZAMIENTO LATERAL).
50H	REVISE CABLEADO PARA DETECTAR ROCES / ENRUTAMIENTO.
2. LECTURAS	
50H	VERIFIQUE NIVEL DE AGUA DE LA BATERÍA.
50H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN.
50H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE CUBOS DE TRACCIÓN.
50H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DEL DIFERENCIAL .
3. OPERACIONES	
50H	DRENE LA HUMEDAD Y SEDIMENTOS DE FILTRO DE AIRE.
50H	DRENE LA HUMEDAD Y SEDIMENTOS DE FILTRO DE COMBUSTIBLE.
50H	VERIFIQUE PRESIÓN DE LAS LLANTAS.
50H	VERIFIQUE PAR DE APRIETE DE LAS TUERCAS DE LAS LLANTAS.
50H	LIMPIE FILTRO DE AIRE DE LA CABINA.
50H	LIMPIE FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO.
50H	LIMPIE RESPIRADERO EJE DELANTERO 4RM.
4. ENGRASE / LUBRICACIÓN	
50H	PALA DE CUCHARA.
50H	DISPOSITIVO DE ENGANCHE RÁPIDO DE LA EXCAVADORA Y EL BRAZO DE LA CARGADORA.
50H	PIVOTE PRINCIPAL DEL EJE DELANTERO.
50H	TODOS LOS PASADORES Y BUJES.
50H	MANGUETAS RUEDAS DELANTERAS 2RM.
50H	CRUCETAS ÁRBOLES DE TRANSMISIÓN.
50H	RODAMIENTOS OSCILANTES RUEDAS EJE DELANTERO.
50H	APOYOS EJE DELANTERO 4RM.
50H	MANGUETAS EJE DELANTERO 4RM SUSPENSIÓN ASIENTO.
50H	GUÍAS ASIENTO.
50H	EQUIPO FRONTAL.
50H	EQUIPO RETRO - DESPLAZAMIENTO.
50H	EQUIPO RETRO - CENTRAL.
50H	BRAZO TELESCÓPICO.

Continuación de la tabla VIII.

1. OPERACIONES	
250H	VERIFIQUE TENSIÓN Y DEFLEXIÓN DE CORREAS DEL MOTOR Y RADIADOR.
250H	VERIFIQUE PERNOS DE MONTAJE DEL MOTOR.
250H	VERIFIQUE MANGUERAS.
250H	VERIFIQUE CILINDROS DEL SISTEMA HIDRÁULICO.
250H	LIMPIE ENFRIADOR DE ACEITE HIDRÁULICO.
250H	LIMPIE RADIADOR .
250H	VERIFIQUE TERMINALES DE LA BATERÍA.
250H	LIMPIE RESPIRADERO DEPOSITO HIDRÁULICO.
2. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
250H	SUSTITUYA FILTRO DEL MOTOR.
250H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DEL MOTOR.
1. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
500H	SUSTITUYA FILTRO DE AIRE.
500H	SUSTITUYA FILTRO DE COMBUSTIBLE.
500H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE DE LA TRANSMISIÓN.
500H	SUSTITUYA FILTRO DE TRANSMISIÓN.
2. OPERACIONES	
500H	VERIFICAR HOLGURA DE LAS VÁLVULAS DEL MOTOR.
500H	INSPECCIONAR ROTADOR DE LAS VÁLVULAS DEL MOTOR.
3. ENGRASE / LUBRICACIÓN	
500H	PUERTAS Y BISAGRAS.
500H	TODOS LOS CABLES.
500H	EJES DE TRANSMISIÓN.
500H	PIVOTES Y VARILLAS DEL EJE DE LA DIRECCIÓN.
500H	RODAMIENTO DE RUEDAS DELANTERAS.
1. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
1000H	SUSTITUYA FILTRO HIDRÁULICO.
1000H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE DEL DIFERENCIAL.
1000H	DRENE Y CAMBIE EL ACEITE DE CUBOS DE TRACCIÓN.
1. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
2000H	DRENE Y CAMBIE EL LÍQUIDO HIDRÁULICO.
2000H	DRENE Y CAMBIE EL LÍQUIDO REFRIGERANTE DEL MOTOR .

Fuente: elaboración propia.

- Cargador frontal

La propuesta de protocolo de mantenimiento describe las inspecciones que son necesarias realizar y en el intervalo específico, con la ventaja que al contar únicamente con un equipo de este tipo se tomará como estándar y aplicable para futuras adquisiciones, los intervalos son los siguientes:

Tabla IX. **Protocolo de mantenimiento preventivo para cargador frontal**

1. LECTURAS	
50H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN.
50H	VERIFIQUE NIVEL DE AGUA DE LA BATERÍA.
2. OPERACIONES	
50H	VERIFIQUE TENSIÓN Y DEFLEXIÓN DE CORREAS DEL MOTOR Y RADIADOR.
3. ENGRASE / LUBRICACIÓN	
50H	PASADORES DE PIVOTE DEL EQUIPO.
50H	COJINETE DE SOPORTE DEL EJE DE TRANSMISIÓN DELANTERO.
50H	PASADORES (EXTREMOS DE VARILLA) DEL CILINDRO DE LA DIRECCIÓN.
50H	PASADORES DEL CILINDRO DEL CUCHARÓN.
50H	PASADORES DE PIVOTE DEL AGUILÓN.
1. OPERACIONES	
250H	VERIFIQUE PRESIÓN DE LAS LLANTAS.
250H	VERIFIQUE TORQUE DE LAS TUERCAS DE LAS LLANTAS.
250H	LIMPIE REJILLAS DE ADMISIÓN Y FILTRO DE AIRE DE LA CABINA.
1. LECTURAS	
500H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE LOS DIFERENCIALES.
2. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
500H	SUSTITUYA FILTRO DE MOTOR.
500H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DEL MOTOR.
500H	SUSTITUYA FILTRO DE COMBUSTIBLE.
1. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
1000H	SUSTITUYA FILTRO HIDRÁULICO.
1000H	SUSTITUYA FILTRO DE AIRE DE LA CABINA.
1000H	SUSTITUYA CORREA DE LA TRANSMISIÓN.
1000H	SUSTITUYA FILTRO DE LA TRANSMISIÓN.
1000H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN.
1000H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DE CUBOS DE TRACCIÓN.
1000H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DE DIFERENCIAL DELANTERO.
1000H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DE DIFERENCIAL TRASERO.

Continuación de la tabla IX.

2. OPERACIONES	
1000H	VERIFIQUE CALIBRACIÓN DE LOS INYECTORES.
1000H	VERIFIQUE EL AJUSTE DE LAS VÁLVULAS.
1000H	CALIBRE EMBRAGUE DE LA TRANSMISIÓN.
1. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
2000H	SUSTITUYA EL DEPURADOR DE AIRE DEL MOTOR (FILTRO DE AIRE DEL MOTOR).
2000H	DRENE Y CAMBIE EL REFRIGERANTE DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.
2000H	DRENE Y CAMBIE EL FLUIDO HIDRÁULICO.

Fuente: elaboración propia.

- Compactadores

Para este caso la empresa cuenta con equipos de distintas marcas y modelos, debido a que las adquisiciones se realizaron a medida que se iban requiriendo y en la mayoría de los casos los equipos se lograron en los proyectos, por tal motivo y en busca de optimizar el proceso de planificación, se generó el siguiente protocolo de mantenimiento estándar el cual incluye las inspecciones necesarias, válidas que se ajustan a la realidad de los equipos.

Tabla X. **Protocolo de mantenimiento preventivo para compactadoras**

1. ESTRUCTURA	
50H	REVISE TODOS LOS PERFILES DE LOS NEUMÁTICOS PARA COMPROBAR QUE NO EXISTEN CORTES, GRIETAS, PICADURAS O DESGASTE.
50H	REVISE QUE LAS RUEDAS NO PRESENTAN DAÑOS, DOBLECES O SOLDADURAS AGRIETADAS.
2. LECTURAS	
50H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DEL TAMBOR.
50H	VERIFIQUE NIVEL DE AGUA DE LA BATERÍA .

Continuación de la tabla X.

3. OPERACIONES	
50H	VERIFIQUE TENSIÓN Y DEFLEXIÓN DE CORREAS DEL MOTOR Y RADIADOR.
50H	LIMPIE LAS ALETAS DE REFRIGERACIÓN DEL MOTOR.
50H	LIMPIE EXTERIOR DEL ENFRIADOR DE ACEITE HIDRÁULICO.
50H	LIMPIE FILTRO DE AIRE .
50H	VERIFIQUE MANGUERAS Y CONEXIONES EN BUSCA DE FUGAS.
50H	VERIFIQUE QUE EL RESPIRADERO DEL TANQUE HIDRÁULICO NO ESTA OBSTRUIDO.
50H	COMPRUEBE QUE LOS AMORTIGUADORES NO ESTÁN DAÑADOS Y LOS TORNILLOS DE MONTAJE TIENEN EL AJUSTE ADECUADO.
50H	VERIFIQUE PRESIÓN DE LAS LLANTAS.
50H	VERIFIQUE PAR DE APRIETE DE LAS TUERCAS DE LAS LLANTAS.
4. ENGRASE / LUBRICACIÓN	
50H	ARTICULACIÓN.
50H	MONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN.
1. LECTURAS	
250H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE EN LA CAJA DE CAMBIOS DE EJE TRASERO.
250H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE LA BOMBA DE INYECCIÓN.
250H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE EN EL CILINDRO DE FRENOS.
250H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE EN ENGRANAJES PLANETARIOS DEL EJE TRASERO.
250H	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE EN EL DIFERENCIAL DE EJE TRASERO .
2. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
250H	SUSTITUYA FILTRO DE COMBUSTIBLE.
250H	SUSTITUYA FILTRO DE ACEITE DEL MOTOR.
250H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DEL MOTOR.
3. OPERACIONES	
250H	VERIFIQUE HOLGURAS DE VÁLVULAS DE MOTOR.
250H	VERIFIQUE Y AJUSTE ZAPATAS DE FRENOS.
250H	DRENE LA HÚMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE AIRE.
4. ENGRASE / LUBRICACIÓN	
250H	CABLE DE TACÓMETRO.
1. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
1000H	SUSTITUYA FILTRO HIDRÁULICO.
1000H	SUSTITUYA FILTRO DE AIRE.
1000H	SUSTITUYA FILTRO DE TRANSMISIÓN.
1000H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DE EJE DIFERENCIAL TRASERO.

Continuación de la tabla X.

1000H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN.
1000H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DE TAMBOR.
2. OPERACIONES	
1000H	LIMPIE COLADOR DE BOMBA DE ALIMENTACIÓN .
1. SUSTITUCIONES SISTEMÁTICAS	
2000H	DRENE Y CAMBIE ACEITE DE ENGRANAJES PLANETARIOS DE EJE TRASERO.
2000H	DRENE Y CAMBIE EL FLUIDO HIDRÁULICO.
2000H	DRENE Y CAMBIE EL REFRIGERANTE.

Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Según kilometraje recorrido

Este parámetro se aplica tanto a los vehículos livianos (pick up) como pesados (cabezales) y las excepciones de los equipos pertenecientes a la maquinaria de campo que se ajustan a estos parámetros, específicamente los camiones de algunas grúas.

Por defecto todos los vehículos traen incorporado un odómetro, el cual es el instrumento encargado de llevar un registro de la distancia recorrida ya sea en kilómetros o millas, otra de las causas por la cuales se decidió llevar un control por medio del kilometraje es porque los fabricantes recomiendan realizarlo de esta manera y especialmente porque estos equipos ven disminuidas las capacidades o vida útil de sus componentes debido a la fatiga que produce los recorridos de distancias diariamente para cumplir las tareas que les son asignadas y las condiciones de los terrenos.

A continuación, se presenta los protocolos de mantenimiento por kilometraje recorrido:

- *Pick ups*

En cuanto a los vehículos con los que cuenta la empresa se diferencian por el tipo de tracción, algunos son de tracción a dos ruedas y otros en las cuatro ruedas, pero en cuanto a los protocolos se formuló un estándar en donde los puntos que se suprimen para el caso de tracción de dos ruedas son los relacionados al diferencial delantero, quedando de la siguiente manera:

Tabla XI. **Protocolo de mantenimiento preventivo para *pick up***

3000KM	1. PRUEBA DE RODAJE
3000KM	COMPRUEBE EL FUNCIONAMIENTO DEL EMBRAGUE.
3000KM	COMPRUEBE EL FUNCIONAMIENTO DEL CONTROL DE LA DIRECCIÓN.
3000KM	COMPRUEBE EL FUNCIONAMIENTO DEL RETORNO DE LA DIRECCIÓN.
3000KM	COMPRUEBE RENDIMIENTO DEL MOTOR.
3000KM	COMPRUEBE RUIDOS DE CARROCERÍA O CHASIS .
3000KM	COMPRUEBE FUNCIONAMIENTO DE LOS FRENOS INCLUYENDO EL DE MANO.
3000KM	COMPRUEBE FUNCIONAMIENTO DE LA CALEFACCIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.
3000KM	2. CARROCERÍA
3000KM	VERIFIQUE DIFERENCIALES EN BUSCA DE DAÑOS.
3000KM	VERIFIQUE EJES DE LA TRANSMISIÓN EN BUSCA DE DAÑOS.
3000KM	VERIFIQUE TORNILLOS DE MONTAJE DE LA CARROCERÍA EN BUSCA DE DAÑOS.
3000KM	VERIFIQUE PERNOS DE MONTAJE DEL MOTOR EN BUSCA DE DAÑOS.
3000KM	VERIFIQUE PERNOS DE MONTAJE DE LA SUSPENSIÓN EN BUSCA DE DAÑOS.
3000KM	3. INTERIORES Y MECANISMOS
3000KM	VERIFIQUE ASIENTOS Y FUNCIONAMIENTO DE LOS CINTURONES DE SEGURIDAD.
3000KM	COMPRUEBE EXISTENCIA DE GATO, LLAVE DE RUEDAS, PALANCA DE GATO.
3000KM	COMPRUEBE SI TODOS LOS ACCESORIOS, MOLDURAS Y TAPIZADOS ESTÁN AJUSTADOS Y ALINEADOS.
3000KM	COMPRUEBE SI TODAS LAS VENTANILLAS FUNCIONAN Y ESTÁN BIEN ALINEADAS.
3000KM	COMPRUEBE SI EL CAPÓ Y PANELES DE LAS PUERTAS ESTÁN AJUSTADOS Y ALINEADOS .
3000KM	4. MOTOR Y SISTEMA DE REFRIGERACIÓN
3000KM	COMPRUEBE NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR.
3000KM	VERIFIQUE SI EXISTEN FUGAS.
3000KM	SUSTITUYA FILTRO DE ACEITE DEL MOTOR.
3000KM	DRENE Y CAMBIE ACEITE DEL MOTOR.
3000KM	COMPRUEBE SI TIENE GRIETAS O ESTÁ DESGASTADA LA CORREA DE TRANSMISIÓN Y SUS ACCESORIOS.
3000KM	COMPRUEBE LA CONEXIÓN DE LOS TUBOS DE VACÍO.
3000KM	COMPRUEBE NIVEL DE REFRIGERANTE DEL MOTOR.
3000KM	VERIFIQUE SI EXISTEN FUGAS EN LAS CONEXIONES DE LOS TUBOS.

Continuación de la tabla XI.

3000KM	5. AIRE, COMBUSTIBLE Y ESCAPE
3000KM	SUSTITUYA FILTRO DE COMBUSTIBLE.
3000KM	VERIFIQUE SI EXISTEN FUGAS.
3000KM	COMPRUEBE Y DRENE EL AGUA DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE .
3000KM	6. EMBRAGUE, TRANSMISIÓN Y CAJA DE CAMBIOS
3000KM	VERIFIQUE NIVEL DE LÍQUIDO DE EMBRAGUE.
3000KM	VERIFIQUE EL FUNCIONAMIENTO DEL PEDAL DEL EMBRAGUE.
3000KM	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN.
3000KM	COMPRUEBE NIVEL DE ACEITE DE LA CAJA DE TRANSFERENCIA (ÚNICAMENTE MODELOS 4WD).
3000KM	7. DIRECCIÓN
3000KM	DRENE Y CAMBIE ACEITE DEL DEPÓSITO DE LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA.
3000KM	VERIFIQUE QUE NO EXISTAN FUGAS EN LAS CONEXIONES DE LAS MANGUERAS.
3000KM	8. EJE DELANTERO (MODELOS 4WD)
3000KM	COMPRUEBE NIVEL DEL DIFERENCIAL DELANTERO .
3000KM	9. EJE TRASERO
3000KM	COMPRUEBE NIVEL DEL DIFERENCIAL TRASERO.
3000KM	10. FRENO
3000KM	COMPRUEBE NIVEL DE LÍQUIDO DE FRENOS
3000KM	VERIFIQUE EL FUNCIONAMIENTO DEL PEDAL DE FRENO.
3000KM	VERIFIQUE Y AJUSTE LOS FRENOS DE MANO.
3000KM	11. RUEDAS Y NEUMÁTICOS
3000KM	VERIFIQUE PRESIÓN DE INFLADO DE LOS NEUMÁTICOS (INCLUIDA LA RUEDA DE RESPUESTO).
3000KM	VERIFIQUE SI LOS NEUMÁTICOS TIENEN ALGÚN DAÑO / CORTE EXTERNOS.
3000KM	VERIFIQUE ALINEACIÓN DE LAS RUEDAS .
3000KM	12. EJE DE TRANSMISIÓN
3000KM	ENGRASE EL EJE DE TRANSMISIÓN Y HORQUILLA DESLIZANTE.
9000KM	1. DIRECCIÓN
9000KM	APRIETE TORNILLOS DE EJES INTERMEDIOS.
9000KM	COMPRUEBE LA JUNTA DE LA RÓTULA DE DIRECCIÓN Y LOS GUARDAPOLVOS.
9000KM	2. FRENOS
9000KM	COMPRUEBE LAS PASTILLAS DE FRENO, DISCOS Y OTROS COMPONENTES DEL FRENO, PARA DETECTAR DETERIORO Y DESGASTE.
9000KM	VERIFIQUE EL REVESTIMIENTO DEL FRENO POSTERIOR, LOS TAMBORES Y COMPONENTES DEL FRENO, DETECTE DETERIORO Y DESGASTE.
9000KM	3. RUEDAS Y NEUMÁTICOS
9000KM	VERIFIQUE GIRO DE LAS RUEDAS.
9000KM	REALICE ROTACIÓN DE NEUMÁTICOS.
9000KM	4. SUSPENSIÓN
9000KM	APRIETE LOS PERNOS DEL MONTAJE DE LAS PALANCAS DE SUSPENSIÓN Y LOS PERNOS DE MONTAJE DE LA JUNTA DE LA RÓTULA.
9000KM	COMPRUEBE EL ESTADO DE LOS BUJES DEL CONJUNTO DEL MUELLE AMORTIGUADOR .
9000KM	5. ELÉCTRICO
9000KM	VERIFIQUE EL FUNCIONAMIENTO DE TODOS LOS INSTRUMENTOS, INDICADORES, LUCES Y ACCESORIOS.
9000KM	COMPRUEBE EL NIVEL DE LÍQUIDO DE LA BATERÍA, GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ESTADO DE LAS TERMINALES.
9000KM	COMPRUEBE NIVEL DE LÍQUIDO EN EL DEPÓSITO DEL LIMPIA PARABRISAS .
9000KM	COMPRUEBE EL FUNCIONAMIENTO DE LA BOCINA, LAS ESCOBILLAS Y LAVADO DEL PARABRISAS.
9000KM	COMPRUEBE FUNCIONAMIENTO DE LOS FAROS DELANTEROS (LARGAS Y DE CRUCE) Y EL MECANISMO DE NIVELACIÓN.
9000KM	VERIFIQUE EL FUNCIONAMIENTO DE LAS LUCES DE ADVERTENCIA.
9000KM	VERIFIQUE Y ENGRASE LAS CONEXIONES DEL MOTOR DE LAS ESCOBILLAS .

Continuación de la tabla XI.

9000KM	6. AIRE
9000KM	SUSTITUYA FILTRO DE AIRE.
18000KM	1. AIRE, COMBUSTIBLE Y ESCAPE
18000KM	VERIFIQUE TUBOS Y MONTAJE DE TUBOS, COMPRUEBE DESGASTE Y GRIETAS.
18000KM	2. CALEFACCIÓN Y AIRE ACONDICIONADO
18000KM	SUSTITUYA ELEMENTO DE MALLA.
18000KM	3. EMBRAGUE, TRANSMISIÓN Y CAJA DE CAMBIOS
18000KM	DRENE Y CAMBIE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN.
18000KM	4. DIRECCION
18000KM	COMPRUEBE LAS CONEXIONES DEL VOLANTE.
18000KM	5. EJE DELANTERO (MODELOS 4WD)
18000KM	DRENE Y CAMBIE ACEITE DEL DIFERENCIAL DELANTERO.
18000KM	VERIFIQUE ENGRASE DEL TREN DELANTERO COMPLETO.
18000KM	COMPRUEBE QUE EJES DELANTEROS NO ESTEN DAÑADOS O DOBLADOS.
18000KM	6. EJE TRASERO
18000KM	VERIFIQUE ENGRASE DEL TREN TRASERO COMPLETO.
18000KM	COMPRUEBE QUE EJES DELANTEROS NO ESTEN DAÑADOS O DOBLADOS.
18000KM	DRENE Y CAMBIE ACEITE DEL DIFERENCIAL TRASERO.
18000KM	7. SUSPENSIÓN
18000KM	CONTROLE EL AMORTIGUADOR Y SUS BUJES, PARA IDENTIFICAR FUGAS Y DAÑOS.
18000KM	8. PEDALES Y CONTROLES
18000KM	COMPRUEBE QUE EL PEDAL DEL FRENO Y DEL EMBRAGUE FUNCIONAN LIBREMENTE.
18000KM	9. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN
18000KM	DRENE Y CAMBIE REFRIGERANTE DEL MOTOR.
36000KM	1. MOTOR Y SISTEMA DE REFRIGERACIÓN
36000KM	COMPRUEBE EL HUMO DEL DIESEL.
36000KM	3. CALEFACCIÓN Y AIRE ACONDICIONADO
36000KM	LIMPIE EL EVAPORADOR, EN CONDICIONES DE MUCHO POLVO EL INTERVALO SE REDUCE CADA 20000 KM.
36000KM	4. EMBRAGUE, TRANSMISIÓN Y CAJA DE CAMBIOS
36000KM	CAMBIE LIQUIDO DE EMBRAGUE.
36000KM	LIMPIE Y VUELVA A MONTAR EL RESPIRADERO (TRANSMISIÓN, CAJA DE TRANSFERENCIA).
36000KM	5. EJE DELANTERO (MODELOS 4WD)
36000KM	LIMPIE Y VUELVA A MONTAR RESPIRADERO DEL EJE DELANTERO.
36000KM	6. EJE TRASERO
36000KM	LIMPIE Y VUELVA A MONTAR RESPIRADERO DEL EJE TRASERO.
36000KM	7. FRENO
36000KM	DRENE Y CAMBIE LIQUIDO DE FRENOS.
36000KM	8. SUSPENSIÓN
36000KM	COMPRUEBE ESTADO DE LOS BUJES DE GOMA EN LAS CONEXIONES SUPERIOR E INFERIOR DE LA SUSPENSIÓN DELANTERA .
36000KM	VERIFIQUE ESTADO DE LOS BUJES, CONEXIONES DE GOMA EN LA BARRA ESTABILIZADORA .
36000KM	VERIFIQUE EL ESTADO DE LOS BUJES PIVOTANTES EN LA ESPOLETA SUPERIOR.
45000KM	1. EJE DELANTERO (MODELOS 4WD)
45000KM	DRENE Y CAMBIE LA GRASA DEL CUBOS.
45000KM	2. EJE TRASERO
45000KM	DRENE Y CAMBIE LA GRASA DE LOS CUBOS.

Fuente: elaboración propia.

- **Cabezales**

Para este caso la empresa cuenta con equipos de distintas marcas, que se diferencian principalmente por los años de servicio continuo que acumulan unos en comparación con los de reciente adquisición, otro factor a considerar es la potencia del motor para movilizar cargas, por esta razón y en busca de optimizar el proceso de planificación, se generó el siguiente protocolo de mantenimiento estándar el cual incluye las inspecciones necesarias, que se ajustan a las variantes que se tienen:

Tabla XII. **Protocolo de mantenimiento preventivo para cabezales**

5000KM	1. PRUEBA DE RODAJE
5000KM	COMPRUEBE EL FUNCIONAMIENTO DEL EMBRAGUE.
5000KM	COMPRUEBE EL FUNCIONAMIENTO DEL CONTROL DE LA DIRECCIÓN.
5000KM	COMPRUEBE EL FUNCIONAMIENTO DEL RETORNO DE LA DIRECCIÓN.
5000KM	COMPRUEBE RENDIMIENTO DEL MOTOR.
5000KM	COMPRUEBE RUIDOS DE CARROCERÍA O CHASIS .
5000KM	COMPRUEBE FUNCIONAMIENTO DE LOS FRENOS INCLUYENDO EL DE MANO.
5000KM	COMPRUEBE FUNCIONAMIENTO DE LA CALEFACCIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.
5000KM	2. CARROCERÍA
5000KM	VERIFIQUE DIFERENCIALES EN BUSCA DE DAÑOS.
5000KM	VERIFIQUE EJES DE LA TRANSMISIÓN EN BUSCA DE DAÑOS.
5000KM	VERIFIQUE TORNILLOS DE MONTAJE DE LA CARROCERÍA EN BUSCA DE DAÑOS.
5000KM	VERIFIQUE PERNOS DE MONTAJE DEL MOTOR EN BUSCA DE DAÑOS.
5000KM	VERIFIQUE PERNOS DE MONTAJE DE LA SUSPENSIÓN EN BUSCA DE DAÑOS.
5000KM	3. INTERIORES Y MECANISMOS
5000KM	VERIFIQUE ASIENTOS Y FUNCIONAMIENTO DE LOS CINTURONES DE SEGURIDAD.
5000KM	COMPRUEBE EXISTENCIA DE GATO, LLAVE DE RUEDAS, PALANCA DE GATO.
5000KM	COMPRUEBE SI TODOS LOS ACCESORIOS, MOLDURAS Y TAPIZADOS ESTÁN AJUSTADOS Y ALINEADOS.
5000KM	COMPRUEBE SI TODAS LAS VENTANILLAS FUNCIONAN Y ESTÁN BIEN ALINEADAS.
5000KM	COMPRUEBE SI EL CAPÓ Y PANELES DE LAS PUERTAS ESTÁN AJUSTADOS Y ALINEADOS .
5000KM	4. MOTOR Y SISTEMA DE REFRIGERACIÓN
5000KM	COMPRUEBE NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR.

Continuación de la tabla XII.

5000KM	VERIFIQUE SI EXISTEN FUGAS.
5000KM	SUSTITUYA FILTRO DE ACEITE DEL MOTOR.
5000KM	DRENE Y CAMBIE ACEITE DEL MOTOR.
5000KM	COMPRUEBE SI TIENE GRIETAS O ESTÁ DESGASTADA LA CORREA DE TRANSMISIÓN Y SUS ACCESORIOS.
5000KM	COMPRUEBE LA CONEXIÓN DE LOS TUBOS DE VACÍO.
5000KM	COMPRUEBE NIVEL DE REFRIGERANTE DEL MOTOR.
5000KM	VERIFIQUE SI EXISTEN FUGAS EN LAS CONEXIONES DE LOS TUBOS.
5000KM	5. AIRE, COMBUSTIBLE Y ESCAPE
5000KM	COMPRUEBE Y DRENE EL AGUA DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE.
5000KM	6. EMBRAGUE, TRANSMISIÓN Y CAJA DE CAMBIOS
5000KM	VERIFIQUE NIVEL DE LÍQUIDO DE EMBRAGUE.
5000KM	VERIFIQUE EL FUNCIONAMIENTO DEL PEDAL DEL EMBRAGUE.
5000KM	VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN.
5000KM	COMPRUEBE NIVEL DE ACEITE DE LA CAJA DE TRANSFERENCIA (ÚNICAMENTE MODELOS 4WD).
5000KM	7. DIRECCIÓN
5000KM	COMPRUEBE NIVEL DE LÍQUIDO DEL DEPÓSITO DE LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA.
5000KM	VERIFIQUE QUE NO EXISTAN FUGAS EN LAS CONEXIONES DE LAS MANGUERAS.
5000KM	8. EJE DELANTERO (MODELOS 4WD)
5000KM	COMPRUEBE NIVEL DEL DIFERENCIAL DELANTERO.
5000KM	9. EJE TRASERO
5000KM	COMPRUEBE NIVEL DEL DIFERENCIAL TRASERO.
5000KM	10. FRENO
5000KM	COMPRUEBE NIVEL DE LÍQUIDO DE FRENOS.
5000KM	VERIFIQUE EL FUNCIONAMIENTO DEL PEDAL DE FRENO.
5000KM	VERIFIQUE Y AJUSTE LOS FRENOS DE MANO.
5000KM	11. RUEDAS Y NEUMÁTICOS
5000KM	VERIFIQUE PRESIÓN DE INFLADO DE LOS NEUMÁTICOS (INCLUIDA LA RUEDA DE RESPUESTO).
5000KM	VERIFIQUE SI LOS NEUMÁTICOS TIENEN ALGÚN DAÑO / CORTE EXTERNOS.
5000KM	VERIFIQUE ALINEACIÓN DE LAS RUEDAS.
5000KM	12. EJE DE TRANSMISIÓN
5000KM	COMPRUEBE GRASA EN EL EJE DE TRANSMISIÓN Y HORQUILLA DESLIZANTE.
10000KM	1. DIRECCIÓN
10000KM	APRIETE TORNILLOS DE EJES INTERMEDIOS.
10000KM	COMPRUEBE LA JUNTA DE LA RÓTULA DE DIRECCIÓN Y LOS GUARDAPOLVOS.

Continuación de la tabla XII.

10000KM	2. FRENOS
10000KM	COMPRUEBE LAS PASTILLAS DE FRENO, DISCOS Y OTROS COMPONENTES DEL FRENO, PARA DETECTAR DETERIORO Y DESGASTE.
10000KM	VERIFIQUE EL REVESTIMIENTO DEL FRENO POSTERIOR, LOS TAMBORES Y COMPONENTES DEL FRENO, DETECTE DETERIORO Y DESGASTE.
10000KM	3. RUEDAS Y NEUMÁTICOS
10000KM	VERIFIQUE GIRO DE LAS RUEDAS.
10000KM	REALICE ROTACIÓN DE NEUMÁTICOS.
10000KM	4. SUSPENSIÓN
10000KM	APRIETE LOS PERNOS DEL MONTAJE DE LAS PALANCAS DE SUSPENSIÓN Y LOS PERNOS DE MONTAJE DE LA JUNTA DE LA RÓTULA .
10000KM	COMPRUEBE EL ESTADO DE LOS BUJES DEL CONJUNTO DEL MUELLE AMORTIGUADOR.
10000KM	5. ELÉCTRICO
10000KM	VERIFIQUE EL FUNCIONAMIENTO DE TODOS LOS INSTRUMENTOS, INDICADORES, LUCES Y ACCESORIOS.
10000KM	COMPRUEBE EL NIVEL DE LÍQUIDO DE LA BATERÍA, GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ESTADO DE LAS TERMINALES.
10000KM	COMPRUEBE NIVEL DE LÍQUIDO EN EL DEPÓSITO DEL LIMPIA PARABRISAS .
10000KM	COMPRUEBE EL FUNCIONAMIENTO DE LA BOCINA, LAS ESCOBILLAS Y LAVADO DEL PARABRISAS.
10000KM	COMPRUEBE FUNCIONAMIENTO DE LOS FAROS DELANTEROS (LARGAS Y DE CRUCE) Y EL MECANISMO DE NIVELACIÓN.
10000KM	VERIFIQUE EL FUNCIONAMIENTO DE LAS LUCES DE ADVERTENCIA.
10000KM	VERIFIQUE Y ENGRASE LAS CONEXIONES DEL MOTOR DE LAS ESCOBILLAS .
20000KM	1. AIRE, COMBUSTIBLE Y ESCAPE
20000KM	SUSTITUYA ELEMENTO DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE.
20000KM	VERIFICAR TUBOS DE GASOLINA .
20000KM	VERIFIQUE SI EXISTEN FUGAS.
20000KM	VERIFIQUE TUBOS Y MONTAJE DE TUBOS, COMPRUEBE DESGASTE Y GRIETAS.
20000KM	2. CALEFACCIÓN Y AIRE ACONDICIONADO
20000KM	SUSTITUYA ELEMENTO DE MALLA.
20000KM	3. EMBRAGUE, TRANSMISIÓN Y CAJA DE CAMBIOS
20000KM	CAMBIE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN.
20000KM	CAMBIE ACEITE DE LA CAJA DE TRANSFERENCIA (ÚNICAMENTE MODELOS 4WD).
20000KM	4. DIRECCIÓN
20000KM	COMPRUEBE LAS CONEXIONES DEL VOLANTE.
20000KM	5. EJE DELANTERO (MODELOS 4WD)
20000KM	CAMBIE ACEITE DEL DIFERENCIAL DELANTERO.
20000KM	COMPRUEBE QUE EJES DELANTEROS NO ESTEN DAÑADOS O DOBLADOS.
20000KM	6. EJE TRASERO
20000KM	CAMBIE ACEITE DEL DIFERENCIAL TRASERO.

Continuación de la tabla XII.

20000KM	7. SUSPENSIÓN
20000KM	CONTROLE EL AMORTIGUADOR Y SUS BUJES, PARA IDENTIFICAR FUGAS Y DAÑOS.
20000KM	8. PEDALES Y CONTROLES
20000KM	COMPRUEBE QUE EL PEDAL DEL FRENO Y DEL EMBRAGUE FUNCIONAN LIBREMENTE.
40000KM	1. MOTOR Y SISTEMA DE REFRIGERACIÓN
40000KM	COMPRUEBE EL HUMO DEL DIESEL.
40000KM	CAMBIE REFRIGERANTE DEL MOTOR.
40000KM	2. AIRE, COMBUSTIBLE Y ESCAPE
40000KM	SUSTITUYA FILTRO DE AIRE, EN CONDICIONES DE MUCHO POLVO EL INTERVALO SE REDUCE CADA 20000 KM.
40000KM	3. CALEFACCIÓN Y AIRE ACONDICIONADO
40000KM	LIMPIE EL EVAPORADOR, EN CONDICIONES DE MUCHO POLVO EL INTERVALO SE REDUCE CADA 20000 KM.
40000KM	4. EMBRAGUE, TRANSMISIÓN Y CAJA DE CAMBIOS
40000KM	CAMBIE LÍQUIDO DE EMBRAGUE.
40000KM	LIMPIE Y VUELVA A MONTAR EL RESPIRADERO (TRANSMISIÓN, CAJA DE TRANSFERENCIA).
40000KM	5. EJE DELANTERO (MODELOS 4WD)
40000KM	LIMPIE Y VUELVA A MONTAR RESPIRADERO DEL EJE DELANTERO.
40000KM	6. EJE TRASERO
40000KM	LIMPIE Y VUELVA A MONTAR RESPIRADERO DEL EJE TRASERO.
40000KM	7. FRENO
40000KM	CAMBIE EL LÍQUIDO DE FRENOS.
40000KM	8. SUSPENSIÓN
40000KM	COMPRUEBE ESTADO DE LOS BUJES DE GOMA EN LAS CONEXIONES SUPERIOR E INFERIOR DE LA SUSPENSIÓN DELANTERA .
40000KM	VERIFIQUE ESTADO DE LOS BUJES, CONEXIONES DE GOMA EN LA BARRA ESTABILIZADORA .
40000KM	VERIFIQUE EL ESTADO DE LOS BUJES PIVOTANTES EN LA ESPOLETA SUPERIOR.
50000KM	1. EJE DELANTERO (MODELOS 4WD)
50000KM	CAMBIE LA GRASA DEL CUBO DEL EJE AUTOBLOCANTE DE LA RUEDA DELANTERA.
50000KM	2. EJE TRASERO
50000KM	CAMBIE LA GRASA DEL COJINETE DE LA RUEDA DE RESPUESTO TRASERA Y COMPRUEBE SI GIRA CON SUAVIDAD.

Fuente: elaboración propia.

4.4. Fichas de control

En todo plan de mantenimiento que se diseña uno de los puntos más importantes que deben tomarse en cuenta es el control y registro de cada una de las actividades que son aplicadas a los equipos sin importar su naturaleza, ya sean acciones preventivas o correctivas, todo esto con la finalidad de ir creando un historial por activo conforme se va implementado el plan para posteriores evaluaciones y toma de decisiones.


Una de las principales ventajas de Aceros Prefabricados S.A., es que cuentan con un software propio listo para utilizarse, el cual entre sus funciones principales está proporcionar una herramienta de base de datos para el registro de información referente a cada uno de los activos y las operaciones de mantenimiento que se relacionan a cada uno de ellos, al mismo tiempo brinda un respaldo a través de la generación de una copia de seguridad en una nube de almacenamiento, evitando así la fuga y pérdida de información, aparte de facilitar la creación de reportes ya que cuenta con los recursos necesarios.

Para Aceros Prefabricados S. A., se ha decidido realizar el diseño de diferentes formatos, los que están destinados a la recolección de datos de forma manual para luego ingresar y retroalimentar los requerimientos para el buen uso de la herramienta de software y se complementa con la solicitud de datos adicionales que se consideran importantes controlar para el diseño del plan de mantenimiento.

4.4.1. Información técnica del equipo

Este formato sirve para agrupar toda la información esencial sobre cada uno de los equipos, con la cual se puede obtener datos de forma rápida y precisa.

Figura 4. Ficha técnica del equipo

 FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO			
INFORMACIÓN DE IDENTIFICACIÓN INTERNA			
ID	GR25	UBICACIÓN	16-0023
GRUPO	1700	NOMBRE DEL GRUPO	EQUIPOS DE CAMPO
SUB - GRUPO	1000	NOMBRE DEL SUB - GRUPO	GRÚAS
DATOS GENERALES			
MARCA	SANY		
MODELO	SRC840		
SERIE	Y50020C		
NO. CHASIS	NA		
NO. PLACA	NA		
COLOR	AMARILLO Y ROJO		
DESCRIPCIÓN	GRUA DE CAPACIDAD DE 40 TONELADAS		
DATOS DEL MOTOR			
MARCA	CUMMINS		
POTENCIA	QS270		
VELOCIDAD MÁXIMA	40KM/H		
FORMA DE CONTROL			
KILOMETRAJE		HORÓMETRO	X
FILTROS QUE UTILIZA			
MOTOR	X	CANTIDAD	1
COMBUSTIBLE	X	CANTIDAD	3
AIRE	X	CANTIDAD	2
HIDRÁULICO	X	CANTIDAD	2
TRANSMISIÓN	X	CANTIDAD	1

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XIII, se procede con la explicación de cada uno de los campos que se solicitan en la ficha.

- ID, es la referencia de acuerdo a la codificación interna planteada en la Tabla 2 Sección 4.1.

- Los campos grupo y subgrupo cada uno con su respectivo nombre; indican una clasificación pre establecida por la empresa, donde los únicos valores que se le puede asignar son los siguientes:

Tabla XIII. **Grupos y subgrupos**

GRUPO	NOMBRE	SUBGRUPO	NOMBRE
1701	EQUIPOS DE CAMPO	1000	GRÚA
		1004	CARGADOR FRONTAL
		1008	MONTACARGAS
		1021	COMPACTADOR
		1017	RETROEXCAVADORA
		1012	ELEVADOR DE PERSONAL
		1011	TRACTOR
		1010	MOTONIVELADORA
1702	VEHÍCULOS	1000	PICK UP
		1001	CABEZAL

Fuente: elaboración propia.

- Ubicación: es un código único de identificación para cada una de las obras en curso, ya que consta de dos dígitos primarios que hacen referencia al año en que se inició labores en el proyecto por parte de la empresa y los dos dígitos siguientes son el correlativo del número de obra en el año, la tabla XIV es representativa ya que la empresa cuenta con una gran cantidad de proyectos.

Tabla XIV. **Obras**

CÓDIGO	NOMBRE
17-38	Tanque elevado saquira
17-39	Mini bodegas zona 2 Mixco
17-40	Iglesia católica Cienaga Grande

Fuente: elaboración propia.

- Datos generales y datos del motor, se obtienen a través de la revisión física de las placas de identificación que proporciona el fabricante adhiriéndolas a un costado de la maquinaria o de revisión bibliográfica de los manuales, se llenan los campos que apliquen a cada uno de los diferentes activos.
- Forma de control, se obtiene de acuerdo a las recomendaciones del fabricante o de los técnicos de mantenimiento, con el objetivo de clasificar los activos en el plan de mantenimiento.
- Filtros que utiliza, a través de la revisión de los equipos será variable la cantidad y los tipos de filtros, es necesario para obtener un mejor cálculo de los costos.

En la figura 5, se presenta el formulario que será completado con la información recolectada a partir de la ficha, esta información será almacenada de forma digital y las fichas serán almacenadas en un archivo para respaldar lo realizado.

Figura 5. **Formulario ficha de activo**

The image shows a software window titled "Activos Fijos MTTD". Inside the window, there is a form with a section labeled "Datos Generales". This section contains several input fields arranged in a grid-like fashion. The fields are: "Número", "Grupo", "Modelo", "Estatus", "Subgrupo", "#Serie", "Fecha Estatus", "Tipo", "Color", "Ubicación", "Marca", "Chasis", "#Inventario", "Local/Importado", "Placa", "Descripción", "Localidad", "Código Barra", "Año", and "Unidad Mitto.". Each field has a small icon (likely a dropdown menu) to its right. The form is set against a light gray background with a standard Windows-style window border.

Fuente: Aceros Prefabricados S.A.


4.4.2. Inspecciones de mantenimiento diario

Como parte fundamental de la implementación del plan de mantenimiento preventivo se hace necesario incluir la revisión diaria de puntos críticos que permiten identificar riesgos potenciales o asegurar la continuidad y confiabilidad en la operación de cada uno de los equipos.

Para ello, es necesario delegar responsabilidades a los involucrados en el manejo y utilización de la maquinaria, a efecto de realizar revisiones periódicas y mantener los equipos en un estado óptimo funcionamiento, se diseñaron fichas de inspección diaria específicas para cada categoría, las cuales están destinadas a identificar posibles inconformidades que pueden alterar las características físicas o de operación, poner en riesgo integridad de cada uno de los operadores o del desarrollo de los proyectos, esta revisión estará bajo responsabilidad de los operadores puesto que son quienes están en contacto directo y conocen a profundidad los mecanismos de identificación de fallos en cada categoría.

Las fichas de pre uso propuestas contienen puntos de inspección generales que son aplicables a la totalidad de la maquinaria y puntos específicos para identificar condiciones del estado de mecanismos propios de cada equipo, a continuación, se presenta uno de los modelos de ficha de preuso tanto para maquinaria (grúas) y vehículos (*pick up*).

Figura 6. Ficha de preuso diario para grúa


		FICHA DE INSPECCIÓN PRE - USO DEL EQUIPO						
SEMANA DEL:		AL:		DEL MES DE:		AÑO:		
REALIZADO POR:								
CÓDIGO DEL EQUIPO:								
LECTURA DE HORÓMETRO	L	M	M	J	V	S	D	
POR TU PROPIA SEGURIDAD, REALIZA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y CONTROLES.								
CALIFICA SEGÚN: NA (NO APLICA), C (CUMPLE), NC (NECESITA CORRECCIÓN)								
ÍTEM	VERIFIQUE PREVIO A OPERACIÓN DEL EQUIPO	L	M	M	J	V	S	D
1. ALREDEDORES	a. REVISE LOS ALREDEDORES DEL EQUIPO EN BUSCA DE POSIBLES FUGAS DE LÍQUIDOS							
	a. REVISE LA ESTRUCTURA EXTERIOR DEL EQUIPO EN BUSCA DE DAÑOS O FISURAS							
2. ESTRUCTURA	b. REVISE EL PERFIL DE LOS NEUMÁTICOS COMPROBAR QUE NO EXISTEN CORTES, GRIETAS O PICADURAS							
	c. VERIFIQUE QUE LAS ETIQUETAS ESTÁN EN EL LUGAR INDICADO Y SON LEGIBLES							
	d. VERIFIQUE QUE NO EXISTA CORROSIÓN EN LOS CABLES DE BATERÍA							
	e. INSPECCIONE QUE NO EXISTAN CABLES SUELTOS, PINZADOS, CORRÓIDOS, DETERIORADOS O QUEMADOS							
	f. REVISE LOS CONJUNTOS DE POLEAS							
	g. VERIFIQUE LAS CONDICIONES DEL CABLE							
	h. VERIFIQUE CONDICIONES DE LAS ALMOHADILLAS DE DESGASTE							
	i. VERIFIQUE ESTADO DE ENGRANAJE Y RODAMIENTO DE TORNA MESA							
3. CABINA	a. VERIFIQUE EXISTENCIA DE UNA COPIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO							
	b. COMPRUEBE LA EXISTENCIA DE UNA HERRAMIENTA DE ESCAPE							
	c. VERIFIQUE LA EXISTENCIA DE UN EXTINTOR DE INCENDIOS							
	d. REVISE LAS CONDICIONES DEL ASIENTO DEL OPERADOR, DEBE TENER CORRECTO AJUSTE Y NO PRESENTAR DAÑOS							
	e. REVISE LOS VIDRIOS Y ESPEJOS, DEBEN ESTAR EN BUEN ESTADO							
4. FUNCIONES DEL EQUIPO	a. VERIFIQUE EXISTENCIA Y FUNCIONAMIENTO DEL HORÓMETRO							
	b. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA BOCINA							
	c. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS CONTROLES DE MANDO							
	d. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE TODOS LOS INDICADORES							
	e. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE TODAS LAS LUCES							
	f. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA ALARMA DE RETROCESO							

Continuación de la figura 6.

4. FUNCIONES DEL EQUIPO	g. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS FRENO										
	h. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS ESTABILIZADORES Y LIMPIE SU CIEDAD EXCESIVA										
	i. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DEL INDICADOR DE NIVEL										
	j. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DEL LIMITADOR DE CARGA										
	k. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE WINCH PRINCIPAL Y AUXILIAR										
	l. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DEL REDUCTOR DE GIRO										
5. LECTURAS	m. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE CILINDRO DE ELEVACIÓN DE LA PLUMA										
	a. REVISE NIVEL DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE										
	b. REVISE NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR										
	c. REVISE NIVEL DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN										
	d. REVISE NIVEL DE REFRIGERANTE DEL MOTOR										
	e. REVISE NIVEL DE ACEITE HIDRÁULICO										
	f. REVISE NIVEL DE LÍQUIDO DE FRENO										
	g. VERIFIQUE EXISTENCIA DE GRASA EN TODOS LOS PUNTOS										
	h. VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DEL WINCH PRINCIPAL										
i. VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DEL WINCH AUXILIAR											
6. OPERACIONES	a. DRENE LA HUMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE										
	b. DRENE LA HUMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE AIRE										
	c. PRESIÓN DE LOS NEUMÁTICOS										
	d. VERIFIQUE PAR DE APRIETE DE LAS TUERCAS DE LAS LLANTAS										
	e. REVISE TENSION Y DEFLEXIÓN DE CORREAS DEL MOTOR Y RADIADOR										
	f. VERIFIQUE ESTADO DE MANGUERAS Y TUBERÍA DEL SISTEMA HIDRÁULICO										
	g. VERIFIQUE CONDICIONES Y REALICE LIMPIEZA DEL RADIADOR										
	h. INSPECCIONE EL MOTOR, POSIBLES RUIDOS, VIBRACIONES O HUMO EN EL ESCAPE										
Si las condiciones no son apropiadas para poder desempeñar tu trabajo:											
1. No operes el equipo.											
2. Reporta a tu jefe inmediato											
3. Reporta al Inspector de seguridad industrial.											
SUPERVISOR DEL OPERADOR											
NOMBRE:						FIRMA					
HALLAZGOS Y SEGUIMIENTO											
FECHA	HALLAZGO	ACCIÓN CORRECTIVA / PREVENTIVA				RESPONSABLE	FECHA				

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Ficha de preuso diario para *pick up*

		FICHA DE INSPECCIÓN PRE - USO DEL EQUIPO						
SEMANA DEL:		AL:		DEL MES DE:		AÑO:		
REALIZADO POR:								
CÓDIGO DEL EQUIPO:								
	L	M	M	J	V	S	D	
LECTURA DE HORÓMETRO								
POR TU PROPIA SEGURIDAD, REALIZA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y CONTROLES.								
CALIFICA SEGÚN: NA (NO APLICA), C (CUMPLE), NC (NECESITA CORRECCIÓN)								
ÍTEM	VERIFIQUE PREVIO A OPERACIÓN DEL EQUIPO	L	M	M	J	V	S	D
1. ALREDEDORES	a. REVISE LOS ALREDEDORES DEL EQUIPO EN BUSCA DE POSIBLES FUGAS DE LÍQUIDOS							
	a. REVISE LA ESTRUCTURA EXTERIOR DEL EQUIPO EN BUSCA DE DAÑOS O FISURAS							
2. ESTRUCTURA	b. REVISE EL PERFILES DE LOS NEUMÁTICOS COMPROBAR QUE NO EXISTEN CORTES, GRIETAS O PICADURAS							
	c. VERIFIQUE QUE LAS ETIQUETAS ESTÁN EN EL LUGAR INDICADO Y SON LEGIBLES							
	d. VERIFIQUE QUE NO EXISTA CORROSIÓN EN LOS CABLES DE BATERÍA							
	e. INSPECCIONE QUE NO EXISTAN CABLES SUELTOS, PINZADOS, CORRÓIDOS, DETERIORADOS O QUEMADOS							
	f. VERIFIQUE QUE TODOS LOS DEPÓSITOS CUENTEN CON SU RESPECTIVA TAPADERA							
	g. REVISE CONDICIONES DE TODAS LAS MANGUERAS							
	h. VERIFIQUE EXISTENCIA DE CUÑA Y CONOS							
	3. CABINA	a. VERIFIQUE EXISTENCIA DE UNA COPIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						
b. COMPRUEBE LA EXISTENCIA DE UNA HERRAMIENTA DE ESCAPE								
c. VERIFIQUE LA EXISTENCIA DE UN EXTINTOR DE INCENDIOS								
d. REVISE LAS CONDICIONES DEL ASIENTO DEL OPERADOR, DEBE TENER CORRECTO AJUSTE Y NO PRESENTAR DAÑOS								
e. REVISE LOS VIDRIOS Y ESPEJOS, DEBEN ESTAR EN BUEN ESTADO								
4. FUNCIONES DEL EQUIPO	a. VERIFIQUE EXISTENCIA Y FUNCIONAMIENTO DEL HORÓMETRO							
	b. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA BOCINA							
	c. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DEL PANEL DE INSTRUMENTOS							
	d. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE TODOS LOS INDICADORES							
	e. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE TODAS LAS LUCES							
	f. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA ALARMA DE RETROCESO							
	g. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS FRENOS							

Continuación de la figura 7.

5. LECTURAS	a. REVISE NIVEL DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE								
	b. REVISE NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR								
	c. REVISE NIVEL DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN								
	d. REVISE NIVEL DE REFRIGERANTE DEL MOTOR								
	e. REVISE NIVEL DE ACEITE HIDRÁULICO								
	f. REVISE NIVEL DE LÍQUIDO DE FRENOS								
	g. VERIFIQUE EXISTENCIA DE GRASA EN TODOS LOS PUNTOS								
6. OPERACIONES	a. DRENE LA HÚMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE								
	b. DRENE LA HÚMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE AIRE								
	c. PRESIÓN DE LOS NEUMÁTICOS								
	d. VERIFIQUE PAR DE APRIETE DE LAS TUERCAS DE LAS LLANTAS								
	e. REVISE TENSIÓN Y DEFLEXIÓN DE CORREAS DEL MOTOR Y RADIADOR								
	f. VERIFIQUE ESTADO DE MANGUERAS Y TUBERÍA DEL SISTEMA HIDRÁULICO								
	g. VERIFIQUE CONDICIONES Y REALICE LIMPIEZA DEL RADIADOR								
	h. INSPECCIONE EL MOTOR, POSIBLES RUIDOS, VIBRACIONES O HUMO EN EL ESCAPE								
Si las condiciones no son apropiadas para poder desempeñar tu trabajo:									
1. No operes el equipo.									
2. Reporta a tu jefe inmediato									
3. Reporta al Inspector de seguridad industrial.									
SUPERVISOR DEL OPERADOR									
NOMBRE:						FIRMA			
HALLAZGOS Y SEGUIMIENTO									
FECHA	HALLAZGO	ACCIÓN CORRECTIVA / PREVENTIVA	RESPONSABLE	FECHA					


Fuente: elaboración propia.

El complemento de fichas de pre uso para cada categoría está disponible en el anexo A de este informe.

4.4.3. Control de servicios realizados

Se debe llevar un control de todos los servicios que se realizan, como se detalla a continuación:

Figura 8. Ficha de mantenimientos realizados

	
MECÁNICO ENCARGADO: _____	CÓDIGO DEL EQUIPO: _____
FECHA DE INICIO: _____	HORA DE INICIO: _____
FECHA DE FIN: _____	HORA DE FIN: _____
UBICACIÓN DEL EQUIPO: _____	
LECTURA ACTUAL:	KILOMETRAJE: _____ HORÓMETRO: _____
DESCRIPCIÓN DE LO REALIZADO:	

NOMBRE DEL OPERADOR Ó SUPERVISOR	FIRMA DE CONFORMIDAD:
_____	_____

Fuente: elaboración propia.

La figura 8, tiene su razón de ser para el control de los mantenimientos preventivos y su función es la de recolectar toda la información que se solicita en cada uno de los campos al concluirse la aplicación de un tipo de servicio.

Cada uno de los campos debe llenarse con la siguiente información:

- Código de equipo; se verifica en la etiqueta del activo y corresponde a la codificación interna.

- Fecha de inicio y fin: al igual que la hora de inicio y fin, sirven para conocer el tiempo real total invertido en la asistencia de un equipo, es una herramienta para formular parámetros estándar y completar la bitácora de actividades del empleado, como se observa en la figura 9.
- Ubicación del equipo: es el nombre del proyecto o bien el código que se le ha asignado.
- Lectura: kilometraje u horas son válidos dependiendo del equipo y sirve para programar el siguiente mantenimiento.

A continuación, se presenta el formulario a completar en el software de mantenimiento con los datos que debe brindar el personal técnico de taller en sus reportes.

Figura 9. **Bitácora de actividades por empleado**


The screenshot shows a software window titled "Bitácora de Actividades por Empleado". At the top, there are three input fields: "Número:" with a dropdown arrow, "Fecha:" with a date picker icon, and "Ficha:" with a dropdown arrow. Below these fields is a table with the following columns: "HH", "MM", "HH", "MM", "OT >>", and "Actividad >>". The table is currently empty and has a vertical scrollbar on the right side.

Fuente: Aceros Prefabricados S.A.

4.4.4. Reporte de actividades diarias

De la misma manera que los servicios, también se debe llevar un control de todas las actividades diarias realizadas.

Figura 10. Informe de actividades diarias

 APSA <small>Aceros Prefabricados S.A.</small>		FECHA: _____			
NOMBRE: _____					
INSTRUCCIONES: A CONTINUACIÓN, LLENE LOS SIGUIENTES RECUADROS CON LA INFORMACIÓN QUE SE LE SOLICITA SOBRE LAS ACTIVIDADES QUE DESARROLLÓ EN SU JORNADA LABORAL					
ORDINARIO	HORARIO		ID ACTIVO	LECTURA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES
	INICIO	FIN			
	09:00	09:15			REFACCIÓN

Continuación de la figura 10.

	HORARIO		ID ACTIVO	LECTURA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES
	INICIO	FIN			
O R D I N A R I O	12:00	13:00	ALMUERZO		
E X T R A O R D I N A R I O					

Fuente: elaboración propia.

Tal y como se ve en la Figura 10, este formato es creado exclusivamente para el control y registro de cada una de las actividades que realizan los colaboradores de taller, puesto que se requiere conocer el total de horas hombre que se invierte en la reparación de ciertos equipos y cuantificar esta

inversión, este formato al diseñarse de forma de un horario brinda la posibilidad de colocar los valores de inicio y de fin de las actividades realizadas en cada uno de los activos en los que se estuvo involucrado en la jornada de cada día laboral, con esta información se pretende crear una bitácora que registre las actividades del colaborador de taller y darles rotación en las distintas actividades que se tienen programadas.

4.4.5. Orden de trabajo

La orden de trabajo está ligada a un servicio previamente establecido, por ello en el diseño del plan de mantenimiento la creación de los protocolos es uno de los puntos primarios y de mayor importancia, ya que sin ellos la orden de trabajo no se puede habilitar ni generar.

En la herramienta de software con la que cuenta Aceros Prefabricados S.A., brinda las facilidades para crear servicios y por ello se hace necesario explicar los campos de los cuales se compone.

4.4.5.1. Creación de orden de trabajo

Existen también las ordenes de trabajo, donde se detalla el código, estatus, tipo de costo entre otros detalles.

Figura 11. Creación de un servicio, parte I

The screenshot shows a software window titled 'Tipos de Trabajo'. It has two tabs: 'Datos Generales' (selected) and 'Ciclo'. The 'Datos Generales' tab contains several input fields: 'Código' (with a dropdown arrow), 'Estatus' (with a dropdown arrow and value 'A'), 'Estándar', 'U.Med.' (with a dropdown arrow), and 'Tipo Costo' (with a dropdown arrow). Below these are 'Activo' (with value '00000000' and a dropdown arrow), 'C. Barras', 'Placa', 'Marca', 'Chasis', and 'Modelo'. A 'Generar copia' button with a printer icon is at the bottom right. The second tab, 'Puntos de Inspección', is currently empty and shows a table with columns: 'Código >>', 'Descripción', 'Lote', 'Cantidad', and 'U.Medida'.

Fuente: Aceros Prefabricados S.A.

A continuación se procede a explicar la figura 11.

- Código: generalmente se utiliza la nomenclatura: código del equipo seguido de intervalo del servicio, ejemplo: GR25500HR y en el caso de los correctivos seguido de las letras CRR, ejemplo: GR25CRR
- Estatus: indica que el servicio creado está de alta (estatus A) o está de baja (estatus B).
- Estándar: es un parámetro de tiempo preestablecido que nos indica un aproximado de la duración que deberá tener el técnico de taller en realizar el servicio, se pretende ajustar los valores con la información que se

obtenga de los informes a medida que se aplique mayor cantidad de servicios del mismo tipo.

- Unidad de medida: por defecto son minutos.
- Tipo de costo: marca la diferencia entre los servicios, seleccionando el número uno para mantenimientos preventivos y número dos para mantenimientos para correctivos.
- Activo: es la referencia de acuerdo a la nomenclatura interna mencionada en la Tabla 1. Nomenclatura interna de activos.
- Los campos siguientes se completan automáticamente al seleccionar el activo, ya que anterior a la creación de los servicios debe existir en el sistema el registro de cada uno de los equipos a incluirse en el plan de mantenimiento para que se disponga de la información.
- En el apartado de insumos se seleccionan todos los recursos necesarios acorde al servicio que se está creando, los cuales son brindados por bodega, a través de los controles de inventario.

Figura 12. Creación de un servicio, parte II



The screenshot shows a software window titled 'Tipos de Trabajo' with two tabs: 'Datos Generales' and 'Ciclo'. The 'Datos Generales' tab is active and contains several input fields: 'Tipo:' (with a dropdown arrow), 'Cantidad:', 'Fecha Ult. Servicio:', 'Lectura. Ult. Servicio (MMHrs):', and 'Ciclo:'. Below these fields is another tab labeled 'Insumos | Puntos de Inspección'. This tab contains a table with the following columns: 'Código >>', 'Descripción', 'Lote', 'Cantidad', and 'U.Medida'. The table is currently empty, showing only the header row.

Fuente: Aceros Prefabricados S.A.

A continuación se procede a explicar la figura 12.

- Tipo: únicamente puede adquirir dos valores: horas o kilómetros.
- Cantidad: indica el intervalo de repetición, ejemplo: 500
- Ciclo: es la unión de los dos valores anteriores, ejemplo: 500 horas
- Puntos de inspección: son todas las actividades enlistadas en los protocolos de mantenimiento previamente diseñados.

Una vez establecidos los servicios de los cuales se compone el plan de mantenimiento para cada uno de los activos, se dispone de la ventana para la creación de las órdenes de trabajo, esta ventana funciona como un formulario a través del cual se podrá almacenar información en una base de datos, generando el historial para cada equipo fortaleciendo así los controles del departamento de mantenimiento.

Figura 13. Creación de una orden de trabajo

The screenshot shows a software window titled 'Creación de una orden de trabajo'. It features a 'Datos Generales' section with input fields for 'Tipo', 'Número', 'Empresa', 'Fecha', and 'Estatus'. Below this is a 'Detalle de la Orden' section with a table for 'Puntos de Inspección' and a 'Ciclo' field. There are also sections for 'Reportado', 'Diagnóstico', and 'Reparación'. A 'Recursos' table is located at the bottom right. A toolbar at the top right includes icons for 'Estatus', 'Imprimir Orden', 'Generar Requi.', 'Devolución', 'Generar Devol.', 'Dar de Alta', 'Anular Actividad', and 'Visualizar Requisiciones'.

Fuente: Aceros Prefabricados S.A.


A continuación se procede a explicar la figura 13.

- Tipo: únicamente puede adquirir el valor TM, lo cual hace referencia a que es una orden de servicio propia de taller mecánico.
- Número: es el correlativo de orden de trabajo que se genera.

- Empresa: por defecto es APSA, entendiéndose Aceros Prefabricados S.A.
- Fecha: en la que se tiene programado realizar el servicio
- Activo: es la referencia de acuerdo a la codificación interna mencionada en la tabla 1.
- Descripción: contiene un resumen de la actividad a realizarse
- Responsable: indica al técnico de taller ha sido designado para realizar el servicio
- Servicio: va ligado al campo de activo, ya que cuando se asigna el activo al cual se le va aplicará el mantenimiento, en el campo de servicio carga automáticamente los mantenimientos que se crearon para escoger entre ellos el que se ajuste al requerimiento.
- Puntos de inspección: igualmente que el campo anterior carga automáticamente al seleccionar el tipo de servicio.
- Recursos: igualmente que el campo anterior carga automáticamente al seleccionar el tipo de servicio.

Con esta información queda el registro en el sistema y la ficha para el control que se diseño es la siguiente, la cual pretende obtener la lectura del equipo en el momento del servicio y el tiempo total invertido por el colaborador de taller para concluir con su aplicación.

Figura 14. Ficha de orden de trabajo

 APSA Aceros Prefabricados S.A.			
ORDEN DE TRABAJO MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS			
ORDEN DE SERVICIO NO.	1025	FECHA A REALIZARSE	05/01/2018
ID DEL ACTIVO	GR25	TIPO	1
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD A REALIZAR			
SERVICIO DE 500 HORAS			
RESPONSABLE:			
CARLOS PEREZ			
HORA DE INICIO:	14:00	HORA DE FINALIZACION:	15:00
LECTURA DEL EQUIPO (HORAS O KILOMETROS)			
FIRMA DE AUTORIZADO _____			

Fuente: elaboración propia.

4.4.6. Control de consumo de combustible

La creación de la ficha de control de combustible facilita obtener un rendimiento del equipo, comparando los kilómetros u horas que ha trabajado versus el combustible que se le ha suministrado, brindando una herramienta para evaluar el costo del consumo de combustible y tomar la decisión sobre su continuidad o darlo de baja, basándose en estos dos indicadores (rendimiento y costo).

Figura 15. **Ficha de control de combustible por kilometraje**

FICHA DE CONTROL DE COMBUSTIBLE

ID DEL ACTIVO		
PLACA		

SEMANA DEL ____ AL ____ DE ENERO DEL 2018


PROYECTO / OBRA	FECHA	PILOTO / OPERARIO	KM INICIAL	KM FINAL	COMBUSTIBLE NUEVO

FIRMA DEL SUPERVISOR _____

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Ficha de control de combustible por horómetro**

FICHA DE CONTROL DE COMBUSTIBLE

ID DEL ACTIVO		
PLACA		

SEMANA DEL ____ AL ____ DE ENERO DEL 2018

PROYECTO / OBRA	FECHA	PILOTO / OPERARIO	HORÓMETRO I	HORÓMETRO F	COMBUSTIBLE NUEVO

FIRMA DEL SUPERVISOR _____

Fuente: elaboración propia.

4.5. Creación de historial de mantenimientos correctivos

Una de las herramientas más útiles para mejorar la confiabilidad de los equipos es contar con un archivo que contenga toda la información referente a las reparaciones que se le han aplicado y sirva para el análisis del comportamiento en el tiempo del equipo, a través de las facilidades que ofrece el software de la empresa y de las órdenes de trabajo será posible crear un archivo para cada uno de los equipos de Aceros Prefabricados S.A.

4.5.1. Objetivos

En este caso particular los objetivos que persigue el historial del equipo son los siguientes:

- Medir la disponibilidad de cada equipo
- Establecer el tiempo medio de una reparación
- Establecer el tiempo medio entre fallos
- Establecer el porcentaje de cumplimiento de la planificación
- Medir el valor medio de los retrasos en el cumplimiento de lo planificado
- Total de horas invertidas en mantenimientos correctivos

4.5.2. Ficha de control

A continuación una ficha de control utilizada en Aceros Prefabricados S.A.

Figura 17. **Ficha de control de reparaciones**

ACEROS PREFABRICADOS, S.A. 02/07/2018

REPORTE DE BITACORA DE MANTENIMIENTOS DE EQUIPOS

Activo: GRUA DE CAPACIDAD PARA 60 TONELADAS	Serie: 69516
Marca: GROVE	Modelo: TMS760
Placa: NA	Inventario: GR21
Chasis: NA	

No.	No. O.S.	Tipo	Fecha	Tipo de Servicio	Descripción	Lectura
1	7304	TM-Taller Mecánico	25/01/2018	GR21CRR	GR21;CORRECTIVO;NIVELACIÓN DE ACEITES	495

Fuente: Aceros Prefabricados S.A.

Este formato de reporte consiste en el consolidado de los servicios y reparaciones que se han aplicado a un equipo, es decir, muestra información relevante de cada servicio programado como lo son: la fecha en que se realizó, el tipo de servicio y la lectura en esa fecha, lo cual sirve de base para realizar un diagnóstico rápido que permita identificar si el equipo está requiriendo continua atención o sigue los parámetros normales de mantenimiento.

4.6. Programación de mantenimientos

A través de la programación se busca un aumento de la productividad de los procesos de mantenimiento, se persigue la asignación ordenada para la aplicación de los servicios en cada uno de los equipos, la utilización eficiente los recursos y la vía óptima para reducir el tiempo invertido en cada una de las tareas.

En este caso se diseñó a partir de los intervalos planteados para cada una de las categorías de maquinaria y vehículos, un estándar aplicable basado en un equivalente en días para horas trabajadas y kilómetros recorridos.

4.6.1. Según horas trabajadas

A continuación un detalle de las horas trabajadas y su equivalencia en días.

Tabla XV. **Intervalos equivalentes para maquinaria**

MAQUINARIA	
HORAS TRABAJADAS	EQUIVALENTE EN DÍAS
50	5
250	30
500	60
1 000	120
2 000	240
3 000	360

Fuente: elaboración propia.

En ambos casos se estableció que el plan de mantenimiento debe tener un ciclo y este repetirse hasta obtener el máximo rendimiento del equipo.

El ciclo bajo el cual se aplicarán los servicios constara de un año calendario, es decir, trescientos sesenta y cinco días, ya que con este ciclo se garantiza la cobertura total de los mantenimientos programados requeridos y la distribución de los costos se ajustan al período contable comprendido entre el 1 de enero hasta el 31 de diciembre.

En la tabla XVI, se presenta la programación para la maquinaria:

Tabla XVI. **Programación por horas de trabajo**

PROGRAMACIÓN POR HORAS TRABAJADAS												
AÑO 2018												
Tipo de mantenimiento	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
250 Horas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
500 Horas		X		X		X		X		X		X
1 000 Horas				X				X				X
2 000 Horas								X				X
3 000 Horas												X

Fuente: elaboración propia.

4.6.2. Según kilometraje recorrido

A continuación se detalla los intervalos para vehículos, según kilometraje

Tabla XVII. **Intervalos equivalentes para vehículos**

VEHÍCULOS	
KILÓMETROS RECORRIDOS	EQUIVALENTE EN DÍAS
3 000	25
9 000	75
18 000	150
36 000	300
45 000	360

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Programación por kilometraje recorrido**

PROGRAMACIÓN POR KILÓMETROS RECORRIDOS												
AÑO 2018												
Tipo de mantenimiento	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
3 000 km	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9 000 km			X			X			X			X
18 000 km						X			X			X
36 000 km									X			X
45 000 km												X

Fuente: elaboración propia.

Con esta programación se busca eliminar los cambios prematuros y atrasados aprovechando las propiedades de los aceites y la vida útil de las piezas, evitando daños extras al equipo y obtener un costo total real para el departamento de mantenimiento.

4.7. **Costos asociados al plan de mantenimiento preventivo**

Se entiende por costo de mantenimiento toda aquella actividad que se realiza con la finalidad de conservar en las mejores condiciones o recuperar las características que han sido disminuidas de los equipos o maquinaria.

Considerando que conocer el costo real de un servicio permite comparar con otras alternativas u optar por otro tipo de estrategia, se hace necesario desglosar los factores que lo componen:

4.7.1. Mano de obra

Para el caso se comprende como todo aquel esfuerzo físico y mental realizado en la aplicación de los mantenimientos preventivos y correctivos, y que es remunerado.

Para concretar la implementación del plan de mantenimiento se necesita tanto de personal técnico de taller como administrativo, cada uno con un sueldo acorde al trabajo realizado y sus capacidades, es necesario resaltar que actualmente no requieren de aumentar en números la cantidad de colaboradores en el taller puesto que son capaces de responder ante cualquier situación que pueda presentarse.

La distribución de sueldos queda de la siguiente manera:

Tabla XIX. **Distribución de sueldos mantenimiento taller**

PUESTO QUE OCUPA	NO.	SALARIO	BONO	SALARIO MENSUAL	SALARIO ANUAL	SUB - TOTAL	TOTAL
PERSONAL ADMINISTRATIVO							
GERENTE DE MANTENIMIENTO	1	25 000	Q 250,00	25 250,00	303 000,00	303 000,00	423 000,00
COORDINADOR DE MANTENIMIENTO	1	5 000	Q 250,00	5 250,00	63 000,00	63 000,00	
AUXILIAR	1	4 500	Q 250,00	4 750,00	57 000,00	57 000,00	
PERSONAL TÉCNICO DE TALLER							
MECÁNICO	8	3 500	Q 250,00	3 750,00	45 000,00	360 000,00	534 000,00
SOLDADOR	1	3 500	Q 250,00	3 750,00	45 000,00	45 000,00	
LLANTERO	1	3 500	Q 250,00	3 750,00	45 000,00	45 000,00	
PINTOR	1	3 500	Q 250,00	3 750,00	45 000,00	45 000,00	
AYUDANTE	1	3 000	Q 250,00	3 250,00	39 000,00	39 000,00	
TOTAL							957 000,00

Continuación de la tabla XIX.

BONO 14	AGUINALDO	VACACIONES	PRESTACIONES MENSUALES	PRESTACIONES ANUALES	SUELDO + PRESTACIONES	SUB - TOTAL	TOTAL
PERSONAL ADMINISTRATIVO							
2 082,50	2 082,50	1 042,50	5 207,50	62 490,00	365 490,00	365 490,00	509 236,20
416,50	416,50	208,50	1041,50	12 498,00	75 498,00	75 498,00	
374 55	374 55	187,65	937,35	11 248,20	68 248,20	68 248,20	
PERSONAL TÉCNICO DE TALLER							
291 55	291 55	145,95	729,05	8 748,60	53 748,60	429 988,80	637,733,40
291 55	291 55	145,95	729,05	8 748,60	53 748,60	53 748,60	
291 55	291 55	145,95	729,05	8 748,60	53 748,60	53 748,60	
291 55	291 55	145,95	729,05	8 748,60	53 748,60	53 748,60	
249,90	249,90	125,10	624,90	7 498,80	46 498,80	46 498,80	
TOTAL							1 146 969,60

CUOTAS LABORALES MENSUALES	CUOTAS LABORALES ANUALES	SUELDO - CUOTAS	SUB - TOTAL	TOTAL
PERSONAL ADMINISTRATIVO				
1 207,50	14 490,00	351 000,00	351 000,00	489 240,00
241,50	2 898,00	72 600,00	72 600,00	
217,35	2 608,20	65 640,00	65 640,00	
PERSONAL TÉCNICO DE TALLER				
169,05	2 028,60	51 720,00	413 760,00	613 680,00
169,05	2 028,60	51 720,00	51 720,00	
169,05	2 028,60	51 720,00	51 720,00	
169,05	2 028,60	51 720,00	51 720,00	
144,90	1 738,80	44 760,00	44 760,00	
TOTAL				1 102 920,00

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se explica la tabla XIX, donde:

- El salario base hace referencia a la retribución monetaria que recibe el trabajador por un mes de trabajo ininterrumpido.
- La bonificación incentivo obedece al Decreto 78-89 del Congreso de la República, con el objeto de estimular y aumentar la productividad de los trabajadores.

- El bono 14 obedece al Decreto 42-92 del Congreso de la República, se otorga el equivalente a un sueldo ordinario por un año de trabajo ininterrumpido y debe pagarse en la primera quincena del mes de julio.
- El aguinaldo obedece al Decreto 76-78 del Congreso de la República, se otorga el equivalente a un sueldo ordinario por un año de trabajo ininterrumpido y debe pagarse el 50 % en la primera quincena del mes de diciembre y el 50 % restante en la segunda quincena del mes de enero siguiente.

Al año, el monto a invertirse en personal del departamento de mantenimiento de taller asciende a Q. 1 146 969,60.

4.7.2. Equipos

Considerando que para que todo plan de mantenimiento se ejecute correctamente y cumpla con los objetivos de su implementación de reducir los tiempos de reparación y la eliminación de los retrasos por falta de recursos para la aplicación de los servicios, es necesario considerar todos aquellos equipos que son necesario para agilizar las tareas de taller, que son básicas y facilitan solventar cualquier situación que pueda manifestarse en todo taller de mantenimiento.

Tabla XX. **Equipo necesario en taller**

EQUIPO			
DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
BOMBA EXTRACTORA DE ACEITE MANUAL	Q. 250,00	10	Q. 2 500,00
BOMBA EXTRACTORA DE GRASA MANUAL	Q. 700,00	2	Q. 1 400,00
BIDON DE 55 GALONES	Q. 550,00	12	Q. 6 600,00
BIDON DE 5 GALONES	Q. 50,00	36	Q. 1 800,00
BIDON DE 1 GALÓN	Q. 5,00	24	Q. 120,00
TARROS PARA DESPACHO DE GRASA	Q. 3,00	50	Q. 150,00
VOLTÍMETRO	Q. 130,00	5	Q. 650,00
MEDIDOR DE PRESIÓN DE LLANTAS	Q. 120,00	2	Q. 240,00
HIDROLAVADORA	Q.10 000,00	1	Q.10 000,00
ENGRASADORAS	Q. 125,00	40	Q. 5 000,00
GAFAS DE PROTECCIÓN	Q. 25,00	50	Q. 1 250,00
BOTAS PUNTA DE ACERO	Q. 350,00	50	Q.17 500,00
TAPONES AUDITIVOS	Q. 25,00	200	Q. 5 000,00
TOTAL			Q.52 210,00

Fuente: elaboración propia.

4.7.3. **Herramientas y materiales**

De igual forma a través de la consulta con el personal técnico de taller se llega a elaborar la tabla XXI, que contiene todas aquellas herramientas esenciales e imprescindibles para el tipo de taller con el que se cuenta.

Tabla XXI. **Herramientas necesarias en taller**

HERRAMIENTAS			
DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
CEPILLO DE ALAMBRE	Q. 7,00	5	Q. 35,00
JUEGO DE LLAVES Y COPAS	Q. 2 500,00	3	Q.7 500,00
JUEGO DE DESTORNILLADORES	Q. 300,00	2	Q. 600,00
MARTILLO	Q. 110,00	5	Q. 550,00
WIPE	Q. 5,00	250	Q.1 250,00
LIJA	Q. 25,00	50	Q.1 250,00
TOTAL			Q.11,185,00

Fuente: elaboración propia.

4.7.4. Mantenimiento

Para comprender la magnitud del costo real del mantenimiento preventivo se hace necesario desglosar el costo total en cada uno de los factores de los cuales se compone, con el objetivo de facilitar la identificación de puntos a mejorar o que requieren de especial atención.

4.7.4.1. Maquinaria

Adicional a la subdivisión del costo total es necesario realizar el cálculo de costos por categorías, en este caso para conocer cuáles son los equipos en los cuales se necesita mayor inversión, donde se tomará como base el protocolo diseñado para cada uno y la programación establecida en la sección 4.6, para conocer la cantidad y tipo de mantenimientos que se aplicarán en un ciclo.

4.7.4.1.1. Lubricantes

En el caso de los aceites lubricantes y grasas utilizados en la maquinaria existe mayor variedad que para los vehículos, en el caso particular de los equipos de campo debido a la falta de reporte o registro de información existe la posibilidad de equipos trabajando con aceite que posiblemente ha perdido sus propiedades y que debido a ello se están produciendo daños internos en bombas, válvulas, sellos, entre otros, razón por la cual es necesario poner en marcha la planificación planteado para actualizar el estado de los equipos y evitar daños mayores.

A continuación, se presenta la figura 18, con un resumen de los aceites y grasas utilizadas para maquinaria, su clasificación y descripción.

Figura 18. Aceites utilizados en maquinaria

ACEITES - GRASAS	
DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN
ACEITE PARA MOTOR	15W - 40
	25W - 60
ACEITE PARA ENGRANAJES	80W - 90
	80W - 140
	SAE 90
	ISO 150
ACEITE HIDRÁULICO	OMALA 220
	TC - 30
	TELLUS 68
	DEXTRON III
REFRIGERANTE	10W - 30
COMBUSTIBLE	GLYCOL
GRASA	DIESEL
	EP NO.2
	EP NO.3

Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en la figura 18, existe más de un aceite para cada clasificación debido a la variedad de equipos y los requerimientos de cada uno en cuanto a viscosidad y propiedades del aceite a ciertas temperaturas.

Los costos relativos a cada tipo de activo dentro de la categoría de maquinaria se presentan a continuación, este costo únicamente abarca el apartado de aceites lubricantes y grasas que se utilizan de acuerdo a los intervalos planteados en los protocolos de mantenimiento diseñados, los precios utilizados son los brindados por el departamento de compras en la última cotización realizada.

Es necesario hacer la aclaración que tal y como se identificó en las amenazas para la realización de este proyecto, siempre se debe tomar en cuenta la fluctuación de los precios de los insumos, por tal motivo los costos tienen una tendencia a aumentar o disminuir según la situación que atraviesa el mercado en un tiempo específico.

El cuadro se compone de ocho columnas las cuales se refieren a:

- Intervalo: es el período de tiempo que debe transcurrir para que se lleve a cabo su aplicación, en este caso se refiere al drenado y sustitución del aceite en turno.
- Cantidad en un año: es el número de veces que debe de realizarse la tarea en un ciclo completo.
- Depósito: es el espacio físico que debe drenarse y llenarse.
- Aceite: es el tipo de aceite que utiliza en dicho depósito.
- Capacidades: se refiere a litros necesarios en el caso de los aceites y libras para las grasas.
- Costo unitario: es el precio que brinda el departamento de compras en su última cotización, ya sea por litro o libra respectivamente.
- Costo parcial: se refiere a la multiplicación de la capacidad del depósito por el costo unitario.

- Costo total: se refiere a la multiplicación del costo parcial por la cantidad en un año.

Tabla XXII. Costo de aceite y grasas para grúas

COSTOS DE ACEITES Y GRASAS EN GRÚAS							
INTERVALO	CANT. EN UN AÑO	DEPÓSITO	ACEITES	CAPACIDADES	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
50H	52	GRASERAS	EP NO.2	2	Q7,00	Q14,00	Q728,00
50H	52	GRASERAS	EP NO.3	0,5	Q8,00	Q4,00	Q208,00
250H	12	GRASERAS	EP NO.2	4	Q7,00	Q28,00	Q336,00
250H	12	GRASERAS	EP NO.3	1	Q8,00	Q8,00	Q96,00
500H	6	CÁRTER DEL MOTOR	15W - 40	15	Q19,00	Q285,00	Q1 710,00
1000H	3	SISTEMA DE GIRO	OMALA 220	4,5	Q20,00	Q90,00	Q270,00
1000H	3	TRANSMISIÓN Y CONVERTIDOR	TC - 30	25	Q21,00	Q525,00	Q1 575,00
1000H	3	WINCH PRINCIPAL	OMALA 220	14	Q20,00	Q280,00	Q840,00
1000H	3	WINCH AUXILIAR	OMALA 220	14	Q20,00	Q280,00	Q840,00
2000H	1	CUBOS DE TRACCIÓN	80W - 90	15	Q20,00	Q300,00	Q300,00
2000H	1	DIFERENCIAL DELANTERO	80W - 90	19	Q20,00	Q380,00	Q380,00
2000H	1	DIFERENCIAL TRASERO	80W - 90	19	Q20,00	Q380,00	Q380,00
3000H	1	DEPÓSITO HIDRÁULICO	TELLUS 68	700	Q19,00	Q13 300,00	Q13 300,00
3000H	1	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	GLYCOL	42	Q17,00	Q714,00	Q714,00
TOTAL							Q21 677,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. Costo de aceite y grasas para elevadores de personal

COSTOS DE ACEITES Y GRASAS EN ELEVADORES DE PERSONAL							
INTERVALO	CANT. EN UN AÑO	DEPÓSITO	ACEITES	CAPACIDADES	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
50H	52	GRASERAS	EP NO.2	2	Q7,00	Q14,00	Q728,00
500H	6	CÁRTER DEL MOTOR	15W - 40	12	Q19,00	Q228,00	Q.1 368,00
500H	6	GRASERAS	EP NO.2	3	Q7,00	Q21,00	Q126,00
1000H	3	CUBOS DE TRACCIÓN	SAE 90	2,5	Q18,00	Q45,00	Q135,00
1000H	3	TRANSMISIÓN	TELLUS 68	12	Q19,00	Q228,00	Q684,00
1000H	3	CUBOS DE TRACCIÓN DE ROTACIÓN DE LA TORRETA	SAE 90	1,5	Q18,00	Q27,00	Q81,00
2000H	1	DEPÓSITO HIDRÁULICO	TELLUS 68	40	Q19,00	Q760,00	Q760,00
2000H	1	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	GLYCOL	12	Q17,00	Q204,00	Q204,00
TOTAL							Q.2 718,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Costo de aceite y grasas para tractores

COSTOS DE ACEITES Y GRASAS EN TRACTORES							
INTERVALO	CANT. EN UN AÑO	DEPÓSITO	ACEITES	CAPACIDADES	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
50H	52	GRASERAS	EP NO.2	2	Q7,00	Q14,00	Q728,00
250H	12	CÁRTER DEL MOTOR	15W - 40	28	Q19,00	Q532,00	Q.6 384,00
250H	12	GRASERAS	EP NO.2	3	Q7,00	Q21,00	Q252,00
1000H	3	TRANSMISIÓN	15W - 40	120	Q19,00	Q.2 280,00	Q.6 840,00
1000H	3	WINCH	15W - 40	52	Q19,00	Q988,00	Q.2 964,00
1000H	3	MANDOS FINALES	15W - 40	14	Q19,00	Q266,00	Q798,00
2000H	1	DEPÓSITO HIDRÁULICO	15W - 40	50	Q19,00	Q950,00	Q950,00
2000H	1	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	GLYCOL	40	Q17,00	Q680,00	Q680,00
TOTAL							Q.19 596,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Costo de aceite y grasas para montacargas

COSTOS DE ACEITES Y GRASAS EN MONTACARGAS							
INTERVALO	CANT. EN UN AÑO	DEPÓSITO	ACEITES	CAPACIDADES	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
50H	52	GRASERAS	EP NO.2	2	Q7,00	Q14,00	Q728,00
250H	12	CÁRTER DEL MOTOR	25W - 60	13	Q20,00	Q260,00	Q.3 120,00
250H	12	GRASERAS	EP NO.2	3	Q7,00	Q21,00	Q252,00
1000H	3	TRANSMISIÓN	DEXTRON III	22	Q19,00	Q418,00	Q.1 254,00
1000H	3	DIFERENCIAL	SAE 90	17	Q18,00	Q306,00	Q918,00
1000H	3	CUBOS DE TRACCIÓN	SAE 90	12	Q18,00	Q216,00	Q648,00
2000H	1	DEPÓSITO HIDRÁULICO	TELLUS 68	125	Q19,00	Q.2 375,00	Q.2 375,00
2000H	1	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	GLYCOL	18	Q17,00	Q306,00	Q306,00
TOTAL							Q.9 601,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. Costo de aceite y grasas para motoniveladoras

COSTOS DE ACEITES Y GRASAS EN MOTONIVELADORAS							
INTERVALO	CANT. EN UN AÑO	DEPÓSITO	ACEITES	CAPACIDADES	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
50H	52	GRASERAS	EP NO.2	3	Q7,00	Q21,00	Q.1 092,00
250H	12	CÁRTER DEL MOTOR	15W - 40	20	Q19,00	Q380,00	Q.4 560,00
250H	12	GRASERAS	EP NO.2	4	Q7,00	Q28,00	Q336,00
1000H	3	DIFERENCIAL	80W - 90	22	Q20,00	Q440,00	Q.1 320,00
1000H	3	TRANSMISIÓN	TC - 30	34	Q21,00	Q714,00	Q.2 142,00
2000H	1	MANDO DEL CÍRCULO	80W - 90	7	Q20,00	Q140,00	Q140,00
2000H	1	MANDO TÁNDEM	TC - 30	38	Q21,00	Q798,00	Q798,00
3000H	1	COJINETES DE RUEDA	80W - 90	8	Q20,00	Q160,00	Q160,00
3000H	1	DEPÓSITO HIDRÁULICO	TC - 30	38	Q21,00	Q798,00	Q798,00
3000H	1	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	GLYCOL	43	Q17,00	Q731,00	Q731,00
TOTAL							Q.12 077,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. Costo de aceite y grasas para cargador frontal

COSTOS DE ACEITES Y GRASAS EN CARGADORES FRONTALES							
INTERVALO	CANT. EN UN AÑO	DEPÓSITO	ACEITES	CAPACIDADES	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
50H	52	GRASERAS	EP NO.2	3	Q7,00	Q21,00	Q.1 092,00
500H	6	CÁRTER DEL MOTOR	25W - 60	17	Q20,00	Q340,00	Q.2 040,00
1000H	3	TRANSMISIÓN	15W - 40	19	Q19,00	Q361,00	Q.1 083,00
1000H	3	CUBOS DE TRACCIÓN	80W - 90	10	Q20,00	Q200,00	Q600,00
1000H	3	DIFERENCIAL DELANTERO	80W - 140	23	Q20,00	Q460,00	Q.1 380,00
2000H	1	DIFERENCIAL TRASERO	80W - 140	22	Q20,00	Q440,00	Q440,00
2000H	1	DEPÓSITO HIDRÁULICO	TC - 30	113	Q21,00	Q.2 373,00	Q.2 375,00
3000H	1	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	GLYCOL	24	Q17,00	Q408,00	Q408,00
TOTAL							Q.9 416,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Costo de aceite y grasas para retroexcavadoras**

COSTOS DE ACEITES Y GRASAS EN RETROEXCAVADORAS							
INTERVALO	CANT. EN UN AÑO	DEPÓSITO	ACEITES	CAPACIDADES	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
50H	52	GRASERAS	EP NO.2	3	Q7,00	Q21,00	Q.1 092,00
500H	6	CÁRTER DEL MOTOR	25W - 60	17	Q20,00	Q340,00	Q.2 040,00
500H	6	GRASERAS	EP NO.2	4	Q7,00	Q28,00	Q168,00
1000H	3	DIFERENCIAL	80W - 90	17	Q20,00	Q340,00	Q.1 020,00
1000H	3	CUBOS DE TRACCIÓN	80W - 90	12	Q20,00	Q240,00	Q720,00
2000H	1	TRANSMISIÓN	TC - 30	18	Q21,00	Q378,00	Q378,00
2000H	1	DEPÓSITO HIDRÁULICO	TELLUS 68	137	Q19,00	Q.2 603,00	Q.2 603,00
3000H	1	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	GLYCOL	12	Q17,00	Q204,00	Q204,00
TOTAL							Q.8 225,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Costo de aceite y grasas para compactadoras**

COSTOS DE ACEITES Y GRASAS EN COMPACTADORES							
INTERVALO	CANT. EN UN AÑO	DEPÓSITO	ACEITES	CAPACIDADES	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
50H	52	GRASERAS	EP NO.2	3	Q7,00	Q21,00	Q.1 092,00
500H	6	CÁRTER DEL MOTOR	15W - 40	11	Q19,00	Q209,00	Q.1 254,00
1000H	3	TRANSMISIÓN	TC - 30	12	Q21,00	Q252,00	Q756,00
1000H	3	DIFERENCIAL TRASERO	80W - 90	10	Q20,00	Q200,00	Q600,00
1000H	3	SISTEMA VIBRADOR	ISO 150	4	Q19,00	Q76,00	Q228,00
1000H	3	ENGRANAJE DE BANDAJE	OMALA 220	2	Q20,00	Q40,00	Q120,00
2000H	1	DEPÓSITO HIDRÁULICO	TELLUS 68	60	Q19,00	Q,1 140,00	Q,1 140,00
2000H	1	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	GLYCOL	14	Q17,00	Q238,00	Q238,00
TOTAL							Q.5 428,00

Fuente: elaboración propia.

La tabla XXX, contiene el resumen de costos por categoría para aceites lubricantes:

Tabla XXX. **Costo total en lubricantes para maquinaria**

COSTO TOTAL EN EQUIPOS DE CAMPO			
TIPO	CANT. VEHÍCULOS	COSTO INDIVIDUAL	COSTO TOTAL
GRÚAS	15	Q.21 677,00	Q.325 155,00
ELEVADORES DE PERSONAL	4	Q. 4 086,00	Q. 16 344,00
TRACTORES	2	Q.19 596,00	Q. 39 192,00
MONTACARGAS	4	Q. 9 601,00	Q. 38 404,00
MOTONIVELADORAS	2	Q.12 077,00	Q. 24 154,00
CARGADOR FRONTAL	2	Q. 9 416,00	Q. 18 832,00
RETROEXCAVADORAS	2	Q. 8 225,00	Q. 16 450,00
COMPACTADORES	4	Q. 5 428,00	Q. 21 712,00
TOTAL			Q.500 243,00

Fuente: elaboración propia.

4.7.4.1.2. Repuestos

En cuanto a repuestos se refiere principalmente se abarca el tema de filtros que utilizan los equipos, en este caso Aceros Prefabricados S.A., se inclina principalmente por las marcas de mayor relevancia en el mercado: Donaldson, Wix y Baldwin, especialmente porque es altamente probable encontrar equivalencias entre unos y otros que al momento de la instalación se adecuen a las necesidades del equipo y no varíen en cuanto a capacidad o cantidad de filtrado o características físicas del vaso.

A continuación, se presentan los costos relativos a cada tipo de activo dentro de la categoría de maquinaria, este costo únicamente abarca el apartado repuestos que se utilizan de acuerdo a los intervalos planteados en los protocolos de mantenimiento diseñados, los precios utilizados son los brindados por el departamento de compras en la última cotización realizada.

Al igual que el caso de los aceites lubricantes y grasas es necesario hacer la aclaración que tal y como se identificó en las amenazas para la realización de este proyecto, siempre se debe tomar en cuenta la fluctuación de los precios de los insumos, por tal motivo los costos tienen una tendencia a aumentar o disminuir según la situación que atraviesa el mercado en un tiempo específico.

Como dato a tomar en cuenta en los cambios de filtros siempre es necesario llenarlos de aceite en su instalación, esta cantidad de aceite ya está incluida en los costos de la sección 4.7.4.1.1.

Quedando la distribución de costos de manera individual de la siguiente manera:

Tabla XXXI. **Repuestos para grúas**

COSTOS DE REPUESTOS EN GRÚAS						
INTERVALO	CANT. EN UN AÑO	TIPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
500 H	6	FILTRO DE COMBUSTIBLE	2	Q185,00	Q370,00	Q.2 220,00
500 H	6	FILTRO DE ACEITE	1	Q145,00	Q145,00	Q870,00
500 H	6	FILTRO DE AIRE	2	Q450,00	Q900,00	Q.5 400,00
500 H	6	FILTRO DE LA TRANSMISIÓN	1	Q320,00	Q320,00	Q.1 920,00
500 H	6	FILTRO HIDRÁULICO	1	Q270,00	Q270,00	Q.1 620,00
TOTAL					Q.2 005,00	Q.12 030,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Repuestos para elevadores de personal**

COSTOS DE REPUESTOS EN ELEVADORES DE PERSONAL						
INTERVALO	CANT. EN UN AÑO	TIPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
500 H	6	FILTRO DE COMBUSTIBLE	2	Q111,00	Q222,00	Q. 1 332,00
500 H	6	FILTRO DE ACEITE	1	Q94,00	Q94,00	Q564,00
500 H	6	FILTRO DE AIRE	2	Q390,00	Q780,00	Q. 4 680,00
500 H	6	FILTRO DE LA TRANSMISIÓN	1	Q436,00	Q436,00	Q. 2 616,00
1000 H	3	FILTRO HIDRÁULICO	3	Q210,00	Q630,00	Q. 1 890,00
TOTAL					Q.2 162,00	Q.11 082,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Repuestos para tractores**

COSTOS DE REPUESTOS EN TRACTORES						
INTERVALO	CANT. EN UN AÑO	TIPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
500 H	6	FILTRO DE COMBUSTIBLE	2	Q175,00	Q350,00	Q.2 100,00
500 H	6	FILTRO DE ACEITE	1	Q130,00	Q130,00	Q780,00
500 H	6	FILTRO DE AIRE	2	Q375,00	Q750,00	Q.4 500,00
500 H	6	FILTRO DE LA TRANSMISIÓN	1	Q210,00	Q210,00	Q.2 160,00
1000 H	3	FILTRO HIDRÁULICO	3	Q220,00	Q660,00	Q.1 960,00
TOTAL					Q.2 100,00	Q.10 620,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Repuestos para montacargas**

COSTOS DE REPUESTOS EN MONTACARGAS						
INTERVALO	CANT. EN UN AÑO	TIPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
500 H	6	FILTRO DE COMBUSTIBLE	2	Q95,00	Q190,00	1 140,00
500 H	6	FILTRO DE ACEITE	1	Q61,00	Q61,00	Q366,00
500 H	6	FILTRO DE AIRE	2	Q208,00	Q416,00	2 496,00
500 H	6	FILTRO DE LA TRANSMISIÓN	1	Q190,00	Q190,00	1 140,00
1000 H	3	FILTRO HIDRÁULICO	3	Q180,00	Q540,00	1 620,00
TOTAL					1 397,00	6 762,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Repuestos para motoniveladoras**

COSTOS DE REPUESTOS EN MOTONIVELADORAS						
INTERVALO	CANT. EN UN AÑO	TIPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
500 H	6	FILTRO DE COMBUSTIBLE	2	Q145,00	Q290,00	1 740,00
500 H	6	FILTRO DE ACEITE	1	Q85,00	Q85,00	Q510,00
500 H	6	FILTRO DE AIRE	2	Q277,00	Q554,00	3 324,00
500 H	6	FILTRO DE LA TRANSMISIÓN	1	Q275,00	Q275,00	1 650,00
1000 H	3	FILTRO HIDRÁULICO	3	Q230,00	Q690,00	2 070,00
TOTAL					1 894,00	Q510,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Repuestos para cargador frontal**

COSTOS DE REPUESTOS EN CARGADORES FRONTALES						
INTERVALO	CANT. EN UN AÑO	TIPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
500 H	6	FILTRO DE COMBUSTIBLE	2	Q. 48,00	Q. 96,00	Q. 576,00
500 H	6	FILTRO DE ACEITE	1	Q. 52,00	Q. 52,00	Q. 312,00
500 H	6	FILTRO DE AIRE	2	Q. 336,00	Q. 672,00	Q.4 032,00
500 H	6	FILTRO DE LA TRANSMISIÓN	1	Q. 230,00	Q. 230,00	Q.1 380,00
1000 H	3	FILTRO HIDRÁULICO	3	Q. 190,00	Q. 570,00	Q.1 710,00
TOTAL					Q.1 620,00	Q.8 010,00

Fuente: elaboración propia

Tabla XXXVII. **Repuestos para retroexcavadoras**

COSTOS DE REPUESTOS EN RETROEXCAVADORAS						
INTERVALO	CANT. EN UN AÑO	TIPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
500 H	6	FILTRO DE COMBUSTIBLE	2	Q. 275,00	Q. 550,00	Q. 3 300,00
500 H	6	FILTRO DE ACEITE	1	Q. 482,00	Q. 482,00	Q. 2 892,00
500 H	6	FILTRO DE AIRE	2	Q. 475,00	Q. 950,00	Q. 5 700,00
500 H	6	FILTRO DE LA TRANSMISIÓN	1	Q. 465,00	Q. 465,00	Q. 2 790,00
1000 H	3	FILTRO HIDRÁULICO	3	Q. 500,00	Q.1 500,00	Q. 4 500,00
TOTAL					Q.3 947,00	Q,19 182,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. Repuestos para compactadoras

COSTOS DE REPUESTOS EN COMPACTADORES						
INTERVALO	CANT. EN UN AÑO	TIPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
500 H	6	FILTRO DE COMBUSTIBLE	2	Q. 79,00	Q. 158,00	Q. 948,00
500 H	6	FILTRO DE ACEITE	1	Q. 55,00	Q. 55,00	Q. 330,00
500 H	6	FILTRO DE AIRE	2	Q. 224,00	Q. 448,00	Q.2 688,00
500 H	6	FILTRO DE LA TRANSMISIÓN	1	Q. 210,00	Q. 210,00	Q.1 260,00
1000 H	3	FILTRO HIDRÁULICO	3	Q. 150,00	Q. 450,00	Q.1 350,00
TOTAL					Q.1 321,00	Q.6 576,00

Fuente: elaboración propia.

La siguiente tabla contiene el resumen de costos en cuanto a repuestos para cada categoría de maquinaria.

Tabla XXXIX. Costo total en repuestos para maquinaria

COSTO TOTAL EN EQUIPOS DE CAMPO			
TIPO	CANT. VEHÍCULOS	COSTO INDIVIDUAL	COSTO TOTAL
GRÚAS	15	Q.12 030,00	Q.180 450,00
ELEVADORES DE PERSONAL	4	Q.11 082,00	Q. 44 328,00
TRACTORES	2	Q.10 620,00	Q. 21 240,00
MONTACARGAS	4	Q. 6 762,00	Q. 27 048,00
MOTONIVELADORAS	2	Q. 9 294,00	Q. 18 588,00
CARGADOR FRONTAL	2	Q. 8 010,00	Q. 16 020,00
RETROEXCAVADORAS	2	Q.19 182,00	Q. 38 364,00
COMPACTADORES	4	Q. 6 576,00	Q. 26 304,00
TOTAL			Q.372 342,00

Fuente: elaboración propia.

4.7.4.1.3. Mano de obra

Para conocer el costo de mano de obra involucrado directamente en la aplicación de los mantenimientos preventivos y correctivos de la maquinaria, primero debe obtenerse el valor monetario de la hora hombre de trabajo para cada una de las categorías de puestos que existen, para ello se toma en cuenta como valores positivos que suman; el sueldo mensual que reciben, la bonificación incentivo, el valor equivalente mensual del bono 14 y aguinaldo, como valor negativo el descuento de las cuotas laborales, tal como se muestra a continuación:

Sueldo (+)

Bonificación Incentivo (+) - - - Q.250,00

Bono 14 (+) - - - 8,33 % del sueldo ordinario

Aguinaldo (+) - - - 8,33 % del sueldo ordinario

Vacaciones (+) - - - 4,1667 % del sueldo ordinario

Cuotas laborales, IGSS (-) - - - 4,83 % del sueldo ordinario

Además, es necesario conocer el total de horas que se trabajan al mes, al tener una jornada diurna diariamente se laboran 8 horas y para un mes se contabilizan 30 días efectivos de trabajo, con lo cual nos da un total de 240 horas al mes.

Por último, se debe dividir la sumatoria de valores mensuales entre el total de horas trabajadas en el mes, obteniendo este dato se simplifica la tarea de calcular el costo real de cada uno de los servicios, ya que únicamente debe multiplicarse por el tiempo invertido en horas para cada equipo.

A continuación, se muestra la tabla XL, que resume los valores de hora hombre:

Tabla XL. **Resultados, cálculo de costo hora hombre**

PUESTO QUE OCUPA	NO.	SALARIO	(+) BONO	(+) B14	(+) AGUI	(-) CL	TOTAL	H.H
MECÁNICO	8	Q.3 500,00	Q 250,00	Q.291,55	Q.291,55	Q.169,05	Q.4 164,05	Q.17,35
SOLDADOR	1	Q.3 500,00	Q 250,00	Q.291,55	Q.291,55	Q.169,05	Q.4 164,05	Q.17,35
LLANTERO	1	Q.3 500,00	Q 250,00	Q.291,55	Q.291,55	Q.169,05	Q.4 164,05	Q.17,35
PINTOR	1	Q.3 500,00	Q 250,00	Q.291,55	Q.291,55	Q.169,05	Q.4 164,05	Q.17,35
AYUDANTE	1	Q.3 000,00	Q 250,00	Q.249,90	Q.249,90	Q.144,90	Q.3 604,90	Q.15,02

Fuente: elaboración propia.

Ejemplo de cálculo de horas hombre, ver apéndice 1.

Es necesario mencionar que a partir del inicio de la implementación de este proyecto se podrá a través de un estudio de tiempos obtener los valores reales de horas invertidas en cada uno de los servicios y se dará uso al valor horas hombre obtenido para cada uno de los puestos de trabajo, por tal motivo en este apartado se utilizará el dato de costo de personal obtenido en la sección 4.7.1 únicamente del personal técnico de taller.

4.7.4.2. Vehículos

De igual forma como se efectuó para la maquinaria se realizará el cálculo de costos en la categoría de maquinaria para conocer cuáles son los equipos que se requiere mayor inversión, se tomarán como base los protocolos diseñados para la variedad de equipos contemplados en esta categoría y la programación establecida en la sección 4,6, para conocer la cantidad y tipo de mantenimientos que se aplicarán en un ciclo.

4.7.4.2.1. Lubricantes

Actualmente Aceros Prefabricados S.A., utiliza gran variedad de aceites lubricantes y grasas de diferentes marcas y proveedores, lo cual dificulta y complica los procesos internos de la empresa, ya que cada vez que se realiza un requerimiento se cotiza ya que no existe la creación de vínculos con proveedores fijos, lo cual provoca retrasos en la aplicación de los servicios ya que son trámites que se demoran para la compra de los insumos necesarios.

A continuación, en la figura 19, se presenta un resumen de los aceites y grasas utilizadas para vehículos, su clasificación y descripción.

Figura 19. **Aceites utilizados en vehículos**

DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN
ACEITE PARA MOTOR	15W - 40
ACEITE PARA ENGRANAJES	80W - 90
	80W - 140
ACEITE HIDRÁULICO	DEXTRON III
REFRIGERANTE	GLYCOL
COMBUSTIBLE	DIESEL
LÍQUIDO DE FRENOS	DOT 4
GRASA	EP NO.2
	EP NO.3

Fuente: elaboración propia.

Seguidamente, se presentan los costos relativos a cada tipo de activo dentro de la categoría de vehículos, este costo únicamente abarca el apartado de aceites lubricantes y grasas que se utilizan de acuerdo a los intervalos planteados en los protocolos de mantenimiento diseñados, los precios utilizados son los brindados por el departamento de compras en la última cotización realizada.

Es necesario hacer la aclaración que tal y como se identificó en las amenazas para la realización de este proyecto, siempre se debe tomar en cuenta la fluctuación de los precios de los insumos, por tal motivo los costos tienen una tendencia a aumentar o disminuir según la situación que atraviesa el mercado en un tiempo específico.

Ese cuadro de costos se compone de ocho columnas las cuales se refieren a:

- Intervalo: es el período de tiempo que debe transcurrir para que se lleve a cabo su aplicación, en este caso se refiere al drenado y sustitución del aceite en turno.
- Cantidad en un año: es el número de veces que debe de realizarse la tarea en un ciclo completo.
- Depósito: es el espacio físico que debe drenarse y llenarse.
- Aceite: es el tipo de aceite que utiliza en dicho depósito.
- Capacidades: se refiere a litros necesarios en el caso de los aceites y libras para las grasas.
- Costo unitario: es el precio que brinda el departamento de compras en su última cotización, por litro o libra respectivamente.
- Costo parcial: se refiere a la multiplicación de la capacidad del depósito por el costo unitario.
- Costo total: se refiere a la multiplicación del costo parcial por la cantidad en un año.

Quedando la distribución de costos de manera individual de la siguiente manera:

Tabla XLI. Costo de aceite y grasas para *pick ups*

COSTOS DE ACEITES Y GRASAS EN PICK - UPS							
INTERVALO	CANT. EN UN AÑO	DEPÓSITO	ACEITES	CAPACIDADES	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
3000KM	12	CÁRTER DEL MOTOR	15W - 40	8	Q19,00	Q152,00	1 824,00
3000KM	12	DIRECCIÓN HIDRÁULICA	DEXTRO N III	1	Q19,00	Q19,00	Q228,00
3000KM	12	EJE Y HORQUILLA	EP NO.2	2	Q7,00	Q14,00	Q168,00
18000KM	2	TRANSMISIÓN	80W - 90	4	Q20,00	Q80,00	Q160,00
18000KM	2	DIFERENCIAL DELANTERO	80W - 90	4	Q20,00	Q80,00	Q160,00
18000KM	2	DIFERENCIAL TRASERO	80W - 90	4	Q20,00	Q80,00	Q160,00
18000KM	2	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	GLYCOL	8	Q17,00	Q136,00	Q272,00
36000KM	1	LÍQUIDO DE FRENOS	DOT 4	1	Q24,00	Q24,00	Q24,00
45000KM	1	GRASA DE LOS CUBOS	EP NO.3	2	Q8,00	Q16,00	Q16,00
TOTAL						Q601,00	3 012,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. Costo de aceite y grasas para cabezales

COSTOS DE ACEITES Y GRASAS EN CABEZALES							
INTERVALO	CANT. EN UN AÑO	DEPÓSITO	ACEITES	CAPACIDADES	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
5000KM	6	CÁRTER DEL MOTOR	15W - 40	45	Q19,00	Q855,00	5 130,00
5000KM	6	EJES	EP NO.2	3	Q7,00	Q21,00	Q126,00
10000KM	3	UNIONES Y PINES	EP NO.2	3	Q7,00	Q21,00	Q63,00
20000KM	3	DIRECCIÓN HIDRÁULICA	DEXTRO N III	6	Q19,00	Q114,00	Q342,00
40000KM	2	TRANSMISIÓN	80W - 90	10	Q20,00	Q200,00	Q400,00
40000KM	2	DIFERENCIALES	80W - 90	30	Q20,00	Q600,00	Q1 200,00
40000KM	2	REFRIGERANTE	GLYCOL	10	Q17,00	Q170,00	Q340,00
TOTAL						1 981,00	7 601,00

Fuente: elaboración propia.

La tabla XLIII, muestra el resumen de costos de aceites lubricantes y grasas para la categoría vehículos.

Tabla XLIII. **Costo total en lubricantes para vehículos**

COSTO TOTAL EN VEHÍCULOS			
TIPO	CANT. VEHÍCULOS	COSTO INDIVIDUAL	COSTO TOTAL
PICK - UP	10	3 012,00	30 120, 00
CABEZAL	13	7 601,00	98 813,00
TOTAL			128 933,00

Fuente: elaboración propia.

4.7.4.2.2. Repuestos

En cuanto a repuestos se refiere principalmente se habla de los filtros que utilizan los equipos, en este caso Aceros Prefabricados S.A., se inclina principalmente por las marcas Donaldson, Wix y Baldwin especialmente porque se pueden encontrar equivalentes entre estas marcas sin mayor esfuerzo.

A continuación, se presentan los costos relativos a cada tipo de activo dentro de la categoría de vehículos, este costo únicamente abarca el apartado repuestos que se utilizan de acuerdo a los intervalos planteados en los protocolos de mantenimiento diseñados, los precios utilizados son los brindados por el departamento de compras en la última cotización realizada.

Al igual que el caso de los aceites lubricantes y grasas es necesario hacer la aclaración que tal y como se identificó en las amenazas para la realización de este proyecto, siempre se debe tomar en cuenta la fluctuación de los precios de los insumos, por tal motivo los costos tienen una tendencia a aumentar o disminuir según la situación que atraviesa el mercado en un tiempo específico.

Como dato a tomar en cuenta en los cambios de filtros siempre es necesario llenarlos de aceite en su instalación, esta cantidad de aceite ya está incluida en los costos de la sección 4.7.4.2.1.

Quedando la distribución de costos de manera individual de la siguiente manera:

Tabla XLIV. **Repuestos para *pick ups***

COSTOS DE REPUESTOS EN PICK - UPS						
INTERVALO	CANT. EN UN AÑO	TIPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
3000 KM	12	FILTRO DE COMBUSTIBLE	2	Q35,00	Q70,00	Q840,00
3000 KM	12	FILTRO DE ACEITE	1	Q30,00	Q30,00	Q360,00
9000 KM	4	FILTRO DE AIRE	1	Q252,00	Q252,00	Q1 008,00
TOTAL					Q352,00	Q2 208,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLV. **Repuestos para cabezal**

COSTOS DE REPUESTOS EN CABEZALES						
INTERVALO	CANT. EN UN AÑO	TIPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
5000 KM	6	FILTRO DE ACEITE	2	Q254,00	Q508,00	Q3 048,00
20000 KM	3	FILTRO DE COMBUSTIBLE	1	Q121,00	Q121,00	Q363,00
40000 KM	2	FILTRO DE AIRE	1	Q335,00	Q335,00	Q670,00
TOTAL					Q964,00	Q4 081,00

Fuente: elaboración propia

La tabla XLVI, contiene el resumen de costos por repuestos para la categoría vehículos.

Tabla XLVI. **Costo total en repuestos para vehículos**

COSTO TOTAL EN VEHÍCULOS			
TIPO	CANT. VEHÍCULOS	COSTO INDIVIDUAL	COSTO TOTAL
PICK - UP	10	Q2 208,00	Q22 080,00
CABEZAL	13	Q4 081,00	Q53 053,00
TOTAL			Q75 133,00

Fuente: elaboración propia.

4.7.4.2.3. Mano de obra

Se calcula de la misma forma que el realizado para la mano de obra en maquinaria, ya que el personal encargado de la aplicación de los servicios es el mismo, quedando de la siguiente manera:

Ver tabla XL, Resultados cálculo de costo hora hombre.

A partir del inicio de la implementación de este proyecto se podrá a través de un estudio de tiempos obtener los valores reales de horas invertidas en cada uno de los servicios y se dará uso al valor horas hombre obtenido para cada uno de los puestos de trabajo, por tal motivo en este apartado se utilizará el dato de costo de personal obtenido en la sección 4.7.1 únicamente del personal técnico de taller.

5. ANÁLISIS ECONÓMICO Y EVALUACIÓN DE RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN

Uno de los puntos más importantes para tomar la decisión de implementar o no un proyecto es conocer la cantidad de recursos que representa la inversión comparándola versus los beneficios que se otorga.

Para Aceros Prefabricados S.A., se hace necesario realizar un análisis financiero eficiente que evalúe y demuestre tanto la rentabilidad como la sostenibilidad del proyecto en estudio, ya que, si este es incapaz de brindar la suficiente cantidad de beneficios para la empresa y de compensar las inversiones monetarias es prácticamente imposible de conservar a lo largo del tiempo, por ello se busca demostrar a través de la herramienta de costo – beneficio que si es apto para cubrir los costos y gastos en que se incurren para su implementación.

5.1. Integración del costo total del proyecto

De acuerdo al diseño del plan de mantenimiento preventivo descrito para Aceros Prefabricados S.A., se ha podido establecer a través de la programación para un ciclo completo, el cual corresponde a un año calendario, el valor en unidades monetarias estimando los egresos que se tendrán para poder conservar los equipos en un estado óptimo o cercano al mismo y prolongar el tiempo efectivo de servicio para cada uno de ellos.

Es necesario hacer la aclaración que para obtener un valor apropiado que se asemeje a la realidad de la empresa es necesario considerar la inversión inicial, la cual representa los costos asociados a equipos y herramientas para acondicionar el área de trabajo y proveer de materiales adecuados para realizar las actividades en condiciones apropiadas.

5.1.1. Inversión inicial

La inversión para el caso del proyecto se compone de la sumatoria de los valores individuales obtenidos para cada una de las secciones 4.7.2 y 4.7.3, lo cual se refiere al monto en unidades monetarias necesarias para brindar las condiciones apropiadas al área de trabajo, garantizando los equipos básicos requeridos y proveer al personal de taller de todos aquellos instrumentos indispensables para la correcta aplicación de los mantenimientos preventivos programados y el cumplimiento con la planificación dada.

El valor de la inversión inicial asciende a Q. 63 395,00.

5.1.2. Costo distribución mensual

La composición de la distribución mensual se describe a continuación:

- La primera columna de la tabla XLVII, contiene el título de clasificación, abarca cada uno de las categorías de activos existentes en cuanto a la maquinaria y vehículos, lo cual nos facilita la comprensión por medio de cada una de las filas.
- La segunda columna, contiene como título principal la referencia hacia el mes en estudio, además de contener las siguientes tres sub divisiones:

- Columna aceites: tal y como su nombre lo indica describe el costo en que se incurre para la compra de aceites lubricantes y grasas necesarios para cada una de las categorías de activos de maquinaria y vehículos.
- Columna repuestos: principalmente se enfoca en la inversión estimada para la compra de filtros en cada período.
- Columna mano de obra: se refiere a la sumatoria de sueldos considerando tanto al personal administrativo como operativo perteneciente al departamento de mantenimiento y la cantidad de colaboradores por puesto de trabajo.

Tabla XLVII. Integración del costo del plan de mantenimiento por mes

FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO		
ACBITES	RESPUESTOS	MANO DE OBRA	ACBITES	RESPUESTOS	MANO DE OBRA	ACBITES	RESPUESTOS	MANO DE OBRA	ACBITES	RESPUESTOS	MANO DE OBRA	ACBITES	RESPUESTOS	MANO DE OBRA
Q 1 850,00	Q 1 000,00		Q1 850,00	Q 3 520,00		Q 1 850,00	Q 1 000,00		Q1 850,00	Q 1 000,00		Q 5 610,00	Q 3 520,00	
Q 11 388,00	Q 6 604,00		Q -	Q -		Q11 661,00	Q 8 177,00		Q -	Q -		Q 11 388,00	Q 6 604,00	
Q 5 895,00	Q 30 075,00		Q1 620,00	Q -		Q23 520,00	Q 30 075,00		Q1 620,00	Q -		Q 5 895,00	Q 30 075,00	
Q 1 220,00	Q 6 128,00		Q 224,00	Q -		Q 2 420,00	Q 8 648,00		Q 224,00	Q -		Q 1 220,00	Q 6 128,00	
Q 1 218,00	Q 2 880,00	Q 91 910,00	Q1 218,00	Q -	Q 91 910,00	Q 8 286,00	Q 4 200,00	Q 91 910,00	Q1 218,00	Q -	Q 91 910,00	Q 1 218,00	Q 2 880,00	Q 91 910,00
Q 1 348,00	Q 3 428,00		Q1 348,00	Q -		Q 5 108,00	Q 5 588,00		Q1 348,00	Q -		Q 1 348,00	Q 3 428,00	
Q 984,00	Q 2 408,00		Q 984,00	Q -		Q 3 232,00	Q 3 788,00		Q 984,00	Q -		Q 984,00	Q 2 408,00	
Q 848,00	Q 2 100,00		Q 168,00	Q -		Q 2 890,00	Q 3 240,00		Q 168,00	Q -		Q 848,00	Q 2 100,00	
Q 904,00	Q 4 894,00		Q 168,00	Q -		Q 2 064,00	Q 7 894,00		Q 168,00	Q -		Q 904,00	Q 4 894,00	
Q 1 172,00	Q 3 484,00		Q 336,00	Q -		Q 3 444,00	Q 5 284,00		Q 336,00	Q -		Q 1 172,00	Q 3 484,00	
Q 26 827,00	Q 63 001,00	Q 91 910,00	Q7 916,00	Q 3 520,00	Q 91 910,00	Q64 535,00	Q 77 894,00	Q 91 910,00	Q7 916,00	Q 1 000,00	Q 91 910,00	Q 30 587,00	Q 65 521,00	Q 91 910,00
Q181 738,00			Q103 346,00			Q234 339,00			Q100 826,00			Q188 018,00		

AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
ACBITES	RESPUESTOS	MANO DE OBRA	ACBITES	RESPUESTOS	MANO DE OBRA	ACBITES	RESPUESTOS	MANO DE OBRA	ACBITES	RESPUESTOS	MANO DE OBRA	ACBITES	RESPUESTOS	MANO DE OBRA
Q 1 850,00	Q 1 000,00		Q1 850,00	Q 3 520,00		Q 1 850,00	Q 1 000,00		Q1 850,00	Q 1 000,00		Q 6 010,00	Q 3 520,00	
Q 13 143,00	Q 12 532,00		Q -	Q -		Q11 388,00	Q 6 604,00		Q -	Q -		Q 25 753,00	Q 12 532,00	
Q 39 420,00	Q 30 075,00		Q1 620,00	Q -		Q 5 895,00	Q 30 075,00		Q1 620,00	Q -		Q249 630,00	Q 30 075,00	
Q 6 276,00	Q 8 648,00		Q 224,00	Q -		Q 1 220,00	Q 6 128,00		Q 224,00	Q -		Q 6 276,00	Q 8 648,00	
Q 11 546,00	Q 4 200,00	Q 91 910,00	Q1 218,00	Q -	Q 91 910,00	Q 1 218,00	Q 2 880,00	Q 91 910,00	Q1 218,00	Q -	Q 91 910,00	Q 11 546,00	Q 4 200,00	Q 91 910,00
Q 15 832,00	Q 5 588,00		Q1 348,00	Q -		Q 1 348,00	Q 3 428,00		Q1 348,00	Q -		Q 15 832,00	Q 5 588,00	
Q 5 168,00	Q 3 788,00		Q 984,00	Q -		Q 984,00	Q 2 408,00		Q 984,00	Q -		Q 8 546,00	Q 3 788,00	
Q 8 516,00	Q 3 240,00		Q 168,00	Q -		Q 848,00	Q 2 100,00		Q 168,00	Q -		Q 9 332,00	Q 3 240,00	
Q 8 026,00	Q 7 894,00		Q 168,00	Q -		Q 904,00	Q 4 894,00		Q 168,00	Q -		Q 8 434,00	Q 7 894,00	
Q 8 956,00	Q 5 284,00		Q 336,00	Q -		Q 1 172,00	Q 3 484,00		Q 336,00	Q -		Q 8 956,00	Q 5 284,00	
Q118 733,00	Q 82 249,00	Q 91 910,00	Q7 916,00	Q 3 520,00	Q 91 910,00	Q26 827,00	Q 63 001,00	Q 91 910,00	Q7 916,00	Q 1 000,00	Q 91 910,00	Q350 315,00	Q 84 769,00	Q 91 910,00
Q292 852,00			Q103 346,00			Q181 738,00			Q100 826,00			Q266 994,00		

Fuente: elaboración propia.

5.1.2.1. Análisis

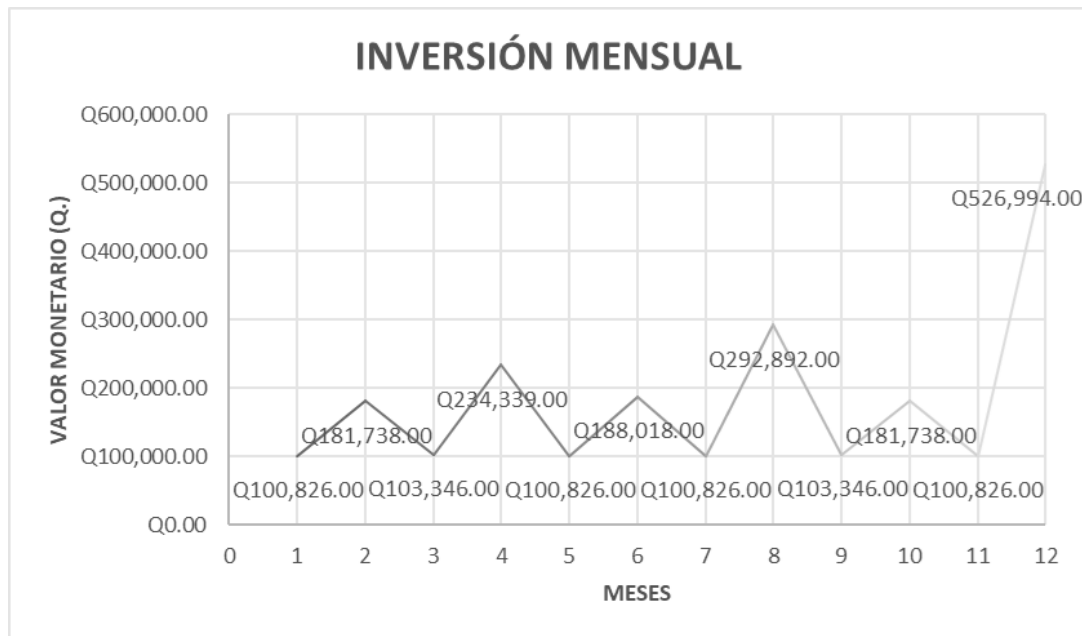
De la tabla 47, se puede obtener el siguiente resumen, el cual nos indica el costo total para cada uno de los meses correspondientes a un ciclo de trabajo planificado.

Tabla XLVIII. **Resumen costo de mantenimiento por mes**

MES	TOTAL MENSUAL
ENERO	100 826,00
FEBRERO	181 738,00
MARZO	103 346,00
ABRIL	234 339,00
MAYO	100 826,00
JUNIO	188 018,00
JULIO	100 826,00
AGOSTO	292 892,00
SEPTIEMBRE	103 346,00
OCTUBRE	181 738,00
NOVIEMBRE	100 826,00
DICIEMBRE	526 994,00
TOTAL ANUAL	2 215 715,00

Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Costo del plan de mantenimiento por mes



Fuente: elaboración propia.

Con la figura 20, se puede identificar fácilmente el periodo en el cual la empresa deberá de asumir el mayor desembolso de dinero para dirigirlo al departamento de mantenimiento, de la gráfica se puede concluir lo siguiente:

- La gráfica ejemplifica un modelo en el cual sigue un patrón repetitivo debido a que terminado un ciclo este se vuelve a manifestar, además tiende a crecer y decrecer en función de la variable de tiempo (meses), lo cual se conoce como una familia combinada.
- Esta gráfica es representativa de un ideal en el cual todos los equipos inician su ciclo de mantenimiento en el mismo mes, pero en la realidad se busca alcanzar una estabilidad en la curva donde la variación entre los picos no sea muy pronunciada y la empresa pueda afrontar el desembolso

de una mejor manera y el impacto económico no provoque desestabilización financiera.

5.1.3. Costo distribución por categoría

De la tabla XLIX, se puede deducir la siguiente información de costos totales para cada categoría de activo perteneciente a la maquinaria y vehículos.

Tabla XLIX. **Resumen costo de mantenimiento por categoría**

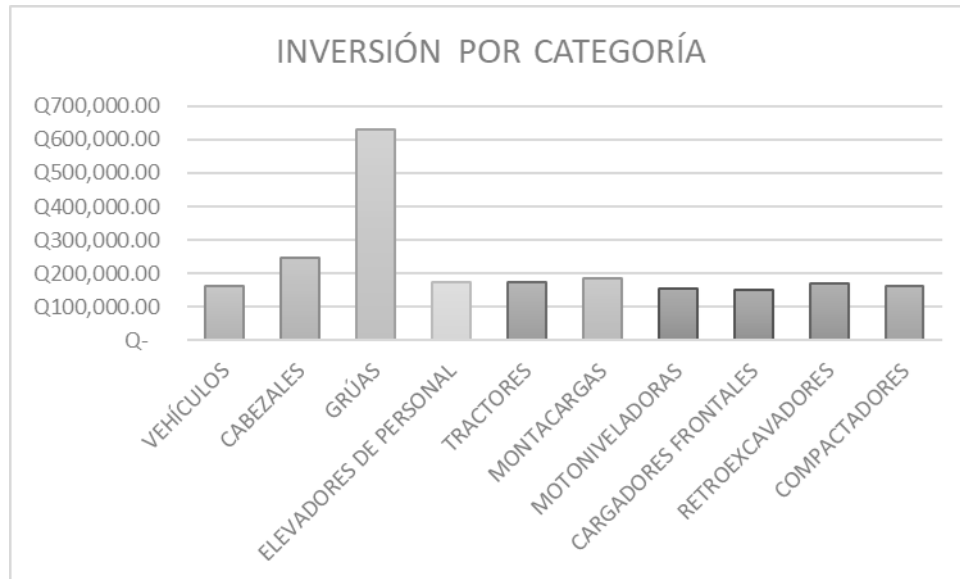
CLASIFICACIÓN	TOTAL MENSUAL
VEHÍCULOS	Q. 162 492,00
CABEZALES	Q. 248 066,00
GRÚAS	Q. 630 717,00
ELEVADORES DE PERSONAL	Q. 174 596,00
TRACTORES	Q. 173 872,00
MONTACARGAS	Q. 186 244,00
MOTONIVELADORAS	Q. 154 742,00
CARGADORES FRONTALES	Q. 150 602,00
RETROEXCAVADORES	Q. 170 900,00
COMPACTADORES	Q. 163 484,00
TOTAL	Q. 2 215 715,00

Fuente: elaboración propia.

5.1.3.1. Análisis

A continuación se representa en la figura 21 el análisis de inversión por categoría en lo que se refiere a vehículos.

Figura 21. **Inversión por categoría**



Fuente: elaboración propia.

La figura 21, facilita la comprensión de la asignación de fondos por categoría y se puede concluir:

- La variación en la inversión para cada categoría es independiente a la cantidad de activos, muestra de ello son los vehículos y cabezales, cada uno con 10 y 13 respectivamente, y está directamente ligado a las capacidades de los depósitos de aceites lubricantes y grasas en cada unidad.
- En cuanto a aceites lubricantes se refiere, el aceite hidráulico es el responsable del incremento en los costos de cualquier equipo, ya que su precio es superior a los aceites para motor o engranajes.

- La subdivisión grúas representa más de un cuarto de la inversión total del plan de mantenimiento, razón por lo cual debe existir un mayor esfuerzo por cumplir con la planificación planteada y en los periodos programados puesto que son uno de los pilares indispensables para el desarrollo de los proyectos.

5.1.4. Integración de los costos

La integración del gasto no es más que la suma total del dinero asignado con la finalidad de cubrir todas las necesidades para la implementación y ejecución del proyecto para un período determinado, en este caso se describen dos tipos:

5.1.4.1. Fijos

Se definen como aquellos gastos que permanecen durante todo el proceso de ejecución del proyecto, es decir que deberán pagarse independientemente de los resultados, alcances o etapa en la que se encuentre el proyecto.

Tabla L. Costos fijos

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
GASTOS FIJOS						
SUELDOS	Q. 91 910,00	Q. 91 910,00	Q. 91 910,00	Q. 91 910,00	Q. 91 910,00	Q. 91 910,00
OBLIGACIÓN PATRONAL	Q. 9 806,80	Q. 9 806,80	Q. 9 806,80	Q. 9 806,80	Q. 9 806,80	Q. 9 806,80
AGUA	Q 300,00	Q 300,00	Q 300,00	Q 300,00	Q 300,00	Q 300,00
ENERGÍA ELÉCTRICA	Q. 1 000,00	Q. 1 000,00	Q. 1 000,00	Q. 1 000,00	Q. 1 000,00	Q. 1 000,00
TELÉFONO	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00
INTERNET	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00
SUB - TOTAL	Q,104 016,00	Q,104 016,00	Q,104 016,00	Q,104 016,00	Q,104 016,00	Q,104 016,00

Continuación de la tabla L.

JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Q. 91 910,00	Q. 91 910,00	Q. 91 910,00	Q. 91 910,00	Q. 91 910,00	Q. 91 910,00
Q. 9 806,80	Q. 9 806,80	Q. 9 806,80	Q. 9 806,80	Q. 9 806,80	Q. 9 806,80
Q 300,00	Q 300,00	Q 300,00	Q 300,00	Q 300,00	Q 300,00
Q. 1 000,00	Q. 1 000,00	Q. 1 000,00	Q. 1 000,00	Q. 1 000,00	Q. 1 000,00
Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00
Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00
Q,104 016,00	Q,104 016,00	Q,104 016,00	Q,104 016,00	Q,104 016,00	Q,104 016,00

Fuente: elaboración propia.

5.1.4.2. Variables

Se definen como costos que dependen del requerimiento del proyecto para un periodo de tiempo específico, es decir que se ajustan de acuerdo a la cantidad de servicios planificados correspondientes a cada mes.

Tabla LI. Costos variables

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
GASTOS VARIABLES						
PAPELERÍA Y ÚTILES	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00
IMPRESIONES Y TINTA	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00
REPRODUCCIÓN DE DOCUMENTOS	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00
SUB - TOTAL	1 600,00	1 600,00	1 600,00	1 600,00	1 600,00	1 600,00

JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00
1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00
800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00
1 600,00	1 600,00	1 600,00	1 600,00	1 600,00	1 600,00

Fuente: elaboración propia.

5.2. Proyección de ingresos

Para Aceros Prefabricados S.A., el mantenimiento se interpreta como una serie de gastos, sin embargo, es necesario cuantificar la magnitud de los costos que se evitan como consecuencia de la implementación de un plan efectivo de mantenimiento, usualmente se dificulta demostrar estos beneficios puesto que las fallas o reparaciones ya no se manifiestan y prácticamente no se pueden cuantificar, a corto plazo los beneficios que otorga un plan de mantenimiento no son significativos, pero a mediano plazo el costo de mantenimiento se verá amortizado por reducción de servicios correctivos.

A continuación, en la tabla LII, se describe el costo medio que representa una avería para la empresa:

Tabla LII. Costo medio por avería

DATOS	
VALOR MEDIO DE REPARACIONES MENSUALES	1
DURACIÓN MEDIA EN DÍAS DE UNA REPARACIÓN	15
VALOR MEDIO DE UN DIA DE TRABAJO DE MAQUINARIA - 8 HORAS	4 500,00
MECÁNICOS ASIGNADOS POR REPARACIÓN	2
VALOR DE LA HORA DE TRABAJO DE MECÁNICO	Q 17,35
AYUDANTES ASIGNADOS POR REPARACIÓN	1
VALOR DE LA HORA DE TRABAJO DE AYUDANTES	Q 15,02
COSTO MEDIO DE REPARACIÓN	36 500,00
COSTO DE OPORTUNIDAD MEDIO	86 000,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. **Costo anual por avería**

COSTOS	
COSTO DE EQUIPO INOPERANTE	67 500,00
COSTO DE MANO DE OBRA	5 966,40
COSTO DE MATERIALES	36 500,00
COSTO DE OPORTUNIDAD	86 000,00
	Q 195 966,40
COSTO ANUAL	2 351 596,80

Fuente: elaboración propia.

Se procede con la explicación de los datos que se describen en las tablas LII y LIII:

El valor medio de reparaciones mensuales se realizó con la finalidad de unificar a un valor en específico la totalidad de reparaciones que se llevan a cabo en un mes, puesto que es común que se presenten variadas fallas menores como lo puede ser sustitución de fajas, cambio de neumáticos, reparación de inyectores o de bombas, rotura de mangueras de aire o de hidráulico, entre otras., las cuales el costo es menor, pero se optó por considerarla como una única falla para un valor promedio.

La duración media de una reparación se considera como una media de la totalidad de días que se invierte contando desde el momento de la desinstalación de la pieza, la cotización para un servicio de diagnóstico y reparación, los días que se invierten en espera del diagnóstico y el propio arreglo de la pieza, o bien en otro caso el tiempo que conlleva la cotización y compra e partes nuevas, por último, la instalación y prueba del equipo.

El valor medio de un día de trabajo se obtiene del boletín precios de arrendamiento de maquinaria para el período 2016, 2017 de la Cámara

Guatemalteca de la Construcción, en el cual se brinda el precio en dólares para variados equipos de construcción, con un valor de cambio de Q. 7,37 por dólar según el Banco de Guatemala.

Los valores de hora de trabajo tanto para mecánico y ayudante se obtuvieron de la sección 4.7.4.1.3.

El costo medio por reparación se obtiene a partir de la sumatoria de costos individuales acumulados por reparaciones menores.

El costo de oportunidad es el valor en unidades monetarias en el que se incurre por la pérdida o la no materialización de proyectos nuevos por falta de maquinaria disponible, el valor en promedio de un proyecto menor para Aceros Prefabricados S.A. aproximadamente es de Q. 1 050 000,00, el cual se distribuyó en la totalidad de meses.

5.3. Rentabilidad

Según la Real Academia Española (RAE) define la rentabilidad como la capacidad de generar un beneficio, provecho o ganancia.

Generalmente la rentabilidad hace referencia principalmente a los beneficios económicos que se obtienen partiendo de la inversión de una cantidad conocida de recursos.

Adaptando el concepto se obtiene que es el cálculo del valor de un proyecto, comparando los beneficios contra los costos que representa, todo proyecto que se desea ejecutar conlleva un proceso que se desarrolla durante un periodo de tiempo, por tal motivo se hace necesario estudiar y analizar

algunas de las características financieras: el valor del dinero en el tiempo, las variaciones de los costos, el tiempo para su finalización, los cambios en volumen de unidades involucradas entre otros, con la finalidad de facilitar la toma de decisiones basándose en los resultados obtenidos e identificando posibles riesgos a la inversión.

5.4. Costo, beneficio

Herramienta de análisis financiero que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión con la finalidad de evaluar la rentabilidad, haciendo la aclaración que abarca las inversiones que requiera el proyecto ejecución.

Se obtiene a través de un cociente del valor actual neto de los ingresos totales entre el valor actual de los costos de inversión totales de un proyecto.

$$B/C = \frac{\sum_0^n \frac{VAI}{(1+x)^n}}{\sum_0^n \frac{VAC}{(1+y)^n}}$$

Donde:

VAI = es igual al valor actual de los ingresos.

VAC = es igual al valor actual de los costos de inversión.

X = tasa de interés mínima de ingresos.

Y = tasa de interés mínima de costos.

N = periodo de tiempo (mes o año).

5.5. Criterio de aceptación

- Beneficio / Costo

Figura 22. **Criterio de beneficio costo**

B/C	>	1	PROYECTO RENTABLE, BENEFICIOS MAYORES A LA INVERSIÓN
B/C	=	1	BENEFICIOS IGUALES A INVERSIÓN
B/C	<	1	PORYECTO NO RENTABLE, BENEFICIOS INFERIORES A LA INVERSIÓN

Fuente: elaboración propia.

Como interpretación se puede deducir un beneficio por cada unidad monetaria invertida.

5.6. Flujo neto de efectivo

Considerando una inversión inicial de Q. 63 395,00 y la depreciación tanto del mobiliario y equipo, y de la herramienta se obtienen los siguientes flujos netos de efectivo para un período de 5 años.

Tabla LIV. **Datos de depreciación**

TIPO DE ACTIVO	MONTO	%	DEPRECIACIÓN ANUAL
MOBILIARIO Y EQUIPO	52 210	20%	10 442,00
HERRAMIENTAS	11 185	25%	2 796,25

Fuente: Ley del Impuesto Sobre la Renta Decreto 26 – 92.

Tabla LV. **Flujo neto de efectivo**

	N0	N1	N2	N3	N4	N5
BENEFICIOS	Q -	2 351 596,80	2 351 596,80	2 351 596,80	2 351 596,80	2 351 596,80
GASTOS DE DEPRECIACIÓN						
MOBILIARIO Y EQUIPO		10 442,00	10 442,00	10 442,00	10 442,00	10 442,00
HERRAMIENTAS		2 796,25	2 796,25	2 796,25	2 796,25	
COSTOS	63 395,00	2 392 196 56	2 349 137,02	2 306,852,56	2 306 852,00	2 224 553,28
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-63 395,00	-53 838,01	-10 778,47	31 505,99	73 029,34	116 601,52

Fuente: elaboración propia.

5.7. **Cálculo de rentabilidad, evaluación financiera del proyecto**

Con la metodología descrita para la estimación de la rentabilidad, se procede con el cálculo y análisis para conocer la factibilidad que tiene el proyecto previo a su implementación.

Tabla LVI. **Resultado cálculo de rentabilidad**

B/C	B	8 914 402,04	1,0083
	C	8 841 250,07	

Fuente: elaboración propia.

5.8. **Análisis de resultados**

Tomando como base el criterio de aceptación para evaluar el resultado obtenido, tenemos que:

$$B/C = 1,008 > 1$$

El valor para beneficio – costo resulta mayor que uno, lo cual indica que por cada Q. 1,00 invertidos obtenemos Q. 1 008, lo cual favorece a la empresa y se acepta el proyecto.

Ya que cumple con el indicador de evaluación de rentabilidad se afirma que el proyecto de diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo para maquinaria y vehículos utilizados en Aceros Prefabricados S.A., es rentable.

6. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS AL CAPITAL HUMANO

La transferencia de conocimientos es un proceso formativo de carácter estratégico y aplicado de forma metodológica, a través del cual las personas involucradas pueden adquirir nuevos conocimientos o habilidades específicas que son útiles para alcanzar los objetivos o metas que se plantean previamente, y sirve igualmente para modificar actitudes que no son las compatibles con las normas, políticas y valores que se requieren.

En este caso particular la transferencia de conocimientos se produce a través de capacitaciones, de correcto uso y forma adecuada de llenado de los nuevos formularios que servirán de retroalimentación y registro para la empresa Aceros Prefabricados S.A., igualmente se describe la forma en que se desarrolló la hoja de Excel para la programación de los servicios de los equipos en estudio, todo esto en la búsqueda de mejorar los procesos del área de mantenimiento.

6.1. Método de diagnóstico

El diagnóstico representa el elemento fundamental para proceder con una investigación, ya que permite tener un acercamiento a la realidad del objeto en estudio y los factores que tienen incidencia.

El diagnóstico aplicado a este estudio es el proceso para conocer las características y condiciones en las que se encuentra un grupo, en este caso el personal que conforma el taller mecánico de Aceros Prefabricados S.A.

El propósito fundamental del diagnóstico realizado es identificar inconvenientes o situaciones que no permitan el correcto funcionamiento del departamento de mantenimiento y brindar mecanismos para solucionarlo.

El diagnóstico se realizó por medio de dos métodos:

- Entrevista

Por medio de este método se puede obtener la información que se necesita y si se manifiesta alguna duda en el momento permite su aclaración al instante, asegurando así información precisa y confiable.

En este caso el personal de taller cuenta con la información necesaria a detalle pues ellos han estado involucrados durante años en todas las actividades que se refieren al área; contacto directo con la maquinaria, realización de servicios y quienes experimentan el día a día de las situaciones que se manifiestan en el departamento.

La principal ventaja que otorga es su aplicación a cualquier persona incluso es la vía más acorde cuando se tiene personal con limitación para proporcionar respuestas escritas.

El grupo para la realización de la entrevista está conformado por el personal técnico de taller y administrativo, incluyendo al gerente de mantenimiento.

- Observación

Denominada participante y de campo: Puesto que para obtener la información se tiene que estar involucrado con el grupo a estudiar, para obtener los datos desde el lugar donde suceden los hechos.

Este método permite obtener información de cómo realmente se llevan a cabo las actividades y no requiere de la colaboración del sujeto en estudio.

6.2. Diagnóstico de necesidades de capacitación

En la actualidad Aceros Prefabricados S.A., está afrontando una serie de cambios debido a su incansable búsqueda de optimizar los procesos en las diferentes áreas que lo conforman, en este caso particular se centra en el departamento de taller de mantenimiento, como parte fundamental para el desarrollo del diseño de un plan de mantenimiento que se ajuste a las necesidades y volumen de maquinaria con la que cuentan es necesario implantar una serie de actividades que servirán tanto para el correcto funcionamiento, progresión y retroalimentación del proyecto ante futuras evaluaciones.

Principalmente estas actividades están orientadas para el personal técnico de taller, puesto que son los principales autores en la aplicación de los servicios y reparaciones de la maquinaria, y diariamente están en contacto con los equipos.

El personal técnico de taller tiene vasta experiencia en el campo de la mecánica y no presentan mayor inconveniente al momento de llevar a cabo sus

actividades, pero tienen un punto a mejorar que es posible reforzar para obtener un mayor rendimiento y dar un valor extra a sus actividades diarias.

Se identificó el primer punto a considerar como parte de la capacitación: la falta de informar o reportar lo realizado, siendo esto clave puesto que, si en un momento se pretende revisar el historial de un equipo, la consigna actual es que el mecánico por la cantidad de información que maneja le es imposible recordar y el personal administrativo se queja de la falta de retroalimentación por parte de los técnicos encargados, teniendo en cuenta que el personal tiene cierta debilidad al momento de redactar o transferir la información de manera escrita se diseñaron formatos que se adapten a las necesidades y que sean amigables al personal, los cuales se explicarán a detalle con ejemplos reales que representen las diferentes variantes que pueden suscitarse.

La segunda parte de la capacitación se considera necesario brindar el soporte al coordinador de mantenimiento de taller en cuanto a la programación de los servicios, ya que al ser un proyecto diseñado de manera flexible este se acomoda a la posible adquisición de nueva maquinaria en un futuro, por ello se describen los pasos para la programación de los servicios en el libro de Excel creado.

6.3. Objetivos

- Orientar a los mandos medios y gerente de sección para la planificación y programación de los servicios de los equipos de Aceros Prefabricados S.A.
- Potenciar las capacidades y habilidades del personal de taller para mejorar los procesos del área.

- Procurar la generación de un historial completo de cada uno de los equipos.

6.4. Alcance

La capacitación va dirigida al personal administrativo y operativo del departamento de mantenimiento sección taller.

Ambas capacitaciones son directamente aprobadas y revisadas por el gerente de sección.

De acuerdo a la disponibilidad de tiempo que la empresa otorga para disponer del personal la modalidad de capacitación es la siguiente:

- **Formativa:** su finalidad es compartir conocimientos básicos orientados a proporcionar una visión general y amplia con relación al tema a desarrollar.
- **De actualización:** a través de facilitar el aprendizaje de nuevas actividades o procesos.
- **De complementación:** con el objetivo de fortalecer los conocimientos y potenciar las habilidades del personal.

Y de acuerdo al diagnóstico de la necesidad de capacitación de determinó que el nivel requerido para alcanzar los resultados planteados debe ser:

- **Nivel Intermedio:** ya que principalmente se busca ampliar conocimientos y perfeccionar habilidades.

Las estrategias a emplear son:

- Exposición mediante el diálogo con los involucrados.
- Presentación de casos acordes al contexto

6.5. Plan de capacitación

Para el desarrollo del plan de capacitación se determinó la siguiente metodología:


- Detección y análisis de las necesidades.
- Identificar fortalezas y debilidades en el ámbito laboral, es decir, las necesidades de conocimiento y desempeño.
- Diseño del plan de capacitación: se elabora el contenido del plan
- Aprobación del plan de capacitación: se realiza una depuración del contenido de la capacitación, buscando simplificar el aprendizaje y aceptación por parte del grupo
- Realización de la capacitación

6.6. Desarrollo de temas de capacitación

Tomando como base lo antes explicado a continuación se expone el contenido de las capacitaciones que se consideraron necesarias:

La figura 23, se desarrolló a partir de la necesidad que tiene la empresa de recibir información por parte de los técnicos de taller acerca de los mantenimientos, tanto preventivos que se realizan según la programación y de los correctivos que se dan de manera imprevista, pero que son realizados en los proyectos, esto principalmente porque el formato diseñado en la figura 7 se planteó utilizar para todo servicio realizado en las instalaciones de la sede central y que no abarca más de un día de trabajo, todo esto buscando formar un historial de cada uno de los equipos, esta ficha se diseñó principalmente considerando las carencias del personal en cuanto a sus habilidades de escritura, por ello es una ficha bastante intuitiva y cómoda para los técnicos, esta ficha almacena toda la información que según dirección del gerente de sección son necesarios.

Figura 23. Ficha de reporte de servicios y reparaciones

		ACEROS PREFABRICADOS S.A. - MANTENIMIENTO TALLER HOJA DE REPORTE DE SERVICIOS							
NOMBRE DEL MECÁNICO:									
CÓDIGO DEL EQUIPO:		UBICACIÓN / PROYECTO:							
SI EL EQUIPO NO TIENE ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN, FAVOR DE INDICARLO.									
KILOMETRAJE:		HORÓMETRO:							
SI EL EQUIPO QUE REVISÓ NO TIENE NINGÚN TIPO DE LECTURA, FAVOR DE INDICARLO.									
HORAS UTILIZADAS:									
FECHA 1	HORA INICIO	HORA FIN	FECHA 2	HORA INICIO	HORA FIN	FECHA 3	HORA INICIO	HORA FIN	TIEMPO TRASLADO
FECHA 4	HORA INICIO	HORA FIN	FECHA 5	HORA INICIO	HORA FIN	FECHA 6	HORA INICIO	HORA FIN	TIEMPO TRABAJO
									TIEMPO TOTAL
DESCRIBA LAS ACTIVIDADES REALIZADAS:									

A CONTINUACIÓN REPORTE LOS REPUESTOS E INSUMOS QUE UTILIZÓ Y LAS CANTIDADES:									
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	DESCRIPCIÓN					
POSTERIOR A LA REVISIÓN DEL EQUIPO ESTE QUEDO EN ÓPTIMAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO?									

EL TRABAJO QUE REALIZÓ FUE UN AJUSTE O ARREGLO DE URGENCIA PARA UN LAPSO CORTO DE TIEMPO?									

SI EL EQUIPO NO QUEDÓ OPERATIVO O REALIZÓ UN ARREGLO DE URGENCIA, EXPLIQUE LA RAZÓN.									

SI EL EQUIPO NO QUEDÓ OPERATIVO O REALIZÓ UN ARREGLO DE URGENCIA, A CONTINUACIÓN REPORTE LOS REPUESTOS O INSUMOS NECESARIOS PARA REPARARLO:									
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	DESCRIPCIÓN					
NOMBRE DEL SUPERVISOR DE OBRA ENCARGADO: _____									
NOMBRE DEL OPERARIO DEL EQUIPO: _____									
FIRMA _____									
FIRMA _____									

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se describe la forma de uso de la ficha:

- Nombre de mecánico: es un campo obligatorio, ya que es necesario conocer quien fue el encargado de la realización para posteriores evaluaciones, por tanto, si uno o más mecánicos han laborado en la misma tarea deben de llenar una única ficha con los nombres de los participantes, es suficiente un nombre y un apellido.
- Código del equipo: es un campo obligatorio, por tanto, cada ficha se ha diseñado exclusivamente para el servicio o reparación de un solo equipo, si se han realizado reparaciones o servicio de más equipos en un mismo día se debe entregar un equivalente en hojas de reporte.
- Ubicación del proyecto: es un campo específico y obligatorio, puesto que es necesario conocer la ubicación en la que se encuentra el equipo en un momento específico ya que están en constante movimiento entre proyectos, previo a la salida de los técnicos mecánicos de planta se les indica el proyecto que estarán visitando y es el dato que deben citar en el espacio.
- Kilometraje y horómetro: son campos obligatorios, haciendo la aclaración que no son necesarios ambos, ya que existen equipos que son controlados únicamente bajo kilometraje y otros por horómetros.
- Horas utilizadas: es un campo totalmente obligatorio, sirve de referencia para conocer el horario de trabajo cuando el personal se encuentra fuera de planta y se compone de los siguientes recuadros:


Se han colocado cuadros de fecha numerados del 1 al 6, lo cual se basa en la duración media de servicios y reparaciones que se realizan.

- La hora de inicio y hora de fin son campos obligatorios que lo único que buscan es facilitar la generación de la planilla para pago.
- Tiempo de traslado es el total de la suma de las horas invertidas para la llegada al proyecto y el retorno del mismo.
 - Tiempo de trabajo es el total de la suma de los horarios de trabajo menos las horas de traslado.
 - Tiempo de total es la suma total de las horas invertidas en el total de traslado y total de laborado.
- Los campos de descripción son pensados para brindar a los técnicos la opción a desarrollar en sus palabras lo que realizaron, inconvenientes, diagnósticos, entre otros.
- La tabla de repuestos e insumos utilizados sirve para llevar un control más exacto de las cantidades de aceites que están utilizando y la frecuencia con que se les suministra a los equipos, además, brinda respaldo al momento de instalarse repuestos nuevos y que es necesario conocer su duración para hacer un diagnóstico real del equipo y las condiciones de cada uno de los sistemas.

- El recuadro que contiene la pregunta sobre si el equipo quedó en óptimas condiciones de funcionamiento es un respaldo al momento de que la máquina presente inconvenientes nuevamente, pudiendo identificar otros factores que contribuyen al deterioro del equipo.
- El recuadro que contiene la pregunta sobre si el técnico realizó una reparación para atender un requerimiento de urgencia, se realiza para que basándose en este reporte se envíen nuevamente técnicos a realizar el mantenimiento correcto.
- La tabla de repuestos e insumos que se consideran necesarios va unido a la pregunta anterior puesto que si solo se reparó de manera momentánea debe de dar indicaciones de los requerimientos necesarios para corregir las averías y que el personal administrativo de taller pueda realizar las cotizaciones y compras necesarias.
- Por último, cuando un técnico visita un proyecto este debe presentar la ficha al supervisor de la obra, el cual verificará la información que se encuentra reportada y firmará dando el visto bueno a lo realizado, igualmente el operador del equipo deberá firmar de que el equipo se le entregó en las condiciones que la ficha describe.

Tanto la figura 24 y 25 se realizaron exclusivamente para el encargado de llantas, puesto que basados en la observación la modalidad de solicitud de materiales para el taller de neumáticos se daba de manera oral únicamente, con los inconvenientes que la información tendía a olvidarse o perderse debido a la alta carga de información que se trabaja diariamente, por ello se hace necesario un respaldo de manera escrita que compruebe las solicitudes generadas para evitar desabastecimiento de materiales e imprevistos que retrasen o dificulten el correcto desarrollo de los procesos de la empresa.

Figura 24. **Ficha solicitud de materiales, taller de neumáticos**

		FECHA DE SOLICITUD: _____
		ENCARGADO: _____ FEDERICO TOT
SI CONSIDERA NECESARIO EL REQUERIMIENTO DE NEUMÁTICOS, INDIQUE A CONTINUACIÓN:		
ACTIVO	DESCRIPCIÓN / CLASIFICACIÓN / TIPO DE NEUMÁTICO	CANTIDAD

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se describe la forma de uso de la ficha:

- Fecha de solicitud: no es más que el día en que se realiza la solicitud de abastecimiento.

- Solicitante: por defecto viene inscrito en la ficha ya que la persona encargada presenta limitaciones de consideración en cuanto a su habilidad de escritura, por ello la ficha se realizó lo más corta posible pero que reúna la información clave, diseñando campos que no requieren una gran extensión o desarrollo.
- Activo: código interno del equipo, ya que la mayoría de los equipos ya tienen este dato etiquetado, la persona encargada únicamente debe copiar el dato hacia la ficha.
- Descripción: hace referencia a la nomenclatura inscrita en el neumático, por ello el encargado únicamente deberá copiar el dato hacia la ficha haciendo la aclaración si es de tracción o direccional, igualmente puede solicitar, pegamento, parches, remalones, tuercas o espárragos puesto que están ligados al proceso de instalación, reparación y cambio de neumáticos.
- Cantidad: es suficiente con la anotación del dígito que se requieren de los descrito en la columna anterior.

Figura 25. **Ficha de reporte diario, taller de neumáticos**

		FECHA: _____				
		ENCARGADO: _____			FEDERICO TOT	
UBICACIÓN	HORA INICIO	HORA FIN	ACTIVO	OPERACIÓN	CANTIDAD	LECTURA

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se describe la forma de uso de la ficha:

- Fecha de solicitud: no es más que el día que se está reportando.
- Solicitante: por defecto viene inscrito por las razones mencionadas en la descripción de la figura 24.
- Hora de inicio: por lo general será a las 7:00 am.
- Ubicación: en la mayoría de los casos será planta zona 12, ya que es poco frecuente que se realicen actividades de este tipo en obras, pero ante la posibilidad el campo puede adquirir el nombre de cualquiera de los proyectos.

- Activo: código interno del equipo, ya que la mayoría de los equipos ya tienen este dato etiquetado, la persona encargada únicamente debe copiar el dato hacia la ficha.
- Operación: se indicó a la persona encargada que es suficiente con la colocación del verbo de la actividad realizada, es decir, cambiar, reparar, revisar, mover, entre otros.
- Cantidad: este campo va unido al anterior, es decir si se repararon las 12 llantas de una plataforma de 3 ejes, es suficiente con la anotación de los dígitos.
- Lectura: es importante y obligatorio para llevar un control de cuando se instalaron neumáticos, el kilometraje u horómetro del equipo para conocer la duración cuando se varíen o prueben marcas.

La figura 25, hace referencia a la ficha diseñada para dos puestos en específico; pintor y soldador, aunque puede ser utilizada por cualquier miembro del personal de mantenimiento, esto porque al igual que en el caso de los neumáticos las solicitudes se realizaban de manera oral y en estos casos los requerimientos son con mayor cantidad de ítems por la cantidad de trabajos que se realizan diariamente de esta clase, esta ficha se diseñó pensando en dar solución a uno de los principales inconvenientes que se suscitaba en estos casos particulares, se requerirán piezas con ciertas medidas y descripción específica, pero por la falta de un documento de respaldo tendían a realizar compras erróneas que repercuten en retrasos de las actividades y reparación de equipos.

Figura 26. **Ficha de solicitud de materiales**

NO.	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ACEROS PREFABRICADOS S.A. SOLICITUD DE MATERIALES	 APSA <small>Aceros Prefabricados S.A.</small>
1			FECHA DE SOLICITUD: _____	
2				
3			NOMBRE DEL SOLICITANTE: _____	
4				
5			A CONTINUACIÓN, EXPLIQUE LA RAZÓN O MOTIVO POR EL CUAL ESTA SOLICITANDO LOS MATERIALES:	
6				
7				
8				
9				
10			CÓDIGO INTERNO DEL EQUIPO PARA EL CUAL REALIZA EL REQUERIMIENTO:	
11			SI REQUIERE GRAFICAR O DIBUJAR ALGUNO DE LOS RECURSOS SOLICITADOS UTILICE EL ESPACIO EN BLANCO.	
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se describe la forma de uso de la ficha:

- Fecha de solicitud: no es más que el día en que se realiza el pedido, con la finalidad de evitar excusas de que no se informó o tergiversar información.

- Nombre: de quién solicita para responsabilizar sobre la información que brinda y lo que se compra.
- La figura 26 contiene:
 - Ítem, correlativo desde el número uno hasta el requerido.
 - Cantidad, indica el número correcto de piezas o materiales del mismo tipo.
 - Descripción, indica las especificaciones que debe cumplir el material.
- Espacio de gráficos: puesto que en ocasiones es necesario realizar un bosquejo con medidas de las piezas que se requieren para solicitar a los proveedores o bien solicitar la fabricación en planta de producción.
- Descripción del motivo de la solicitud: ya que es necesario conocer en qué equipo se instalará o la razón del requerimiento.

Descripción de uso del libro de Excel para la programación de servicios para equipos:

Paso 1, en el escritorio existe una hoja de Excel con el nombre de plan, el cual debe de abrirse para editar o visualizar la programación ya diseñada.

Figura 27. **Ubicación libro de Excel, plan**



Fuente: elaboración propia.

Luego de acceder al libro de Excel se podrá encontrar con la totalidad de hojas creadas para la programación de cada uno de los equipos, desde los vehículos hasta la maquinaria pesada.

Figura 28. **Hojas libro de Excel, plan**



Fuente: elaboración propia.

En la hoja intervalos se encuentran los equivalentes en días ya sea para kilómetros recorridos u horas trabajadas, para todos los equipos, en este caso particular se trabajará con los *pick ups* (PU) ya que el proceso es el mismo para la variedad de maquinaria, estos equivalentes en días sirven de base puesto que la programación se realizó contando los días laborales menos los fines de semana.

Figura 29. Hoja intervalos

VEHICULOS - PU	
INTERVALO KM	INTERVALO DÍAS
3000	20
6000	40
12000	80
24000	160
48000	320

CABEZALES	
INTERVALO KM	INTERVALO DÍAS
5000	33
10000	67
20000	133
40000	267
50000	333

Fuente: elaboración propia.

Si se movilizan a la hoja de (Plan_PU) se puede notar que se compone de diferentes zonas, las cuales se describen a continuación:

- La cinta en color amarillo, la cual identifica el activo con el código interno.
- La columna A, la cual brinda información adicional del equipo, puesto que en ocasiones el código interno no es suficiente para recordar de que equipo se están tratando, además, contiene una casilla con el título de inicio y un recuadro que resalta en blanco, el cual se explica más adelante.
- La zona en color gris, la cual contiene las fórmulas de funcionamiento de la hoja de Excel, esto se explica más adelante, esta zona es flexible ya que si se desea crear la programación para un nuevo activo solo requiere de los comandos copiar y pegar para realizarlo.
- La programación se realiza de forma vertical por lo que los demás equipos de la clasificación *pick ups* no se logran apreciar en una captura.

Figura 30. Hoja plan

PU01					
PLACA	SERVICIO 3000 KM	SERVICIO 6000 KM	SERVICIO 12000 KM	SERVICIO 24000 KM	SERVICIO 48000 KM
P0993FFW	27/01/1900	24/02/1900	20/04/1900	10/08/1900	22/03/1901
INICIO	24/02/1900	20/04/1900	10/08/1900	22/03/1901	
	23/03/1900	15/06/1900	30/11/1900		
	20/04/1900	10/08/1900	22/03/1901		
	18/05/1900	05/10/1900			
	15/06/1900	30/11/1900			
	13/07/1900	25/01/1901			
	10/08/1900	22/03/1901			
	07/09/1900				
	05/10/1900				
	02/11/1900				
	30/11/1900				
	28/12/1900				
	25/01/1901				
	22/02/1901				
	22/03/1901				
PU02					
PLACA	SERVICIO 3000 KM	SERVICIO 9000 KM	SERVICIO 18000 KM	SERVICIO 36000 KM	SERVICIO 45000 KM
P0517FKN	27/01/1900	24/02/1900	20/04/1900	10/08/1900	22/03/1901
INICIO	24/02/1900	20/04/1900	10/08/1900	22/03/1901	
	23/03/1900	15/06/1900	30/11/1900		
	20/04/1900	10/08/1900	22/03/1901		
	18/05/1900	05/10/1900			
	15/06/1900	30/11/1900			

Fuente: elaboración propia.

Como ejemplo se adjuntan las siguientes imágenes en las cuales como se puede apreciar, se ha coloreado el recuadro debajo del título inicio en color rojo, para hacer la aclaración que este campo puede adquirir el valor de cualquier fecha, pero se diseñó con la finalidad de abarcar la fecha del último servicio en un ciclo completo para el equipo, en este caso cuando se encuentra en blanco adquiere valores que por defecto asigna el programa de Excel.

Figura 31. Ejemplo aplicado 1

	PU01				
PLACA	SERVICIO 3000 KM	SERVICIO 6000 KM	SERVICIO 12000 KM	SERVICIO 24000 KM	SERVICIO 48000 KM
P0993FFW	27/01/1900	24/02/1900	20/04/1900	10/08/1900	22/03/1901
INICIO	24/02/1900	20/04/1900	10/08/1900	22/03/1901	
	23/03/1900	15/06/1900	30/11/1900		
	20/04/1900	10/08/1900	22/03/1901		
	18/05/1900	05/10/1900			
	15/06/1900	30/11/1900			
	13/07/1900	25/01/1901			
	10/08/1900	22/03/1901			
	07/09/1900				
	05/10/1900				
	02/11/1900				
	30/11/1900				
	28/12/1900				
	25/01/1901				
	22/02/1901				
	22/03/1901				

Fuente: elaboración propia.

En la figura 32, como se puede observar, considerando que el último servicio que se le brindo al *pick up* PU01, fue el 1 de diciembre de 2017, ahora la zona de programación adquiere una serie de valores que corresponden a la continuación para la aplicación de los servicios correspondientes.

Figura 32. Ejemplo aplicado 2

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

PLACA	SERVICIO 3000 KM	SERVICIO 6000 KM	SERVICIO 12000 KM	SERVICIO 24000 KM	SERVICIO 48000 KM
P0993FFW	29/12/2017	26/01/2018	23/03/2018	13/07/2018	22/02/2019
INICIO	26/01/2018	23/03/2018	13/07/2018	22/02/2019	
	23/02/2018	18/05/2018	02/11/2018		
	23/03/2018	13/07/2018	22/02/2019		
	20/04/2018	07/09/2018			
	18/05/2018	02/11/2018			
	15/06/2018	28/12/2018			
	13/07/2018	22/02/2019			
	10/08/2018				
	07/09/2018				
	05/10/2018				
	02/11/2018				
	30/11/2018				
	28/12/2018				
	25/01/2019				
	22/02/2019				

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se explica las dos fórmulas principales utilizadas y su funcionamiento:

Figura 33. Aplicación fórmula 1

The screenshot shows the same Excel spreadsheet as Figure 32, but with the formula bar for cell B4 highlighted. The formula is: `=DIA.LAB(A6,INTERVALOS!B$3)`. An arrow points from the formula bar to cell B4 in the spreadsheet.

Fuente: elaboración propia.

Esta fórmula hace referencia: a partir del valor colocado en la casilla debajo del título inicio, contará únicamente los días laborales con el parámetro asignado en la hoja de intervalos específico para *pick ups*, en este caso para el servicio de 3 000 km se acordó un lapso de 20 días.

Figura 34. **Aplicación fórmula 2**

PLACA	SERVICIO 3000 KM	SERVICIO 6000 KM	SERVICIO 12000 KM	SERVICIO 24000 KM	SERVICIO 48000 KM
P0993FFW	29/12/2017	26/01/2018	23/03/2018	13/07/2018	22/02/2019
INICIO	26/01/2018	23/03/2018	13/07/2018	22/02/2019	
	23/02/2018	18/05/2018	02/11/2018		
	23/03/2018	13/07/2018	22/02/2019		
	20/04/2018	07/09/2018			
	18/05/2018	02/11/2018			
	15/06/2018	28/12/2018			
	13/07/2018	22/02/2019			
	10/08/2018				
	07/09/2018				
	05/10/2018				
	02/11/2018				
	30/11/2018				
	28/12/2018				
	25/01/2019				
	22/02/2019				

Fuente: elaboración propia.

Esta fórmula es similar a la anterior con la diferencia que la referencia o punto de partida se considera la primera celda después de los títulos de los servicios, este formato se arrastra hasta el final de la columna.

Si se moviliza a la hoja Programación_PU, se puede observar que se compone de distintas zonas, las cuales se describen a continuación:

- El recuadro amarillo es el punto de partida puesto que la hoja se modifica de acuerdo al valor que este adquiere, preferiblemente para obtener el mejor rendimiento se debe colocar el día uno de cada mes para apreciar la composición de la hoja, tal como se ve en la imagen.
- La zona en color naranja se compone de 23 celdas las cuales se consideraron adecuadas para visualizar un mes calendario completo, recordando que únicamente se toman los días laborales.
- La zona en color verde, indica el activo al que corresponde cada fila y el intervalo que se revisa, como se ve en la imagen se tomaron como ejemplos los 3 000km y 6 000km.
- La zona gris indica la fecha exacta en que se ha programado un servicio a un equipo.
- La programación continua de forma vertical, a efectos de ejemplo en una captura no es posible observar la totalidad.

Figura 35. Hoja de programación

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1		viernes	viernes	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	lunes	martes
2	01/12/2017	1	01/12/2017	04/12/2017	05/12/2017	06/12/2017	07/12/2017	08/12/2017	11/12/2017	12/12/2017	13/12/2017	14/12/2017	15/12/2017	18/12/2017	19/12/2017	20/12/2017	21/12/2017	22/12/2017	25/12/2017	26/12/2017	27/12/2017	28/12/2017	29/12/2017	01/01/2018	02/01/2018
3		PU01	3000																						
4		PU02	3000																					PU01	
5		PU03	3000																					PU02	
6		PU04	3000																						
7		PU05	3000																						
8		PU06	3000																						
9		PU07	3000																						
10		PU08	3000																						
11		PU09	3000																						
12		PU10	3000																						
13																									
14		PU01	6000																						
15		PU02	6000																						
16		PU03	6000																						
17		PU04	6000																						
18		PU05	6000																						
19		PU06	6000																						
20		PU07	6000																						
21		PU08	6000																						
22		PU09	6000																						
23		PU10	6000																						

Fuente: elaboración propia.

Tal y como se puede observar en la figura 35., indica que, en el mes de diciembre de 2017, específicamente el viernes 29 del mes se ha programado el servicio de 3 000 km de los *pick ups* 1 y 2.

Es así como funciona el libro de Excel, para cada tipo distinto de activo existen dos hojas personalizadas las cuales servirán para la correcta planificación y programación, además, será fundamental para la generación de un calendario en el cual se obtiene de manera resumida los días exactos en los cuales se deberá realizar mantenimiento y un recuadro en blanco para colocar el día en que se realizó el servicio y llevar un mejor control, esta herramienta es de utilidad para anticiparse a la adquisición de los repuestos necesarios y abastecer aceites lubricantes y grasas en caso sea necesario.

Figura 36. Calendario demostración de programación de servicios

SERVICIOS PARA PICK UPS - MAHINDRA - PU'S										
	PU01	PU02	PU03	PU04	PU05	PU06	PU07	PU08	PU09	PU10
PROGRAMADO	29/01/2018	29/01/2018	29/01/2018	29/01/2018	30/01/2018	30/01/2018	30/01/2018	30/01/2018	31/01/2018	31/01/2018
REALIZADO										
PROGRAMADO	26/02/2018	26/02/2018	26/02/2018	26/02/2018	27/02/2018	27/02/2018	27/02/2018	27/02/2018	28/02/2018	28/02/2018
REALIZADO										
PROGRAMADO	26/03/2018	26/03/2018	26/03/2018	26/03/2018	27/03/2018	27/03/2018	27/03/2018	27/03/2018	28/03/2018	28/03/2018
REALIZADO										
PROGRAMADO	23/04/2018	23/04/2018	23/04/2018	23/04/2018	24/04/2018	24/04/2018	24/04/2018	24/04/2018	25/04/2018	25/04/2018
REALIZADO										
PROGRAMADO	21/05/2018	21/05/2018	21/05/2018	21/05/2018	22/05/2018	22/05/2018	22/05/2018	22/05/2018	23/05/2018	23/05/2018
REALIZADO										
PROGRAMADO	18/06/2018	18/06/2018	18/06/2018	18/06/2018	19/06/2018	19/06/2018	19/06/2018	19/06/2018	20/06/2018	20/06/2018
REALIZADO										
PROGRAMADO	16/07/2018	16/07/2018	16/07/2018	16/07/2018	17/07/2018	17/07/2018	17/07/2018	17/07/2018	18/07/2018	18/07/2018
REALIZADO										
PROGRAMADO	13/08/2018	13/08/2018	13/08/2018	13/08/2018	14/08/2018	14/08/2018	14/08/2018	14/08/2018	15/08/2018	15/08/2018
REALIZADO										
PROGRAMADO	10/09/2018	10/09/2018	10/09/2018	10/09/2018	11/09/2018	11/09/2018	11/09/2018	11/09/2018	12/09/2018	12/09/2018
REALIZADO										
PROGRAMADO	08/10/2018	08/10/2018	08/10/2018	08/10/2018	09/10/2018	09/10/2018	09/10/2018	09/10/2018	10/10/2018	10/10/2018
REALIZADO										
PROGRAMADO	05/11/2018	05/11/2018	05/11/2018	05/11/2018	06/11/2018	06/11/2018	06/11/2018	06/11/2018	07/11/2018	07/11/2018
REALIZADO										
PROGRAMADO	03/12/2018	03/12/2018	03/12/2018	03/12/2018	04/12/2018	04/12/2018	04/12/2018	04/12/2018	05/12/2018	05/12/2018
REALIZADO										
PROGRAMADO	31/12/2018	31/12/2018	31/12/2018	31/12/2018	01/01/2019	01/01/2019	01/01/2019	01/01/2019	02/01/2019	02/01/2019
REALIZADO										
PROGRAMADO	28/01/2019	28/01/2019	28/01/2019	28/01/2019	29/01/2019	29/01/2019	29/01/2019	29/01/2019	30/01/2019	30/01/2019
REALIZADO										
PROGRAMADO	25/02/2019	25/02/2019	25/02/2019	25/02/2019	26/02/2019	26/02/2019	26/02/2019	26/02/2019	27/02/2019	27/02/2019
REALIZADO										
PROGRAMADO	25/03/2019	25/03/2019	25/03/2019	25/03/2019	26/03/2019	26/03/2019	26/03/2019	26/03/2019	27/03/2019	27/03/2019
REALIZADO										

Fuente: elaboración propia.

6.7. Programación de capacitaciones

Las capacitaciones se llevarán a cabo por medio de reuniones con duración no mayor a 30 minutos durante cinco sábados en el área de comedor, en donde se desarrollará con ejemplos reales el correcto uso de los distintos formularios y se realizará aclaración de dudas que puedan suscitarse, de las diferentes variantes de casos posibles.

CONCLUSIONES

1. El diseño del presente plan de mantenimiento preventivo consistió en la implementación de una nueva metodología de trabajo, por medio de la cual se tiene una mejor planificación, programación y control en el departamento de mantenimiento, así también permite plantear objetivos medibles, alcanzables y realistas, que admitan retroalimentación y sirvan de base para su evaluación.
2. Posterior a la realización del diagnóstico respecto a las actividades relacionadas al mantenimiento, se estableció la manifestación superlativa de mantenimientos correctivos versus los preventivos, debido a la nula planificación y a la escasa aplicación de servicios en los años recientes, todo esto producto de una deficiente gestión administrativa.
3. A través de la documentación y actualización de información técnica para cada uno de los equipos se creó una base de datos que contiene toda la información referente a cada uno de los equipos.
4. Se diseñaron protocolos de mantenimiento estándar para garantizar la confiabilidad del equipo y procurar el mayor rendimiento posible, según dos parámetros: kilometraje recorrido o por horas de trabajo, los cuales son aplicables para cada categoría específica.

5. Se diseñaron fichas de control las cuales están destinadas a cumplir distintas funciones, entre ellas; registro de información clave para la formulación del historial de cada máquina, permitiendo conocer fallas recurrentes, la vida útil de componentes o identificar patrones de comportamiento; bitácora de actividades diarias, permitiendo conocer las horas – hombre invertidas en cada máquina y cuantificarlas; consumo de combustible, para la evaluación de rendimiento por galón y preusos de mantenimiento diario destinados a la identificación de inconformidades en los equipos reduciendo riesgos potenciales en la operación.
6. Como resultado de la evaluación de rentabilidad se estima que por cada Q1,00 invertido para el desarrollo e implementación del proyecto se obtiene un retorno de Q 1,008 por lo cual se obtiene un beneficio económico tangible, además, de la ventaja que otorga el contar con una mayor disponibilidad de equipos, una reducción en los paros no programados y reducción en el gasto por reparaciones.
7. Se capacitó al personal técnico para modificar aspectos de la cultura empresarial anterior, inculcando por medio de la enseñanza de casos prácticos la importancia de plasmar a través de reportes escritos las actividades que desarrollan diariamente, también se capacitó en cuanto al uso de la herramienta desarrollada para la planificación y programación de mantenimientos preventivos para dar un mejor seguimiento y control a cada uno de los equipos, procurando mantenerlos en un estado óptimo de funcionamiento.

RECOMENDACIONES

1. Para lograr la correcta implementación se requiere el total involucramiento desde la gerencia general y todos los departamentos puesto que se desea crear un cambio en la cultura empresarial, hacia la prevención.
2. Involucrar tanto al personal técnico de mantenimiento como a los operadores de maquinaria en la retroalimentación respecto a los preusos de mantenimiento diario con la finalidad de perfeccionarlos a tal grado que abarquen y cubran los puntos que a consideración de ambas partes son básicos de inspeccionar para asegurar el correcto funcionamiento del equipo y reducir los riesgos en la operación.
3. Reforzar y establecer directrices para el proceso de reporte de información por parte del personal técnico de taller, puesto que es la principal herramienta para la generación de un historial para cada uno de los equipos sobre los servicios y reparaciones que se le han aplicado a lo largo de su vida útil, permitiendo establecer parámetros de inspección o evaluación.
4. Si se añaden equipos a la flota actual de maquinaria o vehículos, tomar en cuenta que se deberá realizar los protocolos de mantenimiento respectivos en el caso que sea una nueva categoría de máquina no contemplada en este documento, si la nueva maquinaria corresponde a alguna de las categorías mencionadas en este documento se procederá a ajustar el estándar para evitar la generación de distintos protocolos.

5. Es primordial que al momento de adquirir nueva maquinaria se soliciten los manuales de: servicio, operación y partes, o bien se realicen las gestiones necesarias para su obtención, puesto que estos son fundamentales para conocer las especificaciones técnicas, clasificación, calidad y cantidad necesaria de los aceites y grasas requeridas, despiece de piezas, correcta utilización del equipo e interpretación de indicadores para evitar dañar componentes fundamentales del equipo.
6. Capacitar constantemente a; los operadores de maquinaria, principalmente por el alto grado de rotación de maquinaria en los distintos proyectos para evitar las averías por mala operación o por desconocimiento de indicios sobre posibles fallos mayores; los mecánicos, para reforzar conocimientos o para potenciar sus habilidades técnicas y analíticas.
7. Desarrollar un estudio de tiempos sobre los diferentes mantenimientos preventivos diseñados para cada una de las máquinas, permitiendo fijar estándares de tiempo para efectuar las tareas de forma eficiente y evaluar el rendimiento de cada uno de los técnicos de taller.
8. Establecer indicadores en el departamento de mantenimiento capaces de medir: disponibilidad de los equipos, tiempo medio entre fallas y tiempo medio de reparación, los cuales sirvan de parámetro para plantear estrategias para alcanzar las metas del departamento.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALBERTOS CARRERA, Miguel Ángel. *El mantenimiento industrial desde la experiencia*. 2a ed. España: Universidad de Valladolid, 2015. 142 p.
2. BAUMEISTER Theodore. y otros. *Manual del ingeniero mecánico*. 8a ed. México: Editorial McGraw-Hill, 1987. 2000 p.
3. DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. *La productividad en el mantenimiento industrial*. 10a ed. Reimpresión, México: Grupo editorial Patria, 2007. 372 p.
4. ESTRADA y ESTRADA, Marvin Estuardo. *Diseño e implementación de un programa de mantenimiento preventivo para vehículos y maquinaria pesada para la empresa Semavesa ubicada en el municipio de Tecún Umán, San Marcos*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 128 p.
5. GAITÁN LÓPEZ, Helmut Eduardo. *Diseño de programa de mantenimiento preventivo del transporte y maquinaria como parte de la estrategia de proceso de la empresa de Conbex S.A*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2002, 186 p.

6. GARCÍA GARRIDO, Santiago. *Organización y gestión integral del mantenimiento*. España: Díaz de Santos, 2003. 321 p.
7. GIRÓN CHEW, Edwin Omar. *Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo, para los vehículos de la Gremial de Transportistas de Cemento*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2010. 90 p.
8. LARA SANTOS, Jonathan Ariel. *Plan de mantenimiento preventivo para la flota de vehículos de la empresa Sigma Alimentos Guatemala, S. A.* Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2012. 124 p.
9. LÓPEZ OROZCO, Amilcar Jeremías. *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en maquinaria para el uso de la construcción de carreteras, en los talleres de la empresa Codipa, S. A.* Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. 188 p.
10. MONCHY, Francois. *Teoría y práctica del Mantenimiento Industrial*. Barcelona, España: Editorial: Masson S .A., 1990. 384 p.
11. SOTUYO BLANCO, Santiago. *Mantenimiento industrial*. Revista Virtual Pro, Editores Polifonía, No 74, 27 p.

APÉNDICE

Apéndice 1. **Calculo de valor de hora hombre**

Para un mecánico el sueldo es de Q. 3 500,00

La bonificación incentivo es de Q 250,00 mensual

El valor equivalente del bono 14 es igual al 8,33 % sobre el sueldo ordinario

$$B14 = (8,33 \% * 3\ 500) = Q291,55$$

El valor equivalente del aguinaldo es igual al 8,33 % sobre el sueldo ordinario

$$AGUI = (8,33 \% * 3\ 500) = Q291,55$$

El valor de las cuotas laborales es igual al 4,83 % sobre el sueldo ordinario

$$CL = (4,83 \% * 3\ 500) = Q169,05$$

Sumatoria

$$Sumatoria = (3\ 500 + 250 + 291,55 + 291,55 - 169,05) = Q4\ 164,05$$


Finalmente,

$$H. H. = \frac{4\,164,052}{240} = 17,35 \text{ Q/H}$$

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de inspección para elevador de personal

 APSA <small>Asociación de Promotores de Seguridad en Ascensores</small>	FICHA DE INSPECCIÓN PRE - USO DEL EQUIPO							
SEMANA DEL:		AL:		DEL MES DE:		AÑO:		
REALIZADO POR:								
CÓDIGO DEL EQUIPO:								
LECTURA DE HORÓMETRO	L	M	M	J	V	S	D	
POR TU PROPIA SEGURIDAD, REALIZA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y CONTROLES.								
CALIFICA SEGÚN: NA (NO APLICA), C (CUMPLE), NC (NECESITA CORRECCIÓN)								
ÍTEM	VERIFIQUE PREVIO A OPERACIÓN DEL EQUIPO	L	M	M	J	V	S	D
1. ALREDEDORES	a. REVISE LOS ALREDEDORES DEL EQUIPO EN BUSCA DE POSIBLES FUGAS DE LÍQUIDOS							
	a. REVISE LA ESTRUCTURA EXTERIOR DEL EQUIPO EN BUSCA DE DAÑOS O FISURAS							
2. ESTRUCTURA	b. REVISE EL PERFILES DE LOS NEUMÁTICOS COMPROBAR QUE NO EXISTEN CORTES, GRIETAS O PICADURAS							
	c. VERIFIQUE QUE LAS ETIQUETAS ESTÁN EN EL LUGAR INDICADO Y SON LEGIBLES							
	d. VERIFIQUE QUE NO EXISTA CORROSIÓN EN LOS CABLES DE BATERÍA							
	e. INSPECCIONE QUE NO EXISTAN CABLES SUELTOS, PINZADOS, CORRÓIDOS, DETERIORADOS O QUEMADOS							
	f. INSPECCIONE ENGRANEJE Y RODAMIENTO DE ROTACIÓN DE LA TORRETA							
	g. VERIFIQUE CONDICIONES DE LAS ALMOHADILLAS DE DESGASTE							
	h. INSPECCIONE EXTENSIÓN Y REPLIEGUE DEL BRAZO							
	3. CABINA	a. VERIFIQUE EXISTENCIA DE UNA COPIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						
b. COMPRUEBE LA EXISTENCIA DE UNA HERRAMIENTA DE ESCAPE								
c. VERIFIQUE LA EXISTENCIA DE UN EXTINTOR DE INCENDIOS								
d. REVISE LAS CONDICIONES DEL ASIENTO DEL OPERADOR, DEBE TENER CORRECTO AJUSTE Y NO PRESENTAR DAÑOS								
e. REVISE LOS VIDRIOS Y ESPEJOS, DEBEN ESTAR EN BUEN ESTADO								
4. FUNCIONES DEL EQUIPO	a. VERIFIQUE EXISTENCIA Y FUNCIONAMIENTO DEL HORÓMETRO							
	b. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA BOCINA							
	c. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS CONTROLES DE MANDO							
	d. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE TODOS LOS INDICADORES							
	e. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE TODAS LAS LUCES							
	f. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA ALARMA DE RETROCESO							
	g. COMPRUEBE AUTONIVELACIÓN DE LA PLATAFORMA							


Continuación del anexo 1.

4. FUNCIONES DEL EQUIPO	h. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS FRENOS																			
	i. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS ESTABILIZADORES Y LIMPIE SUCIEDAD EXCESIVA																			
	j. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE HABILITACIÓN DE DESPLAZAMIENTO																			
	k. COMPRUEBE FUNCIONAMIENTO DEL CONTROL DESDE EL SUELO																			
5. LECTURAS	l. COMPRUEBE FUNCIONAMIENTO DEL SELECTOR DE RALENTÍ DEL MOTOR																			
	a. REVISE NIVEL DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE																			
	b. REVISE NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR																			
	c. REVISE NIVEL DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN																			
	d. REVISE NIVEL DE REFRIGERANTE DEL MOTOR																			
	e. REVISE NIVEL DE ACEITE HIDRÁULICO																			
	f. REVISE NIVEL DE LÍQUIDO DE FRENOS																			
	g. VERIFIQUE EXISTENCIA DE GRASA EN TODOS LOS PUNTOS																			
	h. VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE LOS CUBOS DE TRACCIÓN																			
i. VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE LOS CUBOS DE ROTACIÓN DE LA TORRETA																				
6. OPERACIONES	a. DRENE LA HÚMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE																			
	b. DRENE LA HÚMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE AIRE																			
	c. PRESIÓN DE LOS NEUMÁTICOS																			
	d. VERIFIQUE PAR DE APRIETE DE LAS TUERCAS DE LAS LLANTAS																			
	e. REVISE TENSIÓN Y DEFLEXIÓN DE CORREAS DEL MOTOR Y RADIADOR																			
	f. VERIFIQUE ESTADO DE MANGUERAS Y TUBERÍA DEL SISTEMA HIDRÁULICO																			
	g. VERIFIQUE CONDICIONES Y REALICE LIMPIEZA DEL RADIADOR																			
	h. INSPECCIONE EL MOTOR, POSIBLES RUIDOS, VIBRACIONES O HUMO EN EL ESCAPE																			
Si las condiciones no son apropiadas para poder desempeñar tu trabajo:																				
1. No operes el equipo.																				
2. Reporta a tu jefe inmediato																				
3. Reporta al Inspector de seguridad industrial.																				
SUPERVISOR DEL OPERADOR																				
NOMBRE:										FIRMA										

HALLAZGOS Y SEGUIMIENTO				
FECHA	HALLAZGO	ACCIÓN CORRECTIVA / PREVENTIVA	RESPONSABLE	FECHA

Fuente: Aceros Prefabricados, S.A.

Anexo 2. Ficha de inspección para tractores

 APSA <small>Asociación Productora S.A.</small>	FICHA DE INSPECCIÓN PRE - USO DEL EQUIPO							
SEMANA DEL:		AL:		DEL MES DE:		AÑO:		
REALIZADO POR:								
CÓDIGO DEL EQUIPO:								
	L	M	M	J	V	S	D	
LECTURA DE HORÓMETRO								
POR TU PROPIA SEGURIDAD, REALIZA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y CONTROLES.								
CALIFICA SEGÚN: NA (NO APLICA), C (CUMPLE), NC (NECESITA CORRECCIÓN)								
ÍTEM	VERIFIQUE PREVIO A OPERACIÓN DEL EQUIPO	L	M	M	J	V	S	D
1. ALREDEDORES	a. REVISE LOS ALREDEDORES DEL EQUIPO EN BUSCA DE POSIBLES FUGAS DE LÍQUIDOS							
	a. REVISE LA ESTRUCTURA EXTERIOR DEL EQUIPO EN BUSCA DE DAÑOS O FISURAS							
2. ESTRUCTURA	b. VERIFIQUE QUE LAS ETIQUETAS ESTÁN EN EL LUGAR INDICADO Y SON LEGIBLES							
	c. VERIFIQUE QUE NO EXISTA CORROSIÓN EN LOS CABLES DE BATERÍA							
	d. INSPECCIONE QUE NO EXISTAN CABLES SUELTOS, PINZADOS, CORRÓIDOS, DETERIORADOS O QUEMADOS							
	e. REVISE Y COMPRUEBE EL AJUSTE DEL RODAJE							
	f. INSPECCIONE CONDICIONES DE LA CUCHILLA							
	g. VERIFIQUE CONDICIONES DE CILINDROS							
	3. CABINA	a. VERIFIQUE EXISTENCIA DE UNA COPIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						
b. COMPRUEBE LA EXISTENCIA DE UNA HERRAMIENTA DE ESCAPE								
c. VERIFIQUE LA EXISTENCIA DE UN EXTINTOR DE INCENDIOS								
d. REVISE LAS CONDICIONES DEL ASIENTO DEL OPERADOR, DEBE TENER CORRECTO AJUSTE Y NO PRESENTAR DAÑOS								
e. REVISE LOS VIDRIOS Y ESPEJOS, DEBEN ESTAR EN BUEN ESTADO								
4. FUNCIONES DEL EQUIPO	a. VERIFIQUE EXISTENCIA Y FUNCIONAMIENTO DEL HORÓMETRO							
	b. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA BOCINA							
	c. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS CONTROLES DE MANDO							
	d. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE TODOS LOS INDICADORES							
	e. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE TODAS LAS LUCES							
	f. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA ALARMA DE RETROCESO							
	g. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS FRENS							

Continuación del anexo 2.

5. LECTURAS	a. REVISE NIVEL DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE								
	b. REVISE NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR								
	c. REVISE NIVEL DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN								
	d. REVISE NIVEL DE REFRIGERANTE DEL MOTOR								
	e. REVISE NIVEL DE ACEITE HIDRÁULICO								
	f. REVISE NIVEL DE LÍQUIDO DE FRENOS								
	g. VERIFIQUE EXISTENCIA DE GRASA EN TODOS LOS PUNTOS								
	h. VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE LOS MANDOS FINALES								
6. OPERACIONES	a. DRENE LA HÚMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE								
	b. DRENE LA HÚMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE AIRE								
	c. REVISE TENSIÓN Y DEFLEXIÓN DE CORREAS DEL MOTOR Y RADIADOR								
	d. VERIFIQUE ESTADO DE MANGUERAS Y TUBERÍA DEL SISTEMA HIDRÁULICO								
	e. VERIFIQUE CONDICIONES Y REALICE LIMPIEZA DEL RADIADOR								
	f. LIMPIE LAS BANDAS / ORUGAS								
	g. INSPECCIONE EL MOTOR, POSIBLES RUIDOS, VIBRACIONES O HUMO EN EL ESCAPE								

Si las condiciones no son apropiadas para poder desempeñar tu trabajo:

1. No operes el equipo.

2. Reporta a tu jefe inmediato

3. Reporta al Inspector de seguridad industrial.

SUPERVISOR DEL OPERADOR


NOMBRE:

FIRMA

HALLAZGOS Y SEGUIMIENTO				
FECHA	HALLAZGO	ACCIÓN CORRECTIVA / PREVENTIVA	RESPONSABLE	FECHA

Fuente: Aceros Prefabricados, S.A.

Anexo 3. Ficha de inspección para montacargas

		FICHA DE INSPECCIÓN PRE - USO DEL EQUIPO						
SEMANA DEL:		AL:		DEL MES DE:		AÑO:		
REALIZADO POR:								
CÓDIGO DEL EQUIPO:								
	L	M	M	J	V	S	D	
LECTURA DE HORÓMETRO								
POR TU PROPIA SEGURIDAD, REALIZA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y CONTROLES.								
CALIFICA SEGÚN: NA (NO APLICA), C (CUMPLE), NC (NECESITA CORRECCIÓN)								
ÍTEM	VERIFIQUE PREVIO A OPERACIÓN DEL EQUIPO	L	M	M	J	V	S	D
1. ALREDEDORES	a. REVISE LOS ALREDEDORES DEL EQUIPO EN BUSCA DE POSIBLES FUGAS DE LÍQUIDOS							
	a. REVISE LA ESTRUCTURA EXTERIOR DEL EQUIPO EN BUSCA DE DAÑOS O FISURAS							
2. ESTRUCTURA	b. REVISE EL PERFILES DE LOS NEUMÁTICOS COMPROBAR QUE NO EXISTEN CORTES, GRIETAS O PICADURAS							
	c. VERIFIQUE QUE LAS ETIQUETAS ESTÁN EN EL LUGAR INDICADO Y SON LEGIBLES							
	d. VERIFIQUE QUE NO EXISTA CORROSIÓN EN LOS CABLES DE BATERÍA							
	e. INSPECCIONE QUE NO EXISTAN CABLES SUELTOS, PINZADOS, CORROÍDOS, DETERIORADOS O QUEMADOS							
	f. INSPECCIONE CONDICIONES DE LA CADENA DE ELEVACIÓN							
	g. VERIFIQUE ESTADO DE CILINDROS DE INCLINACIÓN							
	h. COMPRUEBE ESTADO DE SOPORTES DEL MÁSTIL							
	i. COMPRUEBE ESTADO DE LAS CUCHILLAS							
	3. CABINA	a. VERIFIQUE EXISTENCIA DE UNA COPIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						
b. COMPRUEBE LA EXISTENCIA DE UNA HERRAMIENTA DE ESCAPE								
c. VERIFIQUE LA EXISTENCIA DE UN EXTINTOR DE INCENDIOS								
d. REVISE LAS CONDICIONES DEL ASIENTO DEL OPERADOR, DEBE TENER CORRECTO AJUSTE Y NO PRESENTAR DAÑOS								
e. REVISE LOS VIDRIOS Y ESPEJOS, DEBEN ESTAR EN BUEN ESTADO								
4. FUNCIONES DEL EQUIPO	a. VERIFIQUE EXISTENCIA Y FUNCIONAMIENTO DEL HORÓMETRO							
	b. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA BOCINA							
	c. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS CONTROLES DE MANDO							
	d. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE TODOS LOS INDICADORES							
	e. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE TODAS LAS LUCES							
	f. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA ALARMA DE RETROCESO							
	g. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS FRENOS							

Continuación del anexo 3.

5. LECTURAS	a. REVISE NIVEL DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE								
	b. REVISE NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR								
	c. REVISE NIVEL DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN								
	d. REVISE NIVEL DE REFRIGERANTE DEL MOTOR								
	e. REVISE NIVEL DE ACEITE HIDRÁULICO								
	f. REVISE NIVEL DE LÍQUIDO DE FRENOS								
	g. VERIFIQUE EXISTENCIA DE GRASA EN TODOS LOS PUNTOS								
6. OPERACIONES	a. DRENE LA HÚMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE								
	b. DRENE LA HÚMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE AIRE								
	c. PRESIÓN DE LOS NEUMÁTICOS								
	d. VERIFIQUE PAR DE APRIETE DE LAS TUERCAS DE LAS LLANTAS								
	e. REVISE TENSIÓN Y DEFLEXIÓN DE CORREAS DEL MOTOR Y RADIADOR								
	f. VERIFIQUE ESTADO DE MANGUERAS Y TUBERÍA DEL SISTEMA HIDRÁULICO								
	g. VERIFIQUE CONDICIONES Y REALICE LIMPIEZA DEL RADIADOR								
	h. INSPECCIONE EL MOTOR, POSIBLES RUIDOS, VIBRACIONES O HUMO EN EL ESCAPE								

Si las condiciones no son apropiadas para poder desempeñar tu trabajo:

1. No operes el equipo.

2. Reporta a tu jefe inmediato

3. Reporta al Inspector de seguridad industrial.

SUPERVISOR DEL OPERADOR


NOMBRE:

FIRMA

HALLAZGOS Y SEGUIMIENTO				
FECHA	HALLAZGO	ACCIÓN CORRECTIVA / PREVENTIVA	RESPONSABLE	FECHA

Fuente: Aceros Prefabricados, S.A.

Anexo 4. Ficha de inspección para motoniveladoras

		FICHA DE INSPECCIÓN PRE - USO DEL EQUIPO						
SEMANA DEL:		AL:		DEL MES DE:		AÑO:		
REALIZADO POR:								
CÓDIGO DEL EQUIPO:								
LECTURA DE HORÓMETRO	L	M	M	J	V	S	D	
POR TU PROPIA SEGURIDAD, REALIZA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y CONTROLES.								
CALIFICA SEGÚN: NA (NO APLICA), C (CUMPLE), NC (NECESITA CORRECCIÓN)								
ÍTEM	VERIFIQUE PREVIO A OPERACIÓN DEL EQUIPO	L	M	M	J	V	S	D
1. ALREDEDORES	a. REVISE LOS ALREDEDORES DEL EQUIPO EN BUSCA DE POSIBLES FUGAS DE LÍQUIDOS							
	a. REVISE LA ESTRUCTURA EXTERIOR DEL EQUIPO EN BUSCA DE DAÑOS O FISURAS							
2. ESTRUCTURA	b. REVISE EL PERFILES DE LOS NEUMÁTICOS COMPROBAR QUE NO EXISTEN CORTES, GRIETAS O PICADURAS							
	c. VERIFIQUE QUE LAS ETIQUETAS ESTÁN EN EL LUGAR INDICADO Y SON LEGIBLES							
	d. VERIFIQUE QUE NO EXISTA CORROSIÓN EN LOS CABLES DE BATERÍA							
	e. INSPECCIONE QUE NO EXISTAN CABLES SUELTOS, PINZADOS, CORROÍDOS, DETERIORADOS O QUEMADOS							
	f. REVISE DIENTES DEL PIÑÓN DEL MANDO DEL CIRCULO							
	g. INSPECCIONE EXTREMIDADES DE LOS CILINDROS DE LA ARTICULACIÓN							
	h. VERIFIQUE RÓTULAS DEL CILINDRO DE DESPLAZAMIENTO LATERAL DE LA CUCHILLA							
	i. INSPECCIONE RÓTULAS DEL ESLABÓN DE LEVANTAMIENTO DEL ESCARIFICADOR							
	j. REVISE CILINDRO DE ELEVACIÓN DE LA HOJA							
	k. VERIFIQUE CONDICIONES DE LA HOJA Y SUS EXTREMOS, NO DEBE PRESENTAR DAÑOS O DESGASTE EXCESIVO							
	3. CABINA	a. VERIFIQUE EXISTENCIA DE UNA COPIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						
b. COMPRUEBE LA EXISTENCIA DE UNA HERRAMIENTA DE ESCAPE								
c. VERIFIQUE LA EXISTENCIA DE UN EXTINTOR DE INCENDIOS								
d. REVISE LAS CONDICIONES DEL ASIENTO DEL OPERADOR, DEBE TENER CORRECTO AJUSTE Y NO PRESENTAR DAÑOS								
e. REVISE LOS VIDRIOS Y ESPEJOS, DEBEN ESTAR EN BUEN ESTADO								
4. FUNCIONES DEL EQUIPO	a. VERIFIQUE EXISTENCIA Y FUNCIONAMIENTO DEL HORÓMETRO							
	b. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA BOCINA							


Continuación del anexo 4.

4. FUNCIONES DEL EQUIPO	c. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS CONTROLES DE MANDO																		
	d. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE TODOS LOS INDICADORES																		
	e. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE TODAS LAS LUCES																		
	f. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA ALARMA DE RETROCESO																		
	g. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS FRENOS																		
5. LECTURAS	a. REVISE NIVEL DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE																		
	b. REVISE NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR																		
	c. REVISE NIVEL DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN																		
	d. REVISE NIVEL DE REFRIGERANTE DEL MOTOR																		
	e. REVISE NIVEL DE ACEITE HIDRÁULICO																		
	f. REVISE NIVEL DE LÍQUIDO DE FRENOS																		
	g. VERIFIQUE EXISTENCIA DE GRASA EN TODOS LOS PUNTOS																		
	h. VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE LOS CUBOS DE LAS RUEDAS																		
	i. VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DEL MANDO TÁNDEM																		
6. OPERACIONES	a. DRENE LA HÚMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE																		
	b. DRENE LA HÚMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE AIRE																		
	c. PRESIÓN DE LOS NEUMÁTICOS																		
	d. VERIFIQUE PAR DE APRIETE DE LAS TUERCAS DE LAS LLANTAS																		
	e. REVISE TENSIÓN Y DEFLEXIÓN DE CORREAS DEL MOTOR Y RADIADOR																		
	f. VERIFIQUE ESTADO DE MANGUERAS Y TUBERÍA DEL SISTEMA HIDRÁULICO																		
	g. VERIFIQUE CONDICIONES Y REALICE LIMPIEZA DEL RADIADOR																		
	h. INSPECCIONE EL MOTOR, POSIBLES RUIDOS, VIBRACIONES O HUMO EN EL ESCAPE																		
Si las condiciones no son apropiadas para poder desempeñar tu trabajo:																			
1. No operes el equipo.																			
2. Reporta a tu jefe inmediato																			
3. Reporta al Inspector de seguridad industrial.																			
SUPERVISOR DEL OPERADOR																			
NOMBRE:										FIRMA									

HALLAZGOS Y SEGUIMIENTO				
FECHA	HALLAZGO	ACCIÓN CORRECTIVA / PREVENTIVA	RESPONSABLE	FECHA

Fuente: Aceros Prefabricados, S.A.

Anexo 5. Ficha de inspección para cargador frontal

 APSA <small>Asesoría y Planificación S.A.</small>	FICHA DE INSPECCIÓN PRE - USO DEL EQUIPO							
SEMANA DEL:		AL:		DEL MES DE:		AÑO:		
REALIZADO POR:								
CÓDIGO DEL EQUIPO:								
	L	M	M	J	V	S	D	
LECTURA DE HORÓMETRO								
POR TU PROPIA SEGURIDAD, REALIZA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y CONTROLES.								
CALIFICA SEGÚN: NA (NO APLICA), C (CUMPLE), NC (NECESITA CORRECCIÓN)								
ÍTEM	VERIFIQUE PREVIO A OPERACIÓN DEL EQUIPO	L	M	M	J	V	S	D
1. ALREDEDORES	a. REVISE LOS ALREDEDORES DEL EQUIPO EN BUSCA DE POSIBLES FUGAS DE LÍQUIDOS							
2. ESTRUCTURA	a. REVISE LA ESTRUCTURA EXTERIOR DEL EQUIPO EN BUSCA DE DAÑOS O FISURAS							
	b. REVISE EL PERFILES DE LOS NEUMÁTICOS COMPROBAR QUE NO EXISTEN CORTES, GRIETAS O PICADURAS							
	c. VERIFIQUE QUE LAS ETIQUETAS ESTÁN EN EL LUGAR INDICADO Y SON LEGIBLES							
	d. VERIFIQUE QUE NO EXISTA CORROSIÓN EN LOS CABLES DE BATERÍA							
	e. INSPECCIONE QUE NO EXISTAN CABLES SUELTOS, PINZADOS, CORROIDOS, DETERIORADOS O QUEMADOS							
	f. VERIFIQUE CONDICIONES DEL CUCHARÓN							
	g. VERIFIQUE CONDICIONES DE CILINDROS DE INCLINACIÓN Y DIRECCIÓN							
3. CABINA	a. VERIFIQUE EXISTENCIA DE UNA COPIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO							
	b. COMPRUEBE LA EXISTENCIA DE UNA HERRAMIENTA DE ESCAPE							
	c. VERIFIQUE LA EXISTENCIA DE UN EXTINTOR DE INCENDIOS							
	d. REVISE LAS CONDICIONES DEL ASIENTO DEL OPERADOR, DEBE TENER CORRECTO AJUSTE Y NO PRESENTAR DAÑOS							
	e. REVISE LOS VIDRIOS Y ESPEJOS, DEBEN ESTAR EN BUEN ESTADO							
4. FUNCIONES DEL EQUIPO	a. VERIFIQUE EXISTENCIA Y FUNCIONAMIENTO DEL HORÓMETRO							
	b. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA BOCINA							
	c. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS CONTROLES DE MANDO							
	d. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE TODOS LOS INDICADORES							
	e. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE TODAS LAS LUCES							
	f. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA ALARMA DE RETROCESO							
	g. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS FRENOS							


Continuación del anexo 5.

5. LECTURAS	a. REVISE NIVEL DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE								
	b. REVISE NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR								
	c. REVISE NIVEL DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN								
	d. REVISE NIVEL DE REFRIGERANTE DEL MOTOR								
	e. REVISE NIVEL DE ACEITE HIDRÁULICO								
	f. REVISE NIVEL DE LÍQUIDO DE FRENOS								
	g. VERIFIQUE EXISTENCIA DE GRASA EN TODOS LOS PUNTOS								
	h. VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DE LOS CUBOS DE TRACCIÓN								
6. OPERACIONES	a. DRENE LA HÚMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE								
	b. DRENE LA HÚMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE AIRE								
	c. PRESIÓN DE LOS NEUMÁTICOS								
	d. VERIFIQUE PAR DE APRIETE DE LAS TUERCAS DE LAS LLANTAS								
	e. REVISE TENSIÓN Y DEFLEXIÓN DE CORREAS DEL MOTOR Y RADIADOR								
	f. VERIFIQUE ESTADO DE MANGUERAS Y TUBERÍA DEL SISTEMA HIDRÁULICO								
	g. VERIFIQUE CONDICIONES Y REALICE LIMPIEZA DEL RADIADOR								
	h. INSPECCIONE EL MOTOR, POSIBLES RUIDOS, VIBRACIONES O HUMO EN EL ESCAPE								
Si las condiciones no son apropiadas para poder desempeñar tu trabajo:									
1. No operes el equipo.									
2. Reporta a tu jefe inmediato									
3. Reporta al Inspector de seguridad industrial.									
SUPERVISOR DEL OPERADOR									
NOMBRE:					FIRMA				

HALLAZGOS Y SEGUIMIENTO				
FECHA	HALLAZGO	ACCIÓN CORRECTIVA / PREVENTIVA	RESPONSABLE	FECHA

Fuente: Aceros Prefabricados, S.A.

Anexo 6. Ficha de inspección para retroexcavadora y excavadora

 APSA <small>Alquiler y Mantenimiento S.A.</small>		FICHA DE INSPECCIÓN PRE - USO DEL EQUIPO						
SEMANA DEL:		AL:		DEL MES DE:		AÑO:		
REALIZADO POR:								
CÓDIGO DEL EQUIPO:								
	L	M	M	J	V	S	D	
LECTURA DE HORÓMETRO								
POR TU PROPIA SEGURIDAD, REALIZA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y CONTROLES.								
CALIFICA SEGÚN: NA (NO APLICA), C (CUMPLE), NC (NECESITA CORRECCIÓN)								
ÍTEM	VERIFIQUE PREVIO A OPERACIÓN DEL EQUIPO	L	M	M	J	V	S	D
1. ALREDEDORES	a. REVISE LOS ALREDEDORES DEL EQUIPO EN BUSCA DE POSIBLES FUGAS DE LÍQUIDOS							
2. ESTRUCTURA	a. REVISE LA ESTRUCTURA EXTERIOR DEL EQUIPO EN BUSCA DE DAÑOS O FISURAS							
	b. REVISE EL PERFILES DE LOS NEUMÁTICOS COMPROBAR QUE NO EXISTEN CORTES, GRIETAS O PICADURAS							
	c. VERIFIQUE QUE LAS ETIQUETAS ESTÁN EN EL LUGAR INDICADO Y SON LEGIBLES							
	d. VERIFIQUE QUE NO EXISTA CORROSIÓN EN LOS CABLES DE BATERÍA							
	e. INSPECCIONE QUE NO EXISTAN CABLES SUELTOS, PINZADOS, CORROÍDOS, DETERIORADOS O QUEMADOS							
	f. VERIFIQUE CONDICIONES Y AJUSTE DEL SCRAPER (RASCADOR) DEL RODO							
	g. VERIFIQUE MONTAJE DEL CILINDRO DE DIRECCIÓN							
	h. INSPECCIONE CONDICIONES DE LA ARTICULACIÓN							
3. CABINA	a. VERIFIQUE EXISTENCIA DE UNA COPIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO							
	b. COMPRUEBE LA EXISTENCIA DE UNA HERRAMIENTA DE ESCAPE							
	c. VERIFIQUE LA EXISTENCIA DE UN EXTINTOR DE INCENDIOS							
	d. REVISE LAS CONDICIONES DEL ASIENTO DEL OPERADOR, DEBE TENER CORRECTO AJUSTE Y NO PRESENTAR DAÑOS							
	e. REVISE LOS VIDRIOS Y ESPEJOS, DEBEN ESTAR EN BUEN ESTADO							
4. FUNCIONES DEL EQUIPO	a. VERIFIQUE EXISTENCIA Y FUNCIONAMIENTO DEL HORÓMETRO							
	b. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA BOCINA							
	c. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS CONTROLES DE MANDO							
	d. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE TODOS LOS INDICADORES							
	e. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE TODAS LAS LUCES							
	f. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA ALARMA DE RETROCESO							
	g. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS FRENOS							


Continuación del anexo 6.

5. LECTURAS	a. REVISE NIVEL DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE								
	b. REVISE NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR								
	c. REVISE NIVEL DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN								
	d. REVISE NIVEL DE REFRIGERANTE DEL MOTOR								
	e. REVISE NIVEL DE ACEITE HIDRÁULICO								
	f. REVISE NIVEL DE LÍQUIDO DE FRENOS								
	g. VERIFIQUE EXISTENCIA DE GRASA EN TODOS LOS PUNTOS								
	h. VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DEL SISTEMA DE VIBRACIÓN								
6. OPERACIONES	a. DRENE LA HÚMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE								
	b. DRENE LA HÚMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE AIRE								
	c. PRESIÓN DE LOS NEUMÁTICOS								
	d. VERIFIQUE PAR DE APRIETE DE LAS TUERCAS DE LAS LLANTAS								
	e. REVISE TENSIÓN Y DEFLEXIÓN DE CORREAS DEL MOTOR Y RADIADOR								
	f. VERIFIQUE ESTADO DE MANGUERAS Y TUBERÍA DEL SISTEMA HIDRÁULICO								
	g. VERIFIQUE CONDICIONES Y REALICE LIMPIEZA DEL RADIADOR								
	h. INSPECCIONE EL MOTOR, POSIBLES RUIDOS, VIBRACIONES O HUMO EN EL ESCAPE								
Si las condiciones no son apropiadas para poder desempeñar tu trabajo:									
1. No operes el equipo.									
2. Reporta a tu jefe inmediato									
3. Reporta al Inspector de seguridad industrial.									
SUPERVISOR DEL OPERADOR									
NOMBRE:					FIRMA				

HALLAZGOS Y SEGUIMIENTO				
FECHA	HALLAZGO	ACCIÓN CORRECTIVA / PREVENTIVA	RESPONSABLE	FECHA

Fuente: Aceros Prefabricados, S.A.

Anexo 7. Ficha de inspección para compactador

 APSA <small>Asesoría y Planificación S.A.</small>	FICHA DE INSPECCIÓN PRE - USO DEL EQUIPO							
SEMANA DEL:		AL:		DEL MES DE:		AÑO:		
REALIZADO POR:								
CÓDIGO DEL EQUIPO:								
	L	M	M	J	V	S	D	
LECTURA DE HORÓMETRO								
POR TU PROPIA SEGURIDAD, REALIZA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y CONTROLES.								
CALIFICA SEGÚN: NA (NO APLICA), C (CUMPLE), NC (NECESITA CORRECCIÓN)								
ÍTEM	VERIFIQUE PREVIO A OPERACIÓN DEL EQUIPO	L	M	M	J	V	S	D
1. ALREDEDORES	a. REVISE LOS ALREDEDORES DEL EQUIPO EN BUSCA DE POSIBLES FUGAS DE LÍQUIDOS							
2. ESTRUCTURA	a. REVISE LA ESTRUCTURA EXTERIOR DEL EQUIPO EN BUSCA DE DAÑOS O FISURAS							
	b. REVISE EL PERFILES DE LOS NEUMÁTICOS COMPROBAR QUE NO EXISTEN CORTES, GRIETAS O PICADURAS							
	c. VERIFIQUE QUE LAS ETIQUETAS ESTÁN EN EL LUGAR INDICADO Y SON LEGIBLES							
	d. VERIFIQUE QUE NO EXISTA CORROSIÓN EN LOS CABLES DE BATERÍA							
	e. INSPECCIONE QUE NO EXISTAN CABLES SUELTOS, PINZADOS, CORROÍDOS, DETERIORADOS O QUEMADOS							
	f. VERIFIQUE CONDICIONES Y AJUSTE DEL SCRAPER (RASCADOR) DEL RODO							
	g. VERIFIQUE MONTAJE DEL CILINDRO DE DIRECCIÓN							
	h. INSPECCIONE CONDICIONES DE LA ARTICULACIÓN							
3. CABINA	a. VERIFIQUE EXISTENCIA DE UNA COPIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO							
	b. COMPRUEBE LA EXISTENCIA DE UNA HERRAMIENTA DE ESCAPE							
	c. VERIFIQUE LA EXISTENCIA DE UN EXTINTOR DE INCENDIOS							
	d. REVISE LAS CONDICIONES DEL ASIENTO DEL OPERADOR, DEBE TENER CORRECTO AJUSTE Y NO PRESENTAR DAÑOS							
	e. REVISE LOS VIDRIOS Y ESPEJOS, DEBEN ESTAR EN BUEN ESTADO							
4. FUNCIONES DEL EQUIPO	a. VERIFIQUE EXISTENCIA Y FUNCIONAMIENTO DEL HORÓMETRO							
	b. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA BOCINA							
	c. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS CONTROLES DE MANDO							
	d. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE TODOS LOS INDICADORES							
	e. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE TODAS LAS LUCES							
	f. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA ALARMA DE RETROCESO							
	g. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS FRENOS							


Continuación del anexo 7.

5. LECTURAS	a. REVISE NIVEL DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE								
	b. REVISE NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR								
	c. REVISE NIVEL DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN								
	d. REVISE NIVEL DE REFRIGERANTE DEL MOTOR								
	e. REVISE NIVEL DE ACEITE HIDRÁULICO								
	f. REVISE NIVEL DE LÍQUIDO DE FRENOS								
	g. VERIFIQUE EXISTENCIA DE GRASA EN TODOS LOS PUNTOS								
	h. VERIFIQUE NIVEL DE ACEITE DEL SISTEMA DE VIBRACIÓN								
6. OPERACIONES	a. DRENE LA HÚMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE								
	b. DRENE LA HÚMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE AIRE								
	c. PRESIÓN DE LOS NEUMÁTICOS								
	d. VERIFIQUE PAR DE APRIETE DE LAS TUERCAS DE LAS LLANTAS								
	e. REVISE TENSIÓN Y DEFLEXIÓN DE CORREAS DEL MOTOR Y RADIADOR								
	f. VERIFIQUE ESTADO DE MANGUERAS Y TUBERÍA DEL SISTEMA HIDRÁULICO								
	g. VERIFIQUE CONDICIONES Y REALICE LIMPIEZA DEL RADIADOR								
	h. INSPECCIONE EL MOTOR, POSIBLES RUIDOS, VIBRACIONES O HUMO EN EL ESCAPE								
Si las condiciones no son apropiadas para poder desempeñar tu trabajo:									
1. No operes el equipo.									
2. Reporta a tu jefe inmediato									
3. Reporta al Inspector de seguridad industrial.									
SUPERVISOR DEL OPERADOR									
NOMBRE:					FIRMA				

HALLAZGOS Y SEGUIMIENTO				
FECHA	HALLAZGO	ACCIÓN CORRECTIVA / PREVENTIVA	RESPONSABLE	FECHA

Fuente: Aceros Prefabricados, S.A.

Anexo 8. Ficha de inspección para cabezal

 APSA <small>Asociación Perfeccionados S.A.</small>	FICHA DE INSPECCIÓN PRE - USO DEL EQUIPO							
SEMANA DEL:		AL:		DEL MES DE:		AÑO:		
REALIZADO POR:								
CÓDIGO DEL EQUIPO:								
	L	M	M	J	V	S	D	
LECTURA DE HORÓMETRO								
POR TU PROPIA SEGURIDAD, REALIZA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y CONTROLES.								
CALIFICA SEGÚN: NA (NO APLICA), C (CUMPLE), NC (NECESITA CORRECCIÓN)								
ÍTEM	VERIFIQUE PREVIO A OPERACIÓN DEL EQUIPO	L	M	M	J	V	S	D
1. ALREDEDORES	a. REVISE LOS ALREDEDORES DEL EQUIPO EN BUSCA DE POSIBLES FUGAS DE LÍQUIDOS							
2. ESTRUCTURA	a. REVISE LA ESTRUCTURA EXTERIOR DEL EQUIPO EN BUSCA DE DAÑOS O FISURAS							
	b. REVISE EL PERFILES DE LOS NEUMÁTICOS COMPROBAR QUE NO EXISTEN CORTES, GRIETAS O PICADURAS							
	c. VERIFIQUE QUE LAS ETIQUETAS ESTÁN EN EL LUGAR INDICADO Y SON LEGIBLES							
	d. VERIFIQUE QUE NO EXISTA CORROSIÓN EN LOS CABLES DE BATERÍA							
	e. INSPECCIONE QUE NO EXISTAN CABLES SUELTOS, PINZADOS, CORROÍDOS, DETERIORADOS O QUEMADOS							
	f. VERIFIQUE QUE TODOS LOS DEPÓSITOS CUENTEN CON SU RESPECTIVA TAPADERA							
	g. REVISE CONDICIONES DE TODAS LAS MANGUERAS							
	h. VERIFIQUE EXISTENCIA DE CUÑA Y CONOS							
3. CABINA	a. VERIFIQUE EXISTENCIA DE UNA COPIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO							
	b. COMPRUEBE LA EXISTENCIA DE UNA HERRAMIENTA DE ESCAPE							
	c. VERIFIQUE LA EXISTENCIA DE UN EXTINTOR DE INCENDIOS							
	d. REVISE LAS CONDICIONES DEL ASIENTO DEL OPERADOR, DEBE TENER CORRECTO AJUSTE Y NO PRESENTAR DAÑOS							
	e. REVISE LOS VIDRIOS Y ESPEJOS, DEBEN ESTAR EN BUEN ESTADO							
4. FUNCIONES DEL EQUIPO	a. VERIFIQUE EXISTENCIA Y FUNCIONAMIENTO DEL HORÓMETRO							
	b. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA BOCINA							
	c. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DEL PANEL DE INSTRUMENTOS							
	d. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE TODOS LOS INDICADORES							
	e. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE TODAS LAS LUCES							
	f. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LA ALARMA DE RETROCESO							
	g. VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DE LOS FRENOS							

Continuación del anexo 8.

5. LECTURAS	a. REVISE NIVEL DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE																			
	b. REVISE NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR																			
	c. REVISE NIVEL DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN																			
	d. REVISE NIVEL DE REFRIGERANTE DEL MOTOR																			
	e. REVISE NIVEL DE ACEITE HIDRÁULICO																			
	f. REVISE NIVEL DE LÍQUIDO DE FRENOS																			
	g. VERIFIQUE EXISTENCIA DE GRASA EN TODOS LOS PUNTOS																			
6. OPERACIONES	a. DRENE LA HÚMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE																			
	b. DRENE LA HÚMEDAD Y SEDIMENTOS DEL FILTRO DE AIRE																			
	c. PRESIÓN DE LOS NEUMÁTICOS																			
	d. VERIFIQUE PAR DE APRIETE DE LAS TUERCAS DE LAS LLANTAS																			
	e. REVISE TENSIÓN Y DEFLEXIÓN DE CORREAS DEL MOTOR Y RADIADOR																			
	f. VERIFIQUE ESTADO DE MANGUERAS Y TUBERÍA DEL SISTEMA HIDRÁULICO																			
	g. VERIFIQUE CONDICIONES Y REALICE LIMPIEZA DEL RADIADOR																			
	h. INSPECCIONE EL MOTOR, POSIBLES RUIDOS, VIBRACIONES O HUMO EN EL ESCAPE																			
Si las condiciones no son apropiadas para poder desempeñar tu trabajo:																				
1. No operes el equipo.																				
2. Reporta a tu jefe inmediato																				
3. Reporta al Inspector de seguridad industrial.																				
SUPERVISOR DEL OPERADOR																				
NOMBRE:										FIRMA										

HALLAZGOS Y SEGUIMIENTO				
FECHA	HALLAZGO	ACCIÓN CORRECTIVA / PREVENTIVA	RESPONSABLE	FECHA

Fuente: Aceros Prefabricados, S.A.