



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

**GESTIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA
MAQUINARIA PESADA DE CONSTRUCCIÓNEN LA EMPRESA GRUPO JM, S.A.**

Héctor Daniel Fuentes Navarro

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, junio de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GESTIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PARA LA MAQUINARIA PESADA DE CONSTRUCCIÓN
EN LA EMPRESA GRUPO JM, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HÉCTOR DANIEL FUENTES NAVARRO
ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, JUNIO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortíz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

GESTIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA PESADA DE CONSTRUCCIÓN EN LA EMPRESA GRUPO JM, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 4 de marzo de 2021.



Hector Daniel Fuentes Navarro

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 28 de abril de 2022
REF.EPS.DOC.173.04.2022.

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero 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 **Héctor Daniel Fuentes Navarro** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 201314190, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **GESTIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA PESADA DE CONSTRUCCIÓN EN LA EMPRESA GRUPO JM, 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 Estuardo Sarceno Zepeda
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica



c.c. Archivo
EDSZ/ra

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 28 de abril de 2022
REF.EPS.D.146.04.2022

Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Morales Baiza:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **GESTIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA PESADA DE CONSTRUCCIÓN EN LA EMPRESA GRUPO JM, S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Héctor Daniel Fuentes Navarro** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

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"

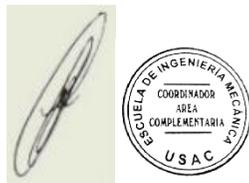
Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS



OAH/ra

El Revisor de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **GESTIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA PESADA DE CONSTRUCCIÓN EN LA EMPRESA GRUPO JM S.A.** del estudiante **Héctor Daniel Fuentes Navarro**, CUI **2149049381202**, **Registro Académico 201314190** y habiendo realizado la revisión de Escuela se autoriza para que continúe su trámite en la oficina de Lingüística, Unidad de Planificación.

“Id y Enseñad a Todos”



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Revisor
Coordinador Área Complementaria

Guatemala, mayo de 2022
/aej

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

LNG.DIRECTOR.132.EIM.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **GESTIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA PESADA DE CONSTRUCCIÓNEN LA EMPRESA GRUPO JM, S.A.**, presentado por: **Héctor Daniel Fuentes Navarro** , procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



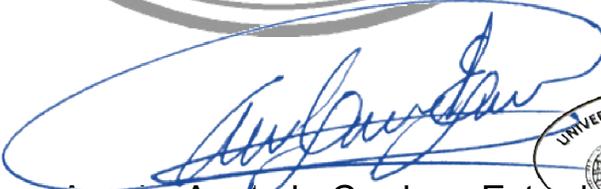
Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, junio de 2022

LNG.DECANATO.OI.455.2022

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, al Trabajo de Graduación titulado: **GESTIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA PESADA DE CONSTRUCCIÓNEN LA EMPRESA GRUPO JM, S.A.**, presentado por: **Héctor Daniel Fuentes Navarro**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana



Guatemala, junio de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por su infinito amor y ser fuente de sabiduría que se reflejó día a día.
- Santísima Virgen María** Por ser una madre amorosa y ser ejemplo de obediencia, dulzura, esfuerzo y por nunca dejarme solo, ni a mi familia.
- Mis padres** Sherly Marixa Navarro Velázquez y Bohanerges Otoniel Fuentes Juárez. Por estar siempre a mi lado brindándome su amor y apoyo, por ser ejemplo de superación y lucha constante. Siempre buscando el bienestar de mis hermanos y el mío, este logro es de ustedes por todo su esfuerzo y trabajo.
- Mis hermanos** Gabriela y Gerardo Fuentes. Por ser dos ángeles en mi vida y por darme siempre palabras de aliento para seguir en la lucha de mis sueños.
- Mis abuelos** Héctor Navarro, Edelvina Velásquez, Daniel Fuentes (q. e. p. d.), Eulalia Juárez (q. e. p. d.). Por ser parte fundamental en mi vida por el amor, cariño y los consejos que siempre me brindaron.

Mis tíos

Por ser parte importante en mi vida por el apoyo brindado, los consejos, cariño y aprecio que me tienen.

Mis primos

Por el cariño, aprecio que nos tenemos y por años tan alegres de infancia que convivimos.

Mi novia

Vanessa Velázquez. Por acompañarme en este proceso, brindarme su apoyo, cariño, amor y siempre estar para mí cuando más lo necesito.

Mis amigos

Quisiera mencionar a todos, pero les agradezco, por brindarme su amistad, confianza, compartir cursos, viajes, desvelos todos estos años de universidad.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

A mi *alma máter* por brindarme la oportunidad de prepararme profesionalmente.

Facultad de Ingeniería

Por brindarme la oportunidad de adquirir los conocimientos y lograr formarme como profesional.

**La empresa Grupo
JM, S.A.**

Por brindarme la oportunidad de realizar el proyecto dentro de sus instalaciones.

Personal de EPS

En especial al Ing. Estuardo Sarceño, por darme el apoyo y las asesorías adecuadas para realizar el proyecto.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
GLOSARIO	XVII
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Generalidades de la Empresa	1
1.1.1. Historia de la empresa	1
1.1.2. Misión y visión de la empresa Grupo JM S.A.	2
1.1.2.1. Misión	2
1.1.2.2. Visión.....	2
1.1.3. Política de calidad.....	3
1.1.4. Servicios de infraestructura y obra civil que presta la empresa Grupo JM S.A.....	3
1.1.4.1. Planificación de proyectos	3
1.1.4.2. Supervisión de proyectos	3
1.1.4.3. Desarrollo y ejecución de proyectos	4
1.1.4.4. Proyectos y obras en ejecución	4
1.1.5. Nuestro equipo	4
1.1.6. Estructura organizacional de la empresa Grupo JM S.A.	5
1.1.7. Ubicación de la empresa	6
1.1.8. Instalaciones de la empresa	7

1.2.	Descripción del problema.....	8
1.3.	Definición de mantenimiento.....	9
1.4.	Objetivos del mantenimiento.....	9
1.5.	Tipos de mantenimiento.....	10
1.5.1.	Mantenimiento preventivo.....	10
1.5.1.1.	Ventajas del mantenimiento preventivo.....	11
1.5.1.2.	Desventajas del mantenimiento preventivo.....	11
1.5.2.	Mantenimiento correctivo.....	11
1.5.2.1.	No planificado.....	12
1.5.2.2.	Planificado.....	12
1.5.2.3.	Ventajas del mantenimiento correctivo.....	12
1.5.2.4.	Desventajas del mantenimiento correctivo.....	12
1.5.3.	Mantenimiento predictivo.....	13
1.5.4.	Mantenimiento cero horas.....	13
1.5.5.	Mantenimiento proactivo.....	13
1.6.	Descripción de la maquinaria pesada.....	14
1.7.	Características de la maquinaria pesada.....	15
1.7.1.	Motor.....	15
1.7.2.	Pistones.....	16
1.7.3.	Eje de levas.....	17
1.7.4.	Cigüeñal.....	17
1.7.5.	Transmisión.....	18
1.7.6.	Diferencial.....	19
1.7.7.	Cucharón.....	21
1.7.7.1.	Cucharones para roca.....	22

1.7.7.2.	Cucharón en forma de V o trapezoidal	22
1.7.7.3.	Cucharones para limpieza	22
1.7.7.4.	Cucharón tipo esqueleto.....	23
1.7.8.	Tren de potencia.....	24
1.7.9.	Bomba hidráulica	25
1.7.10.	Sistema hidráulico	26
1.7.11.	Sistema eléctrico	27
1.7.12.	Sistema de frenos.....	28
1.7.13.	Sistema de combustible.....	30
1.7.14.	Sistema de enfriamiento	30
1.8.	Tipos de maquinaria pesada	32
1.8.1.	Excavadora.....	33
1.8.2.	Retroexcavadora	34
1.8.3.	Cargador frontal.....	36
1.8.4.	Motoniveladora	37
1.8.5.	Minicargador.....	38
1.8.6.	Doble rodo	39
1.8.7.	Compactadora neumática.....	41
1.8.8.	Trituradora	42
1.8.9.	Planta de asfalto	43
1.8.10.	Generador.....	44
2.	FASE DE INVESTIGACIÓN	47
2.1.	Eficiencia Energética	47
2.1.1.	Parámetros de eficiencia energética.....	48
2.2.	¿Qué es ahorro energético?.....	49
2.3.	Ahorro energético en la empresa	49

2.3.1.	Consumo de energía en las instalaciones de la empresa Grupo JM S.A.	50
2.3.2.	Distribución del consumo energético.....	52
2.3.3.	Gestión y mantenimiento energético	54
2.3.4.	Tipos de luminarias más utilizadas en la industria ..	56
2.3.5.	Tipos de luminarias utilizadas en la empresa Grupo JM S.A.....	59
2.4.	Ahorro de consumo de energía eléctrica.....	63
3.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL	65
3.1.	Plan de Mantenimiento.....	65
3.2.	Fases del desarrollo del plan de mantenimiento	66
3.3.	Desarrollo del plan de mantenimiento de la empresa Grupo J.M. S.A.....	66
3.4.	Árbol de fallas de los diferentes componentes y sistemas que componen las máquinas	69
3.4.1.	Para que nos sirve el análisis del árbol de fallos	69
3.4.2.	Ventajas del árbol de fallas	69
3.4.3.	Desarrollo del árbol de fallas en las componentes que conforma la maquinaria de la empresa Grupo JM S.A.....	69
3.5.	Análisis de criticidad.....	81
3.5.1.	Tabla de valores de ponderación de criticidad	81
3.5.2.	Matriz de criticidad	83
3.5.3.	Cálculo de criticidad de la maquinaria pesada de la empresa Grupo JM, S.A.	83
3.5.4.	Resultados análisis de criticidad	91
3.6.	Inventario de máquinas con las que cuenta la empresa Grupo JM S.A. A	93

3.7.	Lubricantes que utiliza la maquinaria de la empresa Grupo JM S.A.....	95
3.7.1.	Tipos de lubricantes que utiliza la maquinaria	95
3.7.2.	Viscosidad de los aceites que utiliza la maquinaria	95
3.7.3.	Equivalencias de lubricantes utilizados en la maquinaria.....	97
3.8.	Periodos de mantenimiento para maquinaria pesada	102
3.8.1.	Orden de trabajo.....	102
3.8.2.	Diariamente o cada 10 horas de trabajo	103
3.8.3.	Cada 50 horas de trabajo	103
3.8.4.	Cada 250 horas de trabajo	104
3.8.5.	Cada 500 horas de trabajo	105
3.8.6.	Cada 1 000 horas de trabajo	105
3.8.7.	Cada 2 000 horas de trabajo	106
3.9.	Fichas de periodos de mantenimiento de la maquinaria pesada de construcción de la empresa Grupo JM, S.A.....	107
3.9.1.	Orden de trabajo de mantenimiento preventivo o correctivo de la maquinaria pesada.	107
3.9.2.	Plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada de construcción de la empresa Grupo JM, S.A.	109
3.9.3.	Plan de lubricación maquinaria de la maquinaria pesada de construcción de la empresa Grupo JM, S.A.....	115
3.9.4.	Plan de mantenimiento preventivo plantas de asfalto CIBER, de la empresa Grupo JM, S.A.	116

3.9.5.	Plan de mantenimiento preventivo tanque máster o caldera de planta de asfalto CIBER, de la empresa Grupo JM, S.A.	122
3.9.6.	Plan de mantenimiento preventivo trituradoras de la empresa Grupo JM, S.A.	124
3.9.7.	Plan de mantenimiento preventivo de generadores de la empresa Grupo JM, S.A.	127
3.9.8.	Plan de mantenimiento preventivo de dragadora de ríos de la empresa Grupo JM, S.A.	133
3.9.9.	Plan de mantenimiento preventivo barredora de playa Cherrington de la empresa Grupo JM, S.A. .	137
3.9.10.	Plan mantenimiento preventivo transporte pesado de la empresa Grupo JM, S.A.	139
3.9.11.	<i>Check list</i> de inspección de vehículos livianos que conforma la flotilla de la empresa Grupo JM, S.A.	141
4.	FASE DE DOCENCIA.....	143
4.1.	Presentación de el plan de mantenimiento al gerente del taller	143
4.2.	Autorización para la implementación del plan de mantenimiento por parte del gerente del taller	144
4.3.	Implementación del programa de mantenimiento	145
4.4.	Capacitación al personal técnico de la empresa Grupo JM S.A.	145
4.5.	Presentación mejoras y avances	150
	CONCLUSIONES.....	153
	RECOMENDACIONES	155
	BIBLIOGRAFÍA.....	159

APÉNDICES	161
ANEXOS	163

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama	6
2.	Ubicación de la empresa.....	7
3.	Instalaciones taller central.....	8
4.	Reparación de motor.....	15
5.	Pistones	16
6.	Eje de levas.....	17
7.	Servo transmisión.....	18
8.	Transmisión.....	19
9.	Diferencial	20
10.	Parte interna diferencial	20
11.	Cucharón.....	21
12.	Guía de selección de cucharones	23
13.	Tren de Potencia	24
14.	Bomba hidráulica	26
15.	Circuito sistema hidráulico	27
16.	Circuito sistema eléctrico	28
17.	Frenos de disco húmedo.....	29
18.	Sistema de enfriamiento.....	31
19.	Excavadora	34
20.	Retroexcavadora	36
21.	Cargador frontal	37
22.	Motoniveladora.....	38
23.	Minicargador	39

24.	Doble rodo	40
25.	Neumática.....	41
26.	Trituradora	42
27.	Planta de asfalto	43
28.	Generador.....	45
29.	Consumo de energía eléctrica, Grupo JM S.A.....	51
30.	Bombilla led	59
31.	Tubos led	61
32.	Campana led	62
33.	Fallas más recurrentes del motor.....	70
34.	Fallas más recurrentes en el sistema hidráulico	71
35.	Fallas más recurrentes en el sistema de inyección.....	72
36.	Fallas más recurrentes en el servo transmisión.....	73
37.	Fallas más recurrentes en los mandos finales	74
38.	Fallas más recurrentes en el sistema de rodaje	75
39.	Fallas más recurrentes en el sistema de suspensión	76
40.	Fallas más recurrentes en el sistema de dirección	77
41.	Fallas más recurrentes en el sistema de enfriamiento.....	78
42.	Fallas más recurrentes en el sistema de embrague	79
43.	Fallas más recurrentes en el sistema de convertidor par y caja de velocidades automática	80
44.	Capacitación al personal de Grupo JM S.A.	147
45.	Capacitación a técnicos Grupo JM S.A.....	148
46.	Capacitación a Técnicos Grupo JM S.A.	148
47.	Capacitación a técnicos Grupo JM S.A.....	149
48.	Impartiendo capacitaciones a técnicos de Grupo JM S.A.....	149
49.	Reunión final de EPS con personal de Grupo JM S.A.	150

TABLAS

I.	Instalaciones taller Grupo JM S.A.	54
II.	Revisiones a instalaciones eléctricas	56
III.	Especificaciones bombilla Led E27	60
IV.	Especificaciones tubo LED CLARO	61
V.	Especificaciones campana industrial.....	63
VI.	Análisis de criticidad.....	82
VII.	Matriz de análisis de criticidad	83
VIII.	Valores ponderados planta de asfalto CIBER	84
IX.	Matriz de criticidad planta de asfalto	85
X.	Valores ponderados trituradora TEREX.....	86
XI.	Matriz de criticidad trituradora	87
XII.	Valores ponderados excavadoras.....	88
XIII.	Matriz de criticidad excavadora	89
XIV.	Valores ponderados motoniveladora.....	90
XV.	Matriz de criticidad motoniveladora.....	91
XVI.	Resultados de análisis de criticidad	92
XVII.	Inventario de maquinaria Grupo JM S.A.	93
XVIII.	Resumen de inventario Grupo JM, S.A.	94
XIX.	Aceites recomendados según el fabricante.....	96
XX.	Temperaturas estipuladas por el fabricante	97
XXI.	Aceites utilizados para maquinaria CAT.....	98
XXII.	Aceites utilizados para maquinaria HYUNDAI.....	99
XXIII.	Aceites utilizados para maquinaria JCB.....	101
XXIV.	Aceites utilizados para maquinaria John Deere	102
XXV.	Orden de trabajo	108
XXVI.	Ficha de mantenimiento diario o cada 10 horas.....	109
XXVII.	Ficha de mantenimiento cada 50 horas	110

XXVIII.	Ficha de mantenimiento cada 250 horas	111
XXIX.	Ficha de mantenimiento cada 500 horas	112
XXX.	Ficha de mantenimiento cada 1 000 horas	113
XXXI.	Ficha de mantenimiento cada 2 000 horas	114
XXXII.	Ficha de lubricación cada dos días.....	115
XXXIII.	Ficha de mantenimiento diario	117
XXXIV.	Ficha de mantenimiento cada dos días	118
XXXV.	Ficha de mantenimiento semanal	119
XXXVI.	Ficha de mantenimiento mensual	120
XXXVII.	Ficha de lubricantes planta de asfalto.....	121
XXXVIII.	Ficha de mantenimiento diario	122
XXXIX.	Ficha de mantenimiento cada 200 horas	123
XL.	Ficha de mantenimiento cada 1 000 horas	123
XLI.	Ficha de mantenimiento alimentador vibratorio	124
XLII.	Ficha de mantenimiento quebrador primario	125
XLIII.	Ficha de mantenimiento cono	126
XLIV.	Ficha de mantenimiento zaranda.....	127
XLV.	Ficha de mantenimiento diario	128
XLVI.	Ficha de mantenimiento mensual	129
XLVII.	Ficha de mantenimiento cada 250-500 horas.....	130
XLVIII.	Ficha de mantenimiento cada 1 000 horas	131
XLIX.	Ficha de mantenimiento cada 2 000 horas	132
L.	Ficha de mantenimiento cada 8 000-10 000 horas	133
LI.	Ficha de mantenimiento diario	134
LII.	Mantenimiento cada 40 horas o semanal	135
LIII.	Mantenimiento cada 250 horas o 3 meses	136
LIV.	Mantenimiento cada 1 000 horas o anual	136
LV.	Ficha de mantenimiento cherrington de diario	137
LVI.	Ficha de mantenimiento cherrington semanal	138

LVII.	Ficha de mantenimiento cherrington cada 3 meses.....	138
LVIII.	Ficha de mantenimiento cherrington cada 6 meses.....	139
LIX.	Plan de mantenimiento transporte pesado.....	140
LX.	Inspección vehículos livianos.....	141

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
HP	Horse power, caballos de fuerza
Cm	Centímetro
dN	Decanewton
gal	Galones
°C	Grado Celsius
°F	Grado Fahrenheit
kg	Kilogramo
kPa	Kilopascal
PSI	Pound per square inch, libras por pulgada cuadrada
L	Litro
m	Metro
mm	Milímetro
nm	Nanómetro
No.	Número
Pa	Pascal
ft	Foot, pie
in	Inch, pulgada
T	Torque
lm	Lumen

GLOSARIO

Aditivos	Son elementos naturales o químicos que se añaden a un producto para añadir o potenciar alguna de sus características. Se utilizan en los lubricantes, combustibles, líquidos refrigerantes.
Análisis	Es un estudio profundo de un sujeto, objeto o situación con el fin de conocer sus fundamentos, sus bases y motivos de surgimiento, creación o causas originarias.
Análisis de aceite	Consiste en realizar una prueba fisicoquímica en el aceite con el fin de determinar si el lubricante se encuentra en condiciones de ser empleado o si debe ser cambiado.
Análisis de vibraciones	Es la principal técnica para supervisar y diagnosticar la maquinaria rotativa e implantar un plan de mantenimiento predictivo.
Anticongelante	Es un líquido utilizado que sirve para proteger el motor de altas y bajas temperaturas para que siempre este siempre en su temperatura ideal.
API	American Petroleum Institute, Instituto Americano de Petróleo.

Cavitación	Es la formación y explosión de partículas de vapor o gas dentro de un fluido debido a los cambios de presión o la temperatura.
Clutch o embrague	Es el sistema que nos permite transmitir como interrumpir la transmisión de energía mecánica.
Cojinete	Es un componente mecánico su función es reducir la fricción entre un eje y las piezas conectadas a este.
Desgaste	Se puede definir como la pérdida progresiva de material en la superficie de trabajo de dos piezas, cuando se les ajusta a un movimiento relativo bajo la acción de una fuerza.
Drenar	Es hacer salir el exceso de agua o algún fluido que esta contenido en una zona fluye a través de una superficie.
Escarificador o ripper	Es una herramienta que está constituida por dientes múltiples y que va montado en la parte trasera del tractor o motoniveladora con la finalidad de mover o romper suelos duros.
Horómetro	Es un dispositivo que registra el número de horas que una maquina o equipo ha trabajado.
Housing	Es un recipiente, caja o alojamiento.

Mando final	Es un sistema reductor de la máquina que, al reducir la velocidad proveniente de la transmisión, aumenta el torque.
Mantenimiento	Es el conjunto de actividades que tienen como propósito conservar o reactivar un equipo para que cumpla sus funciones.
Motorreductor	Es un mecanismo que regula la velocidad de motores eléctricos, haciéndoles funcionar a un determinado ritmo.
NLGI	National Lubricating Grease Institute, Instituto Nacional de Grasas Lubricantes.
Orugas	Forman parte de un cinturón flexible con un conjunto de eslabones rígidos unidos unos a otros fuertemente.
Overhaul	Es el proceso que se le da a las piezas de un motor de una maquina o equipo, con la finalidad de dejarlo en óptimas condiciones.
Plan	Suele referirse a un programa o procedimiento para conseguir un determinado objetivo.
Plan de mantenimiento	Es un modelo de gestión de activos que define los programas de mantenimiento a los activos y son las actividades periódicas preventivas, predictivas y detectivas.

SAE	Society of Automotive Engineers, Sociedad de Ingenieros de Automotrices.
Servo transmisión	La servo transmisión tiene como principal función controlar la potencia que genera el motor mediante el eje del volante de mando.
Sistema hidráulico	Un sistema hidráulico utiliza fluido bajo presión para accionar maquinaria o mover componentes mecánicos, estos se utilizan en todo tipo de entornos industriales.
Tándem	Se le llama así al uso de dos ruedas consecutivas en motoniveladoras como en otras máquinas, para ofrecer mejor tracción y soportar la carga.
Termostato	Es un componte de control simple que se conecta a una fuente de calor o frio y que te permite, posteriormente poder regular la temperatura de manera automática.
Tornamesa	Es un engranaje planetario de gran diámetro que mueve la cuchilla de una motoniveladora.
Vibraciones	Se denomina vibración a la propagación de ondas elásticas produciendo deformaciones y tensiones sobre un medio continuo.

Zaranda

Es un recipiente grande con una chapa con agujeros que sirves para clasificar los materiales en diversos tamaños.

RESUMEN

El proyecto que se presenta de gestión e implementación de un plan de mantenimiento para la maquinaria pesada de construcción en la empresa Grupo JM S.A, utilizada para los diferentes proyectos de infraestructura, dentro del contenido se encontrara información primordial sobre la empresa, descripción general de la maquinaria, tipos de mantenimiento, desarrollo de los planes de mantenimiento.

Teniendo en cuenta la importancia que tiene cada una de las máquinas para los diferentes proyectos que tiene la empresa se ve en la necesidad de gestionar nuevos programas de mantenimiento que cumplan con las tareas requeridas para mantener en óptimas condiciones la maquinaria.

La primordial es aumentar la vida útil de la maquinaria pesada es por eso que se determinó que para prevenir que los equipos sufra averías, ocasionen paros en los proyectos no estipulados y que los trabajos de mantenimiento sean adecuados a sus horas de trabajo, se lleve a cabo un mantenimiento preventivo con el cual se esté minimizando las fallas recurrentes y evitar que estos sufran daños más considerables, requieran una mayor inversión para poder repáralos por eso es indispensable llevar un control de horas a los equipo para poder programar a cierto rango de horas su mantenimiento preventivos, este tiene como objetivo primordial mantener la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, de manera eficiente y segura.

Cada uno de los programas de mantenimiento estipula las actividades que se deben realizar, ya bien sea una limpieza general, un cambio de aceite o

cambio de filtros, lubricación general, hasta la revisión de los diferentes sistemas que conforman las máquinas que requieren una mejor inspección.

OBJETIVOS

General

Gestión e implementación de planes de mantenimiento para maquinaria pesada de la empresa GRUPO JM S.A

Específicos

1. Disminuir el consumo energético en las instalaciones del taller mecánico de la empresa Grupo JM S.A.
2. Establecer las rutas que se adecuen a los nuevos planes de mantenimiento de maquinaria de construcción.
3. Elaborar fichas técnicas de los servicios a realizar de las diferentes máquinas.
4. Capacitar al personal para la aplicación de los nuevos planes de mantenimiento de la diferente maquinaria de construcción.

INTRODUCCIÓN

En los talleres de la empresa Grupo JM, S.A., ubicada en 2ª. Avenida 2-50 Zona 2 de San Miguel Petapa, se desarrolló la gestión e implementación de un plan de mantenimiento para maquinaria pesada de construcción de la empresa antes mencionada.

La maquinaria es indispensable e importante para los diferentes proyectos de obra civil que la empresa realiza. Este consta de cuatro fases, la primera fase son generalidades y marco teórico, la segunda fase es la de investigación, la tercera fase es la de técnico profesional, cuarta fase la de docencia, las cuales cada una se desarrolló con diferentes metodologías para ir alcanzando los resultados esperados y poder desarrollar un plan de mantenimiento que sea adecuado para la maquinaria y de resultados para la empresa.

Así mismo se inspecciono cada una de las actividades que la maquinas realiza dentro de los proyectos para conocer un poco más de su funcionamiento y operación, el tipo de esfuerzo que realiza para encontrar una rutina adecuada de mantenimiento que se adapte a cada una de ellas.

Se debe tener en cuenta la importancia que tiene cada uno de los sistemas que conforman la máquina, comenzando con el motor, la transmisión, mandos finales, diferencial, lubricación, frenos, hidráulico, rodaje, enfriamiento, accesorios, cada uno de ellos es fundamental para el buen funcionamiento y operación de la maquinaria, es necesaria una gestión adecuada de mantenimiento con sus horas de trabajo.

Para gestionar un buen plan de mantenimiento preventivo se debe estar comprometidos e involucrados tanto ingenieros, técnicos, operadores, y cumplir con las recomendaciones del fabricante como la experiencia del personal e información recabada en bitácoras.

1. GENERALIDADES

1.1. Generalidades de la Empresa

- Nombre de la Institución: GRUPO JM, S.A.
- Dirección: 2ª. Avenida 2-50 Zona 2 San Miguel Petapa
- Teléfono: 24847274, 24419062
- Número de personas que laboran en la institución: 300
- Tipo de institución: privada
- A que se dedica la empresa: infraestructura y construcción de obra civil

1.1.1. Historia de la empresa

Somos una empresa guatemalteca, con capital privado, dedicada al desarrollo de proyectos de infraestructura civil, tanto en la iniciativa privada como en lo estatal.

Contamos con precalificado del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda.

Con más de 8 años de estar en el campo de la construcción, hemos participado en casi todos los sectores productivos del país, diseñando y construyendo proyectos que han participado con el desarrollo, principalmente en Guatemala.

- Estructuras de concreto, urbanizaciones, instalaciones eléctricas, levantamientos topográficos y agrimensura.

- Reparación de muelles.
- Dragado de ríos y construcción de bordas.
- Asesoría.
- Movimientos de tierras.
- Puentes.
- Estructuras de drenajes para obras viales.
- Terracería.
- Pavimentos.
- Edificios.
- Acueductos.
- Alcantarillados y acueductos urbanos.
- Estructuras metálicas.

1.1.2. Misión y visión de la empresa Grupo JM S.A.

Somos una empresa organizada, con valores con el fin de desarrollar proyectos de construcción de obra civil donde ofrecemos a nuestros clientes un servicio de calidad, donde nos define nuestra misión y visión.

1.1.2.1. Misión

Garantizar a nuestros clientes la construcción de edificaciones seguras y de calidad, satisfaciendo sus expectativas.

1.1.2.2. Visión

Ser la empresa de ingeniería civil, más rentable e importante en Guatemala a través del desarrollo óptimo de nuestros recursos humanos y físicos, enfocados en la satisfacción total del cliente.

1.1.3. Política de calidad

Satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes, mediante la prestación de servicio de construcción de obras civiles y mantenimiento de carreteras, aplicando procesos de calidad, para contribuir al desarrollo y bienestar de la organización y colaboradores.

1.1.4. Servicios de infraestructura y obra civil que presta la empresa Grupo JM S.A.

Contamos con una amplia experiencia en el desarrollo y ejecución de proyectos de obra civil, supervisión, planificación, para responder a las demandas de nuestros clientes.

1.1.4.1. Planificación de proyectos

Una de las responsabilidades más importantes de la gestión de la construcción del proyecto es la planificación y programación de proyectos de construcción.

La clave del éxito es producto de las decisiones que se asumen en cualquier empresa de construcción y el objetivo principal es tener proyectos exitosos.

1.1.4.2. Supervisión de proyectos

La supervisión ya sea permanente o eventual es necesaria en los proyectos de construcción debido a la gran inversión que representan y a la magnitud del proyecto. En proyectos grandes se requiere de una supervisión permanente de materiales, mano de obra y controles de calidad presentados por contratistas.

1.1.4.3. Desarrollo y ejecución de proyectos

Una planificación estricta da lugar a una coordinación impecable de todos los intervinientes en la ejecución del proyecto. Una capacidad creativa altamente desarrollada se traduce en la exposición de los últimos materiales, detalles constructivos y soluciones innovadoras que permiten al cliente disponer de un apoyo permanente en la experiencia de su construcción.

1.1.4.4. Proyectos y obras en ejecución

Nuestro enfoque de proyectos se fundamenta principalmente en las expectativas del cliente, como resultado de un análisis integral, según los siguientes principios:

- Alineamiento de objetivos con el cliente
- Trabajo en equipo en diseño, construcción de proyectos
- Planificación de proyectos

1.1.5. Nuestro equipo

Para el desarrollo de nuestras operaciones disponemos con el equipo adecuado para cada una de las actividades a desarrollar.

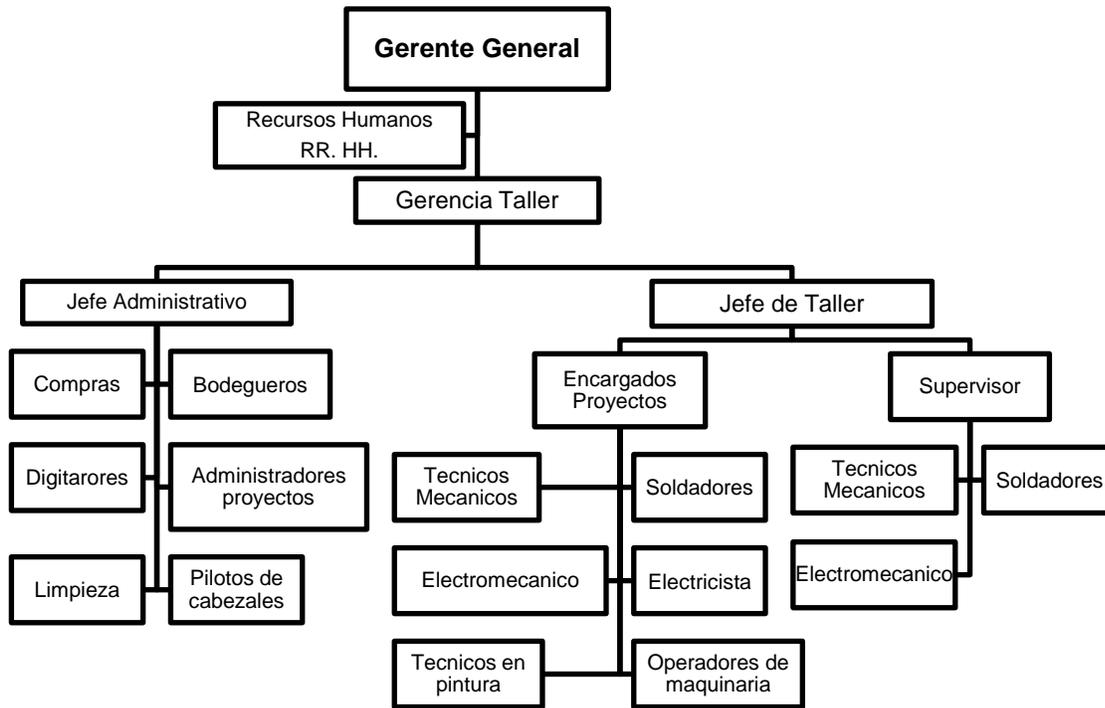
- Excavadoras
- Retroexcavadoras
- Motoniveladoras
- Vibro compactador
- Cargador frontal
- Tractor de oruga

- Minicargador
- Doble rodo
- Perfiladora
- Pavimentadora de asfalto, finisher
- Neumática
- Dragadora
- Distribuidor de asfalto
- Planta de asfalto
- Tanque máster, caldera
- Generadores
- Camiones de volteo
- Camiones dosificadores
- Camiones mezcladores
- Camiones cisterna de agua
- Camiones de combustible
- Pick up

1.1.6. Estructura organizacional de la empresa Grupo JM S.A.

La empresa está conformada por niveles jerárquicos o áreas de acción, que usa para facilitar la dirección y administración, donde se fijan roles, funciones y responsabilidades, podemos visualizar de mejor manera la estructura de la empresa por medio del organigrama funcional.

Figura 1. Organigrama



Fuente: Organigrama Grupo JM S.A.

1.1.7. Ubicación de la empresa

El taller central de la constructora GRUPO JM S.A., se encuentra ubicado en 7ª. avenida 2-50 zona 2 San Miguel Petapa.

Figura 2. **Ubicación de la empresa**



Fuente: elaboración propia, empleando Google Maps

1.1.8. **Instalaciones de la empresa**

Las instalaciones de la empresa GRUPO JM S.A se encuentran divididas de la siguiente manera:

- Oficinas administrativas
- Bodega de repuestos
- Área de taller
- Servicios sanitarios
- Comedor personal técnico

Figura 3. **Instalaciones taller central**



Fuente: Instalaciones Grupo JM S.A.

1.2. Descripción del problema

Grupo JM S.A., es una empresa que se dedica a proyectos de infraestructura y de construcción con más de 8 años de estar en el campo del desarrollo productivo del país, viendo las necesidades de tener la maquinaria disponible cuando esta se requiera por tal motivo la empresa se ve en la necesidad de implementar y gestionar un plan de mantenimiento para los diferentes tipos de maquinaria y equipo de construcción, que facilite al departamento mecánico llevar un mejor control de mantenimiento preventivo, correctivo y tener la disponibilidad de la maquinaria cuando la empresa la requiera.

Teniendo en cuenta lo indispensable que es la maquinaria para los diferentes proyectos de la empresa es de suma importancia tenerla en óptimas condiciones y llevándole día a día un mejor control en horas de trabajo, que su mantenimiento preventivo, correctivo sea acorde al mismo y prologar la vida de servicio de la maquinaria o equipo.

1.3. Definición de mantenimiento

Se considera el mantenimiento como una serie de trabajos que hay que ejecutar para garantizar la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada. Cualquier clase de trabajo hecho en sistemas, subsistemas, equipos, máquinas, a fin de conservarlos para que éstos continúen o regresen a proporcionar el servicio con la calidad esperada, son trabajos de mantenimiento, pues están ejecutados con ese.

Se debe tomar en cuenta que la finalidad del mantenimiento es mantener en operación la maquinaria y equipo de una instalación o empresa y restablecer el equipo a las condiciones de funcionamiento adecuado; con eficiencia y eficacia para obtener la máxima productividad del mismo.

1.4. Objetivos del mantenimiento

Son los objetivos que, dentro de una industria o empresa, no estarían garantizando la disponibilidad de la maquinaria, equipo y las instalaciones con una alta confiabilidad de esta y con el menor costo posible, con una calidad esperada.

Los principales objetivos que son fundamentales dentro del mantenimiento son:

- Garantizar la disponibilidad y la confiabilidad de la maquinaria, equipos e instalaciones.
- Satisfacer los requisitos del sistema de calidad de la empresa.
- Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente.
- Maximizar la productividad y eficiencia de la maquinaria y equipos.
- Preservar o conservar la maquinaria minimizando el desgaste y deterioro.
- Controlar el costo directo del mantenimiento mediante el uso correcto y eficiencia del tiempo, materiales, mano de obra y servicio.
- Prologar la vida útil de la maquinaria y equipo e instalaciones al máximo.

1.5. Tipos de mantenimiento

El mantenimiento es la acción mediante la cual se pretende prevenir toda clase de fallas y mejorar determinados aspectos relevantes en una máquina o instalación, como la seguridad, el confort, la productividad, la higiene, la imagen, entre otros, con el fin de poder conservar la maquinaria e instalaciones en perfectas condiciones.

La ingeniería es vital para el desarrollo industrial de un país ya que esta se encarga de organizar, planificar, controlar. Por eso el mantenimiento lleva a cabo actividades con el fin de preservar la vida útil de una maquina o equipo utilizado procesos y tipos de mantenimiento que sean adecuados para cada una de la máquinas, equipos o instalaciones.

1.5.1. Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento es también conocido como planificado, se realiza antes de que se produzca cualquier tipo de falla en la maquinaria, equipo o instalación. Este tipo de mantenimiento se basa en un ruta de conservación, el

cual contiene un programa de actividades previamente establecido con el fin de anticiparse a las anomalías.

1.5.1.1. Ventajas del mantenimiento preventivo

- Mayor seguridad para el operador
- Máxima disponibilidad
- Mayor productividad
- Menor costo de mantenimiento y reparaciones
- Mayor productividad
- Mayor vida útil de los equipos

1.5.1.2. Desventajas del mantenimiento preventivo

- Se requiere experiencia del personal de mantenimiento.
- Se necesitan de las recomendaciones del fabricante para hacer el programa de mantenimiento.
- No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas.

1.5.2. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo, es también conocido mantenimiento reactivo, es aquel que está encaminado a reparar una falla que se presenta en un momento determinado. Su principal objetivo es el de poner en marcha la maquinaria o equipo e instalación lo más pronto posible.

Este mantenimiento no se aplica si no hay ningún fallo. Es impredecible en términos de sus gastos y el tiempo que le llevará realizarlo, se clasifica en:

1.5.2.1. No planificado

Es el mantenimiento de emergencia. Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer: problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, entre otros.

1.5.2.2. Planificado

Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

1.5.2.3. Ventajas del mantenimiento correctivo

- No genera gastos fijos
- No es necesario programar ni prever ninguna actividad no planificada
- Sólo se gasta dinero cuando está claro que se necesita hacerlo
- A corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico

1.5.2.4. Desventajas del mantenimiento correctivo

- La vida útil de los equipos se acorta.
- Impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, no se sabe por qué falló.
- Hay tareas que siempre son rentables en cualquier tipo de equipo.
- Los seguros de maquinaria suelen excluir los riesgos derivados de la no realización del mantenimiento programado indicado por el fabricante del equipo.

- Las averías y los comportamientos anormales no sólo ponen en riesgo la producción, si no también pueden suponer accidentes con riesgos para las personas o para el medio ambiente.

1.5.3. Mantenimiento predictivo

Este tipo de mantenimiento se encuentra en un nivel superior que los dos anteriores, tiene como objeto determinar el estado técnico, tanto eléctrico como mecánico, de la maquina durante su funcionamiento, supone una inversión considerable en tecnologías que permite conocer el estado de funcionamiento de las máquinas y equipos en operación, mediante mediciones no destructivas la cual consiste en anticiparse a la ocurrencia de fallas.

1.5.4. Mantenimiento cero horas

Es el conjunto de actividades cuyo objetivo es revisar la maquinaria y equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca algún fallo, cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

1.5.5. Mantenimiento proactivo

Este tipo de mantenimiento busca mejorar las tareas cotidianas y esenciales, cuyo objetivo es identificar y eliminar las raíces de las fallas en la maquinaria y equipos, partes e instalaciones industriales. En el mantenimiento

proactivo siempre hay una planificación de las operaciones, que se suman al plan estratégico de las organizaciones.

Pero no se trata de la cantidad o la frecuencia del mantenimiento, se trata de hacer el mantenimiento justo y necesario, con los procedimientos óptimos, en resumen, realizar mantenimiento de precisión.

1.6. Descripción de la maquinaria pesada

Con el paso de los años los equipos o maquinas utilizadas para la construcción de obra civil se han ido desarrollando para facilitar el trabajo a las personas con el fin de ejecutar labores de mucho peso y volumen en un menor tiempo, tomando en cuenta operaciones de gran envergadura o tareas considerables fuerza.

La maquinaria pesada hoy en día es fundamental para el desarrollo industrial y tiene incidencia en la industria de: construcción, minería, pavimentación, dragado, demolición, asfaltado y bacheo, obras públicas, agricultura, entre otros.

Cada una de las maquinas cuentan con partes y sistemas esenciales para su funcionamiento, para que estos puedan cumplir con sus tareas diarias en la sección de características de la maquinaria pesada profundizaremos más y conoceremos cada uno de los sistemas y piezas esenciales.

1.7. Características de la maquinaria pesada

La maquinaria pesada utilizada para el movimiento de tierra funciona a través del aprovechamiento mecánico, en la cual se multiplica su relación entre la fuerza de entrada que se aplica y la fuerza resultante que se ejerce, estas se componen de varias piezas y sistemas que son fundamentales para su funcionamiento los cuales son los siguientes:

1.7.1. Motor

El motor es la parte de una máquina que es capaz de hacer funcionar un sistema, transformando algún tipo de energía en energía mecánica para realizar algún tipo de trabajo. En las máquinas este efecto es una fuerza que produce el movimiento.

Figura 4. Reparación de motor



Fuente: Reparación motor Detroit Taller Grupo JM S.A.

1.7.2. Pistones

Los pistones son los encargados de mover los gases. El vacío que se genera en la cámara de combustión llama a la mezcla a su interior para luego comprimirla y aprovechar la fuerza de la explosión. Su movimiento vertical es el que empuja al cigüeñal a través de las bielas y es lo que posteriormente se convierte en la energía que mueve a la máquina.

Están tallados en una sola pieza de metal hecha a medida para cada cilindro, pero para conseguir un cierre perfecto se añaden en su perímetro los segmentos. La cabeza de los cilindros puede tener diferentes formas para modificar la compresión contra la culata o para dejar hueco a las válvulas cuando están.

Figura 5. Pistones



Fuente: Reparación motor Detroit Taller Grupo JM S.A.

1.7.3. Eje de levas

Esta es una de las partes fundamentales del motor ya que la función principal de este es abrir y cerrar las válvulas de escape y admisión de la culata, ya que esta controla el vaciado y llenado de los cilindros.

Figura 6. Eje de levas



Fuente: Reparación Motor Detroit. Grupo JM S.A.

1.7.4. Cigüeñal

Las bielas son parte fundamental de un motor ya que estas unen a los pistones a través de bulones y dichas bielas se unen a un solo árbol central llamado cigüeñal. Esta pieza de metal de forma irregular es la encargada de sincronizar el movimiento de los pistones. El orden de encendido en un motor de cuatro tiempos y cuatro cilindros es 1-3-4-2.

Para llevar a cabo el orden de encendido se va girando el volante para ubicarlos en las marcas que tiene el mismo para que se proceda a calibrar las válvulas.

1.7.5. Transmisión

Es el conjunto de engranajes que sirven para comunicar fuerza y movimiento por medio de la unión o conexión que se tiene con el motor hasta su punto de aplicación, la transmisión es el mecanismo que se encarga del control de fuerza en el tren de potencia de una máquina, se debe tener en cuenta que este puede variar dependiendo el tipo de transmisión.

La función principal de la transmisión es proporcionar el avance y el retroceso de una maquina con este se controla diferentes velocidades y las multiplicaciones de la fuerza de propulsión, esta se produce por medio de la conexión mecánica de que existe entre diferentes trenes de engranajes que se encuentran en ejes paralelos.

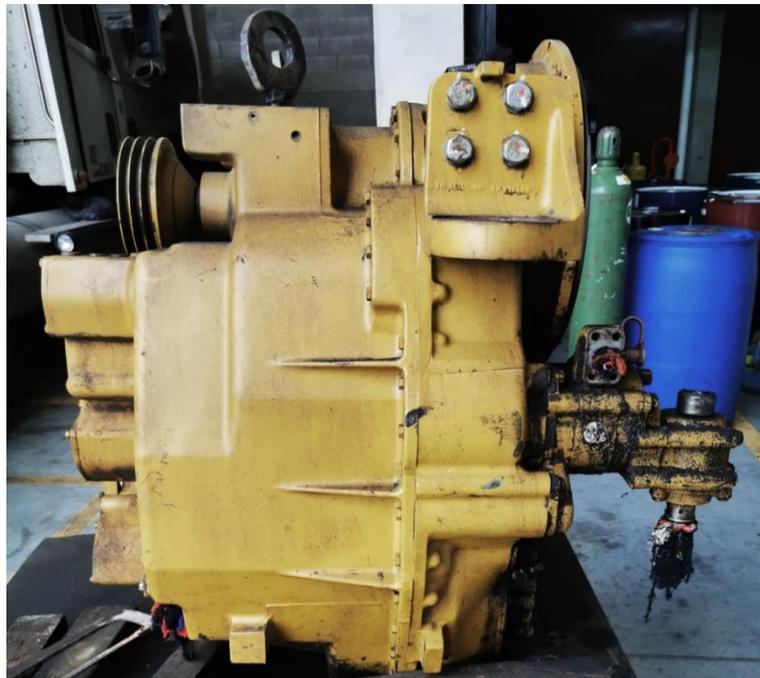
Figura 7. Servo transmisión



Fuente: Maquinaria Grupo JM S.A. servo transmisión motoniveladora CAT.

Está compuesta por engranajes, ejes piñones, corona, cojinetes, cada uno de ellos componen lo que es la transmisión, estos tienen que estar bien lubricados para evitar que cada uno de los componentes sufran demasiado desgaste y que estos se puedan dañar o incluso romperse piezas.

Figura 8. Transmisión



Fuente: Maquinaria Grupo JM S.A. servo transmisión motoniveladora CAT.

1.7.6. Diferencial

El diferencial es un componente primordial dentro de la maquinaria pesada ya que el proporciona potencia equilibrada a las ruedas transfiere potencia a los mandos finales, el diferencial va conectado por medio de un eje propulsor con la transmisión.

Figura 9. **Diferencial**



Fuente: Maquinaria Grupo JM S.A. diferencial motoniveladora John Deere.

Este va conectado a los lados con ejes que conectar con las ruedas o con los mandos finales lo cual proporciona el aumento o reducción de la velocidad de la máquina, las partes principales del diferencial son las siguientes:

- Corona
- Piñón
- Caja de engranajes
- Planetarios

Figura 10. **Parte interna diferencial**



Fuente: Maquinaria Grupo JM S.A. diferencial motoniveladora John Deere.

1.7.7. Cucharón

Este componente es fundamental para la excavadora y retroexcavadora ya que con este hace la labor de excavar diferentes terrenos, cada uno de ellos son diseñados para diferentes trabajos, para excavar suelos rocosos se utilizan dientes un poco más largos, mientras que para suelos blandos o solo para movimiento de tierras los dientes del cucharón suelen ser cortos y redondeados.

Figura 11. Cucharón



Fuente: Maquinaria Grupo JM S.A. cucharón de excavadora.

Según los trabajos los cucharones son diseñados para diferentes tales como:

1.7.7.1. Cucharones para roca

Los cucharones diseñados específicamente para excavación en rocas presentarán una modificación en los dientes proporcionándoles un filo y longitud mayor en comparación con el cucharón estándar o de propósito general que viene por defecto en las excavadoras. Universalmente estos cucharones de servicio son estrechos y con un radio en las puntas más corta.

1.7.7.2. Cucharón en forma de V o trapezoidal

Su diseño particular se compone por tres superficies de corte, son dos laterales y una inferior en forma de V lo que permite un ahorro de energía y aumento en la productividad en aplicaciones como lo son excavaciones de canales y tendido de tuberías. Los ángulos de corte laterales del cucharón proporcionan una mayor facilidad a la hora de la excavación en comparación con el cucharón convencional, el corte inferior propicia una mayor profundidad.

1.7.7.3. Cucharones para limpieza

Son empleados en las labores de remoción de materiales blandos y de manera general son desprovistos de dientes, tienen una capacidad mayor para carga y a menudo son empleados para la limpieza de zanjas o labores que involucren el acabado o nivelación del suelo. Los bordes de este tipo de cucharón pueden estar equipados con un revestimiento que prolonga su vida útil.

1.7.7.4. Cucharón tipo esqueleto

Es un cucharón de servicio que ha sido provisto de huecos de determinado tamaño lo que permite la selección de volumen de partícula, aquellas que tengan un grosor menor a los orificios presentes escapan durante la excavación. Este tipo de cucharones son especialmente útiles en labores como la segregación de suelos.

Figura 12. Guía de selección de cucharones

1) GENERAL BUCKET									
									
0.51 m³ SAE heaped bucket		≈ 0.92, ★ 0.52, 0.80, 0.87, 1.10, 1.20 m³ SAE heaped bucket			1.34 m³ SAE heaped bucket				
Capacity		Width		Weight	Recommendation				
SAE heaped	CECE heaped	Without side cutter	With side cutter		5.68 m (18' 8") boom				8.2m (26' 11") boom
					2.0 m arm (6' 7")	2.4 m arm (7' 10")	2.92 m arm (9' 7")	3.90 m arm (12' 10")	6.3 m arm (20' 8")
0.51 m³ (0.67 yd³)	0.45 m³ (0.59 yd³)	700 mm (27.6")	820 mm (32.3")	570 kg (1260 lb)					
★ 0.52 m³ (0.68 yd³)	0.45 m³ (0.59 yd³)	935 mm (36.8")	1035 mm (40.7")	460 kg (1010 lb)					
0.80 m³ (1.05 yd³)	0.70 m³ (0.92 yd³)	1000 mm (39.4")	1120 mm (44.1")	770 kg (1700 lb)					
0.87 m³ (1.14 yd³)	0.75 m³ (0.98 yd³)	1090 mm (42.9")	1210 mm (47.6")	740 kg (1630 lb)					
≈ 0.92 m³ (1.20 yd³)	0.80 m³ (1.05 yd³)	1150 mm (45.3")	1270 mm (50.0")	770 kg (1700 lb)					
1.10 m³ (1.44 yd³)	0.96 m³ (1.26 yd³)	1320 mm (52.0")	1440 mm (56.7")	830 kg (1830 lb)					
1.20 m³ (1.57 yd³)	1.00 m³ (1.31 yd³)	1400 mm (55.1")	1520 mm (59.8")	850 kg (1870 lb)					
1.34 m³ (1.75 yd³)	1.15 m³ (1.50 yd³)	1550 mm (61.0")	1670 mm (65.7")	920 kg (2030 lb)					

≈ : Standard bucket
 ★ : Long reach bucket/Amphibious bucket

[Light Gray Box] Applicable for materials with density of 2000 kg/m³ (3370 lb/yd³) or less
 [Medium Gray Box] Applicable for materials with density of 1600 kg/m³ (2700 lb/yd³) or less
 [Dark Gray Box] Applicable for materials with density of 1100 kg/m³ (1850 lb/yd³) or less

Fuente: Grupo JM S.A. Manual de operación excavadora Hyundai R220LC-9S.

1.7.8. Tren de potencia

El tren de potencia de la maquinaria pesada puede ser transmisión mecánica o automática, llamada servo transmisión y está constituido por los siguientes elementos:

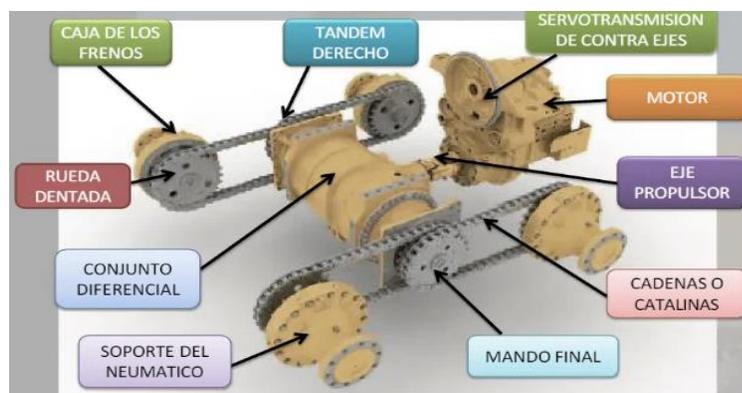
Transmisión mecánica:

- Embrague principal
- Transmisión
- Mandos finales

Transmisión automática:

- Transmisión
- Divisor de par
- Mandos finales

Figura 13. Tren de Potencia



Fuente: Grupo JM S.A. Tren de potencia motoniveladora John Deere 670G.

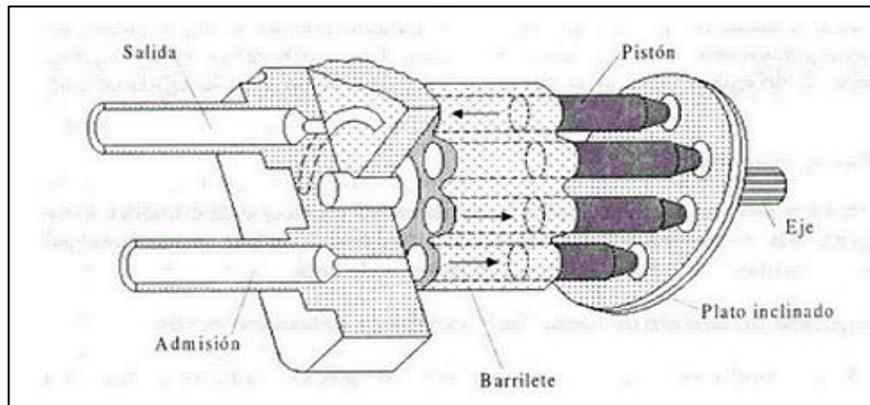
1.7.9. Bomba hidráulica

La bomba hidráulica es la encargada de transformar con la que funciona para suministrar el caudal y la presión necesaria al líquido para que pueda cumplir su función, la bomba hidráulica que generalmente usa la maquinaria pesada en la bomba hidráulica de pistones esta su funcionamiento se basa en la hidrostática.

Las partes principales de una bomba hidráulica son:

- Pistones
- Eje
- Plato
- Cilindros
- Cámara de succión
- Cámara de presión
- Línea de presión
- Línea de succión

Figura 14. **Bomba hidráulica**



Fuente: Automatización industrial. *Bombas de pistones*. <http://industrial-automatica.blogspot.com/2011/08/bombas-hidraulicas-3-bombas-de-pistones.html>.

Consulta: 21 de agosto de 2021.

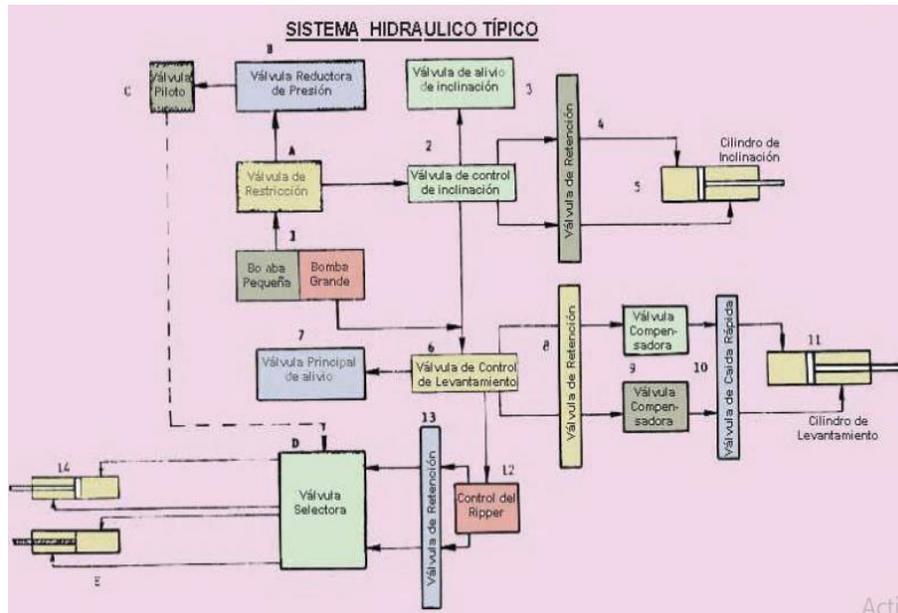
1.7.10. Sistema hidráulico

El sistema hidráulico es una de las partes esenciales de la maquinaria el cual está compuesto por varios componentes tales como: bomba hidráulica, tanque, mangueras, filtro, válvulas, entre otros.

El funcionamiento es el siguientes el aceite entra a los cilindros y este a su vez permite que la maquina pueda accionas sus componentes o accesorios para que esta pueda cumplir con sus tareas.

Como todo componente mecánico puede fallar por diversos motivos uno de los más comunes es la del agua en el aceite lo cual produce que se evapore cuando se calienta el sistema hidráulico lo cual produce la cavitación lo que produce que la placa del extremo de la bomba sufra de erosión.

Figura 15. Circuito sistema hidráulico



Fuente: Maquinarias pesadas org. *Sistema hidráulico de maquinaria pesada-componentes y mantenimiento*. <https://www.maquinariaspesadas.org/blog/2513-curso-sistemas-hidraulicos-maquinaria-pesada-componentes-mantenimiento>. Consulta: 21 de agosto de 2021.

1.7.11. Sistema eléctrico

El sistema eléctrico es parte fundamental dentro del funcionamiento de la maquinas debido a que estas llevan diferentes componentes desde la fuente de alimentación como lo es la batería y el alternador, pasa por un componente de control que activa y desactiva el circuito, todo el sistema eléctrico está protegido por fusibles, o interruptores, los conductores son encargados de proporcionar corriente, los sensores que son parte del equipo el cual manda señales al panel de control de la máquina, el sistema de luces, y todos el cableado que conecta todos los mandos de la máquina para que esta pueda funcionar adecuadamente.

- Hidráulicos: este tipo de freno es mediante un líquido el cual ejerce una presión sobre la zapata de freno hacia el interior de los cilindros de las ruedas.
- Retardadores y dinámicos: este tipo de freno se utiliza generalmente en camiones para controlar su velocidad de forma progresiva sin llegar generalmente a la detención, se utiliza para el frenado de este tipo de vehículos en pendientes muy acentuadas, siendo controlada la cantidad de frenado por parte del conductor mediante el presionado del pedal retardador.
- Tambor: este tipo de frenos, no son tan habitual que se utilicen los cuales generan su frenado mediante la fricción de las zapatas de freno contra el tambor.

Figura 17. **Frenos de disco húmedo**



Fuente: Grupo JM S.A. Sistema de freno motoniveladora John Deere 670G.

1.7.13. Sistema de combustible

Es el sistema que se encarga de inyectar la cantidad adecuada de combustible en la cámara de combustión de la máquina dependiendo la carga que se le va a aplicar al motor Diesel.

El sistema de combustible está compuesto por los siguientes componentes que son:

- Tanque de combustible
- Filtro de combustible primario
- Bomba de cebado
- Bomba de combustible
- Válvula de alivio
- Filtro secundario de combustible
- Inyectores de combustible
- Válvula reguladora de presión

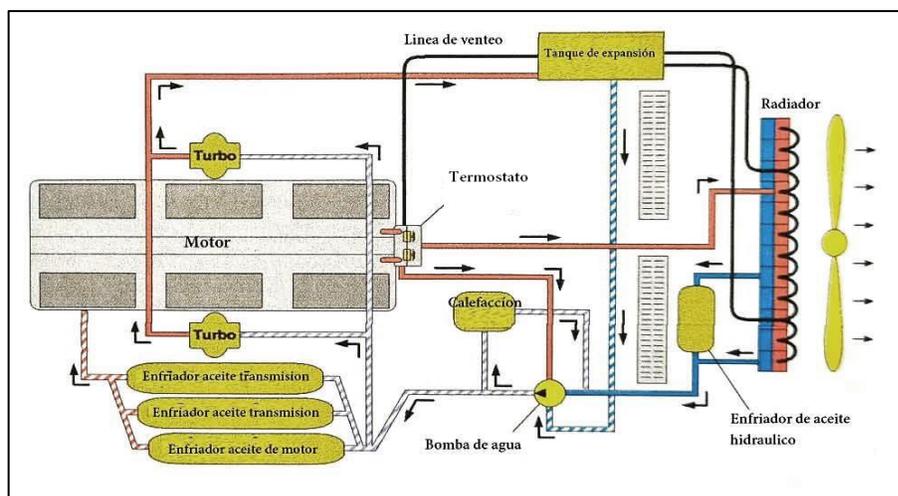
1.7.14. Sistema de enfriamiento

El sistema de enfriamiento es el encargado de disminuir la temperatura del motor de la máquina y de otros sistemas, otro de los sistemas que puede ser enfriado es el sistema hidráulico y el sistema de freno, la función principal del sistema de enfriamiento es mantener las diferentes máquinas trabajando a una temperatura adecuada de trabajo para que estas no sufran desperfectos por un sobrecalentamiento.

El sistema de enfriamiento trabaja con agua o con refrigerante, siendo el refrigerante el más adecuado para utilizar en las diferentes máquinas, el sistema de enfriamiento está compuesto por las siguientes componentes tales como:

- Bomba de agua o refrigerante.
- Enfriador de aceite del motor.
- Enfriador de aceite de transmisión, aceite hidráulico.
- Termostato.
- Radiador.
- Tapa del radiador.
- Sensor de temperatura de agua o refrigerante
- Mangueras
- Depósito de agua o refrigerante

Figura 18. Sistema de enfriamiento



Fuente: Curso de maquinaria pesada online. *Sistema de enfriamiento*.

<https://cursodeequipopesado.online/motor-diesel/sistema-de-enfriamiento/>. Consulta: 29 de agosto de 2021.

Dentro del sistema de enfriamiento tiende a tener fallas constantes esto debido a diversos componentes que se averían por el uso tales como:

- Termostato
- Bomba de agua
- Mangueras dañadas
- Tapón del radiador dañado
- Radiador
- Enfriador de aceite en mal estado

La solución que se le puede dar a estas fallas recurrentes sería inspeccionar todos los días antes de iniciar operaciones, otra sería sustituir la parte averiada por una nueva para evitar que se pueda dañar más la máquina.

1.8. Tipos de maquinaria pesada

Existen una variedad de tipos de maquinaria dentro de la ingeniería, en esta sección se dará a conocer los diferentes equipos que se utilizan dentro de la ejecución de proyectos de obra civil como carreteras, pavimentación, dragado, entre otros.

Dentro de la empresa Grupo JM S.A. se cuenta con diferentes marcas de maquinaria tales como:

- Hyundai
- John Deere
- Caterpillar
- Doosan
- Voegle

- JBC
- Entre otros

1.8.1. Excavadora

La excavadora es un tipo de maquinaria utilizado para el movimiento de tierra, rocas, también puede ser utilizado para el dragado de ríos, se debe tener en cuenta que la excavadora brinda una mayor potencia y capacidad de carga, esta puede trabajar en 360 grados lo que proporciona una mayor facilidad de maniobra.

Está constituida por un tren de rodaje de orugas, lo cual la hace tener mayor estabilidad, agarre y no fácilmente se desliza en el área de trabajo.

El *swing* permite que la excavadora gire los 360 grados por medio de la tornamesa de giro.

Para el movimiento de tierra interviene tres partes fundamentales que son:

- Pluma o boom: esta es la parte que va anclada directamente a la máquina y funciona por medio del sistema hidráulico.
- Brazo o *stick*: es el elemento articulado o unido a la parte superior de la pluma y en la parte inferior a la del cucharón todo este sistema en controlado por el sistema hidráulico que le da movilidad por medio de cilindros hidráulicos.

- Cucharón: es el que se encarga de realizar la excavación extracción de tierra, roca, entre otros, se debe tener en cuenta que existen diferentes tipos de cucharones dependiendo el área de trabajo de la máquina.

Figura 19. **Excavadora**



Fuente: Maquinaria Grupo JM S.A.

1.8.2. **Retroexcavadora**

Es una máquina que es utilizada para realizar trabajos de excavación o actividades como cargar tierra o pedrín. Es una variante de la excavadora con la diferencia que está compuesta por un cucharón principal en la parte de enfrente, en la parte trasera cuenta con un brazo que es similar al de la excavadora.

Tiene una pala principal que es utilizada para trabajos más pesados como cargar grandes cantidades de tierra. Esta se diferencia de la excavadora ya que cuenta con una pala adicional en la parte trasera que es similar al de una excavadora, que está compuesta por la pluma, brazo, cucharón, que va montado en su parte trasera y esta sostenido por un pin central.

La retroexcavadora es utilizada para diversas tareas ya sea de construcción de edificios, como también en la edificación de carreteras entre otras las actividades que se realizan son las siguientes:

- Drenajes
- Movimiento de tierra
- Preparación del terreno
- Trituración por medio del rotomartillo
- Entre otros

Esta se puede movilizar por medio de tren de rodaje de orugas o por medio de neumáticos.

Siendo utilizadas la que se movilizan por medio de neumáticos ya que se pueden desplazar con mayor facilidad de un lugar a otro.

Figura 20. **Retroexcavadora**



Fuente: Maquinaria Grupo JM S.A.

1.8.3. **Cargador frontal**

El cargador frontal tiene una cuchara en la parte frontal, utilizada específicamente en trabajos pesados dentro de varias industrias como lo que es la construcción de edificios, minería, carreteras, autopistas, túneles, presas hidráulicas para cargar camiones con materiales: piedra, arena, tierra y otros.

Esta máquina la se puede encontrar ya bien sea con tren de rodaje por orugas o ya bien sea con neumáticos, siendo estos últimos los más comunes; estos dentro de la empresa se utilizan también para transportar materiales a cortas distancias o para agregar a las plantas de asfalto.

Figura 21. **Cargador frontal**



Fuente: Maquinaria Grupo JM S.A.

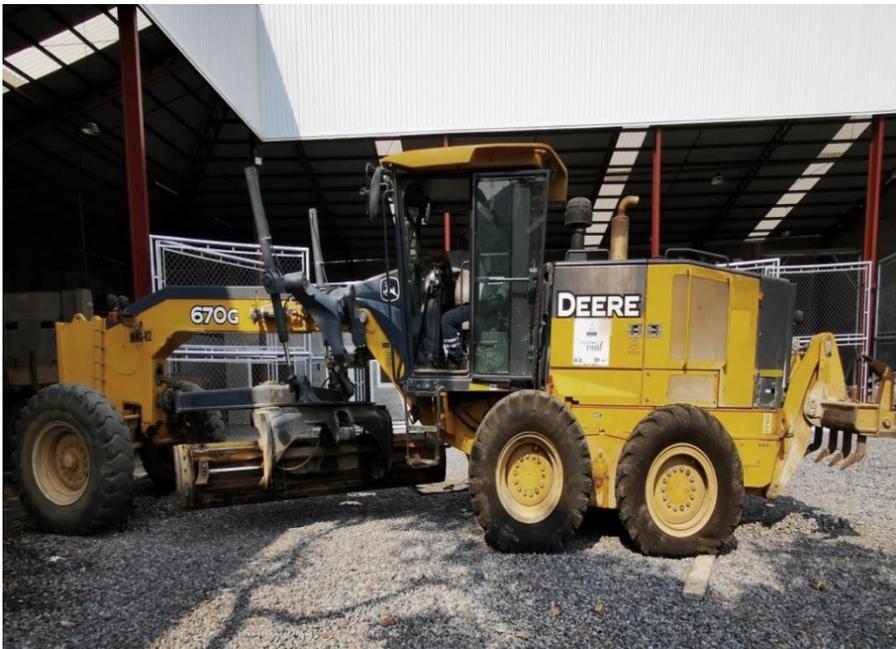
1.8.4. Motoniveladora

La motoniveladora es una máquina de construcción que se utiliza para nivelar el suelo mediante el movimiento de tierras, está compuesta con una hoja en la parte de adelante que sirve para nivelar terrenos o también para emparejar los taludes donde pasaran las carreteras inclinando la hoja metálica. Además, posee escarificadores o *ripper* estos sirven para terrenos duros, los cuales están ubicados en la parte trasera.

Generalmente está dividida por tres ejes: la cabina y el motor se encuentran situados en la parte trasera donde también se encuentra el *ripper*, sobre los dos

ejes tractores, y el tercer eje se localiza en la parte delantera de la máquina, estando localizada la hoja entre el eje frontal o delantera, y los dos ejes traseros esta se puede mover por medio de la tornamesa y los cilindros de levante de la hoja también se encuentra la barra de tiro y el contrapeso.

Figura 22. **Motoniveladora**



Fuente: Maquinaria Grupo JM S.A.

1.8.5. Minicargador

Es una máquina que se utiliza dentro de la construcción y por su tamaño se puede utilizar donde hallan espacios reducidos ya que consta de un chasis rígido con cabina cubierta desmontable sobre el cual se monta una cuchara en la parte delantera que sirve para el movimiento de tierras, pedrín, arena.

Este equipo lo podemos encontrar con motor diésel o gasolina, el cual está montado en la parte trasera, en el punto de unión entre los brazos de la cuchara y el chasis. Cuenta con un sistema hidráulico para la elevación de la cuchara o para permitir el montaje de otros accesorios. El chasis se desplaza sobre un sistema de orugas o de neumáticos, siendo más habitual este último con una distribución de cuatro neumáticos de igual diámetro repartidos equitativamente a los lados.

Figura 23. **Minicargador**



Fuente: Maquinaria Grupo JM S.A.

1.8.6. **Doble rodo**

El doble rodo es utilizado para pavimentar carreteras la función principal de este es compactar el asfalto en caliente. Está compuesto por dos rodillos de acero que son muy pesados estos van montados en un chasis, estos tienen un sistema

de enfriamiento de los rodos por medio de chorros que van ubicados en todo lo largo de los rodillos con el fin de que el asfalto se pegue.

Se utiliza un doble rodo para pavimentar carreteras. Además de ser pesadas, estas también son conocidas como rodillos en tándem también contienen una unidad vibratoria a bordo de la máquina en la parte de la cabina en la cual se acciona para que esta cumpla la función. Los rodillos vibratorios o vibrantes ayudan a compactar el asfalto cuando el doble rodo pesado pasa sobre él. Trabajando a velocidades muy lentas, el rodillo tándem es una máquina que requiere habilidad para operar para asegurar que cada pasada se superponga ligeramente con la pasada anterior. Al superponer cada pasada, el operador del rodillo puede mantener un grosor uniforme en la superficie y evitar caídas o puntos altos.

Figura 24. **Doble rodo**



Fuente: Maquinaria Grupo JM S.A.

1.8.7. Compactadora neumática

Este equipo cumple con la función similar a la del doble rodo se utiliza para compactar el asfalto en caliente, este equipo está equipado con llantas que son muy pesadas en la parte delantera y trasera con el fin de que la mezcla logre compactarse de manera adecuada.

Estos cuentan con un sistema de alto propulsión hidrostática que es ejercida por el motor y es convertida en energía hidráulica por medio de una alta presión de aceite y que es transmitida a las ruedas.

Figura 25. **Neumática**



Fuente: Maquinaria Grupo JM S.A.

1.8.8. Trituradora

Una trituradora, es una máquina que procesa piedra en forma de trozos que posee un tamaño menor al tamaño original. La trituradora también es conocida como chancadora es una máquina diseñada para disminuir el tamaño de los objetos mediante el uso de la fuerza, para romper y reducir el objeto en una serie de piezas de volumen más pequeñas o compactas.

Por lo general para un proyecto donde se necesita varios tamaños de agregados en este caso la piedra se debe tener un banco de trituración este está constituido por diferentes trituradoras ya sea de cono o de mandíbula.

Este tipo de maquinaria también necesitan que se le hagan inspecciones periódicas para darle su mantenimiento adecuado ya que esta es fundamental dentro del proceso de asfaltar carreteras ya que brinda los agregados para mezclarlos con los otros materiales.

Figura 26. Trituradora



Fuente: Maquinaria Terex Pergson.

1.8.9. Planta de asfalto

Este es un equipo fundamental para la fabricación de la materia prima que es utilizada para tirar el asfalto, la función de esta es mezclar los agregados y el petróleo o mezcla asfáltica que se utiliza para obtener la materia prima para aplicar en las carreteras, esta es un tipo de maquinaria que utiliza diversos sistemas para su funcionamiento lo cual requieren que se les dé un mantenimiento adecuado del tipo de plantas de asfalto que tiene la empresa Grupo JM S.A., es la CIBER INOVA 1200.

Este equipo está compuesto por bandas transportadoras, silos dosificadores, quemadores, mezclador, tanque máster o caldera, compresor, filtros de mangas, bombas, motorreductor, mangueras llaves de paso, se debe tener en cuenta por ser un tipo de planta de asfalto móvil se debe tener un lugar adecuado para ponerla a funcionar.

Figura 27. **Planta de asfalto**



Fuente: Maquinaria Grupo JM S.A.

1.8.10. Generador

Este es un equipo fundamental dentro del desarrollo de proyectos de carreteras por lo general el generador es el encargado de proporcionar energía eléctrica al banco de trituración o también es utilizado para que trabajen plantas de asfalto.

Donde la energía mecánica se transforma en energía eléctrica por medio de un motor y esta es transformada por medio de un generador que está compuesto por un alternador, que es el conjunto de piezas móviles y fijas que están cubiertas por una carcasa y estos componentes trabajan juntos para que se forme un campo magnético y este hace que se convierta en energía eléctrica.

El alternador consta de dos partes fundamentales que son:

- Rotor: es el que se encarga del movimiento y junto con el estator forman el conjunto fundamental para transmitir potencia a una máquina para que pueda funcionar.
- Estator: este es la parte fija del alternador que comúnmente se le conoce como embobinado y este es el encargado de crear el campo magnético.

Para la construcción de carreteras se utilizan equipos de gran tamaño ya que necesitan moverse equipos que requieren un mayor consumo de energía por lo general estos son alimentados por Diesel.

Figura 28. **Generador**



Fuente: Maquinaria Grupo JM S.A.

2. FASE DE INVESTIGACIÓN

2.1. Eficiencia Energética

Cada día se consumen grandes cantidades de energía en los distintos sectores de la sociedad e industria. Si seguimos gastado la energía de manera exagerada como hasta ahora lo estamos haciendo, la demanda energética del país como del mundo alcanzará niveles extremadamente altos, seguirán aumentando los niveles de emisión de CO₂ que la industria genera y esto tendrá un gran impacto medioambiental severo.

El aumento de la población en el país como en el mundo llevará ligado un aumento del consumo y esto afectará de forma significativa provocando que se agotará los recursos energéticos afectando también a nuestro clima. Si no cambiamos nada, no seremos capaces de vivir cómodamente, de desplazarnos de un lugar a otro, sin proteger nuestro clima no podremos sobrevivir.

En la industria, en movilidad en la vivienda, en todas estas áreas la eficiencia energética puede ayudarnos a proteger nuestro clima y es donde más beneficios obtendremos usando la energía de forma más eficiente.

Se debe tener en cuenta que, con una política energética adecuada se fijarán objetivos que permitan asegurar el suministro de energía eléctrica para cubrir la demanda de los usuarios, mediante la diversificación de fuentes y la utilización de energías limpias que garanticen la sostenibilidad, económica como medioambiental, el componente fundamental de ella dos.

La eficiencia energética, junto con el impulso que se del deben de dar a las energías renovables y el ahorro energético.

- En la industria: la optimización y automatización de los procesos, aprovechando y reutilizando los residuos de materia prima, el reciclaje de materiales, residuos industriales, entre otros.
- En el transporte: optimizar el consumo de combustible que utiliza la maquinaria, motores, generadores, podemos mejorar la aerodinámica y así reducir el consumo de energía al momento de dar potencia a los vehículos.
- En las viviendas: optimizar el consumo de energía desconectando los equipos que consumen grandes cantidades de energía como: microondas, hornos eléctricos, calefacción iluminación, refrigeradores, entre otros.

2.1.1. Parámetros de eficiencia energética

En cualquier área de la empresa y área de proyectos es importante generar las condiciones adecuadas, pero muchas veces no siempre un mayor consumo de energía equivale a un mejor servicio.

Muchas veces no todo siempre equivale a un mayor consumo energético equivale a tener un mayor confort o un mejor servicio esto se puede lograr llevando una eficiencia adecuada cuando el confort de las instalaciones y el consumo estén proporcionados adecuadamente.

2.2. ¿Qué es ahorro energético?

El ahorro energético es la disminución de consumo de energía eléctrica, como también el consumo de combustibles de manera que al final se pueda disminuir costos.

Un ejemplo de ahorro energético en el sector industrial sería la utilización de sensores de movimiento para que cuando ciertas áreas no se están utilizando, las luminarias puedan apagarse. Cuando un equipo es accionado mediante un variador de velocidad, utiliza menos energía eléctrica que si el equipo fuera activado a una velocidad constante, ya que no utiliza más energía de la necesaria. Se puede regular la velocidad en función de las necesidades. Cintas transportadoras, bombas y compresores son ejemplos de ello.

2.3. Ahorro energético en la empresa

Para poder llevar de una forma correcta el ahorro energético en el taller de la empresa Grupo JM S.A., es necesario conocer los aspectos más importantes y determinar los equipos, actividades que requieren mayor demanda de energía eléctrica como también el consumo de combustibles, para encontrar una forma de optimizar el consumo y nos permita un mejor aprovechamiento de los recursos y un ahorro tanto en el dimensionamiento de las instalaciones como en el consumo de energía y combustible.

Una forma de cómo ahorrar energía dentro de la empresa es utilizar la mayor cantidad de energía solar dentro de las instalaciones del taller, o implementación de sensores de movimiento que permitan encender y apagar la luz, esto nos ayudara a ahorrar energía y optimizar el consumo.

El consumo de combustibles dentro de la empresa es muy alto debido a la demanda debido al tipo de maquinaria que se utiliza en cada uno de los proyectos por lo mismo se cuenta con un control de kilometraje y horómetros para determinar cuánto se consume de diésel y gasolina por máquina dentro de la empresa.

2.3.1. Consumo de energía en las instalaciones de la empresa Grupo JM S.A.

La demanda del consumo de energía eléctrica va a depender de la cantidad de trabajo que se tenga dentro del taller, o si se va a requerir trabajar por la noche y utilizar todas las luminarias dentro del taller esto aumentará el consumo de energía significativamente.

Las aplicaciones que más consumo de energía eléctrica concentran dentro de la empresa Grupo JM S.A. son las siguientes: maquinaria e iluminación, a continuación, se detallan un grupo de cosas que generar uso continuo de energía eléctrica.

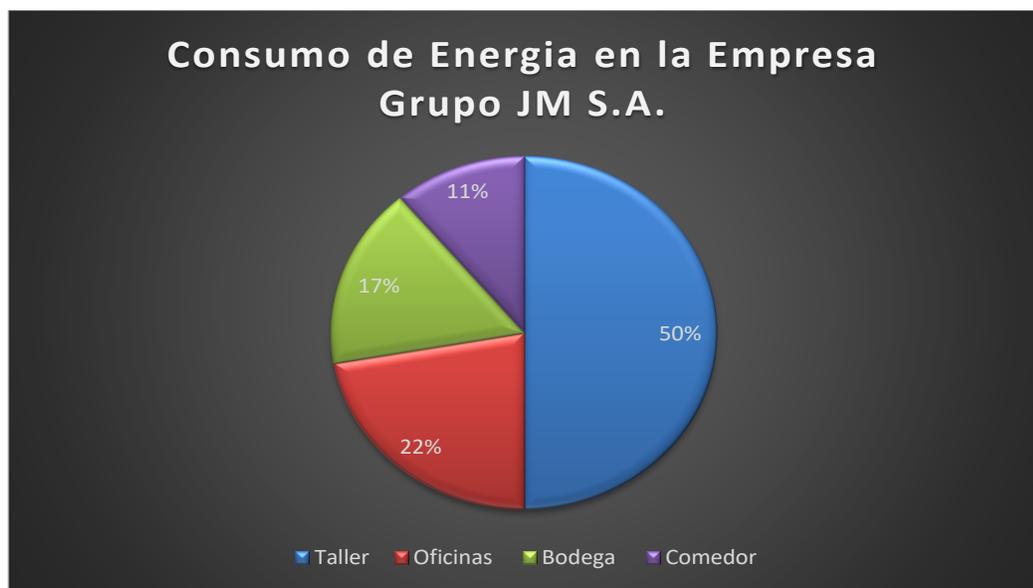
- Compresor
- Pulidora
- Barreno
- Bombas de agua
- Equipos de computo
- Impresora
- Servidor de grabación de cámaras de vigilancia
- Cámaras de vigilancia
- Luminarias
- Refrigeradora

- Microondas
- Cafetera

Se debe tomar en cuenta que también la empresa usa maquinaria que utiliza combustible como las soldadoras, hidrolavadora, maquinaria pesada, cabezales y camiones, entre otros; las cuales utilizan energía térmica por el motor de combustión interna, lo cual genera un consumo energético.

En la figura 29 se muestra el consumo de energía eléctrica dentro de la empresa por las diferentes áreas de la empresa.

Figura 29. **Consumo de energía eléctrica, Grupo JM S.A**



Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Distribución del consumo energético

Por lo general en el taller mecánico de la empresa Grupo JM S.A. se consume una parte de energía eléctrica para el uso de la maquinaria eléctrica y también se utiliza combustible para motores de combustión interna, que utiliza varias máquinas como soldadora, hidrolavadora, maquinaria pesada.

La distribución del consumo de combustibles se encuentra específicamente en el área de proyectos ya que es donde se encuentra la maquinaria pesada, camiones de volteo, entre otros, estos requieren de diésel como fuente de energía para trabajar.

La distribución de energía dentro de las instalaciones de la empresa es algo complicado, realizar una distribución equitativa debido a las áreas que se tiene puede variar, la mayor demanda de energía está en el área de taller donde se realiza diferentes trabajos y se utiliza maquinaria que consume demasiada energía.

El siguiente punto de mayor demanda de energía es el área de oficina debido a la cantidad de equipos de computación y la cantidad de horas que se mantienen trabajando.

Los otros puntos son el área de bodega, comedor y servicios sanitarios, que también consumen una cierta cantidad de energía eléctrica dentro de las instalaciones que son significativas.

Como se ha mencionado anteriormente el consumo de energía eléctrica dentro de las instalaciones de la empresa se ubica generalmente en cuatro puntos que son de mayor demanda que son:

- Taller mecánico: maquinaria, iluminación, cámaras de seguridad.
- Oficinas: equipos de cómputo, iluminación, impresoras, servidor, servidor de cámaras de seguridad.
- Bodega: iluminación, computadora, cámaras de seguridad.
- Comedor: iluminación, refrigeradora, cafetera.
- Servicios sanitarios: iluminación.

El mayor consumo de combustible dentro de los proyectos son los siguientes:

- Generadores
- Maquinaria pesada
- Plantas de asfalto
- Trituradoras
- Cabezales
- Camiones de volteo
- Equipo menor
- Vehículos livianos

En la tabla I se muestra la distribución del consumo de energía eléctrica y combustibles dentro de la empresa, también se utilizan combustible para que algunas máquinas puedan funcionar.

Tabla I. **Instalaciones taller Grupo JM S.A.**

Instalaciones	Oficinas
	Bodega
	Taller
	Baños
Aplicaciones energéticas	Maquinaria
	Iluminación
	Electrodomésticos
	Cámaras de seguridad
	Otros
Energías	Eléctrica
	Combustibles
Consumo mensual aproximado	609 kW a 1 000 kW
Costo aproximado mensual energía.	Q. 1 000 a 2 500
Cantidad de galones de combustible utilizados	400 Galones semanales

Fuente: elaboración propia.

2.3.3. **Gestión y mantenimiento energético**

Gestionar las rutas adecuadas de mantenimiento para las luminarias y equipos eléctricos que se tengan en la empresa, ya que con esto se consigue los estándares de calidad y reduce los costos de consumo. Teniendo un plan de mantenimiento preventivo apropiado, disminuirémos la necesidad de hacer un mantenimiento correctivo dentro de las instalaciones de la empresa y por ende

tendremos una eficiencia energética idónea, lo cual reducirá los costos y brindará un servicio de calidad.

Se debe tener en cuenta que un mal funcionamiento debido a un problema eléctrico puede producir un aumento del consumo de energía o también un corto circuito por falta de mantenimiento de luminarias, toma corriente, interruptores o equipos.

Tomando en cuenta estos aspectos es importante contar con un plan de mantenimiento para las instalaciones eléctricas y tener las mismas en óptimas condiciones para su uso dentro de la empresa.

La empresa tiene una lista de revisiones para las luminarias, tomacorrientes, para mantener los dispositivos en perfectas condiciones y evitar daños o cortos circuitos que puedan ser ocasionados por tener los dispositivos en mal estado o estos llegaron ya al tiempo de su vida útil, el encargado de limpiar las luminarias, bombillas, tomacorrientes e interruptores es el encargado de limpieza, el técnico electricista es él que se encarga de cambiar luminarias, bombillas, tomacorrientes, interruptores, flipones o cables en mal estado y revisar los equipos para que estos se encuentren en perfectas condiciones, entre otros.

La lista que utilizan para la revisión de instalaciones y equipos eléctricos es la siguiente:

Tabla II. **Revisiones a instalaciones eléctricas**

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO INSTALACIONES ELECTRICAS					
GRUPO JM S.A.					
No.	ACTIVIDAD	B=Bueno; R=Regular; M=Malo			Observaciones
		B	R	M	
1	Limpiar tubos, bombillas (focos), Campanas, interruptores, tomacorrientes, etc.				
2	Revisar los tomacorrientes que se encuentren en buen estado y si es necesario cambiarlos				
3	Revisar los interruptores que se encuentren en buen estado y si es necesario cambiarlos				
4	Inspeccionar que los cables no estén a la intemperie				
5	Revisar que todo el sistema de cables este aislado				
6	Verificar que todas luminarias y bombillas estén bien ajustado a la porta bombillas y a la porta luminarias.				
7	Mantener despejado la caja de flipones				
8	Limpiar los contactos de óxido de tubos, bombillas (focos), Campanas, volver a instalar.				
9	Cambiar de inmediato las bombillas, campanas, cuando estas ya no enciendan				
10	Limpiar el óxido de la caja de flipones y luego aplicar pintura anticorrosiva				

Fuente: Administración Grupo JM S.A.

2.3.4. Tipos de luminarias más utilizadas en la industria

Una iluminación industrial adecuada puede reducir los costos y mejorar el rendimiento total de los trabajadores de un modo significativo. Sin embargo, en muchas ocasiones, el resultado es que los proyectos de iluminación industrial

pierden oportunidades. Nos centramos únicamente en lo que es la eficiencia energética o en el coste de la instalación eléctrica, pero hay otros factores para tener en cuenta como el coste de mantenimiento, así como la calidad de la luz y su potencial impacto en la seguridad o la productividad de los trabajadores.

Otro de los factores importantes es el tipo de luminarias que son más utilizados dentro de la industria, donde tenemos diversas opciones las cuales son las siguientes:

- Luminarias HID

HID son las siglas de High Intensity Discharge / Descarga de Alta Intensidad. Este tipo de lámpara industrial se caracteriza por generar luz a través de un proceso de canalización energético. Se canaliza la electricidad mediante un tubo que llevará gas y sales de metal. En el momento en el que se recibe la energía se libera plasma.

Este tipo de tecnología se considera de entre las más usadas: soportan bien el paso del tiempo, son muy resistentes, tienen una gran potencia lumínica, reparten de forma homogénea la iluminación en todo el lugar, podemos encontrarlas en una gran cantidad de tonalidades y espectros de luz y el consumo asociado a su uso es mínimo.

Precisamente debido a estas características, son las que más se emplean para iluminar exteriores, por ejemplo: parkings, patios, parques, vías públicas, entre otros.

- Luminarias fluorescentes

Se consideran más eficientes que las luminarias incandescentes de toda la vida. Estos dispositivos generarán luz en el momento en el que el gas contenido en el interior brille cuando experimente una determinada carga eléctrica, provocada por 2 electrodos.

La luz fluorescente se caracteriza por emitir una mínima cantidad de calor, por tener un consumo energético bajo, además por tener un gran tiempo de vida útil y aprovechar al máximo la energía que recibe.

Se suele usar en centros comerciales, en almacenes, bodegas, comercios, en tiendas de autoservicio, es decir, en aquellos lugares en donde se necesite tener una fuente de luz de calidad.

- Luminarias led

La iluminación de tipo led es posible gracias a la presencia de dos diodos semiconductores por los que pasan electrones que se terminarán convirtiendo en luz. Cuando esto ocurre, se libera una mínima cantidad de energía en forma de calor, por lo que el consumo energético es muy reducido. Su potencia lumínica es muy superior en comparación con otros tipos de dispositivos, además de ofrecernos diferentes intervalos de colores.

Hoy en día, la tecnología led es la más utilizada: la podemos encontrar desde en nuestros hogares, cómo en la empresa o a nivel industrial. Por ejemplo, las lámparas industriales tipo campana suelen estar diseñadas con este tipo de tecnología.

Además, también tenemos las luminarias que funcionan a través de un sistema de inducción, muy utilizada en la industrial, ya que el tiempo útil de vida puede superar las 100 000 horas de uso.

Estos son los principales tipos de lámparas industriales que existen.

2.3.5. Tipos de luminarias utilizadas en la empresa Grupo JM S.A.

Dentro de las instalaciones del taller central y alrededores se utilizan diversos tipos de luminarias tales como:

- Bombilla led E27:

Dentro de las instalaciones de la empresa se tiene una cierta cantidad de bobillas led E27, estas son utilizada en lugares donde su uso no es constante como lo es el comedor de técnicos, servicios sanitarios, este tipo de bombilla tiene ciertas características.

Figura 30. **Bombilla led**



Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Especificaciones bombilla led E27**

Voltaje	85 – 265 V
Consumo	15 watts
Angulo	150°
Eficiencia	90 lm/w
Horas de vida	15 000 horas
Color	6 000 k
Factor de potencia	> 0,5
Grado de protección	IP20
Base	E27
CRI	≥80
Temperatura de trabajo y almacenamiento	(-20 °C a 40 °C)

Fuente: elaboración propia, ficha técnica bombilla light tec.

Áreas de aplicación para utilizar este tipo de bombilla, oficinas, comerciales, casas, entre otros.

- Tubos plásticos led claro

Este tipo de luminaria sirve para alumbrar varios ambientes de la empresa ya que nos proporciona una amplia iluminación en las diferentes áreas donde es utilizada como lo es bodega de repuestos, bodega de neumáticos, oficinas, especificaciones de los tubos led.

Figura 31. **Tubos led**



Fuente: elaboración propia, tubo light tec

Tabla IV. **Especificaciones tubo led claro**

Voltaje	85 - 265V
Consumo	18 watts
Angulo	130°
Eficiencia	110 lm/w
Horas de vida	20 000 horas
Color	6 000 k
Factor de potencia	> 0,9
Grado de protección	IP20
Base	G13
CRI	≥70
Lúmenes	1 850 lm

Fuente: elaboración propia, ficha técnica tubos led light tec.

El área de aplicación de este tipo de luminaria es: oficinas, comerciales, bodegas, plantas industriales, decorativa y publicidad, entre otros.

- **Campana led**

Las campanas led industriales son de alta eficiencia, debido a su alta potencia y luminosidad, este tipo de luminaria es utilizada dentro de las instalaciones del taller central para iluminar toda el área del taller ya que proporcionar una distribución de intensidad luminosa eficiente y adecuada para el taller, especificaciones y características de la luminaria:

Figura 32. **Campana led**



Fuente: elaboración propia, campana light tec.

Tabla V. **Especificaciones campana industrial**

Voltaje	85 - 265 - 277V
Consumo	100 Watts
Angulo	120° aluminio
Eficiencia	140 lm/w
Horas de vida	50 000 horas
Color	6 000 k
Factor de potencia	> 0,9
Grado de protección	IP65
Base	G13
CRI	≥75
Lúmenes	14 000 lm

Fuente: elaboración propia, ficha técnica campana industrial.

Las áreas de aplicación dónde se pueden utilizar este tipo de luminaria son: almacenes, naves industriales, talleres, centros comerciales, oficinas, bodegas, entre otros.

2.4. Ahorro de consumo de energía eléctrica

Una de las formas que tiene la empresa para el ahorro energético es utilizar la mayor cantidad de energía solar para iluminar las diferentes áreas del taller, se debe tener en cuenta por el tamaño de las maquinas se cuenta con un taller muy amplio lo cual hace más fácil que pueda ingresar la luz del sol, así no se mantienen encendidas las luminarias tipos campana que son las que están instaladas en toda la nave del taller están solo se encienden cuando se trabajan por las noches que es poco frecuente que ocurra al menos que haya alguna emergencia.

La utilización de luminarias led contribuyen en gran manera la optimización del consumo de energía eléctrica, evitar que focos, tubos, estén encendidos si estos no son necesario para evitar que aumente el consumo de energía, existen varias medidas que se están implementado para ahorrar la mayor cantidad de energía posible las cuales son:

- Tener luminarias adecuadas.
- Limpiar luminarias, interruptores, tomacorrientes.
- Revisiones periódicas para que estos estén en perfecto estado.
- Desconectar luminarias y equipos que no se estén utilizando.
- Darles mantenimiento a los equipos para que trabajen en perfectas condiciones.
- Aprovechar la luz solar.

Se debe tener en cuenta para mejorar el ahorro y la eficiencia energética, que se implemente un sistema de automatizado de luminarias con esto disminuimos el consumo por ende también los costos.

3. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

3.1. Plan de Mantenimiento

Un plan de mantenimiento es el conjunto de tareas preventivas que se realizan en máquinas, instalaciones, con el fin de cumplir con los objetivos de disponibilidad, confiabilidad, costo con el objetivo final de maximizar la vida útil de los equipos y edificios. Existen varias formas para poder elaborar un plan de mantenimiento, es decir, determinar el conjunto de tareas preventivas a realizar en la maquinaria:

- Fallos potenciales de la maquinaria
- En base a protocolos establecidos por tipo de equipo
- Experiencia de los técnicos
- Bitácoras de mantenimiento
- Árbol de fallas de los sistemas que componen los equipos

Cada uno de estos aspectos nos ayudara a recabar información que nos servirá para gestionar e implementar el nuevo plan de mantenimiento que servirá para ejecutar las tareas de mantenimiento que sean acorde a las necesidades de la maquinaria con la finalidad de tener en perfectas condiciones los equipos, tener disponibilidad de estos.

3.2. Fases del desarrollo del plan de mantenimiento

Las fases para desarrollar un buen plan de mantenimiento basado en las instrucciones de los fabricantes, en experiencia de los técnicos, bitácoras de la maquinaria, son las siguientes:

- Elaboración de la lista de maquinaria que componen la empresa.
- Determinación del formato homogeneizado a utilizar.
- Identificación de todos los equipos que componen cada sistema.
- Elaboración de *check list* antes de iniciar operación.
- Análisis de manuales y extracción de tareas de mantenimiento y frecuencia de ejecución.
- Contribuciones de los técnicos de mantenimiento de la empresa.
- Determinación del mantenimiento legal e inclusión en el plan de las tareas derivadas de la normativa legal aplicable.
- Determinación de la especialidad de cada tarea.
- Elaboración del plan obtenido.
- Árbol de fallas de los sistemas que compone la empresa.

3.3. Desarrollo del plan de mantenimiento de la empresa Grupo J.M. S.A.

Para desarrollar el plan de mantenimiento de la maquinaria pesada de la Empresa Grupo JM S.A., se debe tomar en cuenta aspectos que son importantes para poder desarrollarlo, recabar información que sea de utilidad para llevarlo a cabo, llevara una serie de etapas o pasos tales como:

- Historial de reparaciones: esta etapa es fundamental ya que nos brinda información si la máquina se ha intervenido preventivamente o correctiva, o han sufrido daños mayores.
- Inventario de equipos: llevar un control de cuantas máquinas o equipos tiene la empresa, de qué manera están distribuidos.
- Analizar que equipos son factibles para reparar y cuales no: después de tener el inventario de los equipos se procede a identificar cuáles son los equipos que se pueden seguir manteniendo y cuales ya no estos deben ser sustituidos por otros.
- Designar a los técnicos a cargo del mantenimiento: se debe tener en cuenta que el personal a cargo de las tareas del plan de mantenimiento debe estar capacitadas para poder ejecutarlo.
- Manuales del fabricante: esto nos servirá como apoyo para el personal técnico, con el fin de lograr tener información de repuestos, implementar rutas de mantenimiento adecuadas.
- Elegir el tipo de mantenimiento a ejecutar: antes de intervenir una máquina se debe llevar una inspección de toda la máquina para verificar el estado actual, las fallas que presenta para determinar si se necesitan un mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo, que se puedan llevar las rutinas de mantenimiento adecuadas.
- Se crea un orden de servicio o mantenimiento: después de determinar qué tipo de mantenimiento es el adecuado se genera una orden de servicio

para ejecutar los trabajos, y llevar un control de repuestos e insumos que se utilizaran para ejecutar las tareas.

- Se entregan las listas de tareas del mantenimiento que se llevará a cabo: se entrega el *check list* de las actividades a ejecutar y datos que son relevantes conocer como:
 - Tipo de mantenimiento
 - Fecha del último mantenimiento
 - Nombre del equipo
 - *Chek list* de tareas y revisiones a ejecutar
 - Nombre del técnico a cargo
 - Tiempo estimado de los trabajos
 - Se espera la orden de servicio
 - Repuestos e insumos utilizados
 - Fecha del próximo servicio: depende si es por horómetro, semanal, mensual, semestral o anual

- Ejecutar los trabajos de mantenimiento: después de tener la orden de servicio y el plan de tareas a ejecutar se procede por parte del técnico a cargo de realizar las actividades para reparar preventiva o correctiva las máquinas con la finalidad de dejarlas en óptimas condiciones para que puedan desempeñar sus labores.

- Cierre de orden de servicio: después de haber concluido los trabajos de mantenimiento por parte de técnico y haber sido supervisados por parte del supervisor o jefe del taller se procede a cerrar la orden de servicio y la máquina queda liberada para llevarlas a los proyectos a trabajar.

3.4. Árbol de fallas de los diferentes componentes y sistemas que componen las máquinas

Con el análisis del árbol de fallos nos permite determinar la causa raíz de las diferentes averías que puede sufrir los diferentes sistemas que componen las máquinas, para corregirlos y que estos fallos no vuelvan a ocurrir.

3.4.1. Para que nos sirve el análisis del árbol de fallos

- Determinar la causa raíz de la falla.
- Determinar los riesgos asociados a los diferentes sistemas.
- Entender el porqué de la falla.
- Corregir e implementar medidas que nos permitan reducir el riesgo de fallas.

3.4.2. Ventajas del árbol de fallas

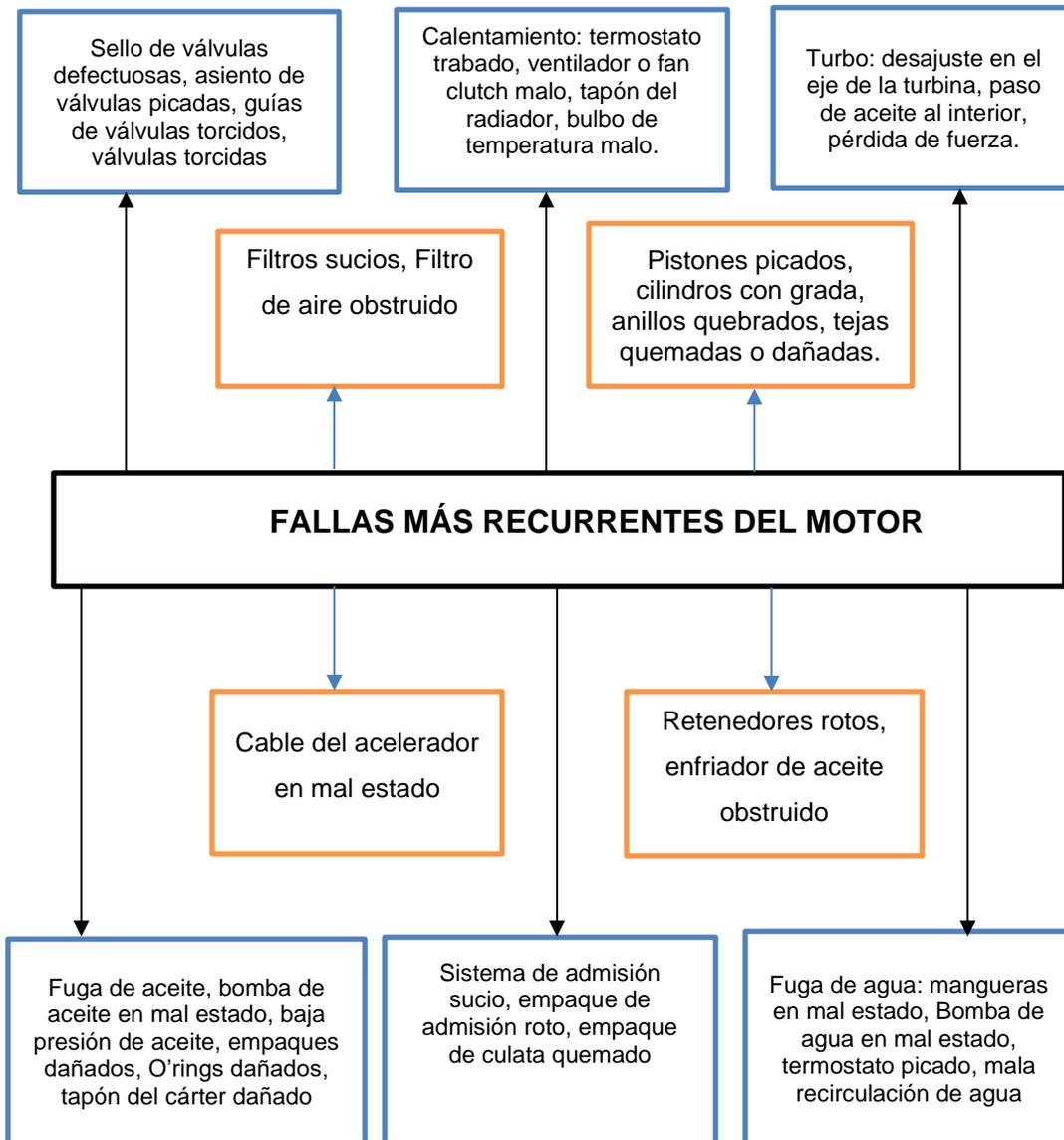
- Determinar las causas de las fallas en los equipos.
- Disminuir riesgos de fallos de los componentes y sistemas que componen las diferentes máquinas.
- Corregir las fallas encontradas para evitar riesgos de los operadores.

3.4.3. Desarrollo del árbol de fallas en las componentes que conforma la maquinaria de la empresa Grupo JM S.A.

Con el apoyo del ingeniero y los técnicos del área de mantenimiento se buscaron las fallas más recurrentes dentro de los sistemas que conforman los equipos, para tratar de corregirlos o mitigarlos con la finalidad de tener siempre la maquinaria en perfecto estado.

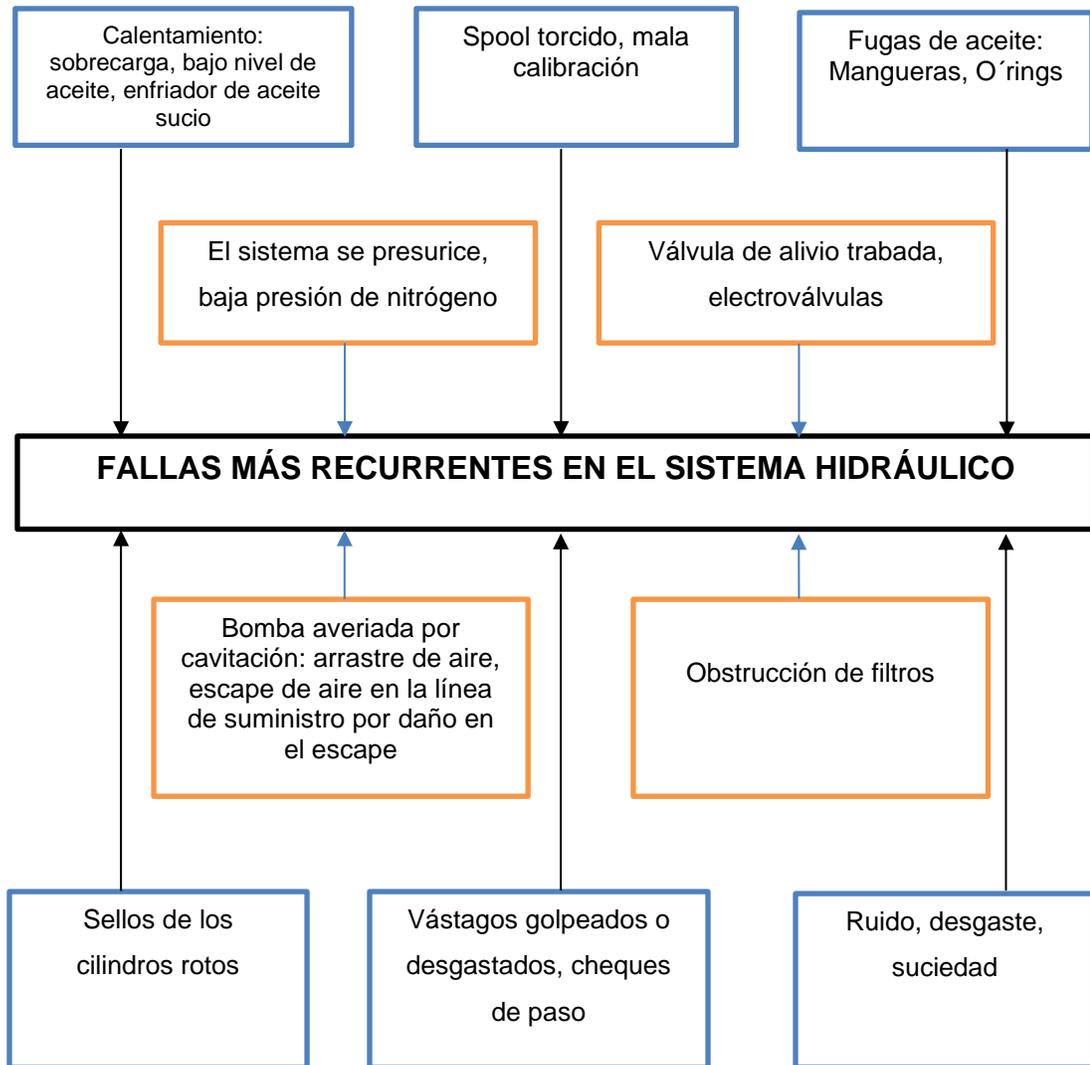
A continuación, se presentan los diferentes árboles de fallas desarrollados dentro de la empresa Grupo JM S.A. con la finalidad de poder mitigarlos.

Figura 33. **Fallas más recurrentes del motor**



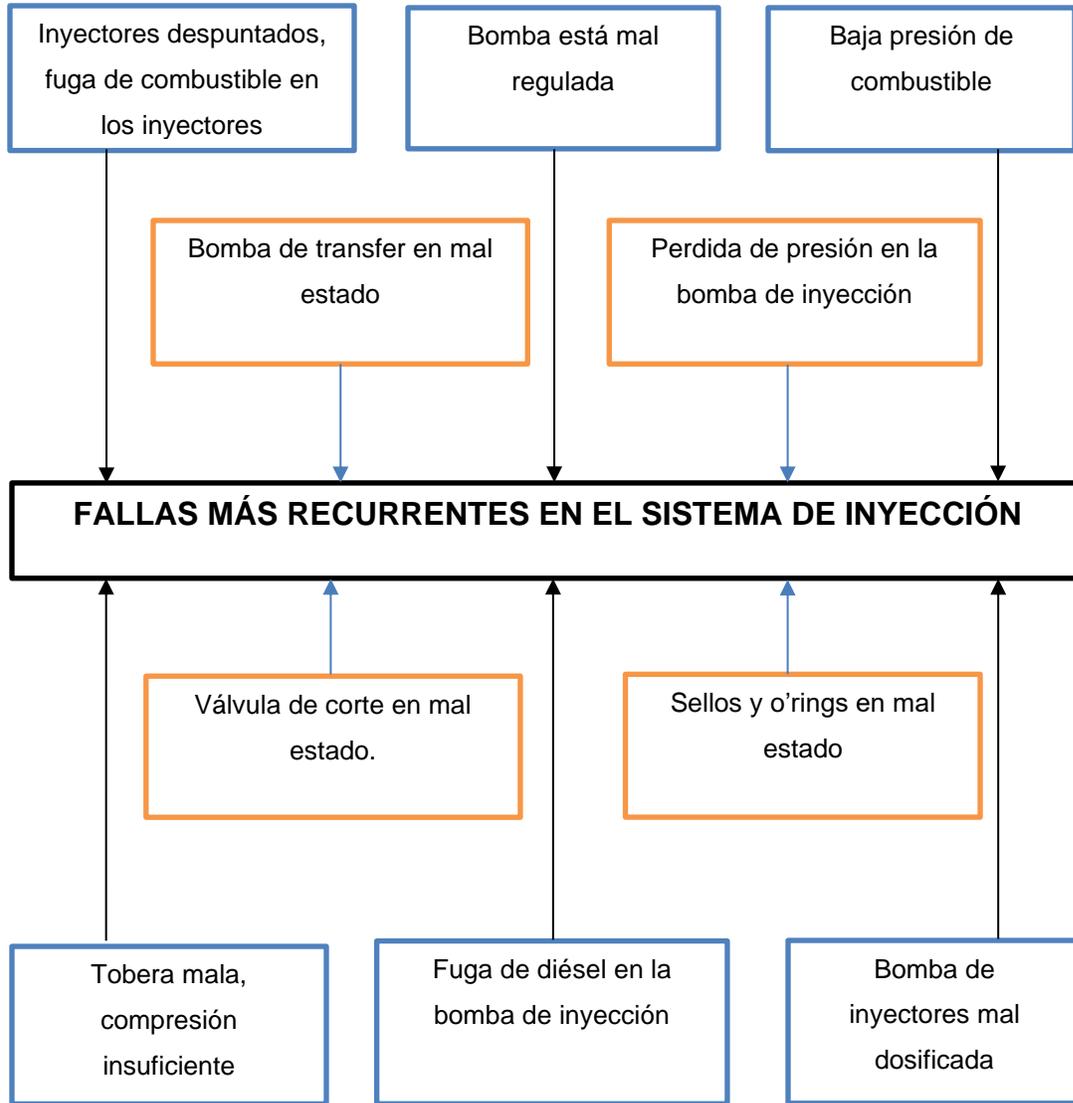
Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Fallas más recurrentes en el sistema hidráulico**



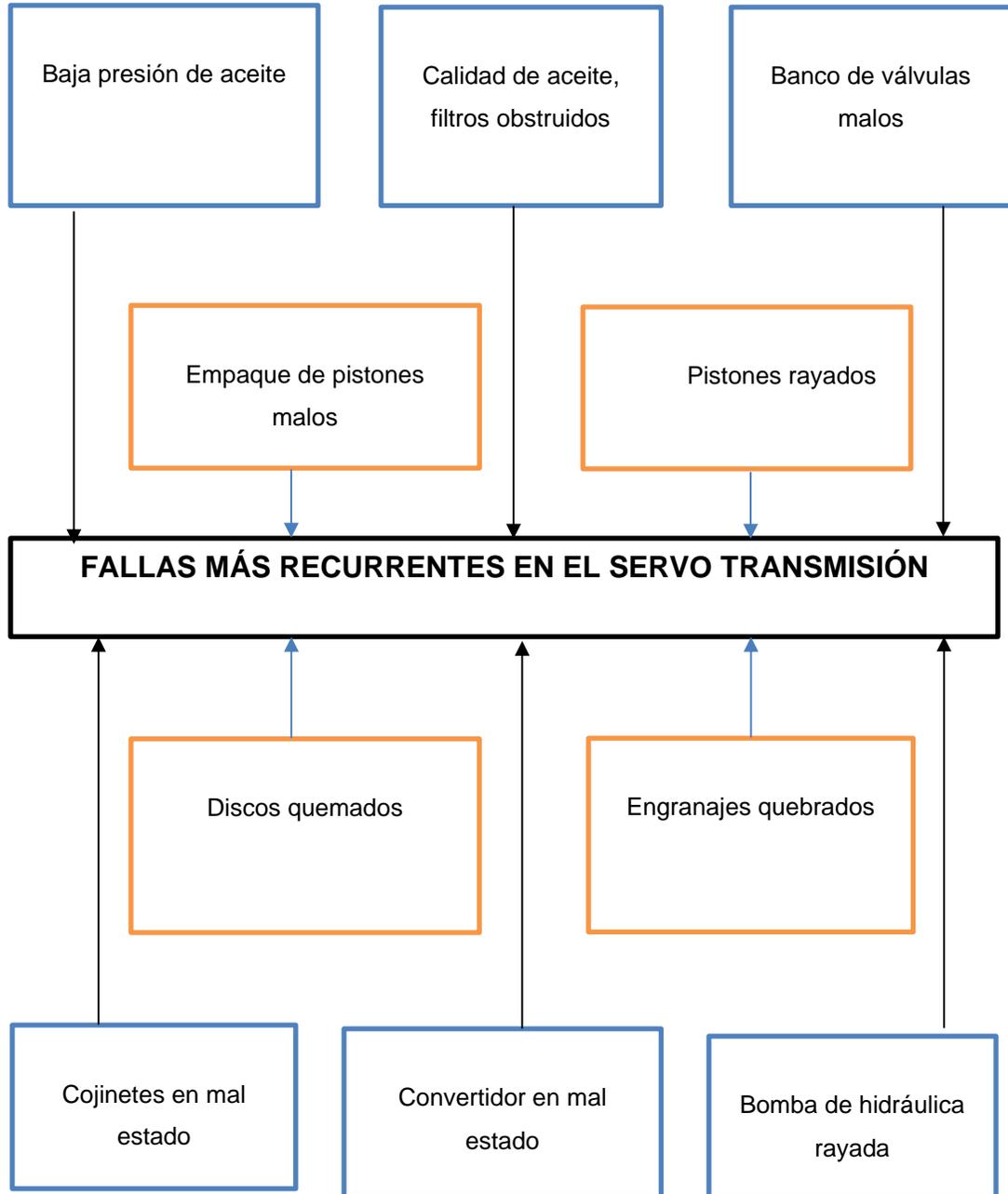
Fuente: elaboración propia.

Figura 35. **Fallas más recurrentes en el sistema de inyección**



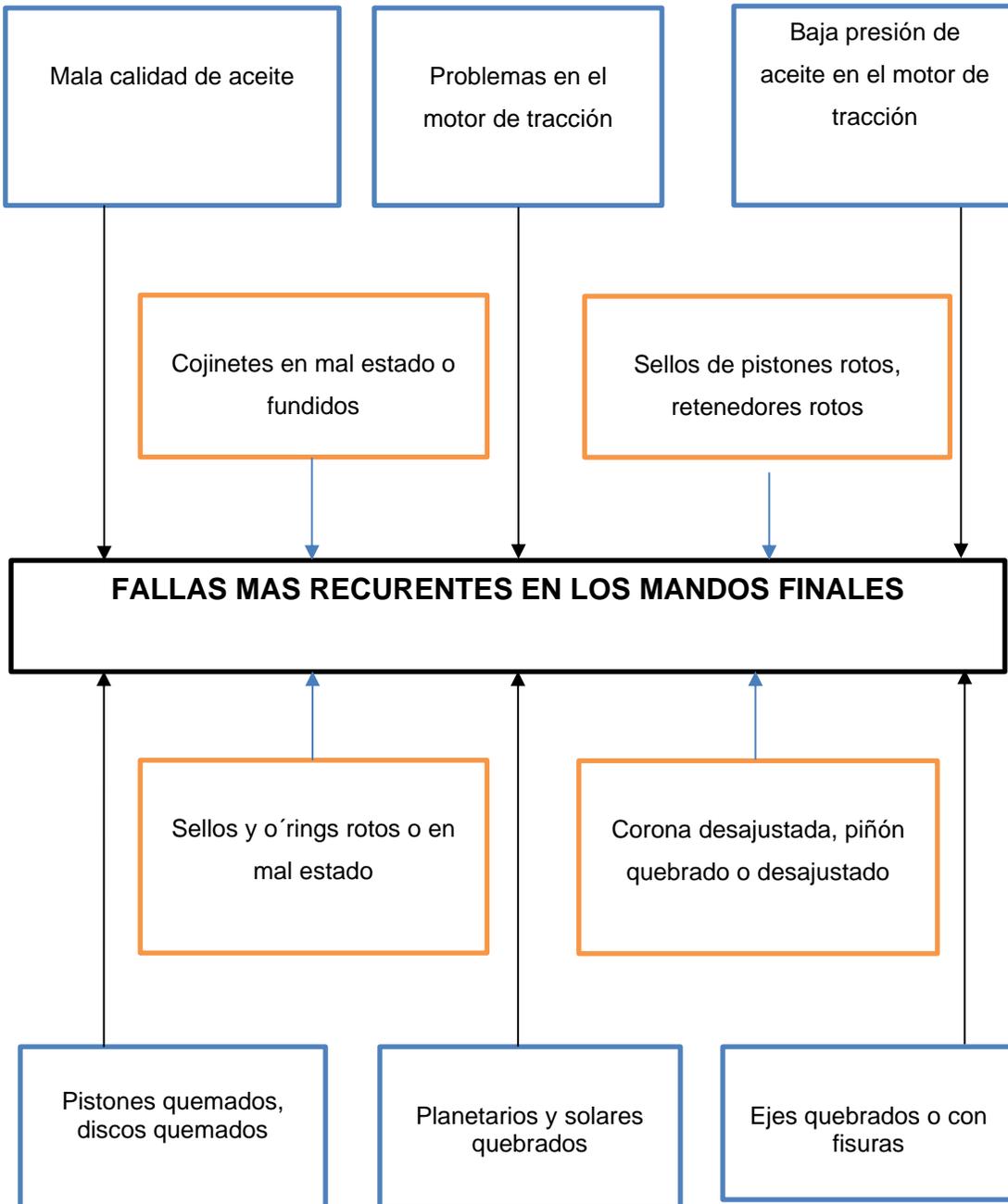
Fuente: elaboración propia.

Figura 36. **Fallas más recurrentes en el servo transmisión**



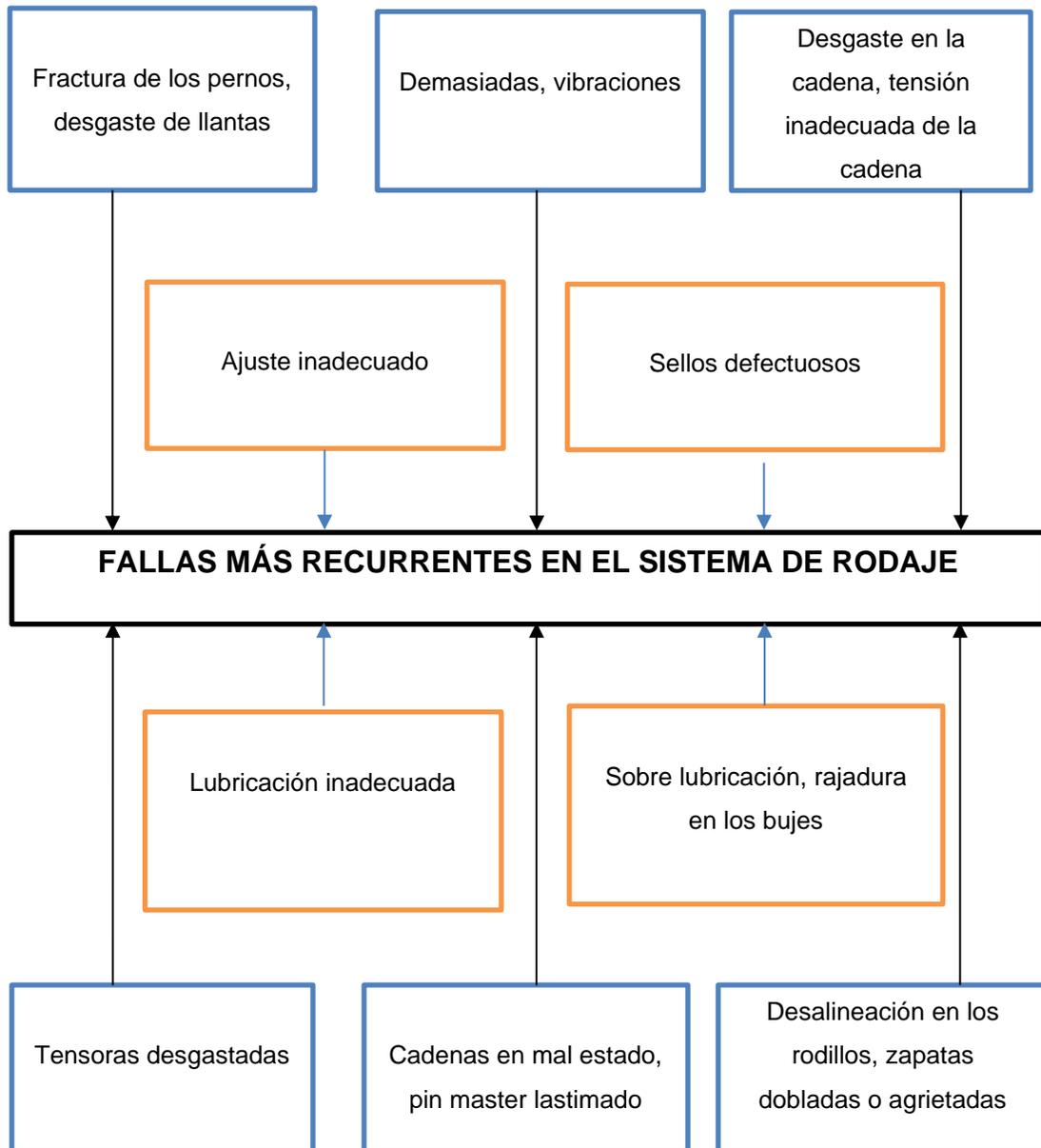
Fuente: elaboración propia.

Figura 37. **Fallas más recurrentes en los mandos finales**



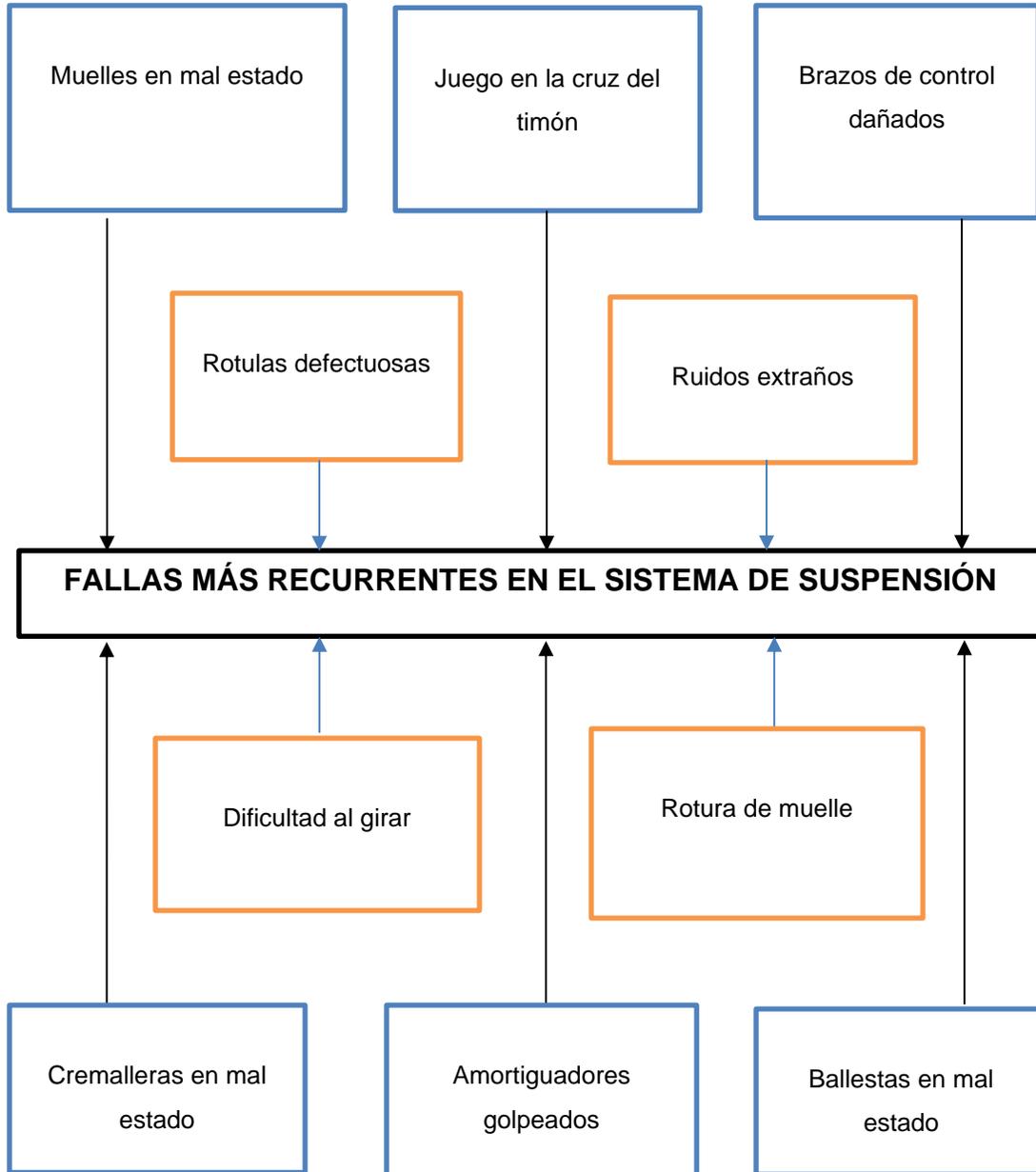
Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **Fallas más recurrentes en el sistema de rodaje**



Fuente: elaboración propia.

Figura 39. **Fallas más recurrentes en el sistema de suspensión**



Fuente: elaboración propia.

Figura 40. **Fallas más recurrentes en el sistema de dirección**



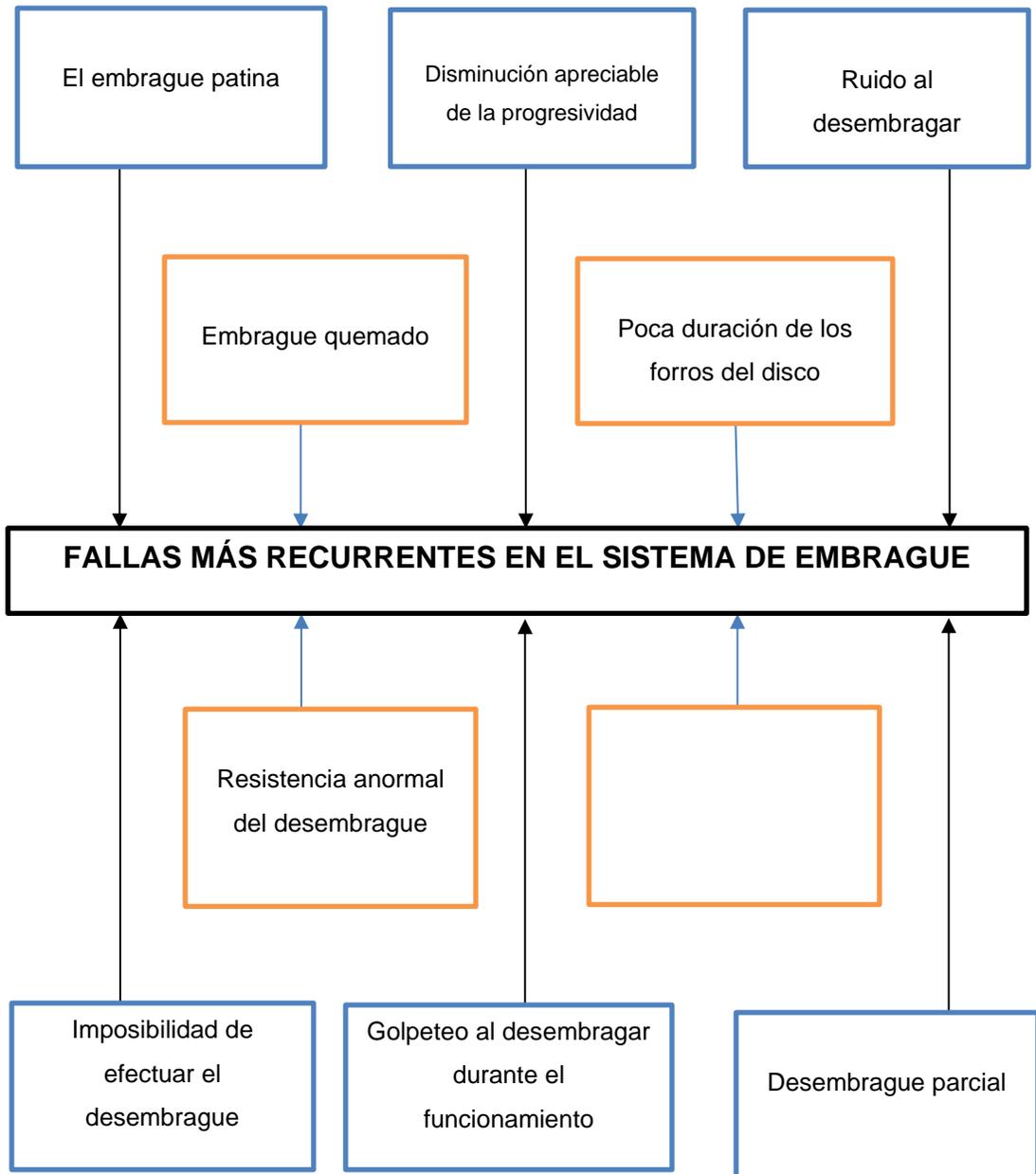
Fuente: elaboración propia.

Figura 41. **Fallas más recurrentes en el sistema de enfriamiento**



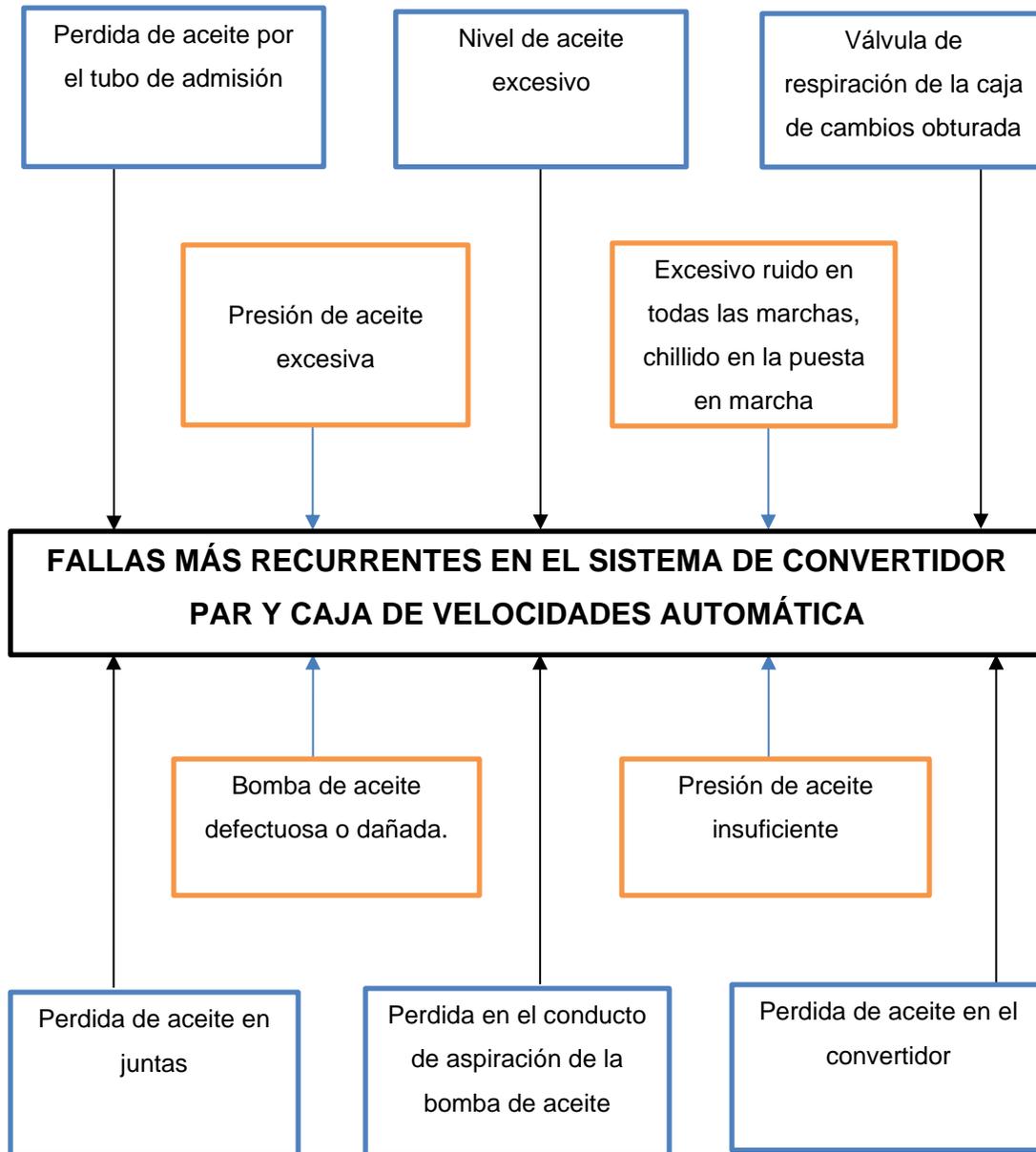
Fuente: elaboración propia.

Figura 42. **Fallas más recurrentes en el sistema de embrague**



Fuente: elaboración propia.

Figura 43. **Fallas más recurrentes en el sistema de convertidor par y caja de velocidades automática**



Fuente: elaboración propia.

3.5. Análisis de criticidad

El análisis es una técnica de análisis de instalaciones, equipos, maquinaria, dispositivos, en la cual nos permite establecer la jerarquía o prioridades de la empresa en función del impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones.

Para realizar el análisis de criticidad se debe definir el alcance y el propósito para el análisis, se definen los criterios de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto de análisis.

Para poder llevar a cabo el análisis de fallas se dividen en cinco factores importantes que son:

- Frecuencia de fallas, FF
- Impacto operacional, IO
- Flexibilidad operacional, FO
- Costos de mantenimiento, CM
- Impacto en seguridad, ambiente, higiene

3.5.1. Tabla de valores de ponderación de criticidad

La tabla de valores ponderados se obtiene de los cinco factores antes mencionados, estos son evaluados por parte del gerente del taller, supervisor de taller, operadores y mecánicos, ya que ellos están involucrados directamente al contexto operacional de las diferentes máquinas: operación, procesos, mantenimiento, seguridad industrial y ambiente.

Los resultados que se obtiene dividen a los equipos en tres categorías que son:

- Críticos
- Medio críticos
- No críticos

Tabla VI. **Análisis de criticidad**

FRECUENCIA DE FALLAS (FF)	PONDERACIÓN
Mayor o igual a 8 fallas al mes	4
De 5 a 7 fallas al mes	3
De 2 a 4 fallas al mes	2
Menor o igual a una falla al mes	1
IMPACTO OPERACIONAL (IO)	
Parada inmediata de todo el proyecto	10
Afecta más del 50 % del proyecto	7
Afecta menos del 50 % del proyecto	4
No afecta el proyecto	1
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	
No se dispone de otra máquina igual o similar	4
El proyecto puede seguir funcionando	2
Se dispone de otro equipo similar o igual	1
COSTO DE MANTENIMIENTO (CM)	
Más de Q. 10 000	3
Entre Q. 5 000 y menos de 10 000	2
Menos de Q. 5 000	1
IMPACTO EN SEGURIDAD Y AMBIENTE HIGIENE (ISAH)	
Afecta la seguridad humana	8
Afecta al medio ambiente produciendo daños irreversibles	6
Afecta el proyecto causando daños severos	4
Provoca daños menores-accidentes e incidentes	2
Provoca impacto ambiental que no viola las leyes ambientales	1
No provoca ningún tipo de daño a personas, instalaciones o al ambiente	0

Fuente: elaboración propia.

3.5.2. Matriz de criticidad

Para obtener el valor de criticidad de cada máquina, se toman los valores de individuales de cada uno de los factores se construye la matriz de criticidad, se puede diferenciar el nivel de criticidad que se obtiene tomando como base la matriz guía.

Tabla VII. **Matriz de análisis de criticidad**

		MATRIZ DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD				
FRECUENCIA	1					
	11	MC	MC	C	C	C
	22	MC	MC	MC	C	C
	33	NC	NC	MC	C	C
	44	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Fuente: elaboración propia.

3.5.3. Cálculo de criticidad de la maquinaria pesada de la empresa Grupo JM, S.A.

Para el cálculo de criticidad de la maquinaria pesada se usan la siguientes formulas:

Criticidad= Frecuencia de falla (FF) X Consecuencia

Consecuencia= (Impacto operacional (IO) X Flexibilidad operacional (FO)) + Costo de mantenimiento (CM) + Impacto seguridad ambiente

Tabla VIII. Valores ponderados planta de asfalto CIBER

TABLA DE VALORES PONDERADOS PLANTA DE ASFALTO CIBER	
FRECUENCIA DE FALLAS (FF)	PONDERACIÓN
Mayor o igual a 8 fallas al mes	
De 5 a 7 fallas al mes	
De 2 a 4 fallas al mes	2
Menor o igual a una falla al mes	
IMPACTO OPERACIONAL (IO)	
Parada inmediata de todo el proyecto	10
Afecta más del 50 % del proyecto	
Afecta menos del 50 % del proyecto	
No afecta el proyecto	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	
No se dispone de otra máquina igual o similar	4
El proyecto puede seguir funcionando	
Se dispone de otro equipo similar o igual	
COSTO DE MANTENIMIENTO (CM)	
Más de Q. 10000	3
Entre Q. 5000 y menos de 10 000	
Menos de Q. 5 000	
IMPACTO EN SEGURIDAD Y AMBIENTE HIGIENE (ISAH)	
Afecta la seguridad humana	
Afecta al medio ambiente produciendo daños irreversibles	6
Afecta el proyecto causando daños severos	
Provoca daños menores-accidentes e incidentes	
Provoca impacto ambiental que no viola la leyes ambientales	
No provoca ningún tipo de daño a personas, instalaciones o al ambiente	

Fuente: elaboración propia.

- Frecuencia de falla (FF)=2
- Impacto operacional (IO)=10
- Flexibilidad Operacional (FO)=4
- Costo de Mantenimiento (CM)=3
- Impacto en seguridad y ambiente higiene (ISAH)=6

Cálculos:

- Consecuencia= (10x4) +3+6
 - Consecuencia= 49
 - Criticidad= 2x49
 - Criticidad= 98
 - FF=2
 - C=49
- } EQUIPO CRITICO

Tabla IX. **Matriz de criticidad planta de asfalto**

		MATRIZ CRITICIDAD PLANTA DE ASFALTO				
FRECUENCIA	41	MC	MC	C	C	C
	22	MC	MC	MC	C	C
	13	NC	NC	MC	C	C
	44	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. Valores ponderados trituradora TEREX

TABLA DE VALORES PONDERADOS TRITURADORAS TEREX	
FRECUENCIA DE FALLAS (FF)	PONDERACIÓN
Mayor o igual a 8 fallas al mes	
De 5 a 7 fallas al mes	
De 2 a 4 fallas al mes	2
Menor o igual a una falla al mes	
IMPACTO OPERACIONAL (IO)	
Parada inmediata de todo el proyecto	10
Afecta más del 50 % del proyecto	
Afecta menos del 50 % del proyecto	
No afecta el proyecto	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	
No se dispone de otra máquina igual o similar	4
El proyecto puede seguir funcionando	
Se dispone de otro equipo similar o igual	
COSTO DE MANTENIMIENTO (CM)	
Más de Q. 10 000	
Entre Q. 5 000 y menos de 10 000	2
Menos de Q. 5 000	
IMPACTO EN SEGURIDAD Y AMBIENTE HIGIENE (ISAH)	
Afecta la seguridad humana	
Afecta al medio ambiente produciendo daños irreversibles	
Afecta el proyecto causando daños severos	4
Provoca daños menores-accidentes e incidentes	
Provoca impacto ambiental que no viola las leyes ambientales	
No provoca ningún tipo de daño a personas, instalaciones o al ambiente	

Fuente: elaboración propia.

- Frecuencia de falla (FF)=2
- Impacto operacional (IO)=10
- Flexibilidad Operacional (FO)=4
- Costo de Mantenimiento (CM)=2
- Impacto en seguridad y ambiente higiene (ISAH)=4

Cálculos:

- Consecuencia= $(10 \times 4) + 2 + 4$
 - Consecuencia= 46
 - Criticidad= 2×46
 - Criticidad= 92
 - FF=2
 - C=46
- } EQUIPO CRITICO

Tabla XI. **Matriz de criticidad trituradora**

		MATRIZ CRITICIDAD TRITURADORA				
FRECUENCIA	11	MC	MC	C	C	C
	22	MC	MC	MC	C	C
	33	NC	NC	MC	C	C
	44	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. Valores ponderados excavadoras

TABLA DE VALORES PONDERADOS EXCAVADORA	
FRECUENCIA DE FALLAS (FF)	PONDERACIÓN
Mayor o igual a 8 fallas al mes	
De 5 a 7 fallas al mes	3
De 2 a 4 fallas al mes	
Menor o igual a una falla al mes	
IMPACTO OPERACIONAL (IO)	
Parada inmediata de todo el proyecto	
Afecta más del 50 % del proyecto	7
Afecta menos del 50 % del proyecto	
No afecta el proyecto	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	
No se dispone de otra máquina igual o similar	
El proyecto puede seguir funcionando	2
Se dispone de otro equipo similar o igual	
COSTO DE MANTENIMIENTO (CM)	
Más de Q. 10 000	
Entre Q. 5 000 y menos de 10 000	2
Menos de Q. 5 000	
IMPACTO EN SEGURIDAD Y AMBIENTE HIGIENE (ISAH)	
Afecta la seguridad humana	
Afecta al medio ambiente produciendo daños irreversibles	
Afecta el proyecto causando daños severos	4
Provoca daños menores-accidentes e incidentes	
Provoca impacto ambiental que no viola la leyes ambientales	
No provoca ningún tipo de daño a personas, instalaciones o al ambiente	

Fuente: elaboración propia.

- Frecuencia de falla (FF)=3
- Impacto operacional (IO)=7
- Flexibilidad Operacional (FO)=2
- Costo de Mantenimiento (CM)=2
- Impacto en seguridad y ambiente higiene (ISAH)=4

Cálculos:

- Consecuencia= (7x2) +2+4
 - Consecuencia= 20
 - Criticidad= 3x20
 - Criticidad= 60
 - FF=2
 - C=46
- } EQUIPO MEDIO CRITICO

Tabla XIII. **Matriz de criticidad excavadora**

		MATRIZ CRITICIDAD EXCAVADORA				
FRECUENCIA	1					
	11	MC	MC	C	C	C
	22	MC	MC	MC	C	C
	33	NC	NC	MC	C	C
	44	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Valores ponderados motoniveladora

TABLA DE VALORES PONDERADOS MOTONIVELADORA (PATROL)	
FRECUENCIA DE FALLAS (FF)	PONDERACIÓN
Mayor o igual a 8 fallas al mes	
De 5 a 7 fallas al mes	3
De 2 a 4 fallas al mes	
Menor o igual a una falla al mes	
IMPACTO OPERACIONAL (IO)	
Parada inmediata de todo el proyecto	
Afecta más del 50 % del proyecto	
Afecta menos del 50 % del proyecto	4
No afecta el proyecto	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	
No se dispone de otra máquina igual o similar	
El proyecto puede seguir funcionando	2
Se dispone de otro equipo similar o igual	
COSTO DE MANTENIMIENTO (CM)	
Más de Q. 10 000	
Entre Q. 5 000 y menos de 10 000	2
Menos de Q. 5 000	
IMPACTO EN SEGURIDAD Y AMBIENTE HIGIENE (ISAH)	
Afecta la seguridad humana	
Afecta al medio ambiente produciendo daños irreversibles	
Afecta el proyecto causando daños severos	
Provoca daños menores-accidentes e incidentes	
Provoca impacto ambiental que no viola las leyes ambientales	1
No provoca ningún tipo de daño a personas, instalaciones o al ambiente	

Fuente: elaboración propia.

- Frecuencia de falla (FF)=3
- Impacto operacional (IO)=4
- Flexibilidad Operacional (FO)=2
- Costo de Mantenimiento (CM)=2
- Impacto en seguridad y ambiente higiene (ISAH)=1

Cálculos:

- Consecuencia= $(4 \times 2) + 2 + 1$
- Consecuencia= 11
- Criticidad= 3×11
- Criticidad= 33
- $FF=3$ } EQUIPO MEDIO CRITICO
- $C=11$ }

Tabla XV. **Matriz de criticidad motoniveladora**

		MATRIZ CRITICIDAD MOTONIVELADORA (PATROL)				
FRECUENCIA	11	MC	MC	C	C	C
	22	MC	MC	MC	C	C
	33	NC	NC	MC	C	C
	14	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Fuente: elaboración propia.

3.5.4. Resultados análisis de criticidad

Se desarrolla el análisis de criticidad para los diferentes equipos o máquinas que tiene la empresa Grupo JM S.A., se construyeron las matrices de criticidad para luego hacer el cálculo de cada uno de los equipos y determinar cuáles son las máquinas más críticas.

Los resultados obtenidos del análisis de criticidad de cada una de las maquinas son los siguientes, se tomó en cuenta dado la importancia que tiene cada uno de los equipos para los proyectos.

Los resultados que se obtuvieron se realizaron con el mismo procedimiento que los tres ejemplos anteriores. Donde determinamos que maquinas son críticas, medio críticas, no críticas.

Tabla XVI. **Resultados de análisis de criticidad**

NO.	MÁQUINA	LÍNEA	NIVEL DE CRITICIDAD
1	Planta de Asfalto	CIBER	CRITICO
2	Caldera	CIBER	CRITICO
3	Trituradora	TEREX,	CRITICO
4	Excavadora	HYUNDAI, CAT, SANY, DOOSAN	MEDIO CRITICO
5	Retroexcavadora	HYUNDAI	NO CRITICO
6	Perfiladora	CAT, BITELLI, WIRTGEN	NO CRITICO
7	Finisher	VOGEL, CIBER	MEDIO CRITICO
8	Minicargador	CAT, HYUNDAI	NO CRITICO
9	Motoniveladora	CAT, JOHN DEERE	MEDIO CRITICO
10	Compactadora Neumática	CAT, DYNAPAC, HAMMTRONIC	MEDIO CRITICO
11	Cargador Frontal	HYUNDAI, VOLVO, LIUNGONG	NO CRITICO
12	Doble Rodo	DYNAPAC, HAMMTRONIC, HAMM HD+90W, INGERSOLL	CRITICO
13	Recuperadora (gallina)	CAT	MEDIO CRITICO
14	Rodo Vibro compactador	SAKAI, HAMM, VOLVO, VIBROMAX	NO CRITICO
15	Tractor, D6R	CAT	NO CRITICO
16	Dragadora		CRITICO
17	Cherrington		CRITICO

Fuente: elaboración propia.

3.6. Inventario de máquinas con las que cuenta la empresa Grupo JM S.A. A

La empresa Grupo JM S.A., tiene distribuido su maquinaria por varios proyectos que tiene asignados, se tiene el inventario general de la maquinaria la cual está compuesta alrededor de 250 equipos.

Tabla XVII. Inventario de maquinaria Grupo JM S.A.

INVENTARIO GENERAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				
CODIGO	UBICACIÓN	DESCRIPCION	MARCA	LINEA
CC4C-01	PAQUIP	CISTERNA DE COMBUSTIBLE	INTERNATIONAL	4900 4x2
CP4C-02	CABALLO BLANCO	CAMIONCITO	KIA	K2700 L
CP4C-04	CABALLO BLANCO	CAMIONCITO	SUZUKI	CARRY
CF4C-01	CABALLO BLANCO	CARGADOR FRONTAL	HYUNDAI	HL760XTD-9S
AS4C-01	CABALLO BLANCO	FINISHER	VÖGELE	SUPER 2100-3
CR4C-06	CABALLO BLANCO	PIPA DE AGUA	FORD	STERLING
TR4C-01	CABALLO BLANCO	TRITURADORA SANDVIK	SANDVIK	SB1542
CV4C-01	CABALLO BLANCO	CAMION DE VOLTEO	SCANIA	P420B6X4
CV4C-04	CODACA/HINO	CAMION DE VOLTEO	SCANIA	P420B6X4
CP4C-01	PALIN	CAMIONCITO	KIA	K2700 L
GE4C-02	PALIN	GENERADOR ELECTRICO	SDMO/KOHLER	K40V
CR4C-02	PALIN	PIPA DE AGUA	FREIGHTLINER	FL70
CR4C-07	CABALLO BLANCO	PIPA DE AGUA	MACK	MS250P
CM4C-01	PAQUIP	CAMION MEZCLADOR	FORD	L-8000
CM4C-02	PAQUIP	CAMION MEZCLADOR	FORD	L-8000
CM4C-03	PAQUIP	CAMION MEZCLADOR	MACK	DM690S
CM4C-04	PAQUIP	CAMION MEZCLADOR	FORD	L-8000
CM4C-05	PAQUIP	CAMION MEZCLADOR	MACK	RD690S
CM4C-06	PAQUIP	CAMION MEZCLADOR	FORD	L8000
CM4C-07	PAQUIP	CAMION MEZCLADOR	MACK	RD690S
CM4C-08	PAQUIP	CAMION MEZCLADOR	MACK	RD690S
CPF4C-01	TALLER CENTRAL	CAMION PLATAFORMA	FREIGHTLINER	FL70
CP4C-03	TALLER CENTRAL	CAMIONCITO	KIA	K2700 L
CF4C-02	PAQUIP	CARGADOR FRONTAL	HYUNDAI	HL635L
EX4C-02	CABALLO BLANCO	EXCAVADORA	HYUNDAI	220LC-9S
MN4C-01	SOLOMA	PATROL	CATERPILLAR	120K
CR4C-01	PAQUIP	PIPA DE AGUA	FORD	CARGO

Continuación de la tabla XVII.

CR4C-03	PAQUIP	PIPA DE AGUA	FORD	AEROMAX L9000
CR4C-04	CABALLO BLANCO	PIPA DE AGUA	FREIGHTLINER	FL60
CR4C-05	SOLOMA	PIPA DE AGUA	INTERNATIONAL	DT466
DO4C-01	TALLER CENTRAL	PLANTA DOSIFICADORA	RECINSA	No. 1 Rompesacos 25-30 M3/HORA
RE4C-01	PAQUIP	RETROEXCAVADORA	HYUNDAI	H930C
VC4C-02	CABALLO BLANCO	RODO VIBROCOMPACTADOR	HAMM	3411
T64C-01	CABALLO BLANCO	TRACTOR	CATERPILLAR	D6R
CA4C-01	TRANSPORTE MAQUINARIA	CABEZAL	SCANIA	P410A6X4
CP4C-05	PAQUIP	CAMIONCITO	KIA	K2700 L
CP4C-06	SOLOMA	CAMIONCITO	KIA	K2700 L
DA4C-01	SOLOMA	DISTRIBUIDORA DE ASFALTO	GMC	TOPKICK C7H042
LBC4C-01	TRANSPORTE MAQUINARIA	LOWBOY	ROBECA	LOWBOY
MC4C-01	SOLOMA	MINICARGADOR	HYUNDAI	HSL850-7ª
CR4C-08	SOLOMA	PIPA DE AGUA	FREIGHTLINER	FL80
CR4C-09	PALIN	PIPA DE AGUA	FREIGHTLINER	FL80
RC4C-01	CABALLO BLANCO	RECUPERADORA	CATERPILLAR	RM-350

Fuente: Base de datos Grupo JM S.A.

Tabla XVIII. **Resumen de inventario Grupo JM, S.A.**

4 CARRILES	60
CIANSA	88
GRUPO JM	76
TRACSER	7
CONSTRU, S.A.	3
SIN REGISTRO	5
MAVICO	5
JUAN LUIS ORELLANA GARCIA	1
TOTAL	245

Fuente: Base de datos Grupo JM, S.A.

3.7. Lubricantes que utiliza la maquinaria de la empresa Grupo JM S.A.

La lubricación es fundamental dentro del mantenimiento de la maquinaria cada uno de los equipos traen definidos por el fabricante el tipo de lubricante que utiliza para los diferentes sistemas que la conforman que debe cumplir con los parámetros API.

3.7.1. Tipos de lubricantes que utiliza la maquinaria

La maquinaria utiliza diferentes tipos de aceites que se utilizan para los diferentes sistemas que la conforman tales como:

- Aceite de motor
- Aceite hidráulico
- Aceite de diferencial
- Aceite de transmisión
- Aceite de mandos finales
- Entre otros

Estos deben cumplir con parámetros de viscosidad según el fabricante.

3.7.2. Viscosidad de los aceites que utiliza la maquinaria

La viscosidad dentro de la maquinaria es impórtate ya que es la facilidad con que el aceite fluye a una temperatura específica, se debe tener en cuenta que los aceites más delgados tienen una viscosidad más baja tienden a moverse más fácilmente a temperaturas bajas, mientras que los aceites más gruesos tienen una viscosidad más alta estos son mejores para mantener la presión del aceite a altas temperaturas.

Tabla XIX. Aceites recomendados según el fabricante

9. RECOMMENDED OILS

Use only oils listed below. Do not mix different brand oil.
Please use HYUNDAI genuine oil and grease.

Service point	Kind of fluid	Capacity ℓ (U.S. gal)	Ambient temperature °C (°F)						
			-50 (-58)	-30 (-22)	-20 (-4)	-10 (14)	0 (32)	10 (50)	20 (68)
Engine oil pan	Engine oil	24 (6.3)	*SAE 5W-40						
			SAE 30						
			SAE 10W						
			SAE 10W-30						
			SAE 15W-40						
Swing drive	Gear oil	Type 1 : 5.0(1.3) Type 2,3 : 6.2(1.64)	*SAE 75W-90						
Final drive		5.8 × 2 (1.5 × 2)	SAE 80W-90						
Hydraulic tank	Hydraulic oil	Tank, 160 (42) System; 275 (73)	*ISO VG 15						
			ISO VG 32						
			ISO VG 46						
			ISO VG 68						
Fuel tank	Diesel fuel	400 (106)	*ASTM D975 NO.1						
			ASTM D975 NO.2						
Fitting (grease nipple)	Grease	As required	*NLGI NO.1						
			NLGI NO.2						
Radiator (reservoir tank)	Mixture of antifreeze and soft water*1	35 (9.2)	Ethylene glycol base permanent type (50 : 50)						
			*Ethylene glycol base permanent type (80 : 40)						

SAE : Society of Automotive Engineers

API : American Petroleum Institute

ISO : International Organization for Standardization

NLGI : National Lubricating Grease Institute

ASTM : American Society of Testing and Material

*1 : Soft water

City water or distilled water

* : Cold region

Russia, CIS, Mongolia

Fuente: Hyundai R220LC-9S. Manual de operación excavadora. p. 2-22

Tabla XX. **Temperaturas estipuladas por el fabricante**

Compartimiento o sistema	Lubricante	Temperatura ° C	
		mínima	máxima
	SAE 5W-20	-25	10
Motor	SAE 10W	-20	10
CD	SAE 10W-30	-20	40
O	SAE 15W-40	-15	50
CD/TO-2	SAE 30	0	40
	SAE 40	5	50
	SAE 5W-20	-25	10
Sistema	SAE 10W	-20	40
hidráulico	SAE 10W-30	-20	40
HYDO	SAE 15W-40	-15	50
	SAE 30	10	50
	SAE 5W-20	-25	0
	SAE 10W	-20	10
Transmisión	SAE 10W-30	-20	10
CD/TO-2	SAE 15W-40	-15	20
	SAE 30	0	40
	SAE 40	5	50
	SAE 10W	-30	0
Mando final	SAE 30	-20	25
CD	SAE 40	-10	40
	SAE 50	0	50
Tándem (patrol)	SAE 90	-20	50

Fuente: Caterpillar. *manuales de conservación y reparación*. p. 89.

3.7.3. **Equivalencias de lubricantes utilizados en la maquinaria**

Para la empresa a veces es indispensable tener una equivalencia que sea igual o similar a la del fabricante para los aceites, se realizó la equivalencia de aceites para la maquinaria de la empresa Grupo JM, tomando como base los parámetros por el fabricante sobre lo que es la viscosidad, temperaturas de trabajo.

A continuación, se presenta las tablas con los aceites según fabricante y sus equivalencias con otros aceites que se encuentran en el mercado y la cantidad que se requiere para poder llevar a cabo el servicio.

Tabla XXI. **Aceites utilizados para maquinaria CAT**

TABLA DE ACEITES UTILIZADOS MAQUINARIA CAT			
GRUPO JM S.A.			
MOTONIVELADORA 120K CAT			
TIPO DE ACEITE	FABRICANTE	EQUIVALENCIA	GALONES
Motor	DEO-ULS Cat	15W-40	5
Hidráulico	Cat HYDO ADVACED 10	10W ADVACED o SAE 10W	15
Transmisión	TDTO Cat	SAE 30	16
Diferencial	Cat TDTO	SAE 50	25
Tándem	Cat TDTO	SAE 50	
Mando del Circulo	Aceite para engranajes GO Cat	SAE 85W-140	5
EXCAVADORAS 330D y 336D			
TIPO DE ACEITE	FABRICANTE	EQUIVALENCIA	GALONES
Motor	DEO ULS Cat	SAE 15W-40	11
Hidráulico	HYDO Advaced 10 Cat	SAE 10W	51.2
Mandos finales	TDTO Cat	SAE 50	2.1
Swing drive: impulsión de la oscilación	TDTO Cat	SAE 50	5
TRACTOR D6M Cat			
TIPO DE ACEITE	FABRICANTE	EQUIVALENCIA	GALONES
Motor	DEO ULS Cat	SAE 15W-40	6.47
Hidráulico	HYDO Advaced 10 Cat	SAE 10W	7.7
Transmisión	TDTO Cat	SAE 30	38
Mandos finales	TDTO Cat	SAE 50	1.8
Refrigerante		50/50	12.8
MINICARGADORES 232D			
TIPO DE ACEITE	FABRICANTE	EQUIVALENCIA	GALONES
Motor	DEO ULS Cat	SAE 15W-40	2.2
Hidráulico	HYDO Advaced 10 Cat	SAE 10W	9.2
Refrigerante		50/50	4.3
MINICARGADORES 242D3			
TIPO DE ACEITE	FABRICANTE	EQUIVALENCIA	GALONES
Motor	DEO ULS Cat	SAE 15W-40	3
Hidráulico	HYDO Advaced 10 Cat	SAE 10W	10.3
Refrigerante		50/50	3.7

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. Aceites utilizados para maquinaria HYUNDAI

TABLA DE ACEITES UTILIZADOS MAQUINARIA HYUNDAI			
GRUPO JM S.A.			
RETROEXCAVADORA H930C o H940C			
TIPO DE ACEITE	FABRICANTE	EQUIVALENCIA	GALONES
Motor	SAE 15W-40	SAE 15W-40	2.1
Hidráulico	ISO VG 46, 68	ISO VG 46, 68	Deposito (14.3); sistema (24.6)
Transmisión y convertidor par	SAE 15W-40	SAE 15W-40	4.6
Eje Delantero (tracción en las 4 ruedas)	UTTO	UNITRAC	2.1
Eje Trasero	UTTO	UNITRAC	4.2
Refrigerante	50/50	50/50	5.3
EXCAVADORA HIDRAULICA R220LC-9S			
TIPO DE ACEITE	FABRICANTE	EQUIVALENCIA	GALONES
Motor	SAE 15W-40	SAE 15W-40	6.3
Aceite para Engranajes	SAE 85W-140	SAE 85W-140	Caja oscilación (1.3); mando final (3)
Hidráulico	ISO VG 46, 68	ISO VG 46, 68	Tanque (42); sistema (73)
Refrigerante	50/50	50/50	9.2
EXCAVADORA HIDRAULICA 210LC-7A			
TIPO DE ACEITE	FABRICANTE	EQUIVALENCIA	GALONES
Motor	SAE 15W-40	SAE 15W-40	6.3
Aceite para Engranajes	SAE 85W-140	SAE 85W-140	Caja de oscilación (1.3); mando final (2.8)
Hidráulico	ISO VG 46, 68	ISO VG 46, 68	Tanque (48); sistema (77)
Refrigerante	50/50	50/50	9.2
EXCAVADORA R520LC-9SV			
TIPO DE ACEITE	FABRICANTE	EQUIVALENCIA	GALONES
Motor	SAE 15W-40	SAE 15W-40	10
Aceite para Engranajes	SAE 80W-90	SAE 80W-90	Caja de oscilación (2.6); mando final (5.2)
Hidráulico	ISO VG 46, 68	ISO VG 46, 68	Tanque (69.2); sistema (127)
Refrigerante	50/50	50/50	13.2

Continuación de la tabla XXII.

EXCAVADORA HIDRAULICA 210LC-7A			
TIPO DE ACEITE	FABRICANTE	EQUIVALENCIA	GALONES
Motor	SAE 15W-40	SAE 15W-40	6.3
Aceite para Engranajes	SAE 85W-140	SAE 85W-140	Caja de oscilación (1.3); mando final (2.8)
Hidráulico	ISO VG 46, 68	ISO VG 46, 68	Tanque (48); sistema (77)
Refrigerante	50/50	50/50	9.2
EXCAVADORA R520LC-9SV			
TIPO DE ACEITE	FABRICANTE	EQUIVALENCIA	GALONES
Motor	SAE 15W-40	SAE 15W-40	10
Aceite para Engranajes	SAE 80W-90	SAE 80W-90	Caja de oscilación (2.6); mando final (5.2)
Hidráulico	ISO VG 46, 68	ISO VG 46, 68	Tanque (69.2); sistema (127)
Refrigerante	50/50	50/50	13.2
EXCAVADORA HIDRAULICA R210LC-7			
TIPO DE ACEITE	FABRICANTE	EQUIVALENCIA	GALONES
Motor	SAE 15W-40	SAE 15W-40	6.3
Aceite para Engranajes	SAE 85W-140	SAE 85W-140	Mecanismo oscilante (1.6); transmisión final (3)
Hidráulico	ISO VG 46, 68	ISO VG 46, 68	Tanque (48); sistema (71)
Refrigerante	50/50	50/50	9.2
EXCAVADORA 500			
TIPO DE ACEITE	FABRICANTE	EQUIVALENCIA	GALONES
Motor	SAE 15W-40	SAE 15W-40	10
Aceite para Engranajes	SAE 85W-140	SAE 85W-140	Mecanismo oscilante (2.6); transmisión final (2.6)
Hidráulico	ISO VG 46, 68	ISO VG 46, 68	Tanque (66); sistema (100)
Refrigerante	50/50	50/50	13.2
CARGADOR DE RUEDAS HL760-9S			
TIPO DE ACEITE	FABRICANTE	EQUIVALENCIA	GALONES
Motor	SAE 15W-40	SAE 15W-40	5.3
Transmisión	SAE 15W-40	SAE 15W-40	8.5
Eje Delantero	UTTO	UNITRAC	9.2
Eje Trasero	UTTO	UNITRAC	9.2
Hidráulico	ISO VG 46, 68	ISO VG 46, 68	Deposito (39.7); Sistema (58.1)
Refrigerante	50/50	50/50	8.7

Continuación de la tabla XXII.

MINICARGADOR HSL850-7A			
TIPO DE ACEITE	FABRICANTE	EQUIVALENCIA	GALONES
Motor	SAE 15W-40	SAE 15W-40	2.9
Caja de cadena	SAE 10W-30	SAE 85W-140	Derecha (2.4); Izquierda (2.4)
Hidráulico	ISO VG 46, 68	ISO VG 46, 68	Deposito (15); Sistema (17)
Refrigerante	50/50	50/50	2.7

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Aceites utilizados para maquinaria JCB**

TABLA DE ACEITES UTILIZADOS MAQUINARIA JCB			
GRUPO JM S.A.			
RETROEXCAVADORA JCB			
TIPO DE ACEITE	FABRICANTE	EQUIVALENCIA	GALONES
Motor	SAE 15W-40	SAE 15W-40	2.1
Hidráulico	ISO VG 46, 68	ISO VG 46, 68	Deposito (14.3); sistema (24.6)
Transmisión y convertidor par	SAE 15W-40	SAE 15W-40	4.6
Eje Delantero (tracción en las 4 ruedas)	UTTO	UNITRAC	2.1
Eje Trasero	UTTO	UNITRAC	4.2
Refrigerante	50/50	50/50	5.3

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Aceites utilizados para maquinaria John Deere**

TABLA DE ACEITES UTILIZADOS MAQUINARIA JOHN DEERE			
GRUPO JM S.A.			
MOTONIVELADORA 670G JOHN DEERE			
TIPO DE ACEITE	FABRICANTE	EQUIVALENCIA	GALONES
Motor	John Deere PLUS-50	15W-40	7.1
Hidráulico	Hydrau XR o Hy Gard (JOHN DEERE)	MOBILE DTE 10 EXCEL 46 O UNITRAC	14
Transmisión	Hy Gard (JOHN DEERE)	UNITRAC 55 (VALVOLINE)	7.1
Diferencial	Hy Gard (JOHN DEERE)	UNITRAC 55 (VALVOLINE)	58.5
Tándem	Hy Gard (JOHN DEERE)	UNITRAC 55 (VALVOLINE)	
Mando del círculo	Hy Gard (JOHN DEERE)	UNITRAC 55 (VALVOLINE)	

Fuente: elaboración propia.

3.8. Periodos de mantenimiento para maquinaria pesada

La maquinaria pesada cuando se adquieren viene con un manual de servicio donde el fabricante nos recomienda que a cierto tiempo hagamos revisiones de ciertos componentes para que el funcionamiento de la maquina sea el adecuado como temperatura, velocidad de operación, presión de aceite, o hagamos cambio de algunos lubricantes, filtros, fajas, que el fabricante nos recomienda.

3.8.1. Orden de trabajo

La orden de trabajo se genera con el fin de llevar a cabo una serie de trabajos ya bien sea preventivo o correctivo con el fin de dejar la maquinaria en buen estado, la orden de trabajo la pueden generar el gerente del taller o el supervisor de taller.

Después de generar la orden de trabajo se le asigna a un técnico para que el pueda llevar a cabo las reparaciones correspondientes para dejar el equipo en óptimas condiciones.

Con la orden de trabajo se pretende de llevar un mejor control de cuantas veces se ha intervenido el equipo que partes del equipo se ha intervenido, que repuestos se han utilizado.

3.8.2. Diariamente o cada 10 horas de trabajo

Los trabajos diarios, son actividades que se tienen que realizar alrededor de la maquina con el fin de hacer una inspección 360° para mantener un riguroso control sobre nivel de aceite, nivel de combustible, temperatura de la máquina, presión de aceite.

Inspección sobre posibles fugas de aceite, refrigerante, estado de las fajas, revisión de mangueras por posibles fugas que se puedan encontrar para poder realizar las reparaciones necesarias, controlar los indicadores del panel.

3.8.3. Cada 50 horas de trabajo

Las inspecciones y trabajos que se realizan cada semana, realizar las inspecciones diarias, verificar que no se escuchen ruidos extraños en las maquinas, revisión del sistema de frenos de los equipos, en el caso de tractores D6 y excavadoras revisar el tren de rodaje que no tenga ruidos extraños y su funcionamiento sea optimo.

Algunos equipos se tienen que engrasar cada dos o tres veces a la semana esto se lleva con el fin de que algunas piezas mecánicas no sufran daños por la fricción y el desgaste.

3.8.4. Cada 250 horas de trabajo

Los trabajos que se tienen que llevar a cabo en un mantenimiento preventivo de 250 horas son esenciales para la conservación del motor de la máquina, se debe llevar un control de las horas para no sobrepasare, ya que las partes internas pueden sufrir algún daño.

Las actividades que se deben llevar a cabo son: cambio de aceite de motor, cambio de filtros de aceite, filtros de combustibles, limpieza de filtros de aire, revisión de la tensión de las fajas, entre otros.

En esta intervención se pueden corregir posibles fugas que se puedan tener en las mangueras, revisión del embrague, limpieza de los respiraderos de la transmisión, embragues, motor.

En los tractores D6 en las motoniveladoras se tiene que verificar el nivel de aceite de los mandos finales para evitar que estos trabajen sin aceite y puede causar que el sistema de frenos trabaje en seco y no funcionen.

El sistema de frenos es indispensable para la maquinaria ya que juega un papel importante, ya que de este sistema depende la seguridad del operador como también de todo el personal que trabaja cerca de la máquinas, las revisiones para el sistema de frenos deben ser constante, en el caso de excavadoras o tractores D6 es recomendado inspeccionar el tren de rodaje para ver el estado de las orugas y así prevenir que este se desbande y pueda ocasionar algún accidente.

3.8.5. Cada 500 horas de trabajo

Las actividades de mantenimientos recomendables para llevar a cabo en el servicio preventivo de las 500 horas son cambio de aceite de motor, filtro de aceite, filtro de combustible entre otros.

En casos especiales las excavadoras que trabajan en dragado de ríos por lo general se tienen que hacer cambio de aceite hidráulico, filtro de aceite hidráulico, debido a que están expuesto al agua, para evitar que sufra daños la maquinaria, se debe hacer inspecciones para verificar que no existan fugas ya bien sea de aceite de motor, aceite hidráulico o refrigerante.

El aumento de la temperatura muchas veces se debe a que los filtros estén sucios u obstruidos, otras veces se debe a fugas internas dentro de la transmisión, y una de las fallas más comunes que una bomba ya no esté trabajando adecuadamente.

En ese caso es indispensable drenar el aceite y cambiar los filtros, se procede a echarle aceite que cumpla con los parámetros de viscosidad y temperatura que el fabricante recomienda.

3.8.6. Cada 1 000 horas de trabajo

El mantenimiento semestral o cada 1 000 horas de trabajo igual que los anteriores hay que realizar cambio de aceite de motor, cambio de filtro de aceite, cambio de filtro de combustible primario y secundario.

Se debe drenar y cambiar el aceite hidráulico, cambio de filtro del aceite hidráulico, revisión de la tensión de las fajas y si es necesario poder tensionarlas, revisión del sistema de frenos.

Revisar la estructura y pernos de protección en caso de accidentes que se encuentren bien apretados si es necesario apretarlos.

3.8.7. Cada 2 000 horas de trabajo

Servicio al sistema de refrigeración, drenado del refrigerante, lavado del radiador para sacar suciedad acumulada, aplicar refrigerante nuevo 50/50 que ya no requiere que se le agregue agua.

Se debe rectificar y calibrar el juego de válvulas del motor esto dependerá el fabricante que estipulan la calibración de este.

En caso de los cargadores frontales, tractores se debe cambiar el aceite del mando final trasero y delantero, en el caso de la motoniveladora se debe cambiar el aceite del tándem y la revisión del estado del paquete de frenos.

Se debe realizar servicio al diferencial de la maquinaria, se debe drenar el aceite y quitar los filtros, se colocan filtros nuevos y se le agrega el aceite adecuado al diferencial.

Revisión general de la maquinaria para encontrar posibles desperfectos y poder corregirlos para evitar que el equipo sufra daños severos.

Este servicio se conoce como servicio mayor de 2 000 horas ya que se cambia todos los fluidos de las máquinas como también los filtros, se debe

comprobar el juego de las válvulas del motor, esto va a depender el rango que el fabricante recomiende.

3.9. Fichas de periodos de mantenimiento de la maquinaria pesada de construcción de la empresa Grupo JM, S.A.

A continuación, se presentan las rutas de mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada donde nos describe las actividades o trabajos que hay que realizar con el fin de preservar en óptimas condiciones la maquinaria.

3.9.1. Orden de trabajo de mantenimiento preventivo o correctivo de la maquinaria pesada.

Esta se genera para determinar qué trabajos o actividades se van a desarrollar por los técnicos mecánicos, si es un mantenimiento preventivo o correctivo, describen las fallas que se encontraron en la maquinaria y definen la parte o sistema que van a intervenir.

Tabla XXV. Orden de trabajo

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO					
		Técnico a Cargo:			
		Fecha:		Firma Técnico:	
		GRUPO JM S.A.		OT No.	
Equipo:		Serie:		Fecha:	
Código de Máquina:		Marca:		Horómetro:	
TIPO DE MANTENIMIENTO:					
Preventivo <input type="checkbox"/>		Correctivo <input type="checkbox"/>		Mayor <input type="checkbox"/>	
1	Motor		11	Sistema de Enfriamiento	
2	Sistema de Combustible		12	Sistema de Lubricación	
3	Sistema Eléctrico		13	Sistema de Frenos	
4	Sistema de Rodaje		14	Sistema de Dirección	
5	Suspensión		15	Cabina	
6	Sistema Hidráulico		16	Convertidor	
7	Transmisión		17	Servo Transmisión	
8	Mandos Finales		18	Diferencial Delantero	
9	Diferencial Trasero		19	Instrumentos	
10	Accesorios		20	Otros	
ITEM	DESCRIPCION DE FALLAS ENCONTRADAS				

F. _____
Mecánico a Cargo

F. _____
Encargado de Taller

Fuente: elaboración propia.

3.9.2. Plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada de construcción de la empresa Grupo JM, S.A.

A continuación, se encuentran las rutas del plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada definidas por los periodos determinados para poder llevarlas a cabo.

Tabla XXVI. Ficha de mantenimiento diario o cada 10 horas

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAQUINARIA																		
		GRUPO JM S.A.																
Equipo:		Serie:		Fecha:														
Código de Máquina:		Marca:		Horómetro:														
<table border="0"> <tr> <td>EXCAVADORA <input type="checkbox"/></td> <td>TRACTOR DE ORUGA <input type="checkbox"/></td> <td>MINICARGADOR <input type="checkbox"/></td> <td>MOTONIVELADORA <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>RETROEXCAVADORA <input type="checkbox"/></td> <td>CARGADOR FRONTAL <input type="checkbox"/></td> <td>VIBROCOMPACTADOR <input type="checkbox"/></td> <td>DOBLE RODO <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>NEUMÁTICA <input type="checkbox"/></td> <td>FINISHER <input type="checkbox"/></td> <td>PERFILADORA <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table>							EXCAVADORA <input type="checkbox"/>	TRACTOR DE ORUGA <input type="checkbox"/>	MINICARGADOR <input type="checkbox"/>	MOTONIVELADORA <input type="checkbox"/>	RETROEXCAVADORA <input type="checkbox"/>	CARGADOR FRONTAL <input type="checkbox"/>	VIBROCOMPACTADOR <input type="checkbox"/>	DOBLE RODO <input type="checkbox"/>	NEUMÁTICA <input type="checkbox"/>	FINISHER <input type="checkbox"/>	PERFILADORA <input type="checkbox"/>	
EXCAVADORA <input type="checkbox"/>	TRACTOR DE ORUGA <input type="checkbox"/>	MINICARGADOR <input type="checkbox"/>	MOTONIVELADORA <input type="checkbox"/>															
RETROEXCAVADORA <input type="checkbox"/>	CARGADOR FRONTAL <input type="checkbox"/>	VIBROCOMPACTADOR <input type="checkbox"/>	DOBLE RODO <input type="checkbox"/>															
NEUMÁTICA <input type="checkbox"/>	FINISHER <input type="checkbox"/>	PERFILADORA <input type="checkbox"/>																
B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO														
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM															
			B	R	M													
1	Comprobar ruidos inusuales en el motor	DIARIO O CADA 10 HRS																
2	Limpiar el prefiltro de combustible																	
3	Revisar nivel de aceite de la transmisión																	
4	Revisar nivel de aceite de mandos finales																	
5	Revisar nivel de aceite de motor																	
6	Revisar nivel de aceite del tandem																	
7	Revisar nivel de aceite hidráulico																	
8	Revisar nivel de combustible																	
9	Revisar nivel de refrigerante del radiador																	
10	Verificar el estado de fajas su condición y tensión																	
11	Verificar los indicadores del tablero que estén funcionando correctamente																	
12	Verificar nivel del aceite de los embragues direccionales																	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. Ficha de mantenimiento cada 50 horas

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAQUINARIA					
					
		GRUPO JM S.A.			
Equipo:		Serie:		Fecha:	
Código de Máquina:		Marca:		Horómetro:	
EXCAVADORA <input type="checkbox"/> TRACTOR DE ORUGA <input type="checkbox"/> MINICARGADOR <input type="checkbox"/> MOTONIVELADORA <input type="checkbox"/> RETROEXCAVADORA <input type="checkbox"/> CARGADOR FRONTAL <input type="checkbox"/> VIBROCOMPACTADOR <input type="checkbox"/> DOBLE RODO <input type="checkbox"/> NEUMÁTICA <input type="checkbox"/> FINISHER <input type="checkbox"/> PERFILADORA <input type="checkbox"/>					
B = BUENO		R=REGULAR		M=MALO	
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM		
			B	R	M
1	Efectuar todas las inspecciones diarias	CADA 50 HRS			
2	Drenar el agua del filtro del combustible				
3	Drenar el agua y basura del tanque del combustible				
4	Limpia el prefiltro del purificador de agua				
5	Revisar las condiciones del turbo cargador				
6	Verificar el estado de frenos				
7	Verificar el estado de las orugas				
8	Verificar el estado de los frenos de parqueo				
9	Verificar el estado del cucharón				
10	Verificar el sistema de enfriamiento				
11	Verificar la tensión de las cadenas				
12	Verificar rodajes, pernos y zapatas				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. Ficha de mantenimiento cada 250 horas

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAQUINARIA						
						
		GRUPO JM S.A.				
Equipo:		Serie:		Fecha:		
Código de Máquina:		Marca:		Horómetro:		
EXCAVADORA <input type="checkbox"/> TRACTOR DE ORUGA <input type="checkbox"/> MINICARGADOR <input type="checkbox"/> MOTONIVELADORA <input type="checkbox"/> RETROEXCAVADORA <input type="checkbox"/> CARGADOR FRONTAL <input type="checkbox"/> VIBROCOMPACTADOR <input type="checkbox"/> DOBLE RODO <input type="checkbox"/> NEUMÁTICA <input type="checkbox"/> FINISHER <input type="checkbox"/> PERFILADORA <input type="checkbox"/>						
B = BUENO		R=REGULAR			M = MALO	
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM			
			B	R	M	
1	Efectuar todas las actividades de mantenimiento diario y cada 50HRS	CADA 250 HRS				
2	Cambio de aceite de motor					
3	Cambio de filtro de aceite de motor					
4	Cambio de los filtros de diésel					
5	Limpiar el condensador del refrigerante					
6	Limpiar el filtro de aire					
7	Limpiar el respirador de la transmisión					
8	Limpiar el respirador del embrague principal					
9	Limpiar el respirador del motor					
10	Limpiar el respirador de los embragues direccionales					
11	Revisar el estado de las baterías					
12	Revisar los indicadores de presión de aceite, temperatura, horómetros					
13	Revisar y ajustar el embrague principal					
14	Revisar y ajustar la faja del alternador					
15	Revisar y ajustar los embragues direccionales					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. Ficha de mantenimiento cada 500 horas

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAQUINARIA						
						
	GRUPO JM S.A.					
Equipo:		Serie:		Fecha:		
Código de Máquina:		Marca:		Horómetro:		
EXCAVADORA <input type="checkbox"/> TRACTOR DE ORUGA <input type="checkbox"/> MINICARGADOR <input type="checkbox"/> MOTONIVELADORA <input type="checkbox"/> RETROEXCAVADORA <input type="checkbox"/> CARGADOR FRONTAL <input type="checkbox"/> VIBROCOMPACTADOR <input type="checkbox"/> DOBLE RODO <input type="checkbox"/> NEUMÁTICA <input type="checkbox"/> FINISHER <input type="checkbox"/> PERFILADORA <input type="checkbox"/>						
B = BUENO		R=REGULAR			M = MALO	
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM			
			B	R	M	
1	Efectuar todas actividades de mantenimiento de 250 HRS	500 HRS				
2	Revisión del sistema de freno					
3	Limpia el respiradero del cárter					
4	Limpia el respiradero del tandem					
5	Ceban el sistema de combustible					
6	Drenar el freno de estacionamiento					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. Ficha de mantenimiento cada 1 000 horas

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAQUINARIA					
					
		GRUPO JM S.A.			
Equipo:		Serie:		Fecha:	
Código de Máquina:		Marca:		Horómetro:	
EXCAVADORA <input type="checkbox"/> TRACTOR DE ORUGA <input type="checkbox"/> MINICARGADOR <input type="checkbox"/> MOTONIVELADORA <input type="checkbox"/> RETROEXCAVADORA <input type="checkbox"/> CARGADOR FRONTAL <input type="checkbox"/> VIBROCOMPACTADOR <input type="checkbox"/> DOBLE RODO <input type="checkbox"/> NEUMÁTICA <input type="checkbox"/> FINISHER <input type="checkbox"/> PERFILADORA <input type="checkbox"/>					
B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO	
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM		
			B	R	M
1	Efectuar todas las actividades de mantenimiento de 250, 500 HRS	1000 HRS			
2	Cambio de aceite hidráulico				
3	Cambio de filtros de hidráulico				
4	Cambio de aceite de mandos finales				
5	Verificar el juego de las válvulas				
6	Limpiar los tornillos y tuercas de la barra de tiro				
7	Limpiar tornillos y tuerca de la barra niveladora				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. Ficha de mantenimiento cada 2 000 horas

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAQUINARIA					
					
		GRUPO JM S.A.			
Equipo:		Serie:		Fecha:	
Código de Máquina:		Marca:		Horómetro:	
EXCAVADORA <input type="checkbox"/> TRACTOR DE ORUGA <input type="checkbox"/> MINICARGADOR <input type="checkbox"/> MOTONIVELADORA <input type="checkbox"/> RETROEXCAVADORA <input type="checkbox"/> CARGADOR FRONTAL <input type="checkbox"/> VIBROCOMPACTADOR <input type="checkbox"/> DOBLE RODO <input type="checkbox"/> NEUMÁTICA <input type="checkbox"/> FINISHER <input type="checkbox"/> PERFILADORA <input type="checkbox"/>					
B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO	
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM		
			B	R	M
1	Efectuar todas las actividades de 250, 500 y 1000 HRS	2000HRS			
2	Cambio de aceite de la transmisión				
3	Cambio de filtros de transmisión				
4	Cambio de aceite de diferencial				
5	Cambio de aceite de mando del círculo				
6	Cambiar aceite del mando del tándem				
7	Cambiar aceite de mandos finales				
8	Inspeccionar roto válvulas del motor				
9	Verificar la precarga del mando final				
10	verificar el juego de válvulas del motor				
11	Limpiar la bobina del evaporador y bobina del calentador				
12	Limpiar la tapa de presión del sistema de enfriamiento				
13	Limpiar el condensador del refrigerante				
14	Inspeccionar el inyector unitario electrónico				
15	Inspeccionar la batería y los cables				
16	Inspeccionar el amortiguador de vibraciones del cigüeñal				

Fuente: elaboración propia.

3.9.3. Plan de lubricación maquinaria de la maquinaria pesada de construcción de la empresa Grupo JM, S.A.

Se desarrollo el plan de lubricación de la maquinaria, con qué frecuencia hay que realizarlo con el objetivo de minimizar el desgaste en las piezas, tomando encuentra la exposición a varios contaminantes que estas sufren

Tabla XXXII. Ficha de lubricación cada dos días

PLAN DE LUBRICACION MAQUINARIA							
							
		GRUPO JM S.A.					
Equipo:		Serie:		Fecha:			
Código de Máquina:		Marca:		Horómetro:			
EXCAVADORA	<input type="checkbox"/>	TRACTOR DE ORUGA	<input type="checkbox"/>	MINICARGADOR	<input type="checkbox"/>	MOTONIVELADORA	<input type="checkbox"/>
RETROEXCAVADORA	<input type="checkbox"/>	CARGADOR FRONTAL	<input type="checkbox"/>	VIBROCOMPACTADOR	<input type="checkbox"/>	DOBLE RODO	<input type="checkbox"/>
NEUMÁTICA	<input type="checkbox"/>	FINISHER	<input type="checkbox"/>	PERFILADORA	<input type="checkbox"/>		
B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO			
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM				
			B	R	M		
1	Engrasar en las conexiones especificadas de la pluma: stick, brazo: boom, cucharon: bucket	CADA DOS DIAS					
2	Engrasar la tornamesa de rotación						
3	Engrasar cojinete del ventilador						
4	Engrasar cilindro tensor del rodaje						
5	Engrasar en las conexiones de los cilindros de levantamiento del brazo del cucharón delantero						
6	Engrasar en las conexiones del cilindro de inclinación del cucharón delantero						
7	Engrasar en los puntos especificados del poste de viraje						
8	Engrasar los cilindros estabilizadores						
9	Engrasar del muñón de cremalleras de dirección						
10	Engrasar los cabezales						
11	Engrasar el eje delantero						
12	Engrasar los ejes cardan delantero y trasero						

Continuación de la tabla XXXII.

13	Engrase de cilindros de levantamiento de la cuchilla			
14	Engrase del cilindro de desplazamiento del círculo			
15	Engrase del cilindro de inclinación de la cuchilla			
16	Engrase de rotula de barra de tiro			
17	Engrase del pin central de articulación			
18	Engrasar de tornamesa			
19	Engrase de los cilindros del ripper o escarificador			
20	Engrase del cilindro del chifle			
21	Engrasar los cojinetes del pivote de dirección: ruedas delanteras			
22	Engrasar los cojinetes de inclinación de las ruedas delanteras			
23	Engrasar pasador del pivote central y trasero			
24	Engrasar pasadores del cilindro de dirección			
25	Engrasar bufas de las ruedas delanteras y traseras			
26	Engrasar pasador de dirección			
27	Engrasar Swing			

Fuente: elaboración propia.

3.9.4. Plan de mantenimiento preventivo plantas de asfalto CIBER, de la empresa Grupo JM, S.A.

Se desarrollo las rutas de mantenimiento preventivo de la planta de asfalto, donde nos describe las actividades que hay que realizar, la frecuencia con las que se deben ejecutar.

Tabla XXXIII. Ficha de mantenimiento diario

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE ASFALTO						
	GRUPO JM S.A.					
	Serie:		Fecha:		Horómetro:	
	Marca:		Código de Máquina:			
B = BUENO		R=REGULAR			M = MALO	
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM			
			B	R	M	
1	Drenar el filtro y el reservorio de aire comprimido	DIARIO				
2	Inspección de fugas de aceite					
3	Inspección de las Rejillas de separación de impurezas, que no existan cuerpos extraños					
4	Limpiar la cabina de operación					
5	Limpieza con aire comprimido en los puntos con difícil acceso, Aletas de ventilación de motores, Espacio entre accionamientos y carcasas					
6	Limpieza del filtro					
7	Limpieza general de la planta en los puntos de mayor adherencia de material					
8	Remover materiales acumulados en el elevador, mezclador, en silo de mezcla bituminosa					
9	Secador verificar el desgaste del rodillo menor					
10	Verificar alineación y desgaste de la banda					
11	Verificar el nivel de aceite de la planta					
12	Verificar el nivel de aceite de los motorreductores					
13	Verificar el nivel de aceite del compresor					
14	Verificar el silo de descarga					
15	Verificar la limpieza del cilindro neumático del silo de almacenamiento, el libre movimiento de la compuerta de descarga, fugas en la tubería de aire					
16	Verificar la banda, antes y durante la operación					
17	Verificar los rodo y rodillos menores, que estén girando libremente					
18	Verificar que no haya fugas de aceite, de asfalto o de aire comprimido					
19	Verificar que no tenga ruidos anormales el compresor					
20	Verificar si el drenaje automático del compresor está funcionando correctamente					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Ficha de mantenimiento cada dos días**

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE ASFALTO					
	GRUPO JM S.A.				
	Serie:	Fecha:		Horómetro:	
	Marca:	Código de Máquina:			
	B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM		
			B	R	M
1	Engrase general de la planta en los puntos especificados	CADA DOS DIAS			
2	Inspección de bombas y motores eléctricos				
3	Inspección de las paletas del mezclador				
4	Limpieza de la tapadera del secador				
5	Limpieza del exceso de grasa				
6	Verificación de tornillería				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. Ficha de mantenimiento semanal

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE ASFALTO						
		GRUPO JM S.A.				
		Serie:	Fecha:	Horómetro:		
		Marca:	Código de Máquina:			
		B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM			
			B	R	M	
1	Inspeccionar la cámara de salida del secador para evitar la acumulación de material para que no perjudique el giro del tambor	SEMANAL				
2	Limpiar cualquier derramamiento de combustible y aceite					
3	Limpiar de los quemadores					
4	Remover exceso de grasa acumulada alrededor de los cojinetes					
5	Verificar el dämpen de la tubería de aire					
6	Verificar el desgaste del rodillo menor de apoyo					
7	Verificar el funcionamiento de la válvula de seguridad del compresor					
8	Verificar el indicador restricción de progresivo del compresor					
9	Verificar estiramiento de las fajas y de los encadenamientos de los accionamientos					
10	Alineación de la banda transportadora					
11	Verificar la alineación de los rodillos del secador					
12	Verificar los filtros del sistema de aire					
13	Verificar los niveles de aceite de motorreductores					
14	Verificar y si es necesario desarmar el quemador para realizar una limpieza interna y desobstrucción de las puntas y filtros					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. Ficha de mantenimiento mensual

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA DE ASFALTO					
	GRUPO JM S.A.				
	Serie:	Fecha:	Horómetro:		
	Marca:	Código de Máquina:			
	B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM		
			B	R	M
1	Ajustar la altura de las paletas con relación a las placas de revestimiento	MENSUAL			
2	Cambiar las paletas que presenten desgaste o roturas				
3	Desarmar el quemador para limpieza interna y desobstrucción de las puntas y filtros				
4	Limpieza de los alabes de los ventiladores de los motores eléctricos de la planta				
5	Limpieza de los filtros de mangas				
	Limpieza internamente la regla de operación y la cabina de interruptores eléctricos				
7	Verificar el nivel de aceite de los motorreductores y del compresor				
8	Verificar el alineado de la polea con el volante y la tensión de la faja del compresor				
9	Verificar el espesor de las placas de desgaste del mezclador				
10	Verificar el estado de desgaste de cadenas de accionamiento y engranajes				
11	Verificar el estado de las paletas del mezclador				
12	Verificar el estado de los rodamientos por el análisis VOSO				
13	Verificar el funcionamiento de los rodillos menores de la banda transportadora				
14	Verificar las planchas de desgaste del fondo del elevador de arrastre				
15	Verificar los eslabones y pasadores de la cadena del elevador de arrastre				
16	Verificar los motores eléctricos en cuanto a su funcionamiento y fijación				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Ficha de lubricantes planta de asfalto**

TABLA DE ACEITES A UTILIZAR EN LA PLANTA DE ASFALTO			
Campo de Aplicación	Especificación	Litros L	Galones gal
Motorreductor cinta dosificadora de silos de 5m ³	ISO VG-220	1.5	
Motorreductor cinta dosificadora de silos de 10m ³	ISO VG-220	2.6	
Motorreductor cinta transportadora	ISO VG-220	2.6	
Motorreductor bancos de rodillos	ISO VG-220	9.6	
Motorreductor mezclador	ISO VG-220	7	
Motorreductor del elevador de arrastre 1m ³	ISO VG-220	5.9	
Motorreductor del caracol de filtro de mangas	ISO VG-220	1.8	
Válvula rotativa	ISO VG-220	1	
Dosificador filler 2m ³	ISO VG-220	0.85	
Dosificador filler 4m ³	ISO VG-220	1.8; 1.8; 0.8	
Aceite para el compresor	SAE 30W; ISO VG-100	5	

TABLA DE GRASA A UTILIZAR EN LA PLANTA DE ASFALTO		
Campo de aplicación	Especificación	Gramos, g
Correa dosificadora	Grasa NLGI 2	10
Exhaustor	Grasa NLGI 2	20
Rodillo de apoyo del secador	Grasa NLGI 2	22
Rodillo de arrimo del secador	Grasa NLGI 2	22
Rodillos de las cintas dosificadoras	Grasa NLGI 2	10
Cojinetes del mezclador	Grasa NLGI 2	31
Caracol primario, filtro de mangas, silo de almacenamiento, caracol de canaleta del filtro de mangas y válvula rotativa del separador estático	Grasa NLGI 2	10
Cojinetes y rodillos de las cintas colectoras y transportadoras	Grasa NLGI 2	7
Grasa para motores SEW, eléctricos	Grasa NLGI 3	

Fuente: elaboración propia.

3.9.5. Plan de mantenimiento preventivo tanque máster o caldera de planta de asfalto CIBER, de la empresa Grupo JM, S.A.

A continuación, se presentan las rutas de mantenimiento preventivo del tanque máster, la frecuencia con que se deben de realizar y las actividades o trabajos que se deben ejecutar.

Tabla XXXVIII. **Ficha de mantenimiento diario**

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TANQUE MÁSTER						
	GRUPO JM S.A.					
	Serie:	Fecha:	Horómetro:			
	Marca:	Código de Máquina:				
	B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO	
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM			
			B	R	M	
1	Inspeccionar los gases de combustión deben ser incoloros	DIARIO				
2	Limpieza del quemador					
3	Revisar el nivel de aceite térmico por medio del visor					
4	Revisar si hay alguna pérdida en el generador de calor, conexiones y bridas del sistema de calentamiento					
5	Verifica que no tenga fugas el tanque máster					
6	Verificar que no tenga ruidos anormales					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. Ficha de mantenimiento cada 200 horas

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TANQUE MÁSTER						
	GRUPO JM S.A.					
	Serie:	Fecha:		Horómetro:		
	Marca:	Código de Máquina:				
	B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO	
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM			
			B	R	M	
1	Abrir y limpiar el filtro de aceite térmico	CADA 200 HRS O DOS MESES				
2	Cambie la empaquetadura del filtro CAP					
3	Limpiar el elemento filtrante del filtro CAP					
4	Limpiar los quemadores y el dámper del regulado del aire					
5	sustituir el anillo del cierre del filtro					
6	Sustituir el filtro de aceite diésel del quemador					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. Ficha de mantenimiento cada 1 000 horas

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TANQUE MÁSTER						
	GRUPO JM S.A.					
	Serie:	Fecha:		Horómetro:		
	Marca:	Código de Máquina:				
	B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO	
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM			
			B	R	M	
1	Cambio de aceite	CADA 1000 HRS				
2	Limpieza externa al serpentín del generador de calor					

Fuente: elaboración propia.

3.9.6. Plan de mantenimiento preventivo trituradoras de la empresa Grupo JM, S.A.

Se desarrollo las rutas de mantenimiento preventivo para las trituradoras donde nos describe los trabajos o actividades que se deben realizar y con qué frecuencia se debe de ejecutar.

Tabla XLI. Ficha de mantenimiento alimentador vibratorio

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRITURADORA						
	GRUPO JM S.A.					
	Serie:	Fecha:			Horómetro:	
	Marca:	Código de Máquina:				
	B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO	
No.	ACTIVIDAD	INSPECCIÓN	PERIODICIDAD	ITEM		
				B	R	M
1	Chequear la tensión y el alineamiento	ALIMENTADOR VIBRATORIO	LUNES Y JUEVES			
2	Escuchar si el motor eléctrico tiene ruidos anormales, cables rotos o dañados					
3	Medir los resortes y eliminar el material que está dentro del espiral					
4	Revisar el estado de las poleas y fajas, que no estén reventadas o deshilachadas.					
5	Revisar el estado general de la estructura, si existe desgaste, grietas, tornillos flojos, etc.					
6	Verificar el estado de la tolva y el empalme con el vibrador					
7	Verificar el nivel de aceite del motor de la trituradora					
8	verificar que no existan fugas de aceite de motor y empalme con el vibrador, reportar si existen daños considerables y fugas en el empalme					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. Ficha de mantenimiento quebrador primario

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRITURADORA						
	GRUPO JM S.A.					
	Serie:		Fecha:		Horómetro:	
	Marca:		Código de Máquina:			
	B = BUENO			R=REGULAR		M = MALO
No.	ACTIVIDAD	INSPECCIÓN	PERIODICIDAD	ITEM		
				B	R	M
1	Al final del día, estando vacío la primaria se para el motor principal y se toma el tiempo en que dura para detenerse completamente, el tiempo promedio en que se debe parar el motor es entre 1:30 minutos y 3:00 minutos	QUEBRADOR PRIMARIO	MIÉRCOLES Y VIERNES			
2	Engrasar los rodamientos del pitman y soportes externos, Diario					
3	Escuchar si existen ruidos extraños, calentamiento en los cojinetes del eje principal, reporte de inmediato cualquier daño					
4	Poner wype con aceite quemado en el toogle y el asiento de este, esto para disminuir ruidos y alargar la vida de este					
5	Realizar un lavado total a los cojinetes del eje principal, y luego poner grasa nueva cada 1 000 horas					
6	Revisar el estado general de la estructura del quebrador primario, posibles fisuras, tornillos flojos, desgaste de chifles					
7	Revisar que el desgaste sea uniforme en las muelas: móviles y fijas, cuñas de sujeción, tornillos y tuercas del quebrador primario. MEDIR LA DISTANCIA SETTING NUNCA DEBE SER MEDIDA					
8	Verificar el estado del conjunto de accionamiento, fajas, volantes, polea de motor, chequear el alineamiento.					
9	Verificar si existen fugas de aceite en la caja reductora y chequear el nivel de aceite si es necesario reponga el mismo, ajuste el acople y el tensor					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. Ficha de mantenimiento cono

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRITURADORA						
	GRUPO JM S.A.					
	Serie:	Fecha:	Horómetro:			
	Marca:	Código de Máquina:				
	B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO	
No.	ACTIVIDAD	INSPECCIÓN	PERIODICIDAD	ITEM		
				B	R	M
1	Revisar el estado de los mantos (móvil y fijo), tuerca de la cabeza del eje principal, tolva del cono. Nunca se debe trabajar con alto desgaste	CONO	LUNES, MIERCOLES Y SABADO			
2	Revisar la estructura principal del cono, verificar si existen fisuras o deformaciones, chequear todos los tornillos de los soportes y bases					
3	Revisar todos los cilindros hidráulicos y sus mangueras del cuerpo principal del cono, si existen fugas de aceite eliminarlas de inmediato					
4	Verificar el material que alimenta al cono, se reparta uniformemente en la cámara de trituración, esto es muy importante de mantenerlo lo más centrado, ya que de esto depende mucho el desgaste de los mantos y la eficiencia del cono					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Ficha de mantenimiento zaranda**

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRITURADORA						
	GRUPO JM S.A.					
	Serie:	Fecha:	Horómetro:			
	Marca:	Código de Máquina:				
	B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO	
No.	ACTIVIDAD	INSPECCIÓN	PERIODICIDAD	ITEM		
				B	R	M
1	Chequear el estado del motor, verificar si existe calentamiento, ruidos anormales, cables rotos o flojos	ZARANDA				
2	Chequear el flujo del material este distribuido a todo lo ancho de la zaranda, esto es muy importante para asegurarse que el material entre al cono lo más centrado posible. Para esto se recomienda chequear el nivel de la zaranda en varios puntos y el chifle de entrada					
3	Chequear poleas, alineación de fajas del motor eléctrico					
4	Chequear que no exista mallas rotas, chifles de descarga, hules de asiento de mallas					
5	Engrasar chumaceras y revisar su estado					
6	Revisar estructura en general, reparar grietas o cualquier trabajo de soldadura					
7	Revisar resortes, topes de la zaranda tornillos de filtración de mallas, medir resortes					
8	Revisar todas las tolvas de descarga a los conveyor de salida de material					

Fuente: elaboración propia.

3.9.7. Plan de mantenimiento preventivo de generadores de la empresa Grupo JM, S.A.

A continuación, se desarrolló las rutas de mantenimiento preventivo para los generadores, se describen los trabajos que se deben de realizar para preservarlos y la frecuencia con la que se debe de ejecutar.

Tabla XLV. Ficha de mantenimiento diario

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERADOR						
						
		GRUPO JM S.A.				
Equipo:		Serie:		Fecha:		
Código de Máquina:		Marca:		Horómetro:		
B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO		
No.	ACTIVIDAD	PARTE A INTERVENIR	PERIODICIDAD	ITEM		
				B	R	M
1	Limpieza general del motor	GENERAL	DIARIO			
2	Verificar el nivel de aceite del motor y si es necesario añadir	MOTOR	DIARIO			
3	Verificar el nivel de refrigerante en el depósito, radiador y si es necesario añadir					
4	Verificar el nivel de combustible antes de arrancar el equipo					
5	Verificar el estado de las mangueras					
6	Verificar el estado de las fajas que no esté deshilachadas o rotas					
7	Revisar la parte externa del radiador y sus conexiones que no tengan ninguna fuga					
8	Verificar que no hallan bloqueos en los filtros de aire					
9	Revisar que no haya fugas de aceite o refrigerante en el motor					
10	Verificar que no se escuchen ruidos extraños en el motor					
11	Revisar y limpiar los bornes de la batería					
12	Verificar todas las conexiones del sistema eléctrico del generador estén en buen estado y conectadas correctamente	GENERADOR	DIARIO			
13	Verificar que el generador no tenga demasiada vibración o ruidos inusuales					
14	Limpieza general del generador					
15	Mantener limpio el panel de control del generador					
16	Verificar que no tenga una alerta el panel de control					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. Ficha de mantenimiento mensual

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERADOR						
						
		GRUPO JM S.A.				
Equipo:		Serie:		Fecha:		
Código de Máquina:		Marca:		Horómetro:		
B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO		
No.	ACTIVIDAD	PARTE A INTERVENIR	PERIODICIDAD	ITEM		
				B	R	M
1	Efectuar las inspecciones diarias al motor	MOTOR	MENSUAL			
2	Lavado externo del radiador y sopleteo					
3	Revisar el estado del filtro de aire					
4	Revisar que no exista exceso de humo del escape					
5	Verificar el ajuste de las fajas del ventilador					
6	Verificar el estado del radiador si tiene algún agujero daños o pérdidas de refrigerante					
7	Verificar el nivel de electrolito de la batería y si es necesario añadir					
8	Verificar la presión de aceite para una evitar una baja presión					
9	Verificar la temperatura del refrigerante					
10	Comprobar que no se activen luces en panel de control del generador	GENERADOR	MENSUAL			
11	Limpieza del generador para quitar el exceso de polvo					
12	Verificar el voltaje y si es necesario regularlo en el panel de control					
14	Verificar los parámetros de operación del generador, voltaje, Hz, amperes					
15	Verificar que no tenga un falso contacto en todas las conexiones eléctricas del generador, como en el panel de control					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVII. Ficha de mantenimiento cada 250-500 horas

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERADOR						
						
		GRUPO JM S.A.				
Equipo:		Serie:		Fecha:		
Código de Máquina:		Marca:		Horómetro:		
B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO		
No.	ACTIVIDAD	PARTE A INTERVENIR	PERIODICIDAD	ITEM		
				B	R	M
1	Efectuar las inspecciones diarias y mensuales	MOTOR	250-500 HRS			
2	Cambio de aceite del generador					
3	Cambio de filtro de aire					
4	Cambio de filtros de aceite del motor					
5	Cambio de filtros de combustible					
6	Revisar el estado de las baterías					
7	Revisar el estado del turbo del motor					
8	Verificar el estado del ventilador que no tenga daños en su estructura					
9	Verificar que no existan fugas					
10	Verificar el sistema de inyección					
11	Efectuar las inspecciones diarias y mensuales	GENERADOR	250-500 HRS			
12	Inspeccionar que no se active la alarma de sobre voltaje					
13	Inspeccionar que no tenga pérdida de capacidad de generación de energía					
14	Limpiar con aire comprimido los contactores y relés					
15	Revisar el estado de los cojinetes del generador y si presentan demasiado desgaste sustituirlos					
16	Revisión de voltaje y amperaje del generador					
17	Verificar que el generador no tenga demasiada vibración o ruido inusuales					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVIII. Ficha de mantenimiento cada 1 000 horas

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERADOR						
						
		GRUPO JM S.A.				
Equipo:		Serie:		Fecha:		
Código de Máquina:		Marca:		Horómetro:		
B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO		
No.	ACTIVIDAD	PARTE A INTERVENIR	PERIODICIDAD	ITEM		
				B	R	M
1	Efectuar las actividades de mantenimiento de 250-500 HRS	MOTOR	1000 HRS			
2	Verificar el estado de las abrazaderas de las tuberías del motor y si es necesario cambiarlas					
3	verificar el estado del radiador que no tenga alguna fuga o este obstruido					
4	Verificar el estado y que no existan fugas en la bomba de aceite					
5	Verificar el estado y que no existan fugas en la bomba de agua					
6	Verificar la presión de inyección y si es necesario limpiar los inyectores					
7	Verificar si hay alguna fuga en las tuberías de entrada y salida del turbo					
8	Efectuar las actividades de mantenimiento de 250-500 HRS	GENERADOR	1000 HRS			
9	Destapar todo el generador para una inspección general de todos sus componentes					
10	Verifique y ajuste los circuitos de sobrecarga					
11	Verificar que el panel no marque ninguna falla del generador					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. Ficha de mantenimiento cada 2 000 horas

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERADOR						
						
		GRUPO JM S.A.				
Equipo:		Serie:		Fecha:		
Código de Máquina:		Marca:		Horómetro:		
B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO		
No.	ACTIVIDAD	PARTE A INTERVENIR	PERIODICIDAD	ITEM		
				B	R	M
1	Efectuar las actividades de 1 000 HRS	MOTOR	2000 HRS			
2	Cambio de Refrigerante del radiador y depósito del generador					
3	Revisar el estado y funcionamiento del motor de arranque del motor					
4	Revisar que no tenga fugas en el manifold de escape, tuberías o en el silenciador					
5	Revisar la tensión y estado de las fajas					
6	Calibración de válvulas del motor					
7	Inspeccionar que no tenga una baja presión de aceite el motor					
8	Efectuar las actividades de 1000 HRS	GENERADOR	2000 HRS			
9	Inspeccionar y limpiar el rotor y estator del generador					
10	Revisar el estado y funcionamiento del generador					
11	Verificar el estado de la turbina					
12	Verificar el estado del eje de impulsión del generador					
13	Verificar que el generador no esté trabajando con el voltaje bajo de ser necesario ajustarlo					
14	Inspeccionar y limpiar el embobinado del generador					
15	Verificar que la velocidad y la frecuencia sea normal					

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **Ficha de mantenimiento cada 8 000-10 000 horas**

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERADOR						
						
	GRUPO JM S.A.					
Equipo:		Serie:		Fecha:		
Código de Máquina:		Marca:		Horómetro:		
B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO		
No.	ACTIVIDAD	PARTE A INTERVENIR	PERIODICIDAD	ITEM		
				B	R	M
1	Limpieza general de panel de control	MOTOR Y GENERADOR	8000-1000 HRS			
2	Limpieza y lavado del tanque de combustible					
3	Mantenimiento mayor al generador					
4	Mantenimiento mayor al motor					

Fuente: elaboración propia.

3.9.8. **Plan de mantenimiento preventivo de dragadora de ríos de la empresa Grupo JM, S.A.**

Se desarrollo las rutas del plan de mantenimiento preventivo para dragadora de ríos donde nos describe los trabajos que se deben de hacer con el fin de mantener en buenas condiciones el equipo y la frecuencia con la que hay que realizarlo.

Tabla LII. **Mantenimiento cada 40 horas o semanal**

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DRAGADORA					
					
		GRUPO JM S.A.			
Equipo:		Serie:	Fecha:		
Código de Máquina:		Marca:	Horómetro:		
B = BUENO		R=REGULAR	M = MALO		
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM		
			B	R	M
1	Efectuar las tareas Diarias y cada 2 días	40 HORAS O SEMANAL			
2	Revisar todas las conexiones de las mangueras que no tengan fuga				
3	Verificar la presión de trabajo de la bomba del sistema hidráulico				
4	Limpiar los bornes de las baterías				
5	Limpiar el filtro de combustible del tanque de la dragadora				
6	Limpiar los filtros de combustible de las bombas de agua				
7	Cambio de aceite de motor de las de bombas de gasolina				
8	Verificar que los cilindros no tengan fugas				
9	Verificar que los shim, estén bien ajustados y que no hallan fugas				
10	Inspeccionar que lo motores hidráulicos estén funcionando adecuadamente				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. **Mantenimiento cada 250 horas o 3 meses**

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DRAGADORA						
						
		GRUPO JM S.A.				
Equipo:		Serie:		Fecha:		
Código de Máquina:		Marca:		Horómetro:		
B = BUENO		R=REGULAR			M = MALO	
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM			
			B	R	M	
1	Efectuar todas las tareas diarias y cada 40 horas	250 HORAS O 3 MESES				
2	Cambio de aceite de motor de la dragadora					
3	cambio de filtro de aceite de motor de la dragadora					
4	Cambio de filtros de combustible					
5	Ajustar la tensión de las fajas del motor de la dragadora					
6	Verificar todo el sistema eléctrico					
7	Inspeccionar y ajustar toda la tornillería de la dragadora					

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIV. **Mantenimiento cada 1 000 horas o anual**

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DRAGADORA						
						
		GRUPO JM S.A.				
Equipo:		Serie:		Fecha:		
Código de Máquina:		Marca:		Horómetro:		
B = BUENO		R=REGULAR			M = MALO	
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM			
			B	R	M	
1	Efectuar todas las tareas de 250 horas o 3 meses	1000 HORAS O ANUAL				
2	Cambio de aceite hidráulico					
3	Cambio de filtro del hidráulico					
4	Revisar la bomba del hidráulico que no tenga ruido extraños o fugas					

Fuente: elaboración propia.

3.9.9. Plan de mantenimiento preventivo barredora de playa Cherrington de la empresa Grupo JM, S.A.

Se desarrollo las rutas del plan de mantenimiento de la barredora de playa donde describe las actividades que se deben de realizar con el objetivo de mantener en óptimas condiciones el equipo y la frecuencia que se deben de ejecutar.

Tabla LV. **Ficha de mantenimiento cherrington de diario**

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BARREDORA CHERRINGTON					
					
		GRUPO JM S.A.			
Equipo:		Serie:		Fecha:	
Código de Máquina:		Marca:		Horómetro:	
B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO	
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM		
			B	R	M
1	Engrasar los 13 puntos especificados	DIARIO			
2	Inspeccionar que no tenga fugas de aceite				
3	Limpieza General del equipo				
4	Verificar el estado de las fajas del motor				
5	Verificar el nivel de aceite hidráulico				
6	Verificar el nivel del aceite del motor				
7	Verificar el nivel refrigerante				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVI. **Ficha de mantenimiento cherrington semanal**

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BARREDORA CHERRINGTON						
						
		GRUPO JM S.A.				
Equipo:		Serie:		Fecha:		
Código de Máquina:		Marca:		Horómetro:		
B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO		
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM			
			B	R	M	
1	Efectuar todas las inspecciones diarias	40 HORAS O SEMANAL				
2	Ajustar la tensión de las fajas del motor					
3	Inspeccionar todo el sistema eléctrico					
4	Inspeccionar y si es necesario reemplazar las piezas desgastadas					
5	Limpiar los bornes de la batería					
6	Revisar y limpiar el filtro de combustible					
7	Verificar la presión de los neumáticos					
8	Verificar y apretar la cadena de transmisión del trasportador					

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVII. **Ficha de mantenimiento cherrington cada 3 meses**

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BARREDORA CHERRINGTON						
						
		GRUPO JM S.A.				
Equipo:		Serie:		Fecha:		
Código de Máquina:		Marca:		Horómetro:		
B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO		
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM			
			B	R	M	
1	Efectuar todas las inspecciones diarias y de 40 horas	250 HORAS O CADA 3 MESES				
2	Cambio de aceite del motor					
3	Cambio de filtro de aceite del motor					
4	Cambio de filtro de combustible					
5	verificar los pernos de los neumáticos					
6	Verificar toda la tornillería del equipo					

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVIII. **Ficha de mantenimiento cherrington cada 6 meses**

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BARREDORA CHERRINGTON					
					
		GRUPO JM S.A.			
Equipo:		Serie:		Fecha:	
Código de Máquina:		Marca:		Horómetro:	
B = BUENO		R=REGULAR		M = MALO	
No.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	ITEM		
			B	R	M
1	Efectuar todos lo trabajo de mantenimiento de las 250 horas	500 HORAS O CADA 6 MESES			
2	Cambio de aceite hidráulico				
3	cambio de filtros de aceite hidráulico				
4	Verificar que la bomba central de hidráulico no tenga fugas				

Fuente: elaboración propia.

3.9.10. **Plan mantenimiento preventivo transporte pesado de la empresa Grupo JM, S.A.**

Se desarrollo la ruta de mantenimiento preventivo de transporte pesado donde nos describe las actividades que deben de realizar a cada uno de los sistemas con la finalidad de tener la flotilla en óptimas condiciones.

Tabla LIX. Plan de mantenimiento transporte pesado

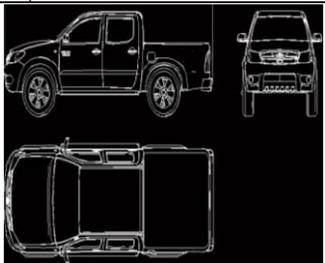
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRANSPORTE PESADO														
		GRUPO JM S.A.												
		TALLER CENTRAL												
Tipo de Vehículo:			Serie:			Fecha:			HRM/KM ACTUAL:					
Código de Maquina:			Marca:			No. Placas:			HRM/KM PROXIMO SERVICIO:					
Instrucciones: B = Bueno; M = Malo; por favor, marque con una "X" según sea el caso y N/A cuando no aplique en la unidad que se reporta														
DESCRIPCION	B	M	N/A	DESCRIPCION	B	M	N/A	DESCRIPCION	B	M	N/A			
												DESCRIPCION	B	M
MOTOR	Nivel de aceite			FRENS Y SISTEMA DE AIRE	Pedal bajo			SISTEMA ELECTRICO	Motor de Arranque					
	Presión de aceite				Potencia de frenado				Alternador					
	Nivel de refrigerante				Hala al Frenar				Nivel de electrolito en baterías					
	Radiador				Nivel y fugas de liquido				Estado y limpieza de baterías					
	Ventilador				Fricciones				Estado y limpieza de terminales					
	Potencia				Maxi Break (sapo) Simple				Funcionamiento de luces					
	Ruidos anormales				Maxi Break (sapo) Doble				Luces de aviso e indicadores					
	Estado de las fajas				Fugas de aire				Funcionamiento de bocina					
	Turbo				Chimbos				Tamalera					
	Filtro de aceite				Mangueras de Aire				Alarma y luz de Retroceso					
	Filtro de aire				Acoples Rápidos				Limpia brisas					
	Filtro de combustible				Ratches				Arnés eléctrico					
	Compresor				Válvula de Aire				Tablero					
	Poleas				Bolsas de Aire				Presión					
	Enfriador de aceite				Buñas y Tapas de bufa				Desgaste					
Indicador de R.P.M			King Pines			Tuercas y Espárragos								
Indicador de Temperatura			Tren Delantero			Aros								
TRANSMISION Y EMBRAGUE	Juego de pedal			DIRECCION Y SUSPENSION	Varilla de Dirección			LLANTAS	Válvulas y Centros					
	Vibración al salir				Cabezales				Tubos					
	Clutch				Amortiguadores				Engrasadora					
	Perilla y Palanca				Resortajes delanteros				Conos o Triángulos reflectivos					
	Nivel de aceite de caja				Nivel y fugas de aceite				Triquet					
	Desgaste en el aceite				Juego excesivo				Barra y llave de chuchos					
	Dificulta en los cambios				Dirac. Asistida (caja timón)				Extinguidor					
	Se desconectan los cambios				Vibración				Banderola					
	Juego excesivo de varillaje				CABINA	Pintura				SISTEMA HIDRAULICO	Nivel de Aceite			
	Fugas de aceite					Tapicería					Fugas de Aceite			
Toma fuerza			Cremalleras de puerta				Bomba Hidráulica							
Ruido anormal			Retrovisores y ojos de buey				Caja Reductora para Trompo							
Fugas de aceite			Bómpier delantero				Cilindro de Levante							
Nivel de aceite			Chapas y portezuelas				Mangueras Hidráulicas							
Anclajes y S			Tanque (s)				Transmisión							
Flechas y sus pernos			Estribos				Depósito de Aceite							
Yugos y Cruces			Vidrios				Acoples							
Cojinetes y Retenedores			Limpieza General				Engrase general							
Transmisión (es)			Pintura			Graseras								
Bloqueo			Soldadura			Silenciador y Escape								
Funda (s)			Luces laterales			Indicador de temperatura								
EJE O EJES TRASEROS	Ruido en diferencial (es)			CARROCERIA	Guardafangos			VARIOS	Horometro, Odómetro					
	Resortajes traseros				Bómpier trasero				Hubodometro					
	Tándem o H				Escaleras				Indicador de presión de Aceite					
	Tambores				Chifle o canaleta				Indicador de presión de Aire					
	Pines y Cargadores				Otros				Indicador de Combustible					
									Otro					
	OBSERVACIONES PILOTO				OBSERVACIONES DEL TÉCNICO MECÁNICO									

Fuente: elaboración propia.

3.9.11. Check list de inspección de vehículos livianos que conforma la flotilla de la empresa Grupo JM, S.A.

Se desarrollo una lista de inspección de vehículos pequeños con el objetivo de evaluar las condiciones en que se encuentra al momento de entregar un vehículo a la persona a cargo de este.

Tabla LX. Inspección vehículos livianos

CHECK LIST DE INSPECCION DE VEHICULOS LIVIANOS						
						
		GRUPO JM S.A.				
Nombre:		Hora:		Fecha:		
Vehículo:		Marca:		No. Placa:		
No.	Partes a Inspeccionar	ESTADO			Observaciones	KILOMETRAJE
		SI	NO	N/A		
1	Nivel de Aceite Motor					Km Inicial:
2	Nivel de Aceite Hidráulico					Km final:
3	Nivel de Líquido de Frenos					
4	Freno de Parqueo					Nivel de Combustible
5	Nivel de Refrigerante					
6	Estado de Fajas					
7	Alternador					
8	Batería					
9	Estado de Mangueras					
10	Tapón del Radiador					
11	Tapón de Depósito de Agua					Observaciones
12	Tapón de Combustible					
13	Fugas					
14	Luces Delanteras					
15	Luces Traseras					
16	Luces Laterales o Pide vías					
17	Luces de Emergencia					
18	Cono o Triangulo de Señalización					
19	Bocina o Claxon					Inspección Visual 360°
20	Radio					
21	Cinturón de Seguridad					
22	Llave de chuchos					
23	Tricket					
24	Retrovisores					
25	Bumper					
26	Vidrios					
27	Llantas					

Fuente: elaboración propia.

4. FASE DE DOCENCIA

En esta fase se presentó el nuevo plan de mantenimiento de maquinaria pesada al gerente del taller para su revisión y autorización, también se desarrolló la capacitación del personal técnico y administrativo para desarrollar las nuevas rutas de mantenimiento que presentan los nuevos planes de mantenimiento para tener mayor disponibilidad de la maquinaria, llevar un mejor control de servicios.

4.1. Presentación de el plan de mantenimiento al gerente del taller

Se presentó el plan de mantenimiento de maquinaria pesada de construcción al Gerente del Taller para su aprobación o correcciones que hay que realizar o modificaciones a los formatos antes de implementarlos.

En el cual se utilizó un lenguaje generalizado tanto en técnicos como ingenieros y supervisores, puedan tener el conocimiento de las tareas que se están llevando a cabo.

Se realizó un ensayo en el proyecto de Palín, para analizar la factibilidad del plan de mantenimiento teniendo buenos resultados lo cual nos da un parámetro que la implementación de este y las rutas a seguir es la adecuada y preservar la maquinaria en optima condiciones.

4.2. Autorización para la implementación del plan de mantenimiento por parte del gerente del taller

Luego de su evaluación y de su análisis de factibilidad el gerente del taller aprueba los diferentes planes de mantenimiento y planes de lubricación para poder implementarlos en los diferentes proyectos que cuenta la empresa:taller central.

- Nueva Cajolá- Caballo Blanco
- San Pedro Soloma- Huehuetenango
- Palín Escuintla- Santa María de Jesús

Se adjunta la carta en la sección de anexos donde el gerente del taller autoriza el plan de mantenimiento para que sea implementado en los talleres de los proyectos y en el taller central de la empresa Grupo JM S.A.

Durante este proceso se determinó con el gerente del taller presentar al gerente la propuesta para crear el departamento de planificación y gestión de mantenimiento con el objetivo, que la función principal de este departamento va a tener es poner en marcha los nuevos planes de mantenimiento y las nuevas actualizaciones que estos puedan tener o la planificación de nuevos planes que se adapten a las exigencias de la empresa y que se cumpla con los servicios que la maquinaria requiera a determinadas horas de trabajo.

Gestionar y planificar las fechas que las máquinas se pondrán en servicio ya que con esto se tendrá previsto poder disponer de todos los repuestos, lubricantes, herramientas e insumos necesarios para poder llevar a cabo los diferentes servicios o reparaciones ya planificadas.

4.3. Implementación del programa de mantenimiento

Con la previa autorización por parte del gerente del taller se empieza con la implementación del plan de mantenimiento, se comienza ejecutando la orden de trabajo para conocer qué tipo de mantenimiento requiere cada una de las máquinas y las tareas que se le van a realizar durante el proceso en que este abierta la orden.

Los formatos del plan de mantenimiento estipulan las tareas que hay que realizar a cada una de las máquinas a determinado tiempo para que estas estén en perfectas condiciones y puedan seguir trabajando en los diferentes proyectos.

Se debe tener en cuenta que las inspecciones que se le realizan a las maquinas tienen como fin mantener los equipos en disponibilidad y evitar que estos sufran daños mayores o se les tenga que realizar un mantenimiento correctivo o un mantenimiento mayor con la implementación de este es prevenir que esto suceda, que esto pueda afectar el desarrollo de un proyecto por falta de un equipo que es indispensable.

4.4. Capacitación al personal técnico de la empresa Grupo JM S.A.

Este es uno de los aspectos más importantes que la empresa debe gestionar es la capacitación como una inversión y no como un costo que la empresa está comprometida con la calidad, en muchos de los técnicos están acostumbrados a trabajar sin hacer una orden de trabajo o no siguen una ruta de mantenimiento adecuada varios de ellos lo hacen en base a su experiencia, pero lo que se quiere llegar con la capacitación es que los técnicos cuenten con los medios y el conocimiento necesario para poder llevarlo a cabo.

Como ya lo mencionamos la capacitación es un proceso clave para el desarrollo y la motivación de los técnicos que forman parte de la empresa, esto se hace con la finalidad de elevar la competitividad, como el talento de la empresa.

Para los técnicos:

- Ayuda a resolver problemas y a la toma de decisiones
- Permite lograr metas personales
- Tener un mayor conocimiento y habilidades
- Una continua actualización sobre la maquinaria

Para la empresa:

- Optimización de tiempos
- Generar mayor rentabilidad
- Reducción de costos por tiempo muerto
- Favorece el desarrollo y el crecimiento de la empresa
- Que los técnicos se identifiquen con la empresa

Se toman en cuenta todos los aspectos y que ayuden a la empresa se procede a realizar la capacitación de los técnicos y se realizara de la siguiente manera:

- Presentar el formato de la orden de trabajo, cuál va a ser la función de esta, como la van a solicitar y la manera de llenarla dependiendo de los trabajos que se van a realizar.

- Los formatos del plan de mantenimiento se van implementando, dependiendo de las horas trabajadas de la maquina ya que en él se cuentan una serie de tareas que se tiene que cumplir para poder obtener resultados.
- Se utilizará una cañonera con la finalidad de dar a conocer los nuevos planes y la forma en que se van a trabajar.
- Tener acceso a los manuales de la maquinaria por si necesitan alguna especificación determinada.
- Capacitación sobre lubricantes.

Figura 44. **Capacitación al personal de Grupo JM S.A.**



Fuente: elaboración propia, fotografía tomada en el taller central, Grupo JM S.A.

Figura 45. **Capacitación a técnicos Grupo JM S.A.**



Fuente: elaboración propia, fotografía tomada en el taller central, Grupo JM S.A.

Figura 46. **Capacitación a Técnicos Grupo JM S.A.**



Fuente: elaboración propia, fotografía tomada en el taller central, Grupo JM S.A.

Figura 47. **Capacitación a técnicos Grupo JM S.A**



Fuente: elaboración propia, fotografía tomada en el taller central, Grupo JM S.A.

Figura 48. **Impartiendo capacitaciones a técnicos de Grupo JM S.A.**



Fuente: elaboración propia, fotografía tomada en el taller central, Grupo JM S.A.

Figura 49. **Reunión final de EPS con personal de Grupo JM S.A.**



Fuente: elaboración propia, fotografía tomada en el taller central, Grupo JM S.A.

4.5. Presentación mejoras y avances

Se obtuvieron resultados satisfactorios con grandes avances dentro de la empresa se lleva un mejor control de los servicios que hay que realizar a la maquinaria, esto con la ayuda de los horómetros que nos estipulan la cantidad de horas que se tiene que cumplir para poner la máquina en servicio.

Así mismo se visualizaron grandes avances en las máquinas que se tienen y sobre todo el poder orientar al personal que labora dentro de la institución, tanto como técnicos, ingenieros, para crear o abrir una orden de trabajo.

Se logró implementar el plan de lubricación cada dos días esto debido que los equipos se encuentran expuestos a demasiado polvo lo cual hace que puedan sufrir algún atasco en las partes rotativas y por ende es indispensable lubricar para evitar que estos sufran daños.

Se logró que los diferentes proyectos empezaran a llevar un control de horómetros para poder ejecutar los servicios, en el tiempo estipulado en el plan de mantenimiento de la maquinaria.

El encargado de stock de repuestos debe tener los insumos, refacciones necesarias antes de poner en servicio el equipo, con el fin de optimar los tiempos muertos.

Con el apoyo del gerente del taller se implementaron vehículos y personal de lubricación estos serán los encargados de engrasar la maquinaria con el fin de mantener la vida útil de los equipos.

Capacitar al personal para que puedan utilizar las diferentes herramientas que tiene la empresa, así como también que los mecánicos 1 puedan utilizar el scanner de CAT con el objetivo de diagnosticar el estado del equipo o fallas que estos puedan tener.

CONCLUSIONES

1. Dentro de la empresa se optimiza la utilización de energía eléctrica aprovechando la luz solar, ya que el taller tiene una buena entrada de claridad de esta manera no es necesario utilizar luminarias, con esto se optimiza el consumo de energía dentro del área del taller.
2. En el perímetro del taller se cuenta con luminarias con paneles solares con el fin de aprovechar la mayor cantidad de los rayos del sol y disminuir el costo y consumo de energía eléctrica
3. Darles mantenimiento a luminarias, tomacorrientes, flipones, interruptores, para evitar que estos sufran daños y si es necesario cambiarlos, minimizar el uso de pulidoras, barrenos y desconectar los electrodomésticos o maquinaria que no se estén utilizando, esto reducirá el consumo de energía.
4. Se gestionó e implementó el plan de mantenimiento para maquinaria pesada, donde detalla los trabajos, actividades o procedimientos apropiados para aumentar la vida útil de la maquinaria.
5. El plan de mantenimiento preventivo es fundamental ya que proporciona información puntual como los periodos de servicio, el tipo de lubricantes que la maquinaria utiliza, engrase, siguiendo este proceso se prolonga la vida útil, se disminuye el costo de operación y mantenimiento ya que los operarios deben inspeccionar su maquinaria antes de operarla para detectar averías.

6. Es fundamental llevar a cabo capacitaciones al personal de mantenimiento, con el objetivo de apoyarlos, darles técnica o ayudarlos con las nuevas rutas de conservación de los equipos.
7. El control de horómetros de la maquinaria es fundamental ya que se debe llevar un registro de horas trabajadas y marcar el parámetro para realizar los trabajos preventivos.
8. Se debe contar con stock de repuestos, donde se tenga lo necesario para ejecutar los trabajos preventivos y que se cumpla el plan de mantenimiento.

RECOMENDACIONES

A la empresa Grupo JM S.A.

1. Solicitar que el personal administrativo como lo son: el gerente de taller, jefe de taller, supervisores, se involucren directamente para que las nuevas rutas de mantenimiento puedan ser adoptadas de mejor manera y cambiar la mentalidad de los técnicos que se resisten a los cambios, con el fin de lograr mejores resultados.
2. Tener acceso a la información acerca de la maquinaria como manuales y catálogos del fabricante, plan de mantenimiento, plan de lubricación, para que los técnicos puedan apoyarse al momento de realizar mantenimiento a la maquinaria y equipos.

Al gerente de taller de Grupo JM S.A.

3. Ejecutar el presente plan de mantenimiento con la finalidad de mejorar el estado actual de la maquinaria y llevar un mejor control de los servicios.
4. Crear el departamento de planificación y gestión del mantenimiento con la finalidad que este sea el encargado de planificar los trabajos que se deben llevar a cabo dentro de la puesta en servicio de los equipos, como también actualizar los planes de mantenimiento que se adapten a las exigencias de la empresa.

5. Implementar un software que permita gestionar de mejor manera los planes de mantenimiento, donde esté genere orden de trabajo y las actividades que se tienen que realizar a determinado tiempo ya bien sea en horas o por día, mensual, semestral, anual.
6. Impartir capacitación al personal de mantenimiento y operadores, sobre los diferentes sistemas que compone la maquinaria, por medio de visitas técnicas con proveedores de maquinaria, cursos de hidráulico impartido por INTECAP, con el propósito que sean capaces de solucionar problemas y llevar a cabo las actividades del mantenimiento preventivo con una mayor eficiencia.
7. Implementar el ensayo de análisis de aceites para determinar si las piezas están sufriendo desgaste o si el aceite está cambiando sus propiedades fisicoquímicas, y determinar qué tan factibles es realizar los periodos de servicio más cortos, que estos cumplan con su función primordial que es proteger las piezas o sistemas.

Al jefe de taller de Grupo JM S.A.

8. Contar con un stock de repuestos y accesorios amplio, grasas, lubricantes y filtros, ya que estos se deben de tener siempre en existencia por la alta demanda que se requiere.
9. Supervisar que las reparaciones se estén llevando a cabo de manera correcta y aportar ideas para que los trabajos se hagan de la mejor manera.

10. Llevar bitácoras de mantenimiento de la maquinaria, con el objetivo de tener un historial de reparaciones y que sea de utilidad para el departamento de mantenimiento.

Al personal técnico del taller de Grupo JM S.A.

11. Poner su mayor esfuerzo, empeño para el aprendizaje y ejecución del presente plan de mantenimiento, para que en el menor tiempo posible se puedan observar los resultados.
12. Tener el mayor interés en las diferentes capacitaciones que se les brinde por parte de la empresa con el objetivo de tener un mayor conocimiento.
13. Comentar las dudas del nuevo plan de mantenimiento y las rutas de ejecución, preguntar con el gerente o jefe de taller para orientarlos de una mejor manera en lo que se debe de realizar.

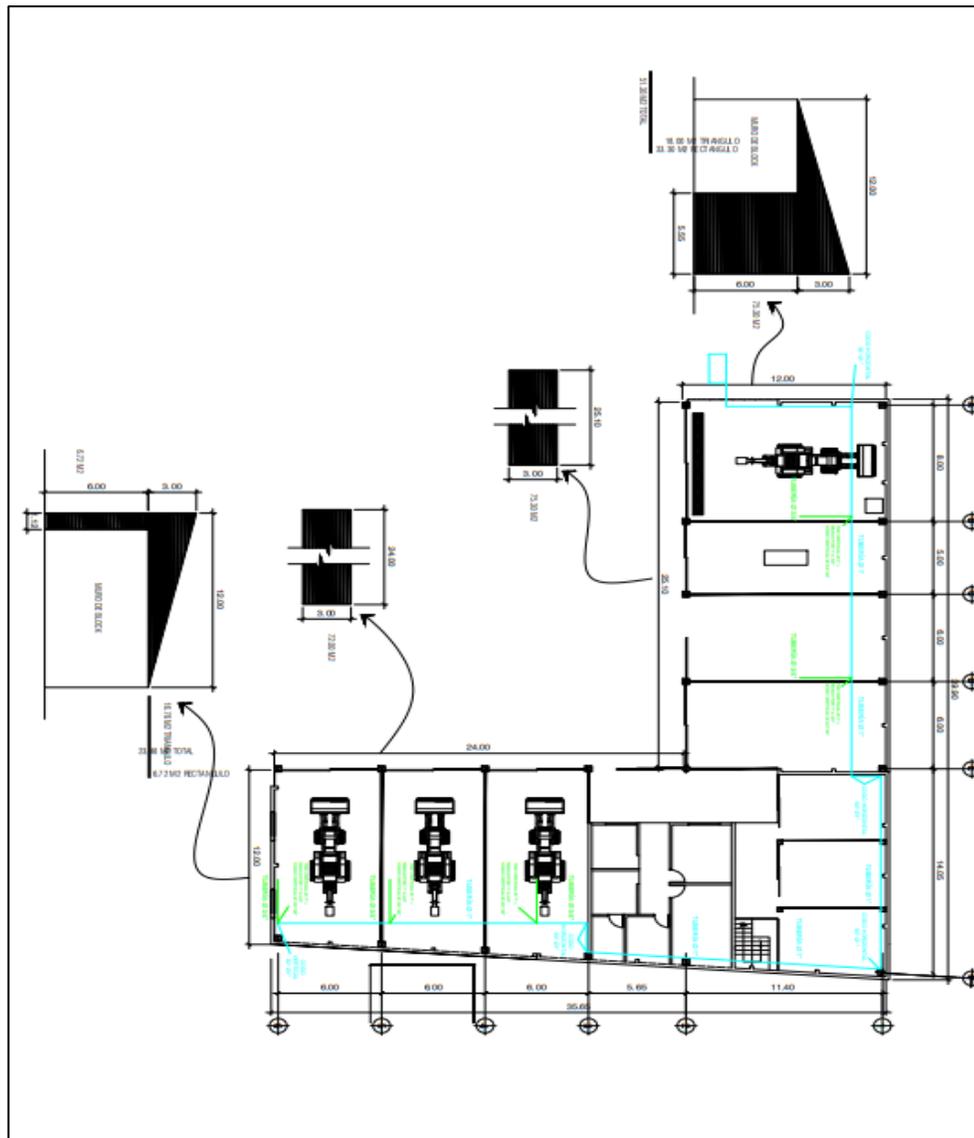
BIBLIOGRAFÍA

1. ALTMANN, Carolina. *El análisis de aceite como herramienta del mantenimiento proactivo en flotas de maquinaria pesada*. Uruguay: Gestión de Activos y Confiabilidad, 2005. 14 p.
2. CATERPILLAR. *Manual de operación y mantenimiento de las excavadoras 330D y 336D*. California, EE.UU.: CATERPILLAR, 2010. 294 p.
3. _____. *Manual de operación y mantenimiento de la motoniveladora 120K*. California, EE.UU.: CATERPILLAR, 2009. 164 p.
4. Ciber Equipamientos Rodoviaros Ltda. *Manual de Operación y Mantenimiento*. Brasil: Ciber Equipamientos Rodoviaros Ltda., 2015. 624 p.
5. Grúas y equipos García. *Tipos de maquinaria pesada utilizado en la construcción*. [en línea]. <<https://www.gruasyequiposgarcia.com/tipos-de-maquinaria-pesada-utilizado-en-la-construccion/>>. [Consulta: 24 de noviembre de 2021].
6. Hyundai Construction Equipment. *Manual de uso y mantenimiento del cargador de ruedas HL760-9S*. México: Hino (Series), 2020. 12 p.
7. Hyundai R220LC-9S. *Manual de operación excavadora*. México: Hino (Series), 2015. 613 p.

8. INTECAP. *Folleto módulo de motor diésel maquinaria pesada*. Guatemala: INTECAP, 1998. 62 p.
9. John Deere 670G. *Tren de potencia motoniveladora*. [en línea]. <https://www.deere.com/common/docs/products/equipment/motor_graders/DKAGGDRES.pdf>. [Consulta: 11 de octubre de 2021].
10. NewMan. *Maquinaria pesada y para qué sirve*. [en línea]. <<https://newmanmaquinariapesada.co/que-es-maquinaria-pesada.html>>. [Consulta: 24 de noviembre de 2021].
11. Terex Pergson. *Machacadoras equipos agregados para la venta*. [en línea]. <<https://www.marketbook.gt/listings/construction-equipment-for-sale/list/category/1003/aggregate-equipment-crusher/manufacturer/terex-pegson>>. [Consulta: 29 de agosto de 2021].

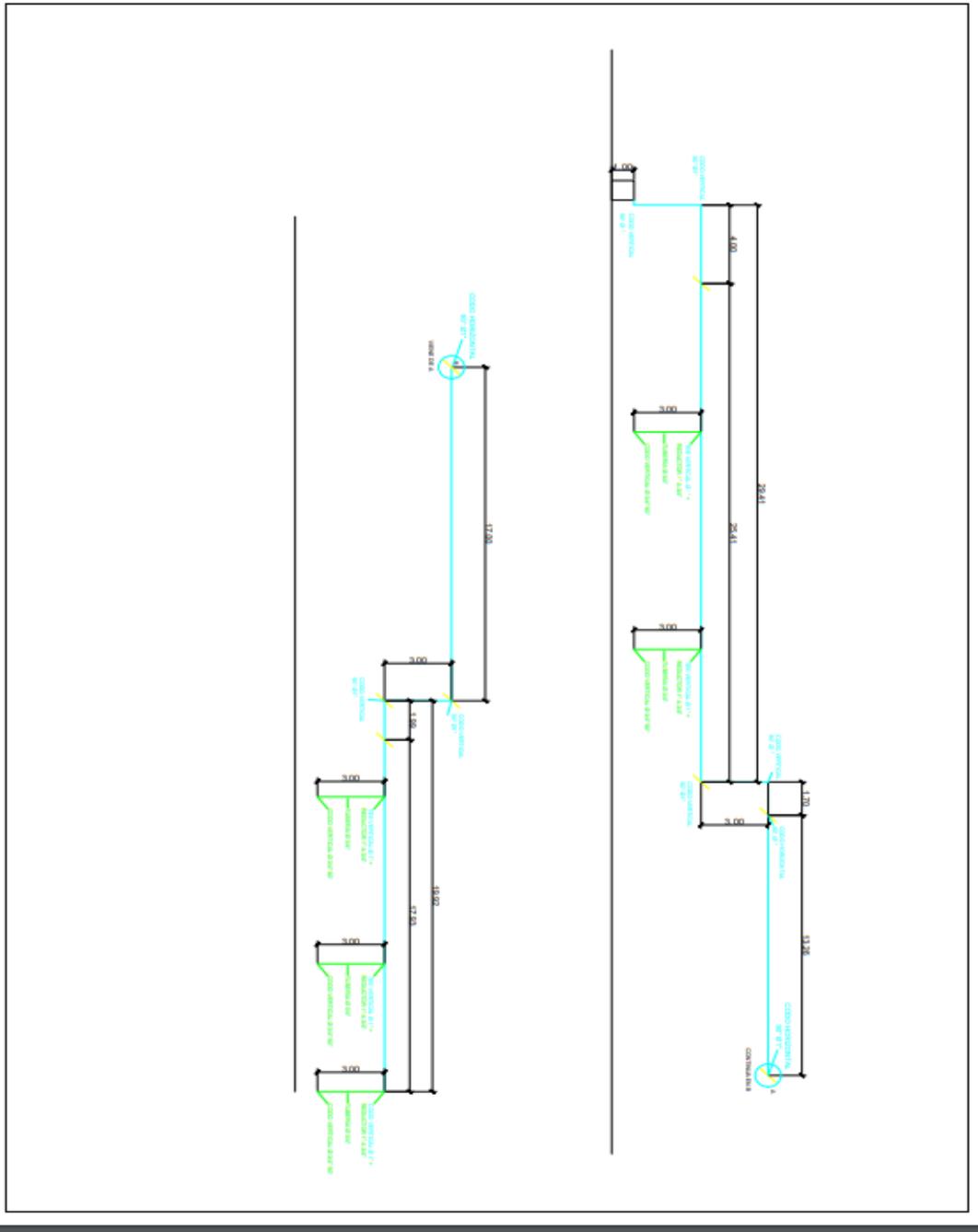
APÉNDICES

Apéndice 1. Planos de diseño de red de aire comprimido



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Accesorios red de aire comprimido



Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Carta de autorización para implementación de planes de mantenimiento



Guatemala, abril de 2021

Epesista. Héctor Daniel Fuentes Navarro
EPS. Ingeniería Mecánica

Estimado Epesista Fuentes Navarro:

Por este medio le informo que luego del proceso de revisión del proyecto de "Gestión e Implementación de un Plan de Mantenimiento para la Maquinaria Pesada de Construcción" doy por **Autorizado** el mismo para que se proceda a su implementación lo antes posibles dentro de los talleres de la Empresa Grupo JM S.A.

En tal virtud, **LO DOY POR ENTERADO**, solicitándole su implementación inmediata.

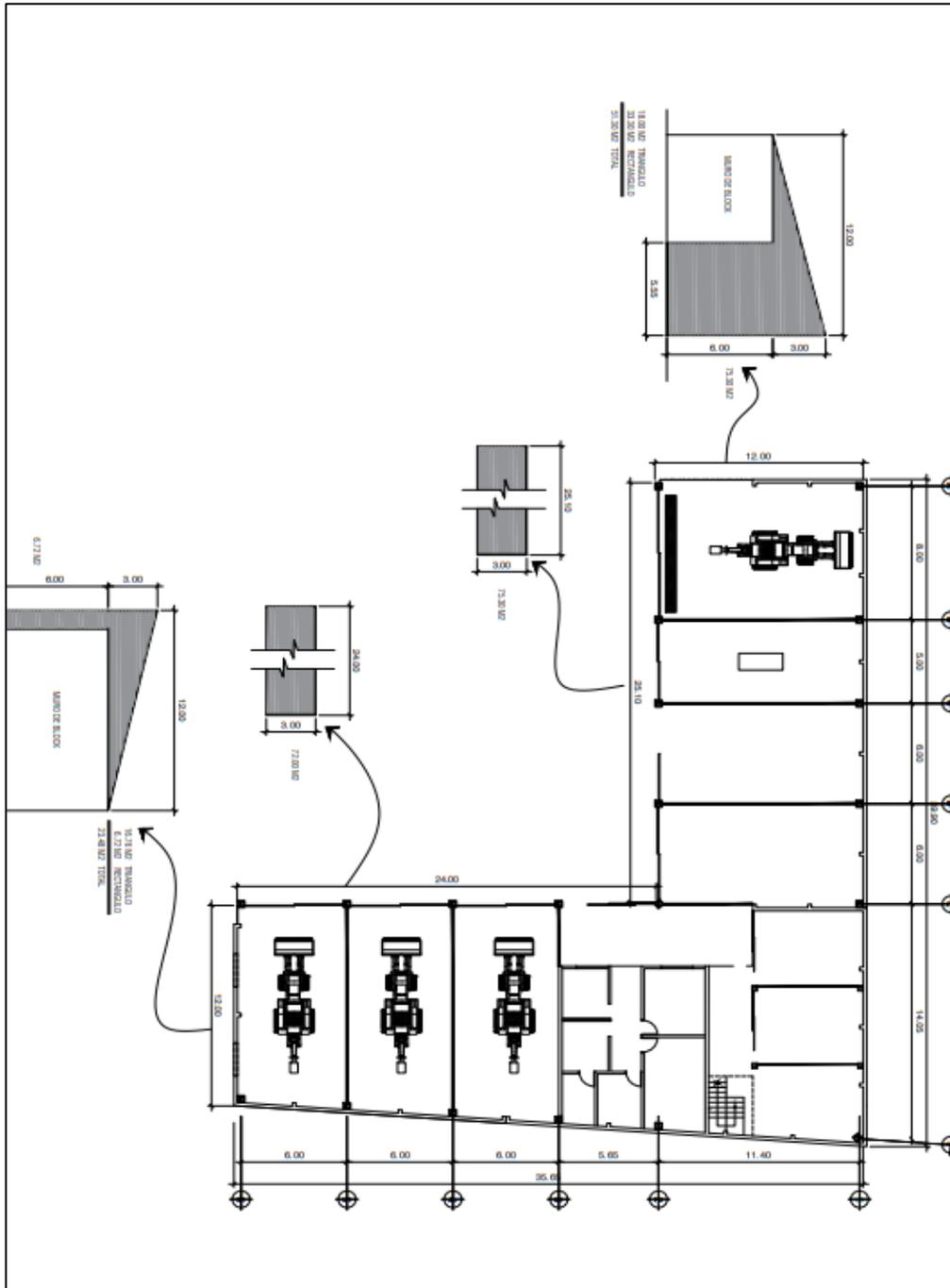
Sin otro Particular, me es grato suscribirme.

Atentamente

f.) 
Vo. Bp. Ing. Pablo Cesar Navarro
Gerente de Taller Grupo JM, S.A.
Ingeniero Mecánico 

Fuente: carta gerente de taller Grupo JM S. A.

Anexo 2. Plano del taller



Fuente: planos de la empresa Grupo JM S. A.