	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	08-07-2021	B
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(95)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Ray Rober Redondo Ardila		
FACULTAD	Ingenierías		
PLAN DE ESTUDIOS	Ingeniería Mecánica		
DIRECTOR	Wilson Antonio Pérez Torrado		
TÍTULO DE LA TESIS	Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa REINGENIERIAS SAS, ubicado en el municipio de Ocaña, Norte de Santander		
TITULO EN INGLES	Implementation of a preventive maintenance plan for the machines of the company REINGENIERIAS SAS, located in the municipality of Ocaña, Norte de Santander		
RESUMEN (70 palabras)			
REINGENIERIAS S.A.S es una empresa que cuenta con un área técnica y operativa, encargada de supervisar y planear las diferentes actividades realizadas a los activos físicos de la empresa, específicamente en el área de mantenimiento y servicios de maquinaria pesada. De la misma manera, se hizo parte del talento humano con el fin de suplir las necesidades de la dependencia técnica y operativa.			
RESUMEN EN INGLES			
REINGENIERIAS S.A.S is a company that has a technical and operational area, in charge of supervising and planning the different activities carried out on the company's physical assets, specifically in the area of heavy machinery maintenance and services. In the same way, part of the human talent was made in order to meet the needs of the technical and operational dependency.			
PALABRAS CLAVES	Diagnóstico, mantenimiento, programación, seguimiento.		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Diagnosis, maintenance, programming, monitoring.		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 95	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 13	CD-ROM:



**Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa
REINGENIERIAS SAS, ubicado en el municipio de Ocaña, Norte de Santander**

Ray Rober Redondo Ardila

Facultad de Ingenierías, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Ingeniería Mecánica

Esp. Wilson Antonio Pérez Torrado

07 Marzo del 2022

Índice

Capítulo 1. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para las Maquinas de la empresa REINGENIERIAS SAS, ubicado en el municipio de Ocaña Norte de Santander	13
1.1 Descripción breve de la empresa.....	13
1.1.1 Misión.....	14
1.1.2 Visión	14
1.1.3 Objetivos de la empresa.....	14
1.1.4 Descripción de la estructura organizacional.....	15
1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado	16
1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.....	17
1.2.1 Planteamiento del problema	18
1.3 Objetivos de la pasantía.....	18
1.3.1 Objetivo general	18
1.3.2 Objetivos específicos.....	18
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en la misma.	19
Capítulo 2. Enfoques Referenciales.....	22
2.1 Enfoque conceptual	22
2.1.1 Mantenimiento.....	22
2.1.2 Base de datos	25
2.1.3 Norma ISO JA1011 Y JA1012.....	25
2.2 Enfoque legal.....	26

Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo	27
3.1 Presentación de resultados	27
3.1.1 Fase 1. Realizar un diagnóstico de los tipos de máquinas y herramientas que tiene la empresa.....	27
3.1.1.1 <i>Actividad 1. Determinar maquinaria y equipo y codificar las unidades.....</i>	<i>27</i>
3.1.1.2 <i>Actividad 2. Recopilación de información.....</i>	<i>31</i>
3.1.1.3 <i>Actividad 3. Diagnosticar el estado de las máquinas.....</i>	<i>31</i>
3.1.2 Fase 2. Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y herramienta de la empresa RE-INGENIERIAS S.A.S	33
3.1.2.1 <i>Actividad 1. Realizar un análisis de criticidad.....</i>	<i>33</i>
3.1.2.2 <i>Actividad 2. Determinar la frecuencia de mantenimiento de las máquinas.....</i>	<i>63</i>
3.1.2.3 <i>Actividad 3. Determinar los requerimientos de cada máquina y tomar como base las acciones recomendadas por el fabricante para el mantenimiento preventivo de los sistemas y componentes de las máquinas.....</i>	<i>65</i>
3.1.2.4 <i>Determinar las actividades de mantenimiento para cada máquina y calcular los técnicos necesarios para la ejecución del mantenimiento.....</i>	<i>66</i>
3.1.3 Fase 3. Implementar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa REINGENIERIAS SAS	66
3.1.3.1 <i>Actividad 1. Sistematizar los formatos de control de mantenimiento preventivo: Para un control adecuado de las maquinarias se sistematizan los siguientes formatos. En caso de no tener algún formato se implementa.....</i>	<i>66</i>
3.1.3.2 <i>Actividad 2. Unificar las diferentes plantillas de control de mantenimiento con ayuda del programa informático Excel.....</i>	<i>66</i>

3.1.3.3 <i>Actividad 3. Capacitar al personal</i>	80
Capítulo 4. Diagnóstico Final	81
Capítulo 5. Conclusiones	82
Capítulo 6. Recomendaciones	84
Referencias	85
Apéndices	87

Lista de Tablas

Tabla 1 Matriz DOFA (Debilidades- Oportunidades-Fortalezas-Amenazas y estrategias).....	17
Tabla 2 Descripción de actividades	19
Tabla 3 Sistema de Inventario.....	27
Tabla 4 Codificación de los equipos.....	29
Tabla 5 Diagnóstico de la maquinaria	32
Tabla 6 Factores frecuencias y consecuencias.....	33
Tabla 7 Matriz de criticidad.....	34
Tabla 8 Análisis de criticidad del sistema hidráulico del equipo 160-75W	35
Tabla 9 Análisis de criticidad del sistema de potencia del equipo 160-75W	36
Tabla 10 Análisis de criticidad del sistema de trasmisión del equipo 160-75W	37
Tabla 11 Análisis de criticidad del sistema eléctrico del equipo 160-75W	38
Tabla 12 Análisis de criticidad del sistema estructural del equipo 160-75W.....	38
Tabla 13 Análisis de criticidad del sistema hidráulico del equipo 160-710A	39
Tabla 14 Análisis de criticidad del sistema de potencia del equipo 160-710A	40
Tabla 15 Análisis de criticidad del sistema de trasmisión del equipo 160-710A	41
Tabla 16 Análisis de criticidad del sistema eléctrico del equipo 160-710A.....	42
Tabla 17 Análisis de criticidad del sistema estructural del equipo 160-710A.....	42
Tabla 18 Análisis de criticidad del sistema hidráulico del equipo 160-312C.....	43
Tabla 19 Análisis de criticidad del sistema de potencia del equipo 160-312C	44
Tabla 20 Análisis de criticidad del sistema de trasmisión del equipo 160-312C	45
Tabla 21 Análisis de criticidad del sistema eléctrico del equipo 160-312C	46

Tabla 22 Análisis de criticidad del sistema estructural del equipo 160-312C.....	46
Tabla 23 Análisis de criticidad del sistema hidráulico del equipo 160-310D1	47
Tabla 24 Análisis de criticidad del sistema de potencia del equipo 160-310D1	48
Tabla 25 Análisis de criticidad del sistema de potencia del equipo 160-310D1	50
Tabla 26 Análisis de criticidad del sistema eléctrico del equipo 160-310D1.....	50
Tabla 27 Análisis de criticidad del sistema estructural del equipo 160-310D1.....	51
Tabla 28 Análisis de criticidad del sistema estructural del equipo 160-310D1.....	51
Tabla 29 Análisis de criticidad del sistema de potencia del equipo 160-CB334D.....	53
Tabla 30 Análisis de criticidad del sistema de transmisión del equipo 160-CB334D.....	54
Tabla 31 Análisis de criticidad del sistema eléctrico del equipo 160-CB334D	55
Tabla 32 Análisis de criticidad del sistema estructural del equipo 160-CB334D	55
Tabla 33 Análisis de criticidad del sistema hidráulico del equipo 160-SR200	56
Tabla 34 Análisis de criticidad del sistema de potencia del equipo 160-SR200	56
Tabla 35 Análisis de criticidad del sistema de transmisión equipo 160-SR200.....	58
Tabla 36 Análisis de criticidad del sistema eléctrico del equipo 160-SR200.....	58
Tabla 37 Análisis de criticidad del sistema eléctrico del equipo 160-SR200.....	59
Tabla 38 Análisis de criticidad del sistema hidráulico del equipo 170-WFB897.....	59
Tabla 39 Análisis de criticidad del sistema de frenos neumáticos del equipo 170-WFB897.....	60
Tabla 40 Análisis de criticidad del sistema de potencia del equipo 170-WFB897	60
Tabla 41 Análisis de criticidad del sistema de potencia del equipo 170-WFB897	62
Tabla 42 Análisis de criticidad del sistema eléctrico del equipo 170-WFB897	62
Tabla 43 Análisis de criticidad del sistema suspensión del equipo 170-WFB897	63
Tabla 44 Análisis de criticidad del sistema estructural del equipo 170-WFB897.....	63

Tabla 45 Frecuencias de mantenimiento de los equipos.....	64
Tabla 46 Herramientas utilizadas.....	68

Lista de Figuras

Figura 1 Estructura organizacional de la empresa	16
Figura 2 Guía para la codificación.....	30
Figura 3 Requerimientos de actividades e insumos para los equipos.....	65
Figura 4 Inicio de software	70
Figura 5 Personal de mantenimiento.....	71
Figura 6 Operadores de maquinaria.....	71
Figura 7 Plantilla.....	73
Figura 8 Registro de equipos	74
Figura 9 Alertas de mantenimiento.....	76
Figura 10 Registro de tiempos	77
Figura 11 Control de SOAT y tecnicomecanica.....	78
Figura 12 Reportes de mantenimiento	79
Figura 13 Panel de control	79

Lista de Apéndices

Apéndice A. Requerimientos de actividades para los equipos.....	88
Apéndice B. Actividades de mantenimiento.	89
Apéndice C. Mantenimiento y programación.	90
Apéndice D. Registro fotografico.	91

Resumen

REINGENIERIAS S.A.S es una empresa que cuenta con un área técnica y operativa, dicha área es dirigida por el ingeniero mecánico Emel Villadiego Vergel, el cual es el encargado de supervisar y planear las diferentes actividades realizadas a los activos físicos de la empresa, específicamente en el área de mantenimiento y servicios de maquinaria pesada. De la misma manera, se hizo parte del talento humano con el fin de suplir las necesidades de la dependencia técnica y operativa de la empresa REINGENIERIAS S.A.S, donde el cual se dio la propuesta de cumplir con los objetivos planteados por el jefe inmediato asignado de acuerdo a las necesidades del área de mantenimiento. Por consiguiente, A través del uso de la tecnología informática y de los conocimientos adquiridos en el programa académico de ingeniería mecánica, se logró cumplir con los objetivos planteados satisfaciendo las necesidades de la empresa.

Introducción

Ejecutar un plan de mantenimiento preventivo que ayude a prolongar la vida útil de los equipos, aumentar su disponibilidad y disminuir los costos de mantenimiento, ha sido una necesidad comercial durante varias décadas. De este modo, el mantenimiento preventivo es la intervención de la máquina para la conservación de ella mediante la realización de una reparación que garantice su buen funcionamiento y fiabilidad, antes de se produzca una falla.

Por otra parte, la empresa REINGENIERIAS S.A.S cuenta con un número considerable de equipos de maquinaria pesada, vehículos de transporte pesado y vehículos livianos. También dispone de un área técnica y operativa donde se les realizan los mantenimientos a dichos equipos. Asimismo, el objetivo principal de esta pasantía es implementar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos que posee la empresa, de manera de que se puedan evitar fallas imprevistas que puedan afectar la disponibilidad y la vida útil de las máquinas.

Por tanto, el siguiente informe presenta el análisis ejecutado durante el lapso de tiempo de inicio y finalización de las pasantías, en relación al diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo de los equipos de dicha empresa. De este modo se revelará el diagnóstico ejecutado a los activos físicos de dicha empresa. Igualmente se mostrará un análisis de criticidad dirigida específicamente para los equipos que han presentaron fallas de mayor relevancia durante el año 2021. Por último, se presentará el programa creado para el control y ejecución de los mantenimientos.

El propósito fundamental de los objetivos planteados en este informe, es buscar mejorar la gestión de los mantenimientos preventivos y correctivos de las máquinas de la empresa. Como primera parte, se realiza un diagnóstico a los equipos para determinar su estado operativo.

Después de esto, se diseña un plan de mantenimiento preventivo con base en las normas ISO JA1011 Y ISO JA1012. Finalmente, se implementa un plan de mantenimiento preventivo que se basa específicamente en ejecutar tareas preventivas de lubricación a los sistemas que lo ameriten, además de ello, se desarrolla un programa con la ayuda de la herramienta informática Excel para el control adecuado de los mantenimientos.

Capítulo 1. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para las Maquinas de la empresa REINGENIERIAS SAS, ubicado en el municipio de Ocaña Norte de Santander

1.1 Descripción breve de la empresa

RE-INGENIERIAS S.A.S., fue constituida el 14 de marzo de 2008 en la ciudad de Ocaña (Colombia), con el firme propósito de generar soluciones y prestar servicios con calidad, eficiencia y responsabilidad en el campo de la ingeniería, tanto a entidades privadas como estatales y mixtas. (Re-Ingenierias S.A.S, 2021)

En la actualidad, RE-INGENIERIAS S.A.S. cuenta con una amplia trayectoria como constructor y consultor, la cual le ha brindado prestigio y una excelente imagen en el mercado, gracias a su organización y buen desempeño en el campo profesional y operacional. (Re-Ingenierias S.A.S, 2021)

Nuestra empresa cuenta con una capacidad máxima de contratación obtenida gracias a la oportunidad que nos han brindado las diferentes entidades y empresas a las cuales ha tenido el honor de prestar nuestros servicios en el campo de ingenierías. (Re-Ingenierias S.A.S, 2021)

RE-INGENIERIAS S.A.S. cumple con todos los requisitos exigidos por la legislación colombiana y el mejor recurso que posee talento humano profesional, el cual es idóneo en el campo de las ingenierías y trabaja bajo la consigna: “Servicio con responsabilidad y experiencia al desarrollo del país por medio de las ingenierías”. (Re-Ingenierias S.A.S, 2021)

1.1.1 Misión

RE-INGENIERIAS S.A.S. tiene como misión brindar servicios de construcción de obras civiles, de interventoría y consultoría con alta tecnología y con un excelente talento humano, buscando satisfacer altamente a nuestros clientes brindándoles seguridad dentro de un entorno amable que constituye nuestro compromiso con la comunidad, formando personas, generando empleo y comprometida con el desarrollo de sus colaboradores y su entorno. (Re-Ingenierias S.A.S, 2021)

1.1.2 Visión

En el año 2021, RE-INGENIERIAS S.A.S. tiene como finalidad posicionarse y ser líder indiscutible en la calidad de nuestros servicios con el apoyo de nuestros colaboradores y clientes, con el fin de continuar brindándoles servicios de óptima calidad de acuerdo con los avances tecnológicos, garantizando la permanencia y continuidad de la empresa en el mercado. (Re-Ingenierias S.A.S, 2021)

1.1.3 Objetivos de la empresa

A continuación, se detallan cada uno de los pilares en los que se enfocan los objetivos de la empresa.

Objetivos estratégicos. Consolidar el patrimonio de la empresa.

Manejar tecnología de punta.

Minimizar los costos y aumentar la rentabilidad.

Capacitar y entrenar al personal de la empresa.

Implementar cada proceso del sistema integrado de gestión.

Objetivos tácticos. Conocer, identificar y manejar los servicios que soliciten los clientes.

Aprovechar las oportunidades del mercado para el aumento de las ventas.

Contratar al personal requerido y calificado.

Mantener un excelente clima organizacional.

Reconocer y explotar los conocimientos y habilidades de nuestro talento humano.

Hacer viable y menos dispendioso los procesos contables a través de formatos en software.

Objetivos operacionales. Innovar y ser creativos en los servicios prestados.

Velar por la seguridad social y laborar de los empleados.

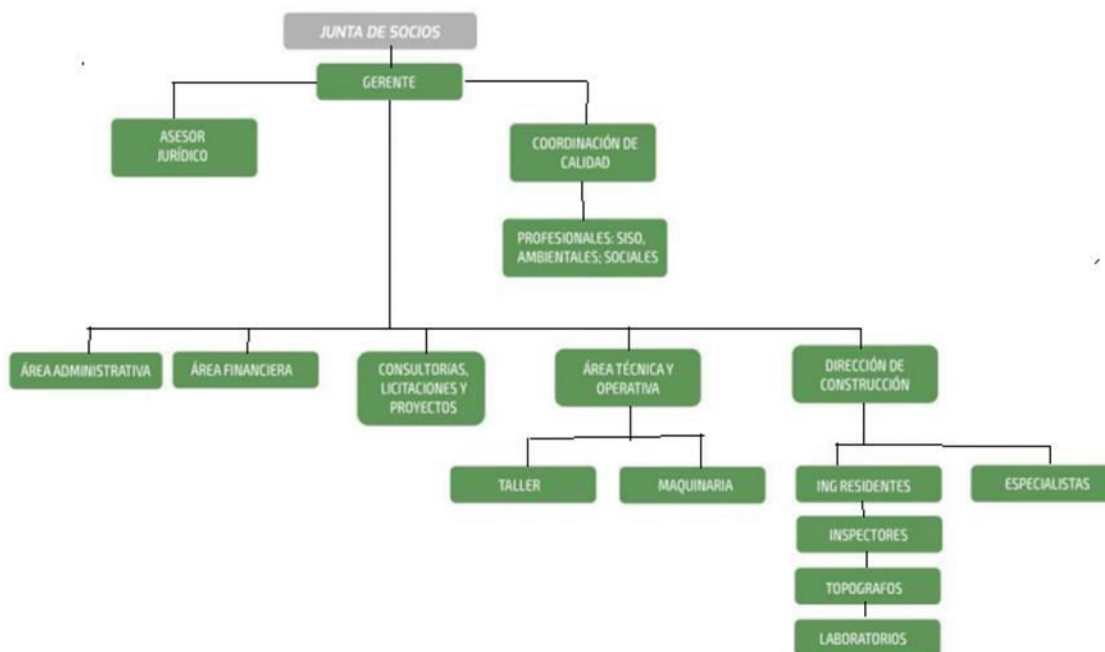
Administrar y llevar los procesos contables exigidos por la ley.

1.1.4 Descripción de la estructura organizacional

En la Figura 1 se muestra el desglose organizacional de la empresa Re-Ingenierías S.A.S.

Figura 1

Estructura organizacional de la empresa



Nota. La figura fue obtenida de (Re-Ingenierias S.A.S, 2021).

1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado

La dependencia asignada es el área técnica y operativa la cual es dirigida por el ingeniero mecánico Emel Villadiego, jefe de maquinaria, el cual está encargado de supervisar y planear las diferentes actividades realizadas a los activos físicos de la empresa, específicamente en el área de mantenimiento y servicios de maquinaria pesada.

1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada

En la Tabla 1 se detalla la cada uno de los factores internos y externos que afecta de manera directa el desarrollo de la empresa.

Tabla 1

Matriz DOFA (Debilidades- Oportunidades-Fortalezas-Amenazas y estrategias)

	Fortalezas	Debilidades
Planificación y estrategias para la implementación del plan de mantenimiento preventivo de los activos.	Disposición de equipos sofisticado.	No tiene un control adecuado del mantenimiento preventivo de la empresa.
	El talento humano profesional.	
	Seguridad y salud en el trabajo	Algunas de las maquinas no cuentan con un manual de mantenimiento. No cuentan con personal técnico amplio para la ejecución del plan de mantenimiento preventivo. No cuenta con un Stock de insumos y repuestos.
Oportunidades	Implementar un plan de mantenimiento que satisfaga las necesidades de la dependencia.	Llenar plantillas para alimentar el programa de mantenimiento. Capacitar al personal encargado para una correcta interpretación del plan de mantenimiento.
El uso de los recursos tecnológicos para la creación de una base de datos que lleve el control del mantenimiento.	Implementar una base de datos con la ayuda del programa Excel para ser más eficiente en la gestión del plan de mantenimiento.	
Amenazas		
Diminución de presupuestos para llevar a cabo el plan de mantenimiento.	Disminuir las paradas de máquina haciendo un mayor control de mantenimiento.	
Acciones correctivas muy repetitivas	Ejecutar acciones preventivas para los equipos.	Fortalecer la gestión del mantenimiento preventivo de la empresa.
Parada de operación por el no seguimiento de un plan mantenimiento adecuado.		

Nota. En la tabla se muestra las cuatros variables del diagnóstico inicial. Fuente: Autor (2021)

1.2.1 Planteamiento del problema

La empresa RE-INGENIERIAS S.A.S. brinda servicios de construcción de obras civiles, de interventoría, consultoría con alta tecnología y alquiler de maquinaria pesada en diferentes lugares de Colombia, siendo así una empresa muy reconocida en la región de Ocaña y su provincia. Al momento de ingresar a la empresa se observó que la empresa no está llevando a cabo ningún plan de mantenimiento preventivo. Tampoco, hacía uso de los planes de mantenimiento que han realizado pasantes anteriores, en la actualidad la empresa está ejecutando un plan de mantenimiento sin ningún control adecuado. Por estas razones se han presentado consecuencias como fallas en las máquinas y esto afecta la disponibilidad de las máquinas y por lo cual el presupuesto y la eficacia del departamento de maquinaria.

1.3 Objetivos de la pasantía

1.3.1 Objetivo general

Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa REINGENIERIAS SAS, ubicado en el municipio de Ocaña Norte de Santander.

1.3.2 Objetivos específicos

Realizar un diagnóstico de los tipos de máquinas y herramientas que tiene la empresa RE-INGENIERIAS S.A.S.

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y herramienta de la empresa RE-INGENIERIAS S.A.S.

Implementar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa RE-INGENIERIAS S.A.S.

1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en la misma

En la Tabla 2 se detalla cada una de las actividades pertinentes a cumplir los objetivos específicos y a su vez cumplir el propósito principal de la pasantía.

Tabla 2

Descripción de actividades

OBJETIVO GENERAL	
Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para las Maquinas de la empresa REINGENIERIAS SAS, ubicado en el municipio de Ocaña Norte de Santander.	
OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES
1. Realizar un diagnóstico de los tipos de máquinas y herramientas que tiene la empresa.	1. Determinar maquinaria y equipo y codificar las unidades: Realizar inventario total de los equipos que estarán incluidos en el plan de mantenimiento preventivo de la empresa. También, para la implementación de un plan de mantenimiento preventivo eficaz se codificarán los equipos de máquinas, herramientas y operarios de la empresa para la creación de una plantilla con la ayuda del programa Excel y con ello facilitar la búsqueda de cada componente.

Continuación de la Tabla 2

OBJETIVO GENERAL	
Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para las Maquinas de la empresa REINGENIERIAS SAS, ubicado en el municipio de Ocaña Norte de Santander.	
OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES
2. Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y herramienta de la empresa RE-INGENIERIAS S.A.S.	<p>2. Recopilación de información: Se recopila información acerca de la maquinaria pesada, como el historial de las unidades, manuales del fabricante y sus recomendaciones. En caso de no contar con los manuales se investigará en internet.</p> <p>3. Diagnosticar el estado de las maquinas: Se realiza un diagnóstico cualitativo a toda la maquinaria de servicio pesado de la empresa para determinar el estado en que se encuentra cada máquina.</p>
	<p>1. Realizar un análisis de criticidad: Se realiza este análisis de criticidad para tipo de máquina para establecer la jerarquía entre los elementos y sistemas de cada máquina.</p>
	<p>2. Determinar la frecuencia de mantenimiento de las maquinas: Se calcula la frecuencia de mantenimiento. Esta tarea puede ser determinada en horas trabajadas o recorrido según el kilometraje.</p> <p>3. Determinar los requerimientos de cada máquina y Tomar como base las acciones recomendadas por el fabricante para el mantenimiento preventivo de los sistemas y componentes de las maquinas: Se determina los insumos y la cantidad de lubricantes necesarios para cada máquina.</p>

Continuación de la Tabla 2

OBJETIVO GENERAL	
Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para las Maquinas de la empresa REINGENIERIAS SAS, ubicado en el municipio de Ocaña Norte de Santander.	
OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES
	<p>El plan de mantenimiento preventivo se realizará en los sistemas críticos que recomiende cada fabricante.</p> <p>4. Determinar las actividades de mantenimiento para cada máquina y calcular los técnicos necesarios para la ejecución del mantenimiento.</p>
3. Implementar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa REINGENIERIAS SAS.	<p>1. Sistematizar los formatos de control de mantenimiento preventivo: Para un control adecuado de las maquinarias se sistematizan los siguientes formatos. En caso de no tener algún formato se implementa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formato hoja de vida de los equipos. - Formato de historial de mantenimiento. - Formato de reporte de fallas. - Formato de control de combustible. - Formato orden de trabajo. - Formato check list de mantenimientos. - Formato stock de repuestos <p>2. Unificar las diferentes plantillas de control de mantenimiento con ayuda del programa informático Excel.</p> <p>3. Capacitar al personal</p>

Nota. En la tabla se muestra las actividades a desarrollar durante la pasantía. Fuente: Autor (2021)

Capítulo 2. Enfoques Referenciales

2.1 Enfoque conceptual

2.1.1 *Mantenimiento*

Son acciones que se ejecutan en los equipos, antes de que ocurra una falla, con el fin de disminuir la probabilidad de falla y atenuar su ocurrencia con el tiempo. (Mora, 2022)

Objetivos básicos de mantenimiento. El departamento de mantenimiento de maquinarias tiene cuatro objetivos fundamentales para una buena gestión del mantenimiento de las máquinas de servicio pesado, los cuales son:

Disponibilidad: se define como el cociente entre el tiempo en que una máquina se encuentra en estado operativo y el tiempo laborable real. (Yepes, 2021)

El objetivo más importante de mantenimiento es asegurar que una máquina esté en disposición de producir un mínimo de horas determinado durante un año. (Garcia, 2009)

Fiabilidad: La fiabilidad es la probabilidad de que un sistema produzca los resultados esperados. En una instalación industrial se refiere al cumplimiento de la producción planificada, siendo indicadores importantes dentro de los procesos. (Infraspeak, 2015)

El objetivo de mantenimiento es garantizar que este parámetro supere el valor establecido en el diseño técnico-económico del equipo, y su utilidad suele ser elevada (igual o superior incluso al 98%). (Garcia, 2009)

Vida útil: una estimación de cuánto tiempo se puede utilizar sin perder sus propiedades básicas. Esta estimación generalmente la proporcionan las empresas fabricación para facilitar información al consumidor. (Definicionabc, 2007)

El objetivo de mantenimiento es garantizar una vida útil duradera para un equipo específico. Por ejemplo, los equipos industriales deben estar en un estado de degradación acorde con lo planificado para que no se excluyan la disponibilidad ni la fiabilidad ni el coste de mantenimiento. (Garcia, 2009)

Cumplimiento del presupuesto: Los objetivos de disponibilidad, fiabilidad y vida útil no pueden alcanzarse a cualquier precio. El departamento de mantenimiento debe lograr sus objetivos marcados ajustando sus costos a los niveles establecidos en el presupuesto anual de la empresa.

Tipos de mantenimiento. Mantenimiento preventivo: Cualquier equipo mecánico necesita de un mantenimiento que podemos prevenir con el tiempo y que se debe ejecutar con cierta frecuencia. En general, actividades de reemplazo de aceites, de filtros y engrase general, entre otras actividades. (Newman, 2021)

El mantenimiento preventivo es la intervención de una máquina para preservar su disponibilidad mediante la ejecución de reparaciones para garantizar el funcionamiento normal y su fiabilidad, antes de que ocurra una falla. (BSG Institute, 2020)

Mantenimiento predictivo: Los fabricantes facilitan especificaciones técnicas de los componentes de sus máquinas donde de acuerdo a sus cálculos indican en las fichas técnicas la durabilidad de las piezas que componen sus equipos. Estos datos permiten predecir con mayor o menor precisión la vida útil de cada máquina. (Newman, 2021)

El mantenimiento predictivo es un conjunto de técnicas instrumentales de medición y análisis de variables que ayudan a describir el estado operativo de los equipos de producción en términos de posibles fallas. Su objetivo principal es optimizar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos al menor costo. (Preditec, 2022)

Con esta técnica predictiva se logra cambiar las piezas que presentan desgaste antes que se presente la falla, optimizando así el número de revisiones.

Mantenimiento Correctivo: El mantenimiento correctivo se ejecuta posteriormente al presentarse una falla que no pudo prevenirse o al detectar un rendimiento de la maquinaria inferior a su rendimiento normal. Es decir, los tipos de mantenimiento mencionados anteriormente están pensados para evitar al límite el mantenimiento correctivo, ya que se debe parar la máquina y por tanto la producción. (Newman, 2021)

El mantenimiento correctivo es el conjunto de trabajos realizados para corregir un defecto, una vez que se ha producido o al menos se ha iniciado el proceso que finalizará con la aparición del fallo. (Renovetec, 2021)

2.1.2 Base de datos

Una base de datos es una herramienta para recopilar y ordenar información. Las bases de datos pueden guardar información sobre personas, bienes, repuestos de una maquina etcétera. Algunas bases de datos inician como una lista en una hoja de cálculo o en un programa de procesamiento de texto. A medida que crece la lista, comienzan a aparecer redundancias e inconsistencias en los datos. (Microsoft, 2022)

2.1.3 Norma ISO JA1011 Y JA1012

La Norma SAE JA1012 (“A Guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard”) perfecciona y establece cada uno de los criterios claves relacionados en la norma SAE JA1011 (“Evaluation Criteria for RCM Proceses”), y resume cuestiones adicionales que deben tenerse en cuenta para la aplicación exitosa del MCC. (SAE JA1012, 2002).

En la sección 15 SAE JA1012 indica cómo se pueden combinar los elementos claves del proceso MCC para seleccionar políticas apropiadas de manejo individual de modos de falla y sus consecuencias. (SAE JA1012, 2002)

2.2 Enfoque legal

La empresa RE-INGENIERIAS S.A.S se caracteriza por prestar un buen servicio de calidad, dado que tiene como prioridad estar en constante crecimiento, por este motivo todos los procesos se encuentran certificados por la norma ICONTEC, en la norma ISO 9001 y OHSAS 18001 Sistema de gestión seguridad y salud en el trabajo.

ISO 9000. Sistemas de Gestión de la Calidad. Fundamentos y Vocabulario.

ISO 9001. Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos.

ICQ GRAL-M-01. Manual de Calidad.

ICA GRAL-M-01. Manual de Responsabilidades.

ICQ GRAL-M-02. Manual de Macro procesos.

Memorandos y Circulares aplicables de IS.

Manuales y catálogos de partes y servicios de los fabricantes de equipos.

Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo

3.1 Presentación de resultados

3.1.1 Fase 1. Realizar un diagnóstico de los tipos de máquinas y herramientas que tiene la empresa

3.1.1.1 Actividad 1. Determinar maquinaria y equipo y codificar las unidades. El inventario no se había actualizado desde que se realizó por parte del jefe de taller de la empresa que ingresó dos meses antes del inicio de mis pasantías en la empresa REINGENIERIAS SAS, en este lapso de tiempo la empresa ya había adquirido nuevas máquinas. Por lo cual se realizó la actualización de este inventario como también la codificación de las nuevas máquinas. Observar el inventario y codificación en la Tabla 3.

Tabla 3

Sistema de Inventario

ID EQUIPO	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	AÑO	Nº DE SERIE
D5H	BULLDOZER	CATERPILLAR	CAT D6B D5H	1993	8RC05689
10K	BULLDOZER	CATERPILLAR	CAT D6C 10K	1976	10K1260
20X	BULLDOZER	CATERPILLAR	CAT D6D 20X	1980	20X-1753
75W	BULLDOZER	CATERPILLAR	CAT D6D 75W	1994	2Y3821
710^a	MOTONIVELADORA	CHAMPION	710A	1994	157-1126-21443-III503
570B	MOTONIVELADORA	JHON DEERE	570B	1991	DW570BX534070
120G	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	120G	1991	87V11529
312C	EXCABADORA	CATERPILLAR	CAT 312C	2002	CAE00186
DX140LC	EXCABADORA	DOOSAN	DX140LC	2018	DHKCEBAALK0007366

Continuación Tabla 3

ID EQUIPO	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	AÑO	N° DE SERIE
310D1	RETROEXCABADORA	JHON DEERE	310D	1993	T0310DF794780
310D2	RETROEXCABADORA	JHON DEERE	310D	1993	MC092103
416F2	RETROEXCABADORA	CATERPILLAR	CAT 416F2	2021	CAT0416FCLBF1022 4
334CB	VIBROCOMPACTADOR	CATERPILLAR	CAT CB 334D	2000	S/N 4CZ00424
150D	VIBROCOMPACTADOR	DINAPAC	CAI500	2005	73220499
CA250PD	VIBROCOMPACTADOR	DINAPAC	CA250PD	2011	10000107C0A006119
D CO2	CARMIX	CARMIS	2500	1996	M15458
SR200	MINICARGADOR	CASE	SR200	2020	RAS90CK9492
UAA922	CARRO TANQUE BLANCO	DODGE	D 300-133-135	1971	N3129998
UWP287	CARRO TANQUE VINOTINTO	INTERNACIONA L	HARVESTER	1982	IHTAF1953DHA1291 0
EYZ370	PLANCHON FOTON	FOTON	BJ1078VEJEA-F1	2021	LVBV4JBB8MY0012 58
VBH145	PLANCHON AZUL	FORD	F-350	1993	AJF3PP-21747
EYZ359	CARROTALLER	FOTON	BJ1041V9AD4- FB	2020	LVBV3ABB9LE00340 9
WFB897	VOLQUETA	FOTON	BJ3062V3PDB-2	2015	LVB DJPFAXFN02003 5
WHN208	VOLQUETA	CHEVROLET	KODIAK	2008	9GDV7H4C68800851 1
BUV579	CAMIONETA	TOYOTA	HILUX 4x4	1998	RN1069703410
DGD052	CAMIONETA	NISSAN	PATROL	1982	K160693850
IEU306	CAMIONETA	NISSAN	D22/NP300	2015	3N6DD23T1ZK94042 9
VAQ658	CAMIONETA	NISSAN	FRONTIER	2012	3N6DD23T3ZK89090 8
AA180	CAMIONETA	Terius	TERIUS	2017	t59605045k

Nota. En la tabla se muestra cada una de las características de la maquinaria. Fuente: Autor (2021).

Para realizar la codificación de los equipos del inventario efectuado anteriormente, se tuvo en cuenta los criterios relacionados con la norma SAE JA1011. También, se tomó como base la codificación con que ya contaba la empresa realizada por un pasante anterior. Por consiguiente, se ejecutó la respectiva codificación de los equipos con que cuenta la empresa, esto se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4*Codificación de los equipos*

NUMERO	NOMBRE DEL EQUIPO	CÓDIGO
1	BULLDOZER Caterpillar D5H	160-D5H
2	BULLDOZER CaterpillarD6C-10K	160-10K
3	BULLDOZER Caterpillar D6D-20X	160-20X
4	BULLDOZER Caterpillar D6D-75W	160-75W
5	MOTONIVELADORA champions 710 A	160-710 ^a
6	MOTONIVELADORA John deer 570 B	160-570B
7	MOTONIVELADORA Caterpillar 120 G	160-120G
8	EXCAVADORA Caterpillar 312C	160-312C
9	EXCAVADORA DX140LC	160-140LC
10	RETROEXCAVADORA John deer 310D1	160-310D1
11	RETROEXCAVADORA John deer 310D2	160-310D2
12	RETROEXCAVADORA 416F2	160-416F2
13	VIBROCOMPACTADOR Caterpillar CB-334D	160-CB334D
14	VIBROCOMPACTADOR DYNAPAC CA-150D	160-CA150D
15	VIBROCOMPACTADOR DYNAPAC CA-250PD	160-CA250PD
16	CARMIX 2	160-CO2
17	MINICARGADOR CASE SR200	160-SR200
18	CARROTANQUE BLANCO Chevrolet	170-UAA922
19	CARRO TANQUE VINOTINTO internacional	170-UWP287
20	PLANCHON FOTON	170-EYZ370
21	PLANCHON AZUL Ford	170-VBH145
22	VOLQUETA FOTON	170-WFB897
23	VOLQUETA KODIAK	170-WHN208
24	TOYOTA HILUX	170-BUV579
25	CAMIONETA NISSAN FRONTIER	171-VAQ658

Continuación Tabla 4

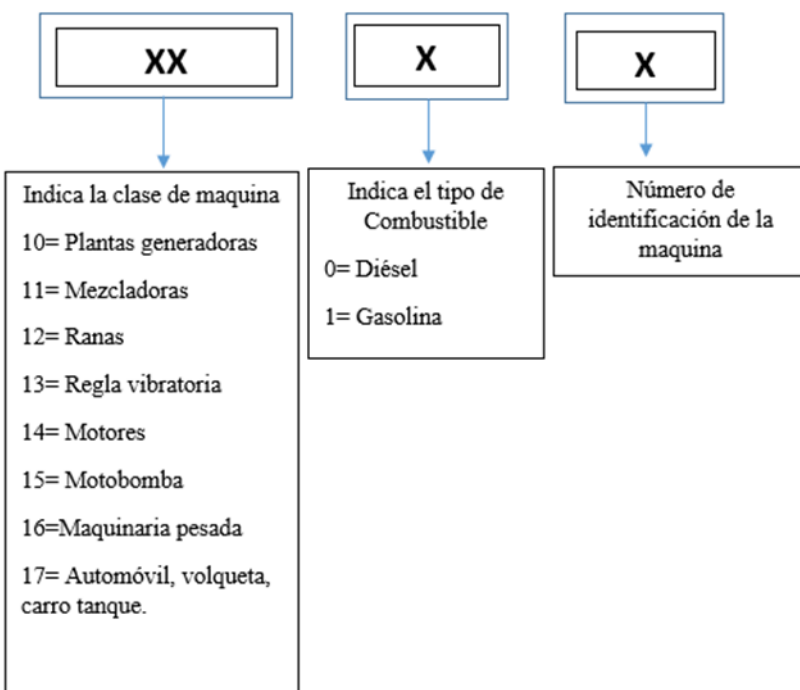
NUMERO	NOMBRE DEL EQUIPO	CÓDIGO
26	CARRO TALLER FOTÓN EYZ359	170- EYZ359
27	CAMIONETA NISSAN D22/NP300	171-IEU306
28	CAMIONETA TERIUS	171-AA180
29	CAMIONETA NISSAN PATROL	171-GDG052

Nota. En la tabla se muestra la codificación de los equipos. Fuente: Autor (2021).

Por último, en la Figura 2 se muestra el detalle de la codificación asignada para los equipos.

Figura 2

Guía para la codificación



Nota. La información fue obtenida de (Morales, 2018).

3.1.1.2 Actividad 2. Recopilación de información. Se tuvo conocimiento que la mayoría de mantenimientos que el departamento de maquinaria ejecutaba a las maquinas eran correctivos y que el departamento no estaba siguiendo las propuestas de mantenimiento de las maquinas implementadas por pasantes anteriores. Los mantenimientos preventivos se ejecutaban sin un control adecuado de intervención, no controlaban cronológicamente los tiempos que estipulan los fabricantes, solo se realizaban cuando el operario indicaba, por estas malas gestiones se veía afectada de la vida útil de las máquinas, por ello, algunos de los equipos presentaban fallas repetitivas que causaban gastos considerables para la empresa.

La adquisición sin control de insumos y repuestos era otro problema con que contaba el departamento de maquinaria. La empresa ya contaba con algunos manuales, pero algunas máquinas no contaban con un manual ni de partes ni de mantenimiento, por ello mediante el software SIS de Caterpillar y por la Web se descargaron algunos de estos y se facilitaron al jefe del departamento de mantenimiento.

3.1.1.3 Actividad 3. Diagnosticar el estado de las máquinas. Luego de determinar las máquinas, las ubicaciones de cada una de ellas, el personal técnico mecánico y operadores que estaban a cargo, se realizó la gestión de comunicar a cada uno de los operadores y técnicos mecánicos para verificar el estado de las máquinas. Encontrando que algunas de estas máquinas estaban operativas, en stand by o fuera de servicio. Se utilizaron colores para identificar visualmente en qué estado esta cada máquina, tal y como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5

Diagnóstico de la maquinaria

ID EQUIPO	DESCRIPCION	MARCA	STATUS
D5H	BULLDOZER	CATERPILLAR	Fuera de servicio
10K	BULLDOZER	CATERPILLAR	Fuera de servicio
20X	BULLDOZER	CATERPILLAR	Operativa
75W	BULLDOZER	CATERPILLAR	Fuera de servicio
710A	MOTONIVELADORA	CHAMPION	Stand by
570B	MOTONIVELADORA	JHON DEERE	Operativa
120G	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	Operativa
312C	EXCABADORA	CATERPILLAR	Fuera de servicio
DX140LC	EXCABADORA	DOOSAN	Operativa
310D1	RETROEXCABADORA	JHON DEERE	Operativa
310D2	RETROEXCABADORA	JHON DEERE	Fuera de servicio
416F2	RETROEXCABADORA	CATERPILLAR	Operativa
334CB	VIBROCOMPACTADOR	CATERPILLAR	Fuera de servicio
150D	VIBROCOMPACTADOR	DINAPAC	Operativa
CA250PD	VIBROCOMPACTADOR	DINAPAC	Operativa
CO2	CARMIX	CARMIS	Operativa
SR200	MINICARGADOR	CASE	Stand by
UAA922	CARRO TANQUE BLANCO	DODGE	Fuera de servicio
UWP287	CARRO TANQUE VINOTINTO	INTERNACIONAL	Operativa
EYZ370	PLANCHON FOTON	FOTON	Operativa
WHB145	PLANCHON AZUL	FORD	Fuera de servicio
EYZ359	CARROTALLER	FOTON	Operativa
WFB897	VOLQUETA	FOTON	Operativa
WHN208	VOLQUETA	CHEVROLET KODIAK	Operativa
BUV579	CAMIONETA	TOYOTA	Operativa
DGD052	CAMIONETA	NISSAN	Operativa
IEU306	CAMIONETA	NISSAN	Operativa
VAQ658	CAMIONETA	NISSAN	Operativa
AA180	CAMIONETA	TERIUS	Operativa

Nota. En la tabla se muestra el estado de los equipos. Fuente: Autor (2021).

3.1.2 Fase 2. Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y herramienta de la empresa RE-INGENIERIAS S.A.S

3.1.2.1 Actividad 1. Realizar un análisis de criticidad. Para el análisis de criticidad de la maquinaria pesada de la empresa REINGENIERIAS SAS se tomó como referencia las normas internacionales ISO JA1011 Y JA1012. Po lo que se tomó en consideración los siguientes parámetros de evaluación: factor de frecuencias (FF), impacto operacional (IO), flexibilidad operacional (FO), costo de mantenimiento (CM), el impacto al medio ambiente (IMA) y el impacto de seguridad. Estos factores se aprecian en las siguientes tablas:

Tabla 6

Factores frecuencias y consecuencias

FACTOR DE FRECUENCIA (FF)	
DESCRIPCION	PONDERACION
Frecuente mayor a 3 eventos al año	5
Probable, 1-3 eventos al Año	4
Posible, 1 evento en 3 años	3
Improbable, 1 evento en 5 años	2
Sumamente improbable, menos de un evento en 5 años	1
FACTORES DE CONSECUENCIAS	
IMPACTO OPERACIONAL (IO)	PONDERACION
Perdidas mayores 75% producción mes	5
Perdidas 50% a 74% producción mes	4
Perdidas 25% a 49% producción mes	3
Perdidas 10% a 24% producción mes	2
Perdidas inferiores 10% producción mes	1
FACTOR FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	
	PONDERACION
No existe stock, tiempos reparación altos	5
Stock parcial, procedimiento reparación complejo	4
Stock parcial, procedimiento reparación sencillo	3
Stock suficiente, procedimiento reparación complejo	2
Stock suficiente, tiempo de reparación bajos	1
COSTOS DE MAN TENIMIENTO (CM)	
	PONDERACION
Costos materiales superior 20000 USD	5
Costos materiales superior 10000-20000 USD	4
Costos materiales superior 3000-10000 USD	3
Costos materiales superior 200-3000 USD	2
Costos materiales inferior 200 USD	1

Continuación de la Tabla 6

IMPACTO MEDIO AMBIENTE (IMA)		PONDERACION
Daños irreversibles al ambiente		5
Daños severos al ambiente		4
Daños medios al ambiente		3
Daños mínimos al ambiente		2
Sin daño ambiental		1
IMPACTO SEGURIDAD (IS)		PONDERACION
Muerte o incapacidad		5
Incapacidad parcial o permanente		4
Daños o enfermedades severas		3
Daños leves en personas		2
Sin impactos en la seguridad		1

Nota. La información fue obtenida de (SAE JA1012, 2002).

Para realizar el cálculo de la criticidad tenemos en cuenta los factores de frecuencia y las consecuencias estipulados en la Tabla 6, este procedimiento consiste en multiplicar la frecuencia de falla y la ponderación de las consecuencias y posteriormente relacionándolos dentro de la matriz de criticidad (Tabla 7) para así determinar en qué nivel de criticidad se encuentran los componentes de los equipos.

Tabla 7

Matriz de criticidad

		CRITICIDAD																				
FRECUENCIA (FF)	5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
	4	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100
	3	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75
	2	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		CONSECUENCIAS (CO)																				

Niveles de criticidad:

Criticidad alta, color Rojo, rango de valores $50 \leq CT \leq 125$

Criticidad media, color Amarillo, rango de valores $30 \leq CT \leq 49$

Criticidad baja, color Verde, rango de valores $5 \leq CT \leq 29$

En las Tablas 8 a la 12, se muestra el Análisis de criticidad para buldócer 160-75W.

Tabla 8

Análisis de criticidad del sistema hidráulico del equipo 160-75W

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO									NIVEL DE	
EQUIPO:	BULDOCER				ID:	160-75W	PAG: 1 de 5			
SISTEMA:	HIDRAULICO				CALCULO DE CRITICIDAD					
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD		
Aceite hidráulico	2	1	1	3	3	1	10	10	Baja	
Bomba hidráulica	3	5	2	1	2	4	13	52	Alta	
Deposito hidráulico	1	1	2	2	2	1	8	8	Baja	
Filtros	2	2	2	3	2	4	11	44	Med	
Mangueras	2	5	2	2	4	4	15	60	Alta	
Tuberías	3	3	2	2	3	3	13	39	Med	
Sellos	2	5	2	2	2	5	13	65	Alta	
Válvulas de seguridad	2	4	2	2	4	3	14	42	Med	
Válvulas de alivio	2	4	1	2	3	1	12	12	Baja	
Válvulas de control	2	3	2	2	2	1	11	11	Baja	
Acumulador	3	1	2	2	2	2	10	20	Baja	
Cilindros de levante de la hoja	4	5	3	2	2	4	16	64	Alta	
Cilindros de inclinación de la hoja	3	5	3	2	2	4	15	60	Alta	
Cilindro del desgarrador	3	5	2	1	2	3	13	39	Med	
Enfriador de aceite	2	2	1	1	2	2	8	16	Baja	

RRRA

Tabla 9

Análisis de criticidad del sistema de potencia del equipo 160-75W

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO											
EQUIPO:		BULDOCER			ID:			160-75W		PAG: 2 de 5	
SISTEMA:		SISTEMA DE POTENCIA					CALCULO DE CRITICIDAD				NIVEL DE CRITICIDAD
SUB SIST.	ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD		
Admisión y escape	Filtro de aire	3	2	2	1	2	3	10	30	Med	
	Turbo-compresor	4	5	3	3	2	4	17	68	Alta	
	Intercooler	3	5	2	2	1	3	13	39	Med	
	Ductos	2	3	2	2	1	2	10	20	Baja	
	Tubo de escape	2	3	1	4	1	1	11	11	Baja	
Sistema de refrigeración	Ventilador	2	5	2	2	3	4	14	56	Alta	
	Bomba de agua	3	5	2	2	2	4	14	56	Alta	
	Termostato	2	3	1	2	1	2	9	18	Baja	
	Radiador	3	4	2	2	2	4	13	52	Alta	
	Deposito refrigerante	2	2	1	2	2	1	9	9	Baja	
	Tapa de radiador	2	4	1	1	2	1	10	10	Baja	
	Cámaras	4	3	2	2	1	2	12	24	Baja	
	Agua/Refrigerante	2	1	2	2	2	2	9	18	Baja	
Lubricación	Bomba de aceite	4	5	2	3	2	4	16	64	Alta	
	Aceite lubricante	2	3	1	3	2	4	11	44	Med	
	Carter	3	5	2	2	1	2	13	26	Baja	
	Filtros de aceite	2	3	1	3	2	5	11	55	Alta	
	Enfriador de aceite	1	2	1	3	1	4	8	32	Med	
	Válvulas limitadoras de presión	2	5	2	2	3	4	14	56	Alta	
Inyección de combustible	Bomba de inyección	3	5	2	3	2	4	15	60	Alta	
	Bomba de cebado	2	3	2	3	2	4	12	48	Med	
	Filtros	2	1	1	2	2	4	8	32	Med	
	Depósito de ACPM	2	2	2	2	1	3	9	27	Baja	
	Inyectores	2	4	2	2	1	4	11	44	Med	
	Separador de Agua	1	3	1	2	2	4	9	36	Med	
Distribución	Árbol de levas	4	5	2	1	2	4	14	56	Alta	
	Balancines	3	5	2	1	2	3	13	39	Med	
	Tanques	3	4	2	2	2	2	13	26	Baja	
	Muelles	1	4	2	1	2	3	10	30	Med	
	Válvulas	2	5	2	1	2	3	12	36	Med	
	Piñones de distribución	2	5	2	1	2	4	11	44	Med	
Bloque Motor	Block de motor	3	5	2	3	3	2	16	32	Med	
	Camisas	3	4	2	2	2	3	13	39	Med	
	Pistón	2	5	1	2	2	2	12	24	Baja	
	Anillos de pistón	2	5	1	2	1	3	12	36	Med	
	Bielas	4	5	2	2	1	3	14	42	Med	

Continuación de la Tabla 9

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO											NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:		BULDOCER			ID:			160-75W		PAG: 2 de 5	
SISTEMA:		SISTEMA DE POTENCIA					CALCULO DE CRITICIDAD				
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD			
Volante de inercia		3	5	1	2	3	3	14	42	Med	
Culata		4	5	2	4	2	3	17	51	Alta	
Cojinetes		2	5	2	2	2	3	13	39	Med	
Juntas		1	4	1	4	1	2	11	22	Baja	
Empaques		1	5	1	4	1	3	12	36	Med	
Polea de cigüeñal		2	5	1	1	2	3	11	33	Med	
Correas		1	5	2	2	3	4	13	52	Alta	
Cigüeñal		3	5	2	2	2	3	14	42	Med	
RRRA											

Tabla 10

Análisis de criticidad del sistema de transmisión del equipo 160-75W

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO											NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:		BULDOCER			ID:			160-75W		PAG: 3 de 5	
SISTEMA:		TRASMISION					CALCULO DE CRITICIDAD				
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD			
Motor hidráulico		4	3	4	3	3	3	17	51	Alta	
Aceite		2	3	2	2	2	4	11	44	Med	
Mandos finales		3	4	2	2	2	4	13	52	Alta	
Filtro		2	3	1	3	2	3	11	33	Med	
Sprokets		4	4	3	2	2	2	15	30	Med	
Tuberías		1	1	2	2	2	2	8	16	Baja	
Rueda tensora		4	5	3	1	3	4	16	64	Alta	
Carriles		3	2	3	3	3	4	14	56	Alta	
Rodillos		3	4	3	3	3	4	16	64	Alta	
Tensor de cadenas		1	1	2	1	1	2	6	12	Baja	
Cadenas		2	5	4	3	3	4	17	68	Alta	
Zapatas		2	5	4	3	3	5	17	85	Alta	
RRRA											

Tabla 11*Análisis de criticidad del sistema eléctrico del equipo 160-75W*

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO										NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:	BULDOCER			ID:	160-75W		PAG: 4 de 5		D	
SISTEMA:	ELECTRICO			CALCULO DE CRITICIDAD						
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD		
Batería	2	2	2	2	3	5	11	55	Alta	
Motor de arranque	3	2	1	1	2	4	9	36	Med	
Alternador	1	1	2	2	3	3	9	27	Med	
Fusibles	3	4	1	2	3	4	13	52	Alta	
Relays	3	3	1	2	4	3	13	39	Med	
Interruptores	3	5	1	1	2	1	12	12	Baja	
Luces	2	2	1	1	2	1	8	8	Baja	
Instrumentos	3	1	1	1	1	2	7	14	Baja	
Alarma de retroceso	1	4	1	1	2	1	9	9	Baja	
Bocina	3	4	1	2	3	2	13	26	Med	
Cableado eléctrico	3	4	1	1	4	2	13	26	Med	
Sensores	2	3	2	2	3	4	12	48	Med	
Electro válvulas	3	3	1	1	3	3	11	33	Med	
Módulos de control electrónico	3	5	1	1	4	2	14	28	Med	
RRRA:										

Tabla 12*Análisis de criticidad del sistema estructural del equipo 160-75W*

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO										NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:	BULDOCER			ID:	160-75W		PAG: 5 de 5		D	
SISTEMA:	ESTRUCTURAL			CALCULO DE CRITICIDAD						
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD		
Bastidor	3	4	2	2	1	5	12	60	Alta	
Chasis	1	5	2	2	3	4	13	52	Alta	
Hoja	3	5	2	2	4	2	16	32	Med	
Varillaje de la hoja	2	4	2	1	2	4	11	44	Med	
Desgarrador	3	2	1	1	3	2	10	20	Baja	
Herramientas de cortes	1	2	2	1	4	2	10	20	Baja	
Cabina	3	2	1	2	1	1	9	9	Baja	
Estructura de protección	2	1	1	1	4	3	9	27	Med	
Graseros	1	1	2	1	4	4	9	36	Med	
RRRA										

Del mismo modo, en las Tablas 13 a la 17, se muestra el Análisis de criticidad para motoniveladora 160-710.

Tabla 13

Análisis de criticidad del sistema hidráulico del equipo 160-710A

REINGENIERIAS SAS											
TALLER DE MANTENIMIENTO											
EQUIPO:		MOTONIVELADORA			ID:			160-710A		PAG: 1 de 5	
SISTEMA:		HIDRAULICO			CALCULO DE CRITICIDAD						
SUB SIST.	ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	NIVEL DE CRITICIDAD	
General	Bomba de pistón	3	5	2	2	3	3	15	45	Med	
	Aceite hidráulico	2	4	2	1	3	4	12	48	Med	
	Deposito	2	3	2	2	3	2	12	24	Baja	
	Filtros	2	4	2	3	4	4	15	60	Alta	
	Mangueras	2	4	2	2	4	2	14	28	Baja	
	Acumulador de la hoja	2	5	2	2	2	2	13	26	Baja	
	Válvulas de compensación de presión.	2	5	2	2	4	4	13	52	Alta	
	Válvulas de bloqueo	2	4	2	2	2	3	12	36	Med	
	Válvulas de alivio	3	5	2	2	4	4	16	64	Alta	
	Sellos hidráulicos	3	2	2	2	4	1	14	14	Baja	
	Motor circulo	3	4	1	1	2	3	14	42	Med	
	Cilindro de desplazamiento hoja	3	5	2	1	4	4	19	76	Alta	
	Cilindros de levantamiento hoja	2	4	1	1	3	4	15	60	Alta	
	Cilindro de inclinación de las ruedas	1	1	2	1	3	4	12	48	Med	
	Cilindro de levantamiento del desgarrador	2	1	2	2	3	4	14	56	Alta	
	Enfriador de aceite	1	4	1	1	4	2	15	30	Med	
	Dirección	Válvula de prioridad	2	3	1	1	4	3	14	42	Med
		Bomba dosificadora de la dirección	2	4	2	1	2	4	15	60	Alta
		Acumulador	3	4	2	2	2	2	15	30	Baja
		Cilindros de dirección	5	5	1	1	2	4	18	72	Alta
Mandos de dirección		5	1	2	2	2	3	14	42	Med	
Bomba de freno		5	3	1	1	4	17	17	68	Alta	
Freno	Acumulador	2	4	2	1	2	2	13	26	Baja	
	Carter	3	4	2	2	2	2	15	30	Med	
	Freno de servicio	2	5	1	1	4	4	17	68	Alta	
	Caliper, freno de mano	3	1	2	2	4	4	16	64	Alta	
	Válvula de freno	2	3	1	1	4	3	14	42	Med	

RRRA

Tabla 14

Análisis de criticidad del sistema de potencia del equipo 160-710A

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO											
EQUIPO:		MOTONIVELADORA			ID:			160-710 A		PAG: 2 de 5	
SUB SIST.		SISTEMA: POTENCIA					CALCULO DE CRITICIDAD				NIVEL DE CRITICIDAD
ELEMENTO		IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD		
Admisión y escape	Filtro de aire	1	1	2	2	4	4	14	56	Alta	
	Turbo-compresor	3	5	2	1	4	4	19	76	Alta	
	Interculer	1	4	1	2	2	2	12	24	Baja	
	Ductos	1	1	1	2	2	4	11	44	Med	
	Filtros	1	5	1	1	2	3	13	39	Med	
	Tubo de escape	3	5	1	2	2	2	15	30	Med	
Sistema de refrigeración	Ventilador	2	3	2	1	1	4	13	39	Med	
	Bomba de agua	2	4	2	1	2	3	14	42	Med	
	Termostato	2	3	1	2	3	3	15	45	Med	
	Radiador	3	3	2	1	4	4	17	68	Alta	
	Deposito refrigerante	1	2	1	1	1	1	7	7	Baja	
	Tapa de radiador	1	1	2	2	4	1	11	11	Baja	
	Cámaras	3	1	2	1	3	1	11	11	Baj	
	Agua/Refrigerante	3	1	1	2	1	4	12	48	Me	
Lubricación	Bomba de aceite	1	4	2	1	3	3	13	39	Me	
	Aceite lubricante	1	2	2	2	4	4	15	60	Alta	
	Carter motor	3	5	2	2	3	2	17	34	Me	
	Filtros de aceite	3	4	2	1	1	2	13	26	Baj	
	Enfriador de aceite	2	2	1	2	4	3	15	45	Me	
	Válvulas limitadoras de presión	3	4	1	2	2	3	15	45	Me	
Inyección de combustible	Bomba de inyección	2	2	2	1	1	4	12	48	Me	
	Bomba de cebado	1	5	1	1	2	1	11	11	Baja	
	Filtros	1	1	1	1	2	3	7	21	Baja	
	Depósito de ACPM	2	2	2	1	1	1	9	9	Baja	
	Inyectores	3	1	2	1	3	1	11	11	Baja	
	Separador de Agua	3	3	2	2	1	4	15	60	Alta	
Distribución	Árbol de levas	2	5	2	1	3	2	15	30	Me	
	Balancines	1	5	2	2	2	4	16	64	Alta	
	Tanques	2	5	2	2	3	2	17	34	Me	
	Muelles	2	4	2	1	1	2	16	32	Me	
	Válvulas	2	5	1	2	4	4	18	72	Alta	
	Piñones de distribución	3	4	1	2	2	3	15	45	Me	

Continuación de la Tabla 14

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO											
EQUIPO:		MOTONIVELADORA			ID:			160-710 A		PAG: 2 de 5	
SISTEMA:		SISTEMA DE POTENCIA					CALCULO DE CRITICIDAD				NIVEL DE CRITICIDAD
SUB SIST.	ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD		
Bloque Motor	Bloque de motor	1	1	2	1	1	4	10	40	Me	
	Camisas	1	1	1	1	2	1	7	7	Baja	
	Pistón	1	1	1	1	3	1	8	8	Baja	
	Anillos de pistón	2	4	2	1	1	1	11	11	Baja	
	Bielas	1	1	2	1	3	2	9	18	Baja	
	Volante de inercia	1	5	2	2	1	3	14	42	Me	
	Culata	3	5	2	4	3	2	19	38	Me	
	Cojinetes	1	5	2	2	4	4	18	72	Alta	
	Junta de Culata	1	5	2	2	3	2	15	30	Me	
	Empaques	1	4	2	1	1	2	11	22	Baja	
	Polea de cigüeñal (DAMPER)	2	5	1	2	4	4	18	72	Alta	
	Correas	1	4	1	2	2	3	13	39	Me	
	Cigüeñal	1	4	2	1	1	4	13	52	Alta	
RRRA											

Tabla 15

Análisis de criticidad del sistema de trasmisión del equipo 160-710A

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO											
EQUIPO:		MOTONIVELADORA			ID:			160-710 A		PAG: 3 de 5	
SISTEMA:		TRASMISION					CALCULO DE CRITICIDAD				NIVEL DE CRITICIDAD
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD			
Convertidor	3	4	2	1	1	4	15	48	Med		
Valvulina	1	3	1	2	4	4	10	40	Med		
Trasmisión	2	4	1	1	3	4	15	60	Alta		
Filtro	1	2	1	1	4	4	9	36	Med		
Diferencial	2	5	2	2	3	3	17	51	Alta		
Mandos finales	2	5	2	1	1	4	15	60	Alta		
Ruedas Tamden	1	4	2	2	2	4	15	60	Alta		
Cadena de mando Tamden	1	5	3	1	3	3	16	33	Med		
Rodillos	3	4	2	1	4	4	18	72	Alta		
Ruedas delanteras	1	1	1	2	3	3	11	33	Me		
RRRA:											

Tabla 16

Análisis de criticidad del sistema eléctrico del equipo 160-710A

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO									NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:	MOTONIVELADORA			ID:	160-710 A		PAG: 4 de 5		
SISTEMA:	ELECTRICO			CALCULO DE CRITICIDAD					
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	D
Batería	2	5	1	4	3	3	18	54	Alta
Motor de arranque	1	2	2	1	2	4	12	48	Med
Alternador	1	1	2	2	2	3	11	33	Med
Fusibles	1	4	1	2	3	4	15	60	Alta
Relays	1	3	1	2	4	3	14	42	Med
Interruptores	1	5	1	1	2	1	11	15	Baja
Luces	1	3	1	1	2	1	11	11	Baja
Instrumentos	1	1	1	1	1	2	8	16	Baja
Alarma de retroceso	2	5	2	2	3	2	16	32	Med
Bocina	3	2	1	1	2	2	11	22	Baja
Cableado eléctrico	1	1	2	1	3	3	11	33	Med
Módulos de control electrónico	3	4	1	2	3	4	17	68	Alta
Sensores	3	3	1	2	4	2	15	30	Med
Electro válvulas	3	5	2	1	2	2	15	30	Med
RRRA:									

Tabla 17

Análisis de criticidad del sistema estructural del equipo 160-710A

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO									NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:	MOTONIVELADORA			ID:	160-710 A		PAG: 5 de 5		
SISTEMA:	ESTRUCTURAL			CALCULO DE CRITICIDAD					
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	D
Bastidor trasero	2	5	2	1	2	4	16	64	Alta
Bastidor delantero	1	5	1	1	2	4	14	56	Alta
Pasador de la articulación	2	5	1	1	2	4	15	60	Alta
Circulo de giro	2	5	2	1	1	3	14	42	Med
Engrane de la barra de tiro	3	3	2	1	2	4	15	60	Alta
Hoja	2	5	2	1	1	2	13	26	Baja
Bandas de desgaste	1	4	2	1	1	2	11	22	Baja
Pivote y receptáculo de bastidor	2	5	2	1	1	3	14	42	Med
Varillaje de dirección e inclinación	2	5	2	1	1	4	15	60	Alta
Ejes delanteros	2	5	2	1	1	4	15	60	Alta
Cabina	1	4	3	1	1	1	11	11	Baja
Desgarrador	1	5	2	1	2	2	13	26	Baja
Pines de engrase	1	1	1	2	1	1	7	7	Baja
RRRA									

De la misma manera se efectuó el Análisis de criticidad Excavadora de oruga 160-312C, mostrado en las Tablas 18 a la 22.

Tabla 18

Análisis de criticidad del sistema hidráulico del equipo 160-312C

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO											
EQUIPO:		EXCAVADORA			ID:			160-312C		PAG: 1 de 5	NIVEL DE CRITICIDAD
SISTEMA:		HIDRAULICO			CALCULO DE CRITICIDAD						
SUB SIST.	ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD		
Piloto	Bomba piloto	2	5	1	1	3	3	15	45	Med	
	Válvula piloto	1	5	2	1	3	4	16	64	Alta	
	Joystick	2	5	2	2	3	2	16	32	Med	
	Válvulas de solenoides	1	5	1	1	4	4	12	48	Med	
	Mangueras	1	4	2	1	4	2	14	28	Baja	
	Filtros	1	1	2	1	2	2	9	18	Baja	
Hidráulico	Aceite hidráulico	1	2	1	1	1	4	10	40	Med	
	Bomba hidráulica	2	5	1	1	2	3	14	42	Med	
	Tanque hidráulico	2	5	2	2	1	4	16	64	Alta	
	Filtros	1	2	2	2	4	1	12	12	Baja	
	Tuberías	1	4	1	1	2	3	12	36	Med	
	Amortiguador de cilindro hidráulico	2	5	2	1	4	4	18	72	Alta	
	Sellos hidráulico	2	4	1	1	3	4	9	36	Med	
	Válvulas de seguridad	1	5	2	1	3	4	16	64	Alta	
	Válvulas de alivio	2	5	2	2	3	4	18	72	Alta	
	Válvulas anti caída	1	5	1	1	4	2	14	28	Baja	
	Acumuladores	1	5	1	1	3	3	14	42	Med	
	Cilindro de la pluma	1	5	2	1	3	4	16	64	Alta	
	Cilindro del brazo	2	5	2	2	3	2	16	32	Med	
	Cilindro de la cuchara	2	4	1	1	4	4	16	64	Alta	
	Enfriador de aceite	1	3	2	1	4	2	13	26	Baja	
Mangueras	1	5	2	1	2	2	13	26	Baja		

RRRA

Tabla 19

Análisis de criticidad del sistema de potencia del equipo 160-312C

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO										
EQUIPO:		EXCAVADORA			CODIGO:			160-312C		PAG: 2 de 5
SISTEMA:		SIST POTENC					CALCULO DE CRITICIDAD			
SUB SIST.	ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	NIVEL DE CRITICIDAD
Admisión y escape	Filtro de aire	1	5	1	2	3	4	12	48	Alta
	Turbo-compresor	3	4	3	1	3	4	16	64	Alta
	Intercooler	2	4	1	1	4	4	12	48	Med
	Ductos	1	4	1	2	3	4	11	44	Med
	Filtros	1	5	1	2	3	4	12	48	Med
	Tubo de escape	1	4	4	1	3	2	15	30	Med
Sistema de refrigeración	Ventilador	2	4	2	1	2	4	15	60	Alta
	Bomba de agua	2	5	2	1	3	3	16	48	Med
	Termostato	2	4	2	2	1	4	11	44	Med
	Radiador	2	5	1	1	1	3	13	39	Med
	Deposito refrigerante	1	4	2	2	2	2	13	26	Baja
	Tapa radiador	1	4	2	1	3	1	12	12	Baja
	Cámaras	1	4	2	2	3	4	12	48	Med
	Agua/Refrigerante	1	4	2	1	1	3	12	26	Baja
				4		1	1	3	12	26
Lubricación	Bomba de aceite	2	5	2	1	4	4	18	72	Alta
	Aceite	1	5	1	2	3	4	12	48	Med
	Carter motor	1	4	2	2	2	2	13	26	Baja
	Filtros de aceite	1	4	1	1	3	4	10	40	Med
	Enfriador de aceite	1	5	1	1	2	2	12	24	Baja
	Válvulas lim de presión	2	4	2	1	3	4	16	64	Alta
Inyección de combustible	Bomba de inyección	1	5	2	2	1	4	15	60	Alta
	Bomba de cebado	2	5	2	1	1	3	14	42	Med
	Filtros	1	4	1	2	2	3	13	39	Med
	Depósito de ACPM	2	4	2	1	3	3	15	45	Med
	Inyectores	2	5	2	2	3	4	18	72	Alta
	Separador de Agua	1	4	1	1	3	3	13	39	Med
Distribución	Árbol de levas	2	5	2	1	4	3	17	51	Alta
	Balancines	2	5	2	2	3	3	17	51	Alta
	Tanques	2	5	1	2	2	2	14	28	Baja
	Muelles	2	5	2	1	3	2	15	30	Med
	Válvulas	2	4	2	1	4	4	13	52	Alta
	Piñones de distribución	2	4	2	2	3	4	13	52	Alta
				4						
Bloque Motor	Block de motor	3	5	2	2	2	2	14	28	Baja
	Camisas	2	4	2	1	3	4	12	48	Med
	Pistón	1	4	2	1	2	2	10	20	Baja
	Anillos de pistón	1	4	1	1	3	4	10	40	Med
	Bielas	1	4	2	2	1	4	10	40	Med

Continuación de la Tabla 19

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO											
EQUIPO:		EXCAVADORA			ID:			160-312C		PAG: 2 de 5	
SISTEMA:		POTENCIAL					CALCULO DE CRITICIDAD				NIVEL DE CRITICIDAD
SUB SIST.	ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD		
	Volante de inercia	1	4	2	1	1	3	9	27	Baja	
	Culata	1	4	2	1	4	4	12	48	Med	
	Cojinetes	1	5	2	2	3	4	13	52	Alta	
	Junta de Culata	1	4	1	2	2	2	10	20	Baja	
	Empaques	1	5	1	1	3	4	11	44	Med	
	Polea de cigüeñal (DAMPER)	1		2	1	2	2	10	20	Baja	
	Correas	1	4	1	1	3	4	10	40	Med	
	Cigüeñal	1	4	2	2	1	4	10	40	Med	
RRRA											

Tabla 20

Análisis de criticidad del sistema de transmisión del equipo 160-312C

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO											
EQUIPO:		EXCAVADORA			ID:			160-312C		PAG: 3 de 5	
SISTEMA:		TRASMISION					CALCULO DE CRITICIDAD				NIVEL DE CRITICIDAD
SUB SIST.	ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD		
Giro	Motor de giro	3	2	2	2	1	4	10	40	Med	
	Engranajes planetarios	2	4	2	2	1	5	11	55	Alta	
	Tornamesa	3	4	2	2	4	4	15	60	Alta	
	Motores hidráulicos	3	3	2	1	3	4	12	48	Med	
	Mandos finales	3	4	3	2	3	4	15	60	Alta	
Traslación	Sproket	3	3	2	1	3	5	12	60	Alta	
	Rueda tensora	2	3	2	1	2	4	10	40	Med	
	Rodillos	3	5	2	2	1	4	13	52	Alta	
	Carriles	4	5	2	1	4	3	16	48	Med	
	Tensor de cadena	1	1	2	1	3	4	8	32	Med	
	Cadenas	4	5	2	2	1	5	14	70	Alta	
	Zapata	4	5	2	1	1	5	13	65	Alta	
RRRA											

Tabla 21*Análisis de criticidad del sistema eléctrico del equipo 160-312C*

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO									NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:	EXCAVADORA			ID:	160-312C		PAG: 4 de 5		
SISTEMA:	ELECTRICO			CALCULO DE CRITICIDAD					
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	
Batería	2	2	1	2	3	5	10	50	Alto
Motor de inicio	3	3	1	1	2	4	10	40	Med
Alternador	1	1	2	2	3	3	9	27	Bajo
Relays	3	4	1	2	3	4	13	52	Alto
Fusibles	2	3	1	2	4	3	12	36	Med
Interruptores	2	5	1	1	2	1	11	11	Bajo
Luces	2	2	1	1	2	1	8	8	Bajo
Instrumentos	3	1	1	1	1	2	7	14	Bajo
Alarma de reversa	1	4	1	1	2	1	9	9	Bajo
Bocina	3	4	1	2	3	2	13	26	Bajo
Cableado eléctrico	3	4	1	2	4	2	14	28	Bajo
Módulos de CE	2	3	2	2	3	4	12	48	Med
Sensores	3	3	1	1	3	3	11	33	Med
Electro válvulas	2	5	1	1	4	2	11	22	Bajo
RRRA									

Tabla 22*Análisis de criticidad del sistema estructural del equipo 160-312C*

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO									NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:	EXCAVADORA			ID:	160-312C		PAG: 5 de 5		
SISTEMA:	ESTRUCTURAL			CALCULO DE CRITICIDAD					
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	
Herramientas de corte	2	3	2	1	3	4	11	44	Med
Cucharon	3	3	1	2	3	3	12	36	Med
Brazo	3	4	2	2	2	4	13	52	Alta
Pluma	3	3	2	2	2	4	12	48	Med
Estructura de protección	1	2	2	1	1	3	7	21	Baja
Pines	2	4	1	2	1	4	10	40	Med
Chasis	2	4	2	1	1	3	10	30	Med
Cabina	2	3	2	2	2	2	11	22	Baja
Pines de engrase	1	1	1	2	2	1	7	7	Baja
RRRA									

En las Tablas 23 hasta la 27, se detalla el Análisis de criticidad retroexcavadora 160-310D1 (pajarita).

Tabla 23

Análisis de criticidad del sistema hidráulico del equipo 160-310D1

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO										NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:		RETROEXCAVADORA			ID:		160-310D1		PAG: 1 de 5	
SISTEMA:		HIDRAULICO			CALCULO DE CRITICIDAD					
SUB SIST.	ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	
General	Bomba	2	5	1	1	4	4	13	52	Alta
	Aceite	1	2	1	2	4	2	10	20	Baja
	Deposito	1	3	2	2	3	1	11	11	Baja
	Filtro	1	2	1	1	1	1	6	6	Baja
	Mangueras	1	5	1	1	3	4	11	44	Med
	Tuberías	1	4	1	1	2	3	9	27	Baja
	Válvulas de caudal.	2	5	1	2	2	3	12	36	Med
	Bloque de Válvulas cargadoras	2	4	2	1	4	4	13	52	Alta
	Bloque de Válvulas excavadora	2	5	2	2	1	4	12	48	Med
	Sellos hidráulicos	1	5	1	2	2	5	11	55	Alta
	Válvulas de seguridad	3	4	1	1	1	3	10	30	Med
	Acumulador	2	4	2	1	1	1	10	10	Baja
	Cilindros de levante de la cargadora	2	3	1	1	4	4	11	44	Med
	Cilindro de la pala de la cargadora	1	2	1	2	4	4	10	40	Med
	Cilindro de los estabilizadores	1	3	2	2	3	4	11	44	Med
	Cilindro de la pluma	3	2	1	1	1	4	8	32	Med
	Cilindro del brazo	3	5	1	1	3	4	13	52	Alta
	Cilindro de la cuchara	2	4	1	1	2	4	10	40	Med
	Cilindro de giro	2	3	1	2	2	4	10	40	Med
	Enfriador de aceite	2	4	2	1	4	4	13	52	Alta
Dirección	Válvula de prioridad	2	2	2	2	1	3	9	27	Baja
	Bomba dosificadora de la dirección	1	5	1	2	2	3	11	33	Med
	Acumulador	3	1	1	1	1	3	7	21	Baja
	Cilindros de dirección	2	4	2	1	1	4	10	40	Med
	Mandos de dirección	2	4	2	1	4	4	13	52	Alta
Freno	Bomba de freno	2	5	2	2	4	4	15	60	Alta
	Acumulador	1	5	1	2	2	4	11	44	Med
	Carter	3	4	1	1	1	3	10	30	Med
	Freno de servicio	2	4	2	1	4	5	17	85	Alta

Continuación de la Tabla 24

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO											
EQUIPO:		RETROEXCAVADORA			ID:			160-310D1		PAG: 2 de 5	
SISTEMA:		SISTEMA DE POTENCIA					CALCULO DE CRITICIDAD				NIVEL DE CRITICIDAD
SUB SIST.	ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD		
Inyección de combustible	Bomba iny.	2	3	2	3	2	4	12	48	Med	
	Bomba de cebado	1	2	1	2	2	4	8	32	Med	
	Filtros	2	2	2	2	3	4	11	44	Med	
	Depósito de ACPM	2	4	2	2	1	4	11	44	Med	
	Inyectores	1	3	1	2	2	4	9	36	Med	
	Trampa separadora agua	4	5	2	1	2	4	14	56	Alta	
	Árbol de levas	3	5	2	1	2	3	13	39	Med	
Distribución	Balancines	3	4	2	2	2	2	13	26	Baja	
	Tanques	1	4	2	1	2	3	10	30	Med	
	Muelles	2	5	2	1	2	3	12	36	Med	
	Válvulas	2	5	2	1	2	4	11	44	Med	
	Piñones de distribución	3	5	2	3	3	2	16	32	Med	
	Bloque de motor	3	4	2	2	2	3	13	39	Med	
Bloque Motor	Camisas	2	5	1	2	2	4	12	48	Med	
	Pistón	2	5	1	2	1	3	12	36	Med	
	Anillos de pistón	4	5	2	2	1	3	14	42	Med	
	Bielas	3	5	1	2	3	3	14	42	Med	
	Volante de inercia	4	5	2	4	2	3	17	51	Alta	
	Culata	2	5	2	2	2	3	13	39	Med	
	Cojinetes	1	4	1	4	1	2	11	22	Baja	
	Junta de Culata	1	5	1	4	1	3	12	36	Med	
	Empaques	2	5	1	1	2	3	11	33	Med	
	Polea de cigüeñal (DAMPER)	1	5	2	2	3	4	13	52	Alta	
	Correas	3	5	2	2	2	3	14	42	Med	
	Cigüeñal	3	2	2	1	2	3	10	30	Med	
RRRA											

Tabla 25

Análisis de criticidad del sistema de potencia del equipo 160-310D1

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO									NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:	RETROEXCAVADORA			ID:	160-310D1		PAG: 3 de 5		
SISTEMA:	TRASMISION			CALCULO DE CRITICIDAD					
COMPONENTE	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	
Convertidor	3	5	3	2	2	4	15	60	Alta
Caja de transferencia	2	5	2	1	2	4	12	48	Med
Servo Trasmisión	3	5	3	1	2	4	14	56	Alta
Filtros	1	2	1	3	3	4	10	40	Med
Diferencial	2	4	3	1	2	5	12	60	Alta
Mandos finales	3	5	2	2	3	5	15	75	Alta
Tamden ruedas	3	5	2	2	2	4	14	56	Alta
Ejes cardanes	3	5	2	2	2	4	14	56	Alta
Ruedas	2	4	2	2	3	4	13	52	Alta
Valvulina	1	3	1	3	1	2	9	18	Baja
RRRA									

Tabla 26

Análisis de criticidad del sistema eléctrico del equipo 160-310D1

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO									NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:	RETROEXCAVADORA			ID:	160-310D1		PAG: 4 de 5		
SISTEMA:	ELECTRICO			CALCULO DE CRITICIDAD					
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	
Batería	2	5	1	2	3	5	13	65	Alto
Motor de inicio	3	5	2	1	2	4	13	52	Alto
Alternador	1	1	2	2	3	3	9	27	Bajo
Fusibles	3	4	1	2	3	4	13	52	Alto
Relays	2	5	1	2	4	4	14	56	Alto
Interruptores	2	5	1	1	2	1	11	11	Bajo
Luces	2	2	1	1	2	1	8	8	Bajo
Instrumentos	1	5	1	1	1	2	9	18	Bajo
Alarma	1	4	1	1	2	1	9	9	Bajo
Bocina	1	5	1	2	3	2	11	22	Bajo
Cables	3	4	1	2	4	2	14	28	Bajo
Módulos de CE	2	3	2	2	3	4	12	48	Med
Sensores	3	3	1	1	3	3	11	33	Med
Electro válvulas	2	5	1	1	4	2	11	22	Bajo
RRRA									

Tabla 27*Análisis de criticidad del sistema estructural del equipo 160-310D1*

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO										NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:	RETROEXCAVADORA			ID:	160-310D1			PAG: 5 de 5		
SISTEM:	ESTRUCTURA			CALCULO DE CRITICIDAD						
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD		
Herramientas de corte	4	5	2	2	4	4	17	68	Alta	
Cuchara	4	5	2	1	4	4	16	64	Alta	
Brazo de la cargadora Pala	4	5	2	1	3	3	15	45	Med	
Brazo de la excavadora	4	5	2	1	3	2	15	30	Med	
Estructura de protección	2	5	2	1	3	2	13	26	Baja	
Bastidor	2	5	2	1	2	2	12	24	Baja	
Estabilizadores	2	4	2	1	2	2	11	22	Baja	
Cabina	1	3	2	2	2	1	10	10	Baja	
Puntos de engrase	1	1	1	3	1	1	7	7	Baja	
Varillaje de la dirección	2	2	1	2	2	2	9	18	Baja	
RRRA										

Luego se realizó el análisis de criticidad vibro compactador 160-CB334D, reflejado en las Tablas 28 hasta la 32.

Tabla 28*Análisis de criticidad del sistema estructural del equipo 160-310D1*

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO										NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:	VIBRO COMPACTADOR			ID:	160-CB334D			PAG: 1 de 5		
SISTEM:	HIDRAULICO			CALCULOS						
SUB SIST.	ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	
Propulsión	Bombas doble propósito	2	5	2	1	1	4	14	56	Alta
	Aceite	1	3	1	2	2	2	9	18	Baja
	Deposito	1	3	1	1	1	1	7	7	Baja
	Filtro	1	3	1	2	2	2	9	18	Baja
	Mangueras	1	4	1	2	2	3	10	30	Med
	Tuberías	2	3	2	1	1	3	9	27	Baja
	Válvulas de descarga	1	4	2	2	2	3	11	33	Med

Continuación de la Tabla 28

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO										
MAQUINA:		VIBRO COMPACTADOR			CODIGO:		160-CB334D		HOJA: 1 de 5	
SISTEMA:		HIDRAULICO					CALCULO DE CRITICIDAD			
SUB SIST.	COMPONENTE	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	NIVEL DE CRITICIDAD
Dirección	Sellos	2	4	2	2	2	3	12	36	Med
	Válvulas de seguridad	2	2	2	2	2	3	10	30	Med
	Enfriador de aceite	2	4	1	2	2	2	11	22	Baja
	Válvula de engranes	2	4	2	2	2	4	12	48	Med
	Cilindros doble acción	1	4	2	2	2	5	11	55	Alta
	Válvula de prioridad	2	3	2	2	2	4	11	44	Med
	Unidad de dirección	2	2	2	2	2	4	10	40	Med
	Sellos	2	3	1	2	2	3	10	30	Med
	Mangueras hidráulicas	2	3	2	1	1	3	9	27	Baja
	Bomba de freno	2	5	2	2	2	4	13	52	Alta
Freno	Acumulador	1	3	1	1	1	2	6	12	Baja
	Carter	2	4	2	2	2	3	12	36	Med
	Freno del serv	2	2	2	1	1	4	8	32	Med
	Caliper freno de mano	1	2	2	2	2	4	9	36	Med
	Pedal del freno	2	3	1	2	2	3	10	30	Med
	Válvula de freno	1	5	2	1	1	4	10	40	Med
	Motor vibratorio	2	3	3	2	2	4	12	48	Med
Vibración	Cajas de pesas encapsuladas	1	3	2	1	1	4	8	32	Med
	Pesas	1	3	2	1	1	3	8	24	Baja
	Cojinetes	1	4	2	1	1	3	9	27	Baja
	Montaje de aislamiento	2	4	1	1	2	3	10	30	Med
	Eje	3	4	2	1	2	3	12	36	Med

RRRA

Tabla 29

Análisis de criticidad del sistema de potencia del equipo 160-CB334D

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO												
EQUIPO:		VIBRO COMPACTADOR			ID:			160-CB334D		PAG: 2 de 5		
SUB SIST.		SISTEMA:						POTENCIAL		CALCULOS		NIVEL DE CRITICIDAD
		COMPONENTE	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD		
Admisión y escape	Filtro de aire	2	2	2	1	2	3		10	30	Med	
	Turbo	4	4	3	3	2	4		16	64	Alta	
	Intercooler	3	5	2	2	1	3		13	39	Med	
	Ductos	2	3	2	2	1	2		10	20	Baja	
	Tubo de escape	2	5	2	2	3	4		14	56	Alta	
Sistema de refrigeración	Ventilador	3	5	2	2	2	4		14	56	Alta	
	Bomba agua	2	3	1	2	1	2		9	18	Baja	
	Termostato	3	4	2	2	2	4		13	52	Alta	
	Radiador	2	2	1	2	2	1		9	9	Baja	
	Deposito refrigerante	2	4	1	1	2	1		10	10	Baja	
	Tapa de radiador	4	3	2	2	1	2		12	24	Baja	
	Cámaras	2	1	2	2	2	2		9	18	Baja	
	Agua/Refrigerante	4	5	2	3	2	4		16	64	Alta	
	Bomba hid	2	3	1	3	2	4		11	44	Med	
Lubricación	Aceite	3	5	2	2	1	2		13	26	Baja	
	Carter	2	3	1	3	2	5		11	55	Alta	
	Filtros de aceite	1	2	1	3	1	4		8	32	Med	
	Enfriador de aceite	2	5	2	2	3	4		14	56	Alta	
	Válvulas limitadoras de presión	3	5	2	3	2	4		15	60	Alta	
	Bomba de inyección	2	3	2	3	2	4		12	48	Med	
Inyección de combustible	Bomba de cebado	2	1	1	2	2	4		8	32	Med	
	Filtros	2	2	2	2	1	3		9	27	Baja	
	Depósito de ACPM	2	4	2	2	1	2		11	22	Baja	
	Inyectores	1	3	1	2	2	4		9	36	Med	
	Separador de Agua	1	5	2	1	2	4		11	44	Med	
	Árbol de levas	3	5	2	1	2	3		13	39	Med	
Distribución	Balancines	3	4	2	2	2	2		13	26	Baja	
	Tanques	1	4	2	1	2	3		10	30	Med	
	Muelles	2	5	2	1	2	3		12	36	Med	
	Válvulas	2	5	2	1	2	4		11	44	Med	
	Piñones de distribución	3	5	2	3	3	2		16	32	Med	
	Block de motor	3	4	2	2	2	3		13	39	Med	
Bloque Motor	Camisas	2	5	1	2	2	2		12	24	Baja	
	Pistón	2	5	1	2	1	3		12	36	Med	
	Anillos de pistón	4	5	2	2	1	3		14	42	Med	
	Bielas	3	5	1	2	3	3		14	42	Med	

Continuación de la Tabla 29

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO										
EQUIPO:		VIBRO COMPACTADOR			ID:		160-CB334D		PAG: 2 de 5	
SISTEMA:		POTENCIAL					CALCULO DE CRITICIDAD			
SUB SIST.	ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	NIVEL DE CRITICIDAD
	Volante de inercia	4	5	2	4	2	3	17	51	Alta
	Culata	2	5	2	2	2	3	13	39	Med
	Cojinetes	1	4	1	4	1	2	11	22	Baja
	Junta de Culata	1	5	1	4	1	3	12	36	Med
	Empaques	2	5	1	1	2	2	11	22	Baja
	Polea de cigüeñal (DAMPER)	1	5	2	2	3	4	13	52	Alta
	Correas	3	5	2	2	2	3	14	42	Med
	Cigüeñal	3	2	2	1	2	3	10	30	Med
RRRA										

Tabla 30

Análisis de criticidad del sistema de transmisión del equipo 160-CB334D

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO										
EQUIPO:		VIBRO COMPACTADOR			ID:		160-CB334D		PAG: 3 de 5	
SISTEMA:		TRASMISION					CALCULOS			
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	NIVEL DE CRITICIDAD	
Motor de mando del tambor	3	5	2	1	2	4	13	52	Alta	
Tambor trasero	2	5	2	1	2	4	12	48	Med	
Tambor delantero	2	5	2	1	2	4	12	48	Med	
Diferencial de patinaje lim.	3	5	2	1	2	4	13	52	Alta	
Mando final del tambor	3	5	2	1	2	5	13	65	Alta	
Valvulina	1	2	1	3	2	2	9	18	Baja	
RRRA										

Tabla 31*Análisis de criticidad del sistema eléctrico del equipo 160-CB334D*

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO									NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:	VIBRO COMACTADOR				ID:	160-CB334D		PAG: 4 de 5	
SISTEMA:	ELECTRICO				CALCULO DE CRITICIDAD				
COMPONENTE	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	
Batería	2	5	1	2	3	2	13	26	Bajo
Motor de inicio	2	5	2	1	2	4	12	48	Med
Alternador	1	5	2	2	3	3	13	39	Med
Fusibles	3	4	1	2	3	4	13	52	Alto
Relays	2	5	1	2	4	2	14	28	Bajo
Interruptores	2	5	1	1	2	1	11	11	Bajo
Luces	2	2	1	1	2	1	8	8	Bajo
Instrumentos	1	5	1	1	1	2	9	18	Bajo
Alarma de reversa	1	4	1	1	2	1	9	9	Bajo
Pito	1	5	1	2	3	2	11	22	Bajo
Cables	3	4	1	2	4	2	14	28	Bajo
Módulos de control electrónico	2	3	2	2	3	4	12	48	Med
Sensores	3	3	1	1	3	3	11	33	Med
Electro válvulas	2	5	1	1	4	3	11	33	Med
RRRA									

Tabla 32*Análisis de criticidad del sistema estructural del equipo 160-CB334D*

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO									NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:	VIBRO COMPACTADOR				ID:	160-CB334D		PAG: 5 de 5	
SISTEMA:	ESTRUCTURAL				CALCULO DE CRITICIDAD				
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	
Bastidor	3	4	2	1	1	4	11	44	Med
Horquilla de los tambores	2	5	1	1	1	3	10	30	Med
Raspadores de tambor	2	4	2	1	3	3	15	45	Med
RRRA									

Del mismo modo, en las Tablas 33 a la 37 se detalla el análisis de criticidad Mini cargador 160-SR200.

Tabla 33

Análisis de criticidad del sistema hidráulico del equipo 160-SR200

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO										NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:	MINI CARGADOR					ID:	160-SR200	PAG: 1 de 5		
SISTEMA:	HIDRAULICO					CALCULOS				
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD		
Aceite	2	2	1	3	2	3	10	30	Med	
Bomba hid.	2	4	2	2	1	4	11	44	Med	
Deposito	1	3	2	2	1	2	9	18	Baja	
Mangueras	2	5	2	2	3	4	14	56	Alta	
Filtros	1	2	2	2	2	3	9	27	Med	
Válvula piloto	2	3	2	2	2	3	11	33	Med	
Cilindro de levantamiento	2	5	2	1	2	4	12	48	Med	
Sellos	2	4	1	2	1	2	10	20	Baja	
Válvulas de seguridad	2	4	2	1	2	3	11	33	Med	
Válvulas de control	2	4	2	1	2	2	11	22	Med	
Cilindro de volteo	3	3	3	1	3	3	13	39	Med	
Enfriador de aceite	1	1	1	1	1	1	5	5	Baja	
RRRA										

Tabla 34

Análisis de criticidad del sistema de potencia del equipo 160-SR200

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO										NIVEL DE CRITICIDAD	
EQUIPO:		MINI CARGADOR					ID:	160-SR200	PAG: 2 de 5		
SUB SIST.		POTENCIAL					CALCULOS				
ELEMENTO		IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD		
Admisión y escape	Filtro de aire	1	2	2	1	2	3	8	27	Baja	
	Turbo	4	5	3	2	2	4	16	64	Alta	
	Intercooler	3	5	2	2	1	2	13	26	Baja	
	Ductos	2	3	2	1	1	2	9	18	Baja	
	Tubo de escape	2	5	2	3	1	2	13	26	Baja	
Sistema de refrigeración	Ventilador	3	5	2	2	2	4	14	56	Alta	
	Bomba de agua	2	3	1	2	1	4	9	36	Me	
	Termostato	3	4	2	2	2	4	13	52	Alta	
	Serpentín	2	2	1	2	2	3	9	27	Baja	
	Deposito refrigerante	2	4	1	1	2	1	10	10	Baja	
	Tapa de radiador	4	3	2	2	1	2	12	24	Baja	
	Cámaras	2	1	2	2	2	2	9	18	Baja	
	Agua/Refrigerante	4	5	2	3	2	1	16	16	Baja	

Continuación de la Tabla 34

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO											
EQUIPO:		MINI CARGADOR			ID:		160-SR200		PAG: 2 de 5		
SUB SIST.		SISTEMA: SISTEMA DE POTENCIA					CALCULOS				NIVEL DE CRITICIDAD
ELEMENTO		IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD		
Lubricación	Bomba de aceite	2	3	1	3	2	3				Me
	Aceite lubricante	3	5	2	2	1	2	11	33		Baja
	Carter	2	3	1	3	2	3	13	26		Me
	Filtros de aceite	1	2	1	3	1	4	11	33		Me
	Enfriador de aceite	2	5	2	2	3	2	8	32		Baja
	Válvulas limitadoras de presión	3	5	2	3	2	4	14	28		Alta
								15	60		
Inyección de combustible	Bomba de inyección	2	3	2	3	2	4	12	48		Me
	Bomba de cebado	2	1	1	2	2	4	8	32		Me
	Filtros	2	2	2	2	1	3	9	27		Baja
	Depósito de ACPM	2	4	2	2	1	2	11	22		Baja
	Inyectores	1	3	1	2	2	4	9	36		Me
	Separador de Agua	4	5	2	1	2	3	14	42		Me
Distribución	Árbol de levas	3	5	2	1	2	3	13	39		Me
	Balancines	3	4	2	2	2	2	13	26		Baja
	Tanques	1	4	2	1	2	3	10	30		Me
	Muelles	2	5	2	1	2	3	12	36		Me
	Válvulas	2	5	2	1	2	3	11	33		Me
	Piñones de distribución	3	5	2	3	3	2	16	32		Me
Bloque Motor	Bloque de motor	3	4	2	2	2	3	13	39		Me
	Camisas	2	5	1	2	2	2	12	24		Baja
	Pistón	2	5	1	2	1	3	12	36		Me
	Anillos de pistón	4	5	2	2	1	3	14	42		Me
	Bielas	3	5	1	2	3	3	14	42		Me
	Volante inercial	4	5	2	4	2	2	17	34		Me
	Culata	2	5	2	2	2	3	13	39		Me
	Cojinetes	1	4	1	4	1	2	11	22		Baja
	Juntas	1	5	1	4	1	3	12	36		Me
	Empaques	2	5	1	1	2	3	11	33		Me
	Polea de cigüeñal (DAMPER)	2	5	2	2	3	4		56		Alta
	Correas	3	5	2	2	2	3	14	42		Me
Cigüeñal	3	2	2	1	2	3	10	30		Me	

RRRA

Tabla 35

Análisis de criticidad del sistema de transmisión equipo 160-SR200

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO									NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:	MINI CARGADOR			ID:	160-SR200		PAG: 3 de 5		
SISTEMA:	TRASMISION			CALCULOS					
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	
Motor hidráulico	3	5	2	1	1	4	12	48	Med
Sprockets	3	5	2	1	1	4	12	48	Med
Cadena impulsora	3	4	2	1	2	4	12	48	Med
Ruedas	2	2	2	2	1	2	9	18	Baja
Mandos finales	3	5	2	2	1	4	13	52	Alta
RRRA									

Tabla 36

Análisis de criticidad del sistema eléctrico del equipo 160-SR200

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO									NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:	MINI CARGADOR			ID:	160-SR200		PAG: 4 de 5		
SISTEMA:	ELECTRICO			CALCULOS					
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	
Batería	2	5	1	2	3	2	13	26	Bajo
Motor de inicio	2	5	2	1	2	5	12	60	Alta
Alternador	1	5	2	2	3	3	13	39	Med
Fusibles	3	4	1	2	3	4	13	52	Alta
Relays	2	5	1	2	2	2	12	24	Bajo
Interruptores	2	5	1	1	2	1	11	11	Bajo
Luces	2	2	1	1	2	1	8	8	Bajo
Instrumentos	1	5	1	1	1	2	9	18	Bajo
Alarma de reversa	1	4	1	1	2	1	9	9	Bajo
Bocina	1	5	1	2	3	2	11	22	Bajo
Cables	3	4	1	2	4	2	14	28	Bajo
Módulos de CE	2	3	2	2	3	4	12	48	Med
Sensores	3	3	1	1	3	3	11	33	Med
Electro válvulas	2	5	2	1	4	3	14	42	Med
RRRA									

Tabla 37*Análisis de criticidad del sistema eléctrico del equipo 160-SR200*

REINGENIERIAS SAS										NIVEL DE CRITICIDAD	
TALLER DE MANTENIMIENTO											
EQUIPO:	MINI CARGADOR					ID:	160-SR200		PAG: 5 de 5		
SISTEMA:	ESTRUCTURA					CALCULO DE CRITICIDAD					
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD			
Bastidor	2	5	2	1	2	4	12	48		Med	
Varillaje de pala	2	4	2	1	2	3	11	33		Med	
Pala	2	3	2	4	2	3	13	39		Med	
Herramientas de corte	3	4	2	1	3	4	13	52		Alta	
Puntos de engrase	1	2	1	2	2	1	8	8		Baja	
Cabina	3	4	1	1	1	1	11	11		Baja	
RRRA											

En las Tablas 38 al 44, se muestra el análisis de criticidad Volqueta Fotón 170-WFB897.

Tabla 38*Análisis de criticidad del sistema hidráulico del equipo 170-WFB897*

REINGENIERIAS SAS											NIVEL DE CRITICIDAD		
TALLER DE MANTENIMIENTO													
EQUIPO:		VOLQUETA FOTON					CODIGO:		170-WFB897			PAG: 1 de 7	
SISTEMA:		HIDRAULICO					CALCULOS						
SUB SIST.	ELEMENTOS	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD				
Volteo	Bomba hid.	2	5	2	2	1	4	12	48		Me		
	Aceite	1	2	1	2	2	2	8	16		Baj		
	Deposito	1	2	1	1	2	2	7	14		Baj		
	Filtro de retrunn.	1	3	1	1	2	2	8	16		Baj		
	Mangueras	1	3	1	1	2	3	7	21		Baj		
	Toma de fuerza	2	4	1	1	2	3	10	30		Me		
	Válvula de control (palanca)	2	4	1	1	2	3	10	30		Me		
	Válvula de alivio	2	5	2	1	2	3	12	36		Me		
	Cilindro hidráulico	3	5	2	1	2	4	13	52		Al		
	Sellos	2	3	2	1	2	3	10	30		Me		
Dirección	Válvula de prioridad	2	3	2	2	1	3	10	30		Me		
	Bomba dosificadora de dirección	3	4	2	1	2	4	12	48		Me		
	Acumulador	1	2	1	2	1	2	7	14		Ba		
	Cilindros de dirección	1	5	2	2	2	4	12	48		Me		
	Mandos de dirección	1	3	2	1	2	4	9	36		Me		
	RRRA												

Tabla 39

Análisis de criticidad del sistema de frenos neumáticos del equipo 170-WFB897

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO										NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:	VOLQUETA FOTON					ID:	170-WFB897	PAG: 2 de 7		
SISTEMA:	NEUMATICO					CALCULOS				
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD		
Compresor de aire	2	5	2	2	2	4	13	52	Alta	
Gobernador del compresor	3	4	2	2	1	4	12	48	Med	
Tanque de almacenamiento de aire	3	4	2	2	3	2	14	28	Baja	
Válvula de drenaje	2	5	2	3	2	3	14	42	Med	
Válvula de seguridad	2	4	2	2	2	4	12	48	Med	
Pedal de freno o Válvula de pie	3	4	2	2	4	4	15	60	Alta	
Cámaras de freno de aire	3	3	2	2	4	4	15	60	Alta	
Frenos de Tambor	3	5	2	1	4	4	15	60	Alta	
RRRA										

Tabla 40

Análisis de criticidad del sistema de potencia del equipo 170-WFB897

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO											
EQUIPO:		VOLQUETA FOTON					ID:	170-WFB897	PAG: 3 de 7		NIVEL DE CRITICIDAD
SUB SIST.		POTENCIAL					CALCULOS				
ELEMENTOS		IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD		
Admisión y escape	Filtro de aire	3	2	2	1	2	4	10	40	Med	
	Turbo	4	5	3	3	2	4	17	68	Alta	
	Intercooler	3	5	2	2	1	3	13	39	Med	
	Ductos	2	3	2	2	1	2	10	20	Baja	
	Tabo de escape	2	5	2	2	3	1	14	14	Baja	
Sistema de refrigeración	Ventilador	3	5	2	2	2	4	14	56	Alta	
	Bomba de agua	2	5	1	2	1	3	11	33	Med	
	Termostato	3	4	2	2	2	4	13	52	Alta	
	Serpentín	2	2	1	2	2	1	9	9	Baja	
	Deposito refrigerante	2	4	1	1	2	1	10	10	Baja	
	Tapa de radiador	4	3	2	2	1	2	12	24	Baja	
	Cámaras	2	1	2	2	2	2	9	18	Baja	
	Refrigerante	1	5	2	3	2	2	13	26	Baja	

Continuación de la Tabla 40

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO										
EQUIPO:		VOLQUETA FOTON			ID:			170-WFB897		PAG: 3 de 7
SISTEMA:		POTENCIAL			CALCULOS					
SUB SIST.	COMPONENTE	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	NIVEL DE CRITICIDAD
Lubricación	Bomba de aceite	2	3	1	3	2	4	11	44	Med
	Aceite hid.	3	5	2	2	1	2	13	26	Baja
	Carter motor	2	3	1	3	2	2	11	22	Baja
	Filtros de aceite	1	2	1	3	1	4	8	32	Med
	Enfriador de aceite	2	5	2	2	3	2	14	28	Baja
	Válvulas limitadoras de presión	3	5	2	3	2	4	15	60	Alta
	Bomba de inyección	2	3	2	3	2	4	12	48	Med
Inyección de combustible	Bomba de cebado	2	1	1	2	2	4	8	32	Med
	Filtros	2	2	2	2	1	3	9	27	Baja
	Depósito de ACPM	2	4	2	2	1	4	11	44	Med
	Inyectores	1	3	1	2	2	4	9	36	Med
	Trampa de Agua	2	5	2	1	2	3	12	36	Med
	Árbol de levas	3	5	2	1	2	4	13	52	Alta
Distribución	Balancines	3	4	2	2	2	2	13	26	Baja
	Tanques	1	4	2	1	2	3	10	30	Med
	Muelles	2	5	2	1	2	3	12	36	Med
	Válvulas	2	5	2	1	2	4	11	44	Med
	Piñones de distribución	3	5	2	3	3	2	16	32	Med
	Bloque de motor	3	4	2	2	2	3	13	39	Med
Bloque Motor	Camisas	2	5	1	2	2	2	12	24	Baja
	Pistón	2	5	1	2	1	3	12	36	Med
	Anillos de pistón	2	5	2	1	1	3	11	33	Med
	Bielas	3	5	1	2	3	3	14	42	Med
	Volante de inercia	2	5	2	3	2	2	14	28	Baja
	Culata	2	5	2	2	2	3	13	39	Med
	Cojinetes	1	4	1	4	1	2	11	22	Baja
	Juntas	1	5	1	4	1	3	12	36	Med
	Empaques	2	5	1	1	2	3	11	33	Med
	Polea de cigüeñal (DAMPER)	3	5	2	2	3	4	15	60	Alta
	Correas	3	5	2	2	2	4	14	56	Alta
	Cigüeñal	3	2	2	1	2	3	10	30	Med

RRRA

Tabla 41*Análisis de criticidad del sistema de potencia del equipo 170-WFB897*

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO										NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:	VOLQUETA FOTON				ID:	170-WFB897		PAG: 4 de 7		
SISTEMA:	TRASMISION				CALCULO DE CRITICIDAD					
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD		
Embrague	2	5	2	1	1	4	11	44	Med	
Árbol de levas	3	4	2	2	1	4	12	48	Med	
Caja	3	4	2	2	1	4	12	48	Med	
Ruedas	2	3	2	1	2	3	10	30	Med	
Diferencial	3	4	2	1	1	5	11	55	Alta	
RRRA										

Tabla 42*Análisis de criticidad del sistema eléctrico del equipo 170-WFB897*

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO										NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:	VOLQUETA FOTON				ID:	170-WFB897		ID: 5 de 7		
SISTEMA:	ELECTRICO				CALCULOS					
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD		
Batería	1	4	1	1	2	4	9	36	Med	
Motor de inicio	2	3	2	1	1	4	9	36	Med	
Alternador	2	4	2	1	1	4	10	40	Med	
Relays	1	4	1	1	1	4	8	32	Med	
Fusibles	2	3	2	1	1	4	9	36	Med	
Interruptores	1	4	1	1	1	3	8	24	Bajo	
Luces	1	3	1	1	1	2	7	14	Bajo	
Instrumentos	1	2	1	1	1	2	8	16	Bajo	
Alarma de reversa	1	4	1	1	1	1	8	8	Bajo	
Pito	1	3	1	1	1	1	7	7	Bajo	
Cables	1	2	1	1	2	2	7	14	Bajo	
Módulos de CE	1	5	1	1	1	2	9	18	Bajo	
Sensores	2	5	2	1	1	2	11	22	Bajo	
Electro válvulas	2	5	2	1	1	3	11	33	Med	
RRRA										

Tabla 43*Análisis de criticidad del sistema suspensión del equipo 170-WFB897*

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO									NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:	VOLQUETA FOTON			ID:	170-WFB897		PAG: 6 de 7		
SISTEMA:	SUSPENSION			CALCULOS					
ELEMENTOS	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	
Amortiguadores	3	5	2	1	2	4	13	52	Alta
Barras estabilizadoras	3	4	2	1	2	4	12	48	Med
Ballestas	2	4	2	1	3	3	12	36	Med
RRRA									

Tabla 44*Análisis de criticidad del sistema estructural del equipo 170-WFB897*

REINGENIERIAS SAS TALLER DE MANTENIMIENTO									NIVEL DE CRITICIDAD
EQUIPO:	VOLQUETA FOTON			ID:	170-WFB897		PAG: 7 de 7		
SISTEMA:	ESTRUCTURA			CALCULOS					
ELEMENTO	IO	FO	CM	IMA	IS	FF	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	
Cabina	4	4	3	1	1	2	13	26	Bajo
Caja de volteo	4	4	3	1	2	2	14	28	Bajo
Chasis	3	3	2	1	3	1	12	12	Bajo
Varillaje de dirección	2	3	2	1	2	3	10	30	Med
RRRA									

Este análisis se realizó con el fin determinar los componentes más críticos de la máquina, el cual permitirá realizarle seguimiento permanente a los componentes que oscilan en el rango medio y altamente crítico para garantizar una vida útil más duradera.

3.1.2.2 Actividad 2. Determinar la frecuencia de mantenimiento de las máquinas. De acuerdo con la información extraída de los catálogos de fabricantes de cada máquina, se determinó un rango de intervalos para ejecutar tareas preventivas, específicamente a los sistemas que necesitan lubricación.

Se calculó que para las máquinas de servicio pesado se intervendrán cada 250 Horas de trabajo. Por otra parte, para los vehículos de transporte pesado y los vehículos livianos su intervención preventiva se ejecutará cada 5000 Kilómetros recorridos. Por eso, en la Tabla 45 se muestra las frecuencias en el mantenimiento de los diferentes equipos.

Tabla 45

Frecuencias de mantenimiento de los equipos

ID EQUIPO	DESCRIPCION	FRECUENCIA (Hrs/Kms)
D5H	BULLDOZER	250
10K	BULLDOZER	250
20X	BULLDOZER	250
75W	BULLDOZER	250
710 A	MOTONIVELADORA	250
570B	MOTONIVELADORA	250
120G	MOTONIVELADORA	250
312C	EXCABADORA	250
DX140LC	EXCABADORA	250
310D1	RETROEXCABADORA	250
310D2	RETROEXCABADORA	250
416F2	RETROEXCABADORA	250
334CB	VIBROCOMPACTADOR	250
150D	VIBROCOMPACTADOR	250
CA250PD	VIBROCOMPACTADOR	250
CO2	CARMIX	250
SR200	MINICARGADOR	250
UAA922	CARRO TANQUE BLANCO	5000
UWP287	CARRO TANQUE VINOTINTO	5000
EYZ370	PLANCHON FOTON	5000
WHB145	PLANCHON AZUL	5000
EYZ359	CARROTALLER	5000
WFB897	VOLQUETA	5000
WHN208	VOLQUETA	5000
BUV579	CAMIONETA	5000

Continuación de la Tabla 45

ID EQUIPO	DESCRIPCION	FRECUENCIA (Hrs/Kms)
DGD052	CAMIONETA	5000
IEU306	CAMIONETA	5000
VAQ658	CAMIONETA	5000
AA180	CAMIONETA	5000

3.1.2.3 Actividad 3. Determinar los requerimientos de cada máquina y tomar como base las acciones recomendadas por el fabricante para el mantenimiento preventivo de los sistemas y componentes de las máquinas. Con el estudio realizado a los manuales de mantenimiento de las máquinas, se implementaron actividades a ejecutar. La descripción de cada insumo (Filtros y aceites), referencias de los insumos, cantidad de insumos, se extrajeron con la ayuda de cada manual, de los operadores de los equipos y de cada máquina. En la Figura 3, se puede observar una captura de pantalla parcial.

Figura 3

Requerimientos de actividades e insumos para los equipos

ACTIVIDADES			INSUMOS			
ID EQUIPO	COMPARTIMIENTO	ACTIVIDAD	DESCRIP	CODIGO	QT	UNID
416F2	Motor	Cambio filtro motor	FILTRO ACEITE MOTOR	7W-2326	1	und
416F2	General	Cambio filtro combustible	FILTRO SEPARADOR DE AGUA	460-0310	1	und
416F2	General	Cambio filtro combustible	ELEMENTO-SEPARADOR DE AGUA	1R-1804	1	und
416F2	General	Cambio elemento filtro de aire	ELEMENTO FILTRO DE AIRE	528-0585	1	und
416F2	Motor	Cambio filtro de aire	FILTRO AIRE MOTOR	346-6688	1	und
416F2	General	Cambio filtro de aire	FILTRO AIRE DE CABINA (PLANO)	417-8133	1	und
416F2	General	Cambio de respiradero	RESPIRADERO	9G-5127	1	und
416F2	General	Cambio filtro hidraulico	FILTRO HIDRAULICO-CARCASA	362-1163	1	und
416F2	General	Cambio filtro de aire	ELEMENTO FILTRO DE AIRE CABINA	211-2660	1	und
416F2	General	Cambio filtro de aire	FILTRO AIRE DE CABINA (REDONDO)	417-8134	1	und
416F2	General	Cambio filtro transmision	FILTRO DE TRASMISION	471-7003	1	und
416F2	General	Cambio aceite transmision	TRASMISION	CAT TO-4 OIL 30 (8T-9572)	4	Gal
416F2	General	Cambio aceite transmision	DIFERENCIAL DELANTERO	MTO 10W-30	2,9	Gal
416F2	General	Cambio aceite transmision	DIFERENCIAL TRASERO	MTO 10W-30	4,4	Gal
416F2	General	Cambio aceite ruedas	MANDO FINAL TRASERO RH	MTO 10W-30	0,45	Gal
416F2	General	Cambio aceite ruedas	MANDO FINAL TRASERO LH	MTO 10W-30	0,45	Gal
416F2	General	Cambio aceite ruedas	MANDO FINAL DELANTERO RH	MTO 10W-30	0,2	Gal
416F2	General	Cambio aceite ruedas	MANDO FINAL DELANTERO LH	MTO 10W-30	0,2	Gal
416F2	Motor	Cambio aceite motor	ACEITE MOTOR	CAT DEO 15W-40 (5153973)	3	Gal
416F2	General	Cambio aceite servo	SERVOTRASMISION	CAT TO-4 OIL 30 (8T-9572)	5	Gal
416F2	General	Añadir aceite hidraulico	ACEITE HIDRAULICO	CAT HYDO Advance 10 SAE 10W	añadir	Gal
416F2	General	Engrase general	CARTUCHO DE GRASA	4526006	1	und

Para observar los datos de los requerimientos completo, se puede observar el Apéndice A

3.1.2.4 Determinar las actividades de mantenimiento para cada máquina y calcular los técnicos necesarios para la ejecución del mantenimiento. Se implementaron las actividades para ejecutar el plan de mantenimiento donde se cambian los insumos según las horas trabajadas o kilómetros recorridos según el tipo de equipo. Ver Apéndice B.

Para la ejecución de estas tareas preventivas se calcula que como máximo se requiere de un técnico y de un operador.

3.1.3 Fase 3. Implementar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa

REINGENIERIAS SAS

3.1.3.1 Actividad 1. Sistematizar los formatos de control de mantenimiento preventivo: Para un control adecuado de las maquinarias se sistematizan los siguientes formatos. En caso de no tener algún formato se implementa. Se extrajeron los datos de los formatos con el cual cuenta la empresa, algunos implementados por los pasantes anteriores y se sistematizaron de tal manera que la base de datos facilitara el manejo de estos. Ver apéndice C.

3.1.3.2 Actividad 2. Unificar las diferentes plantillas de control de mantenimiento con ayuda del programa informático Excel. Se implementó un programa con ayuda de la herramienta informática Excel donde se pueden ejecutar actividades para el mantenimiento

preventivo de las máquinas y los vehículos livianos y pesados configurado con horas de trabajo o kilómetros recorridos. El programa consta de los siguientes controles:

1. Control de inventarios con VBA.
2. Personal de mantenimiento
3. Operarios.
4. Registros de horas/kilómetros (equipos con medidor servible).
5. Alertas de mantenimiento (incluye paquetes de Mtto con macros para cada 250 horas / 5000 kilómetros hasta las 2000 Horas/ 20000 Kilómetros).
6. Registro de horas/ km para maquinas y/o vehículos sin hodómetro o kilometraje, con control de Mtto para este.
7. Control de Soat y revisión de gases para vehículos.
8. Reporte de mantenimiento preventivo- correctivo.

Desarrollo del programa de mantenimiento en el software Excel. A continuación se detalla cada una de las fases del desarrollo del software.

1. Control de inventarios con VBA. Se quiere minimizar los tiempos de ejecución de mantenimientos a los equipos, por tanto, es importante tener una buena gestión en el sistema de inventario de todos los equipos del área técnica y operativa de la empresa REINGENIERIAS SAS. Así mismo, teniendo ya realizado el sistema de inventario (Ver Tabla 3), se procede a automatizar esta tabla por medio del lenguaje de programación Visual Basic (VBA).

Se diseña un formulario en VBA “Userform1” el cual tiene las mismas características que requiere el inventario, usando en este formulario diferentes herramientas como: Label, Textbox y CommandButton. En la Tabla 46 se detalla el lenguaje utilizado en los diversos comandos.

Tabla 46

Herramientas utilizadas

HERRAMIENTA	NOMBRE	CODIGO
Label1	Registro de inventario equipos	N/A
Label2	ID EQUIPO	N/A
Label3	DESCRIPCION	N/A
Label4	MARCA	N/A
Label5	MODELO	N/A
Label6	AÑO DE FABRICACION	N/A
Label7	NUMERO DE SERIE	N/A
TextBox1	N/A	N/A
TextBox2	N/A	N/A
TextBox3	N/A	N/A
TextBox4	N/A	N/A
TextBox5	N/A	N/A
TextBox6	N/A	N/A
		Private Sub CommandButton1_Click() TextBox1.Text = "" TextBox2.Text = "" TextBox3.Text = "" TextBox4.Text = "" TextBox5.Text = "" TextBox6.Text = "" TextBox1.SetFocus
CommandButton1	NUEVO	End Sub

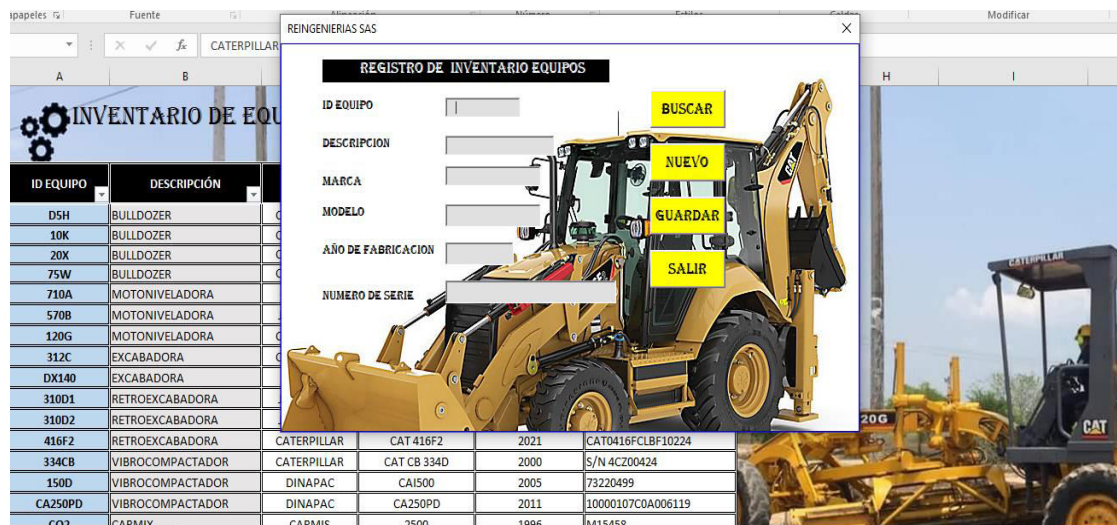
Continuación de la Tabla 46

HERRAMIENTA	NOMBRE	CODIGO
		<pre> Private Sub CommandButton2_Click() Dim xfil As Integer Range("A5").Activate xfil = ActiveCell.CurrentRegion.Rows.Count ActiveCell.Offset(xfil, 0) = TextBox1.Text ActiveCell.Offset(xfil, 1) = TextBox2.Text ActiveCell.Offset(xfil, 2) = TextBox3.Text ActiveCell.Offset(xfil, 3) = TextBox4.Text ActiveCell.Offset(xfil, 4) = TextBox5.Text ActiveCell.Offset(xfil, 5) = TextBox6.Text Dim pregunta As String pregunta = MsgBox("Los datos son correctos", vbYesNo + vbQuestion, "Microsoft Excel") If pregunta = vbNo Then MsgBox "registro no exitoso valide los datos": Exit Sub MsgBox "Datos guardados Correctamente" Private Sub CommandButton3_Click() Unload Me End Sub Private Sub CommandButton4_Click() On Error Resume Next Me.TextBox2.Text = Application.WorksheetFunction.VLookup(Me.TextBox1.Text, Hoja31.Range("A:F"), 2, 0) Me.TextBox3.Text = Application.WorksheetFunction.VLookup(Me.TextBox1.Text, Hoja31.Range("A:F"), 3, 0) Me.TextBox4.Text = Application.WorksheetFunction.VLookup(Me.TextBox1.Text, Hoja31.Range("A:F"), 4, 0) Me.TextBox5.Text = Application.WorksheetFunction.VLookup(Me.TextBox1.Text, Hoja31.Range("A:F"), 5, 0) Me.TextBox6.Text = Application.WorksheetFunction.VLookup(Me.TextBox1.Text, Hoja31.Range("A:F"), 6, 0) End Sub </pre>
CommandButton2	BUSCAR	
CommandButton3	GUARDAR	
CommandButton4	SALIR	

Resultados posteriores a la programación: En la Figura 4 se muestra el inicio del software desarrollado.

Figura 4

Inicio de software



2. Recursos humanos: Para una buena gestión de los mantenimientos es importante el talento humano del departamento de la empresa, para agilizar, priorizar los mantenimientos a ejecutar, pero también salvaguardar la seguridad humana.

Por ello, se requieren los datos de cada uno del personal técnico y operativo. Estos datos fueron registrados en tablas mecánicas implementadas para tener una base de datos optima que facilite la información del talento humano. Esta información se encuentra consignada en la Figura 5 y 6.

Figura 5

Personal de mantenimiento

PERSONAL DE MANTENIMIENTO			
NOMBRES Y APELLIDOS	CEDULA	CELULAR	CARGO
EMEL VILLADIEGO		3216793809	ING. JEFE DE TALLER
DEYANIRA CAÑIZARES	37.334.138	3153123418	SECRETARIA
JOSE AMESQUITA	74.375.871	3127132420	MECANICO
EDWIN DURAN	72.243.491	3186448222	MECANICO
EDGAR	1.095.935.784	3188636938	OFICIOS VARIOS
RAY REDONDO	1.084.743.467	3204211046	PASANTE 2021



Figura 6

Operadores de maquinaria

OPERADORES						
Equipo	Flota	Marca	Ubicación	Operador	Cedula	Celular
DSH	BULLDOZER D6B	CAT	Taller Ocaña			
10K	BULLDOZER D6C	CAT	Taller Ocaña			
20X	BULLDOZER D6D	CAT	Taller Ocaña	Melquisedec Ascanio	1.007.400.008	3226119868
75W	BULLDOZER D6D	CAT	Camorra	Yosman Sanbria	5.468.945	3155907191
710A	MOTONIVELADORA	CHAMPION	Teorama	Josue Baraja	5.691.820	3223408284
570B	MOTONIVELADORA	JHON DEERE	Tibu	Ebidasio Garcia	91.243.387	3043478625
120G	MOTONIVELADORA	CAT	Tibu	William Caro	1.148.457.685	3125558064
312 C	EXCAVADORA	CAT	Taller Ocaña			
DX140	RETROEXCAVADORA	DOOSAN	Campo Dos	Diomar Rojas	88.141.769	3205278291
310 D1	RETROEXCAVADORA	JOHN DEERE	El carmen	Geovany Navarro	88.143.175	3118113676
310 D2	RETROEXCAVADORA	JOHN DEERE	Taller Ocaña			
416F2	RETROEXCAVADORA	CAT	El carmen	Jhon Alexander Arias	1091654687	3107726471
334CB	VIBROCOMPACTADOR	CAT	Taller Ocaña			
150D	VIBROCOMPACTADOR	DYNAPAC	Tibu	Hector Remolina	5.471.794	3124481563
250PD	VIBROCOMPACTADOR	DYNAPAC	Tibu	Jaime lopez	88.140.594	3204167872
CO2	CARMIX	CARMIX	Tibu	Jaime lopez	88.140.594	3204167872



3. Registros de horas/kilómetros (equipos con hodómetro o cuentakilómetros servible). Se requiere de una base de datos donde se puedan ir registrando las horas de trabajo o kilómetros recorridos de los equipos, su respectiva fecha y la cantidad de combustible consumida.

Por tanto, se implementó una tabla nombrada “registro de horas/ kilómetros de los equipos” y programada con Macros donde la función es ir llenando los datos reportados por los operadores de cada equipo, de manera de que el llenado de la base de datos sea desde el cuadro de registro de datos y no directamente desde la tabla. El cuadro de registro de datos esta enlazado con el sistema de inventarios por medio de la función “validación de datos”.

Del mismo modo, se diseñó un sistema de filtrado que permite buscar registros de la tabla nombrada “registro de horas/ kilómetros de los equipos”. La búsqueda se da por el ID DEL EQUIPO y por un rango de fechas, donde esta búsqueda arroje resultados de horas totales trabajadas y el consumo de combustible de los equipos.

Su programación está dada básicamente por la función de Excel “CONCATENAR” combinada con diferentes funciones como INDICE, SI. ERROR entre otras funciones básicas. El resultado de la plantilla se muestra en la Figura 7.

Figura 7

Plantilla

REGISTRO DE HORAS/KMS DE LOS EQUIPOS						INGRESE ID DEL EQUIPO Y FECHAS							
ID EQUIPO	FECHA	Hr/Km INICIAL	Hr/Km FINAL	TOTAL Hr/Km	GAL DE ACPM	BUSCAR:		ID EQUIPO	FECHA INICIO	FECHA FIN			
710A	8-nov-21	254,7	261,7	7	55	IR A ALERTAS DE MANTENIMIENTO		310D1	1-nov-21	30-dic-21			
310D1	6-nov-21	3738,5	3742,3	3,8	11	IR A REGISTRO DE MANTENIMIENTO		CALCULO DE HORAS TRABAJADAS Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE					
310D1	8-nov-21	3742,2	3748	5,8		RE-INGENIERIAS		SUMA TOTAL GAL COMBUSTIBLE =	16	SUMA TOTAL HORAS =	31,80		
310D1	9-nov-21	3748	3752,1	4,1		REGISTRE HORAS/KILOMETROS		ID EQUIPO	FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	TOTAL HORAS	GAL DE AQ
310D1	10-nov-21	3752,1	3761,6	9,5		ID EQUIPO		310D1	06-11-21	3738,5	3742,3	3,8	11
310D1	11-nov-21	3761,6	3766,4	4,8		FECHA		310D1	08-11-21	3742,2	3748	5,8	0
416F2	8-nov-21	808,1	811,5	3,4		Hr/Km inicial		310D1	09-11-21	3748	3752,1	4,1	0
416F2	9-nov-21	811,5	819,5	8	9	Hr/Km final		310D1	10-11-21	3752,1	3761,6	9,5	0
416F2	10-nov-21	819,5	827,5	8		TOTAL Hr/Km		310D1	11-11-21	3761,6	3766,4	4,8	0
416F2	11-nov-21	827,5	835,5	8		GAL de ACPM		310D1	25-11-21	3770,6	3774,4	3,8	5
416F2	12-nov-21	835,5	841,8	6,3	40	ULTIMO REGISTRO:							
416F2	13-nov-21	841,8	844,9	3,1		GUARDAR		LIMPIAR					
710A	9-nov-21	261,7	270,5	8,8		LIMPIAR							
710A	10-nov-21	270,5	281,5	11	55								
710A	11-nov-21	281,5	291,5	10	55								
710A	12-nov-21	291,5	294,7	3,2	55								
DX140	24-nov-21	1935	1943	8	8								
710A	20-nov-21	294,7	296,8	2,1	55								
710A	21-nov-21	296,8	298,5	1,7									

4. Registro PM de los equipos. Se implementa una base de datos programada con Macros donde se registren los datos necesarios luego de haber ejecutado un mantenimiento de alguno de los equipos. Los datos requeridos son el ID EQUIPO que esta enlazado con el sistema de inventario por medio de la función “validación de datos”.

Del mismo modo, el ingreso de datos se realiza desde el cuadro de registro de datos y no directamente desde la tabla para facilitar el proceso. En la Figura 8 se muestra la plataforma implementada.

Figura 8

Registro de equipos

REGISTROS PM DE LOS EQUIPOS			
ID EQUIPO	Fecha PM	Horometro	Tipo PM (Hr/Km)
710A	8-nov-21	254,7	250
310D1	3-nov-21	3736,5	2000
416F2	5-nov-21	760	750
EYZ359	14-nov-20	5034	5000
EYZ359	15-feb-21	11451	10000
EYZ359	17-abr-21	15712	15000
EYZ359	21-ago-21	21757	20000
EYZ359	12-nov-21	26757	25000
DX140	28-oct-21	1750	1750
D5H	30-dic-21	255	250
VAQ658	29-dic-21	480110	480000
IEU306	29-dic-21	114109	115000
150D	15-dic-21	406	2000

5. Alertas de mantenimiento (incluye paquetes de Mtto con macros para cada 250 horas / 5000 kilómetros hasta las 2000 Horas/ 20000 Kilómetros). Se requiere implementar una plantilla de sistemas de alertas de mantenimiento, de manera de que a medida que los operarios de los equipos informen las horas trabajadas o los kilómetros recorridos y se registren en la plantilla “Registros de horas/kilómetros (equipos con hodómetro o cuentakilómetros servible)” y también se hayan ejecutado mantenimientos ingresados en la base de datos “Registro PM de los equipos”, el sistema me identifique automáticamente cuantas horas o kilómetros faltan para una próxima intervención de mantenimiento, la fecha próxima, tipo de mantenimiento a ejecutar y las actividades que se deben desarrollar para el ejecución del mantenimiento preventivo.

Para ello se realiza una tabla mecánica donde por medio de varias fórmulas que utiliza las funciones CONCATENAR, COINCIDIR, INDICE, SI, ERROR, donde el objetivo de la combinación de estas funciones es extraer los últimos registros según la fecha de las plantillas

“Registros de horas/kilómetros (equipos con hodómetro o cuentakilómetros servible)” y “Registro PM de los equipos” y llevarlos tales registros a las columnas llamadas ULTIMO PM EJECUTADO y HOROMETRO ACTUAL. Esta plantilla también contiene datos del sistema de inventario, del diagnóstico de la maquinaria, la frecuencia de mantenimientos, horas trabajadas por días y los paquetes de mantenimientos los cuales son registrados mecánicamente.

Así mismo, contiene una programación con macros que dirige a las actividades y requerimientos a ejecutar donde tiene diferentes botones según el mantenimiento que se requiera ejecutar, ya sea de 250 horas, 500 horas, 1000 horas o 2000 horas.

En la columna nombrada STATUS y en la llamada OVER DUE se utiliza la herramienta de formato condicional, donde el STATUS es el estado en que se encuentra cada equipo (Operativa, Fuera de servicio o Stand by) y el OVER DUE es la alerta que informa cuantas horas o kilómetros faltan para la próxima intervención de mantenimiento. El OVER DUE es simplemente la diferencia entre la frecuencia de mantenimiento y las horas o kilómetros totales trabajados por el equipo. Y las horas o kilómetros trabajados es la diferencia entre la hora o kilómetros actuales que registra el horómetro del equipo y las horas o kilómetros con que se ejecutó el ultimo mantenimiento. La plantilla se puede visualizar en la Figura 9.

Figura 9

Alertas de mantenimiento

ALERTAS DE MANTENIMIENTO > HORAS/KILOMETROS														RE-INGENIERIAS SAS	
DATOS GENERALES DEL EQUIPO						IR A EQUIPOS SIN HOROMETRO		HOROMETRO ACTUAL		PROXIMO PM A EJECUTAR					
ID Equipo	Descripcion	Marca	Status	Frecuencia Hrs/Kms	# Hrs/Kms Por Dia	Hrs/Kms ACTUAL	Hrs/Kms TRABAJADAS	PM: Hrs/Kms	Hrs/Kms OVER DUE	Dias Faltantes	Fecha PM	OLD PM	PAQUETES PM		
DSH	BULLDOZER	CATERPILLAR	Fuera de servicio	250	8			505				500	250 HRS O 5000 KM		
10K	BULLDOZER	CATERPILLAR	Fuera de servicio	250	8										
20X	BULLDOZER	CATERPILLAR	Fuera de servicio	250	8										
75W	BULLDOZER	CATERPILLAR	Operativa	250	8										
710A	MOTONIVELADORA	CHAMPION	Operativa	250	8	302,1	47,4	505	203	89	5-feb-22	500			
570B	MOTONIVELADORA	JHON DEERE	Operativa	250	8										
120G	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	Operativa	250	8								500 HRS O 10000 KM		
312C	EXCABADORA	CATERPILLAR	Fuera de servicio	250	8										
DX140	EXCABADORA	DOOSAN	Operativa	250	8	1989,0	239,0	2000	11	76	12-ene-22	2000			
310D1	RETROEXCABADORA	JHON DEERE	Operativa	250	8	3774,4	37,9	3987	212	96	6-feb-22	2250			
310D2	RETROEXCABADORA	JHON DEERE	Fuera de servicio	250	8										
416F2	RETROEXCABADORA	CATERPILLAR	Operativa	250	8	926,2	166,2	1010	84	77	21-ene-22	1000			
334CB	VIBROCOMPACTADOR	CATERPILLAR	Fuera de servicio	250	8								1000 HRS		
150D	VIBROCOMPACTADOR	DINAPAC	Operativa	250	8	406,0	0,0	656	250	58	11-feb-22	2250			
CA250PD	VIBROCOMPACTADOR	DINAPAC	Operativa	250	8										
CO2	CARMIX	CARMIS	Operativa	250	8										
SR200	MINICARGADOR	CASE	Operativa	250	8										

6. Registro de horas/ kilómetros para equipos sin hodómetro o cuentakilómetros.

Debido a que en la empresa había equipos que no tenían funcionando sus instrumentos de medición de horas o kilómetros esos equipos no se podían incluir en el sistema de alertas de mantenimiento diseñado anteriormente.

Por ello se creó una plantilla de alertas de mantenimiento independiente a la de los “Registros de horas/kilómetros (equipos con hodómetro o cuentakilómetros servible)”. Pero si relacionado con la plantilla “Registro PM de los equipos” mediante las funciones CONCATENAR, COINCIDIR, INDICE y SI. ERROR. Extrayendo los datos del último mantenimiento ejecutado de cada equipo y llevando los registros a la columna llamada ULTIMO PM EJECUTADO. Las horas se registran según el tiempo de trabajo durante un día, y su registro se da por medio de la programación con macros en la tabla y el cuadro de registro para así facilitar el proceso. Ver la plantilla en la Figura 10.

Figura 10

Registro de tiempos

EQUIPOS SIN HOROMETRO			IR A REGISTRO DE MANTENIMIENTO										
ID EQUIPO	Hrs/Kms	Fecha	ALERTAS PM			ULTIMO PM EJECUCATO			PROXIMO PM A EJECUTAR				
ID EQUIPO	Hrs/Kms	Fecha	ID EQUIPO	TOTAL Hrs	OVER DUE	Tipo PM	Hrs/Kms	fecha	frecuencia	PM	fecha PM	OLD PM	
570B	0	250	570B	0	250				250		11-feb-22		250 HRS O 5000 KM
DSH	18	232	DSH	18	232	250	255	30-dic-21	250	505	9-feb-22	500	500 HRS O 10000 KM
20X	2	248	20X	2	248				250		11-feb-22		10000 KM
75W	13	237	75W	13	237				250		9-feb-22		
120G	3	247	120G	3	247				250		10-feb-22		1000 HRS O 15000 KM
334CB	0	250	334CB	0	250				250		11-feb-22		
CA250PD	0	250	CA250PD	0	250				250		11-feb-22		15000 KM
CO2	0	250	CO2	0	250				250		11-feb-22		2000 HRS O 20000 KM
		0			0						11-ene-22		
		0			0						11-ene-22		

7. Control de Soat y revisión de gases para vehículos. Se implementa una plantilla para la gestión de los documentos legales que exige la ley de tránsito para los vehículos de cargas y vehículos livianos. El objetivo de esta plantilla es alertar cuantos días faltan para vencerse los documentos, los cuales son el SOAT y la TECNICOMECHANICA.

Se utilizó simplemente la herramienta de función condicional para alertar los días faltantes.

Dichos días van disminuyendo a medida que pase el tiempo, porque es la diferencia entre la fecha de vencimiento y el día actual. A continuación, podemos visualizar el control de documentos de los equipos mediante la Figura 11.

Figura 11

Control de SOAT y tecnomecanica

CONTROL DE DOCUMENTOS EQUIPOS							
Fecha Actual:	11-ene-22	FECHA DE VIGENCIA		FECHA VENCIMIENTO		ALERTAS	
Placa	Descripcion del Equipo	Soat.	Tecnico Mecanica	Soat	TecnoMecanica	Dias Faltantes Soat	Dias Faltantes Tecnomecanica
VAQ658	NISSAN FRONTIER	15-jul-21	9-may-21	15-jul-22	9-may-22	185	118
IEU306	NISSAN FRONTIER	25-may-21	15-dic-21	25-may-22	15-dic-22	134	338
GDG052	NISSAN PATROL	22-ene-21	1-mar-21	22-ene-22	1-mar-22	11	49
BUV579	TOYOTA HILUX ROJA	13-ene-21	11-may-21	13-ene-22	11-may-22	2	120
AA180	TERIUS	3-jun-21	8-jul-21	3-jun-22	8-jul-22	143	178
NCZ308	RUBICON	19-nov-21	1-dic-21	19-nov-22	1-dic-22	312	324
WHN208	VOLQUETA KODIAK	16-dic-21	7-dic-21	16-dic-22	7-dic-22	339	330
WFB897	VOLQUETA FOTON	18-sep-21	12-ago-21	18-sep-22	12-ago-22	250	213
UWP287	CARROTANQUE VINOTINTO	10-ago-21	17-ago-21	10-ago-22	17-ago-22	211	218
UAA922	CARROTANQUE BLANCO	4-abr-19	4-abr-19	3-abr-20	3-abr-20	-648	-648
VBH145	PLANCHON VERDE	17-nov-21	10-jun-20	17-nov-22	10-jun-21	310	-215
MRS813	TOYOTA PRADO TXL	4-ene-21		4-ene-22	29-dic-04	-7	
EYZ370	PLANCHON AZUL	5-ago-21	12-ago-20	5-ago-22	11-ago-25	206	1308
EYZ359	CARROTALLER	26-jul-21	30-jul-20	26-jul-22	29-jul-25	196	1295
JRP245	TOYOTA PRADO TXL	28-oct-21	28-oct-21	28-oct-22	27-oct-26	290	1750
UZZ000	MOTO INC	12-mar-21	1-jun-20	12-mar-22	1-jun-21	134	334

8. Reporte de mantenimiento preventivo-correctivo. Se implementa una plantilla para almacenar los reportes de mantenimientos correctivos ya ejecutados donde se incluye el ID Equipo, Descripción del Evento, Ubicación, Fecha Fuera Servicio, Fecha Estimada Salida, Horas Fuera Servicio, Descripción repuesto, Código o Referencia repuesto, Status.

Dichos datos se registran por medio de la programación de macros desde una tabla de control, que también esta enlazada con el inventario por medio de la herramienta validación de datos. La plantilla se muestra en la Figura 12.

Figura 12

Reportes de mantenimiento

INGRESO DE DATOS		IR A ALERTAS DE MANTENIMIENTO						
Equipo	Descripción del Evento	Ubicación	Fecha Fuera Servicio	Fecha Estimada Salida	Horas Fuera Servicio	DESCRIPCION REPUESTOS	CODIGO O REFERENCIA REPUESTOS	
REPORTE DE MANTENIMIENTO								
Equipo	Descripción del Evento	Ubicación	Fecha Fuera Servicio	Fecha Estimada Salida	Horas Fuera Servicio	DESCRIPCION REPUESTOS	CODIGO O REFERENCIA REPUESTO	STATUS
D5H	Falla en el motor diésel//Reparación Motor//rectificación de cigüeñal	La Jagua de Ibirico	01-ene-21 06:00	No Eta	9008	NA		
120G	Equipo no modula//Reparación de transmisión	Tibu	02-feb-21 06:00	15-jul-21 06:00	8240	NA		En proceso
312C	Mantenimiento preventivo//En espera de autorización	Taller Ocaña	02-feb-21 06:00	No Eta	8240	NA		
416F	Cambio de Motor de arranque//garantía//en espera del Tec.Gecolsa	Aserrio	15-may-21 00:00	12-jun-21 06:00	5798	NA		En proceso
CO2	Falla en la bomba de freno//cambiar// en espera de repuestos	Taller Ocaña	15-abr-21 00:00	20-jun-21 17:00	6518			Stand by
UWP287	Equipo no da encendido// Evaluación sistema eléctrico//esperando electricista	Taller Ocaña	01-may-21 00:00	25-jun-21 17:00	6134	NA		Realizado

8. Panel de control. Se realiza un panel de control que permita el acceso rápido a las diferentes plantillas por medio de la programación y asignación de macros. Cabe resaltar que las diferentes plantillas también poseen botones de dirección para facilitar la movilidad por todas las hojas. El panel de control se muestra en la Figura 13.

Figura 13

Panel de control



Ver apéndice C para el ingresar al programa.

3.1.3.3 Actividad 3. Capacitar al personal. Se logró capacitar satisfactoriamente al jefe de maquinaria el cual dio el visto bueno por el trabajo realizado durante la pasantía por la empresa REINGENIERIAS SAS.

Capítulo 4. Diagnóstico Final

La empresa no contaba con un programa para el control del mantenimiento preventivo, sin embargo, Aplicando los conocimientos adquiridos durante el pregrado en la universidad, logre implementar un plan de mantenimiento y plasmarlo en un programa con la ayuda de Excel el cual beneficia positivamente al departamento de maquinaria.

Igualmente se logró ejecutar la gestión de las actividades de mantenimiento programado con ayuda y conocimientos del talento humano que posee la empresa REINGENIERIAS SAS.

Por otra parte, la enseñanza y experiencia adquirida durante mi paso por la empresa fue de suma importancia para mi vida porque me ayuda a ir desarrollándome como un profesional en el ámbito laboral y como persona.

Capítulo 5. Conclusiones

En primera instancia, se identificaron adecuadamente los diferentes equipos y tener organizado y actualizado el sistema de inventario en una empresa, es de suma importancia para desarrollar un plan de mantenimiento. De la misma forma, el diagnóstico cualitativo de los equipos nos permite determinar en qué estado se encuentra los activos de una empresa. Por otra parte, es de suma importancia incluir en el sistema de inventario datos de año de fabricación y número de serie para facilitar los controles de vida útil y gestión de mantenimientos preventivos y correctivos. Para concluir, al momento de desarrollar el diagnóstico se observó que alrededor del 65.55% de los equipos estaban disponibles, el 27.59% Fuera de servicio y el restante el 6.86% en Stan by.

La disposición de las fichas técnicas, manuales de operación y de mantenimiento es de mucha importancia para diseñar un buen plan de mantenimiento, ya que los fabricantes facilitan datos técnicos, frecuencias de mantenimientos, requerimientos para cada sistema de una máquina, entre otros datos. Del mismo modo, se extrajeron de cada manual y ficha técnica datos que ayudaron a determinar intervalos y las frecuencias de mantenimiento en general para toda la maquinaria, también se logró crear una base de datos donde especifica los insumos y sus cantidades a cambiar en los intervalos de mantenimiento.

Se logró implementar un plan de mantenimiento preventivo, para la empresa REINGENIERIAS SAS. Adicionalmente, se hizo entrega del programa de mantenimiento, el cual está siendo utilizado por el ingeniero mecánico Emel Villadiego Vergel para llevar el

control óptimo de los mantenimientos. Dicho programa satisface las necesidades que tenía la empresa.

Capítulo 6. Recomendaciones

Se recomienda ir alimentando con los datos de horas trabajadas, activos adquiridos o excuidos de la empresa, estado de documentos legales, constantemente por lo menos cada dos semanas de manera de que el programa implementado pueda llevar el control automatizado adecuado de los mantenimientos de los equipos, alertando cuantos días o horas faltan para la próxima intervención de mantenimiento preventivo.

Por otro lado, se recomienda capacitar al personal en lo que tiene que ver con las actitudes interpersonales debido que en muchas situaciones varios miembros del talento humano, se encontraban en constante conflictos.

Para mejorar la gestión de adquisición de insumos y repuestos se recomienda contar con un Stock almacenado para disminuir el tiempo de parada de las máquinas debido a que siempre que se presentaba alguna falla de un equipo, se tenía que esperar que el repuesto llegara para ejecutar las acciones correctivas, donde se perdía considerablemente la disponibilidad de operación de algunas máquinas, de hecho la empresa cuenta con la maquina 312C que tiene aproximadamente 1 año fuera de servicio por falta de repuestos.

Referencias

- BSG Institute. (2020). *BSG Institute.com*. Obtenido de <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/que-es-mantenimiento-preventivo-1133>
- Definicionabc. (2007). *definicionabc.com*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/economia/vida-util.php>
- Garcia, S. (2009). *Ingenieria de mantenimiento*. Bogotá: renovetec.
- Infraspeak. (2015). *Infraspeak.com*. Obtenido de <https://blog.infraspeak.com/es/disponibilidad-fiabilidad-mantenibilidad/>
- Microsoft. (2022). *Microsoft.com*. Obtenido de <https://support.microsoft.com/es-es/office/conceptos-b%C3%A1sicos-sobre-bases-de-datos-a849ac16-07c7-4a31-9948-3c8c94a7c204>
- Mora, A. (2022). *Stock Cero*. Medellín: CIMPRO SAS.
- Morales, O. (2018). *DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA RE-INGENIERIAS S.A.S UTILIZADOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES, UBICADO EN OCAÑA – NORTE DE SANTANDER*. Ocaña: UFPSO.
- Newman. (2021). *Newman maquinaria pesada*. Obtenido de <https://newmanmaquinariapesada.co/mantenimiento-maquinaria-pesada.html>
- Preditec. (2022). *Preditec grupo alava* . Obtenido de <http://www.preditec.com/mantenimiento-predictivo/#>
- Re-Ingenierias S.A.S. (2021). *Portal principal*. Obtenido de <https://www.reingenierias.com/>

Renovetec. (2021). *renovetec.com*. Obtenido de <http://mantenimiento.renovetec.com/135-mantenimiento-correctivo>

SAE JA1012. (2002). *PRACTICAS RECOMENDADAS PARA VEHICULOS AEREOESPACIALES Y DE SUPERFICIE*. Miami.

Yepes, V. (04 de 06 de 2021). *Universidad Politecnica de Valencia*. Obtenido de <https://victoryepes.blogs.upv.es/2021/06/04/disponibilidad-de-una-maquina-en-una-obra/>

Apéndices

Apéndice A. Requerimientos de actividades para los equipos.

Ver archivo adjunto

Apéndice B. Actividades de mantenimiento.

Ver archivo adjunto

Apéndice C. Mantenimiento y programación.

Ver archivo adjunto

Apéndice D. Registro fotografico.



