

Propuesta de un Programa de Mantenimiento para los Activos de una Compañía del
Sector de Obra Civil en la división de Alquiler de Equipos.

“Caso de Estudio Retrocargador de oruga Hitachi 200”.

Yohana Alexandra Ramírez Ramirez

Mayerly Herrera Ladino

Especialización en Gerencia de Mantenimiento

Dirección de Posgrados

Universidad ECCI

Bogotá D.C. Abril, 2021

Propuesta de un Programa de Mantenimiento para los Activos de una Compañía del
Sector de Obra Civil en la división de Alquiler de Equipos.

“Caso de Estudio Retrocargador de oruga Hitachi 200”.

Yohana Alexandra Ramírez Ramirez

Mayerly Herrera Ladino

Asesor

MSc. Miguel Ángel Urián Tinoco

Especialización en Gerencia de Mantenimiento

Dirección de Posgrados

Universidad ECCI

Bogotá D.C. Abril, 2021

Contenido

1	Título.....	21
2	Problema de Investigación.....	22
2.1	Descripción del Problema	22
2.2	Formulación del Problema	23
2.3	Sistematización del Problema	23
3	Objetivos	24
3.1	Objetivo General	24
3.2	Objetivos Específicos.....	24
4	Justificación y Delimitación	25
4.1	Justificación.....	25
4.2	Delimitación.....	26
4.3	Limitaciones.....	26
5	Marcos de referencia.....	28
5.1	Estado del Arte	28
5.1.1	Investigaciones de carácter internacional.....	28
5.1.2	Investigaciones de carácter nacional.....	32
5.1.3	Investigaciones del área local.....	35
5.2	Marco Teórico.....	37
5.2.1	El mantenimiento	37
5.2.1.1	Disponibilidad	37
5.2.1.2	Fiabilidad.....	38
5.2.1.3	Vida útil.....	38

5.2.1.4 Costo de reparación	38
5.2.2 Mantenimiento correctivo	39
5.2.3 Mantenimiento preventivo	39
5.2.4 Mantenimiento predictivo	39
5.2.5 Programa de mantenimiento.....	39
5.2.6 Ciclo PHVA	40
5.2.7 Gestion de activos	41
5.2.8 La falla de un activo	41
5.2.8.1 Tipos de fallas.....	42
5.2.8.2 Modo de falla.....	42
5.2.8.3 Mecanismo de falla.....	42
5.2.8.4 Causa de la falla.....	42
5.2.9 Taxonomia de los activos.....	42
5.2.10 Maquinaria pesada.....	43
5.2.11 Sistemas del activo caso de estudio retrocargador de oruga Hitachi 200	44
5.2.11.1 Sistema de potencia	44
5.2.11.2 Sistema hidraulico	44
5.2.11.3 Sistema electrico.....	45
5.2.11.4 Sistema electronico.....	45
5.2.11.5 Implementos de trabajo	45
5.2.11.6 Mandos, controles e indicadores	45
5.3 Marco legal.....	45

5.3.1	Requisitos legales Código Nacional de tránsito terrestre automotor en relación con maquinaria pesada	45
5.3.2	Resoluciones y Decretos aplican para Maquinaria Agrícola y de Construcción autopropulsada.....	46
5.3.3	Requisitos legales para crear una empresa de alquiler de maquinaria pesada en obras civiles.....	48
5.3.4	Requisitos legales de seguridad y salud en el trabajo.	48
5.3.5	Requisitos legales para la prevención del SARS-CoV-2 que aplicaran al caso de estudio	50
5.3.6	Normatividad para activos	51
6	Marco metodologico de la investigacion	52
6.1	Analisis de la informacion.....	52
6.2	Propuesta de solución.....	85
7	Resultados y/o propuesta de solución.....	100
8	Analisis financiero	91
8.1	Analisis financiero para la realización de la propuesta.....	91
8.1.2	Análisis financiero de la propuesta	92
9	Conclusiones y recomendaciones	100
10	Referencias bibliograficas y webgrafía.....	102
11	Anexos	108

Lista de tablas

Tabla 1. Tipos de maquinaria.....	43
Tabla 2 Código Nacional de transito	45
Tabla 3 Legislación aplicada a la Maquinaria Agrícola y de Construcción autopropulsa	46
Tabla 4. Legislación para la creación de empresa de alquiler de maquinaria pesada.	48
Tabla 5. Requisitos legales seguridad y salud en el trabajo.	49
Tabla 6. Requisitos legales para la prevención del SARS-CoV-2.....	50
Tabla 7. Normatividad para activos.....	51
Tabla 8. Listado de equipos según referencia.....	55
Tabla 9. Listado de equipos según modelo.....	56
Tabla 10. Listado de equipos según antigüedad.	57
Tabla 11. Consolidado de resultados	62
Tabla 12. Establecimiento de actividades.....	65
Tabla 13. Consolidado de resultados.	76
Tabla 14. Establecimiento de actividades.	79
Tabla 15. Documentación de la organización.....	81
Tabla 16. Establecimiento de actividades de acuerdo con el diagnostico inicial.	86
Tabla 17. Establecimiento de actividades de acuerdo con la aplicación del ciclo PHVA al caso de estudio.	87
Tabla 18. Total de actividades obtenidas de los planes de acción para la realización del programa de mantenimiento para la organización caso de estudio.....	90
Tabla 19. Análisis financiero.	91

Tabla 20. Situación real del trabajo	92
Tabla 21. Costo de alquiler del activo	92
Tabla 22. Salarios de los colaboradores.....	93
Tabla 23. Salarios de los colaboradores.....	93
Tabla 24. Porcentaje de salarios de manera mensual.....	94
Tabla 25. Porcentaje de salarios asignados al activo	94
Tabla 26. Costo de repuestos por sistemas en ultimo año	94
Tabla 27. Costo de reparacion por sistemas en horas	95
Tabla 28. Horas empleadas en la compra de insumos	95
Tabla 29. Gastos de operación del activo	96
Tabla 30. Gastos de operación del activo	98
Tabla 31. Porcentaje de salarios asignados al activo en un año.....	98
Tabla 32. Gastos operacionales.....	98

Lista de figuras

Figura 1 Tipo de equipo.....	55
Figura 2 Adquisición del equipo.....	56
Figura 3 Antigüedad de la maquinaria.....	57
Figura 4 Condiciones de trabajo del activo.....	58
Figura 5 Días de trabajo del activo en la semana.....	58
Figura 6 Frecuencia de rutinas de mantenimiento	59
Figura 7 Chequeo del equipo.	59
Figura 8 Ubicación de fallas en los sistemas del equipo.	60
Figura 9 Rutinas de mantenimiento	60
Figura 10 Conocimientos técnicos de los activos.	61
Figura 11 Responsabilidades del mantenimiento.	61
Figura 12 Paro de activos.....	62
Figura 13 Programa de mantenimiento en la organización	66
Figura 14 Rutinas actuales de mantenimiento.	67
Figura 15 Verificación del programa de mantenimiento actual.....	67
Figura 16 Conocimientos técnicos.....	68
Figura 17 Stock de materiales.....	69
Figura 18 Capacitaciones de mantenimiento	69
Figura 19 Capacitaciones de mantenimiento	70
Figura 20 Capacitaciones de mantenimiento	70
Figura 21 Adquisición de insumos.	71

Figura 22 Area de trabajo para la realizacion de las rutinas de mantenimiento	72
Figura 23 Planificación de paros de maquina.	72
Figura 24 Información técnica de los equipos.	73
Figura 25 Capacitacion técnica de los proveedores.	74
Figura 26 Cronograma de mantenimiento	74
Figura 27 Recursos del área de mantenimiento.	75
Figura 28 Disposición de residuos de mantenimiento	75
Figura 29 Programacion de las rutinas de mantenimiento.	82
Figura 30 Cronograma de mantenimiento.	83
Figura 31 Fallos en los equipos.	83
Figura 32 Causas del incumplimiento de las rutinas de mantenimiento.....	84
Figura 33 Documentacion de mantenimiento	84

Lista de anexos

Anexo A. Cuestionarios para diagnostico inicial.....	108
Anexo B. Documentacion inicial del Programa de mantenimiento de la organización al caso de estudio.	129
Anexo C. Recopilación de la información.....	138
Anexo D. Aplicación del ciclo PHVA para la gestión de activos de la compañía de estudio	144
Anexo E. Documentación de mantenimiento para la implementación en la compañía tomando como base el activo objeto de estudio.....	152
Anexo F. Aspecto financiero	240

Lista de tablas de anexos

Tabla A.1. Cuestionario de gestión de mantenimiento.....	108
Tabla A.2. Resultados del cuestionario.....	110
Tabla A.3. Cuestionario para el personal del área de mantenimiento	110
Tabla A.4. Resultados del cuestionario 2.....	119
Tabla B.1. Documento del programa de mantenimiento de la organización.....	129
Tabla B.2. Procedimiento de abastecimiento de combustible	132
Tabla B.3. Formato de mantenimiento de maquinas	136
Tabla B.4. Lista de chequeo de retroexcavadora	137
Tabla C.1. Listado de activos.....	138
Tabla C.2. Clasificación por grupo.	138
Tabla C.3. Clasificación de equipos según las características técnicas	139
Tabla C.4. Abreviatura de grupo.....	141
Tabla C.5. Abreviatura de acuerdo con la referencia para maquina pesada	141
Tabla C.6. Abreviatura para la maquina de transporte	141
Tabla C.7. Codificación maquinaria pesada	142
Tabla C.8. Codificación maquinaria de transporte	142
Tabla C.9. Codificación de los sistemas	142
Tabla D.1. Ciclo PHVA	144
Tabla E.1. Documento del programa de mantenimiento encontrado en la organización caso de estudio	152

Tabla E.2. Hoja de vida del activo.....	153
Tabla E.3. Listado de partes del activo por sistemas	155
Tabla E.4. Plan maestro de mantenimiento, registro y control.....	156
Tabla E.5. Carta de Lubricación	159
Tabla E.6. Solicitud de trabajo.....	159
Tabla E.7. Orden de trabajo	160
Tabla E.8. Perfil del cargo especialista de mantenimiento	161
Tabla E.9. Perfil del cargo supervisor de mantenimiento.....	163
Tabla E.10. Perfil del cargo mecánico maquinaria pesada	165
Tabla E.11. Perfil del cargo personal de apoyo de mantenimiento para maquinaria.....	167
Tabla E.12. Activos por centro de costo.	168
Tabla E.13. Trazabilidad de activos 1.....	169
Tabla E.14. Trazabilidad de activos 2.....	169
Tabla E.15. Costos de mantenimiento del activo asignado al centro de costo.	169
Tabla E.16. Capacitación técnica al personal de mantenimiento.....	170
Tabla E.17. Capacitación a los interesados.....	172
Tabla E.18. Frecuencia de engrase.	173
Tabla E.19. Frecuencia de verificación y cambio de aceite de motor.	174
Tabla E.20. Frecuencia de cambio de aceite de la transmisión.	174
Tabla E.21. Frecuencia de verificación y cambio de aceite del sistema hidráulico.....	175
Tabla E.22. Frecuencia de limpieza del sistema de combustible.....	175
Tabla E.23. Frecuencia de limpieza y cambio de filtro de aire del motor.	176
Tabla E.24. Frecuencia de verificación limpieza y cambio de refrigerante del sistema de	

refrigeración.....	176
Tabla E.25. Frecuencia de verificación, medición, limpieza y cambio de accesorios del sistema eléctrico y varios.	177
Tabla E.26. Frecuencia de mantenimiento predictivo establecidas para el activo caso de estudio.	178
Tabla E.27. Procedimiento para seguimiento de las rutinas de mantenimiento para la organización caso de estudio.	178
Tabla E.28. Cronograma de mantenimiento de enero a mayo para el activo caso de estudio.	182
Tabla E.29. Cronograma de mantenimiento de junio a octubre para el activo caso de estudio.	184
Tabla E.30. Cronograma de mantenimiento de noviembre a diciembre para el activo caso de estudio.	186
Tabla E.31. Indicadores de mantenimiento.....	188
Tabla E.32. Análisis de los sistemas del retrocargador de oruga Hitachi 200 (activo caso de estudio)	190
Tabla E.33.. Análisis de criticidad del activo objeto de estudio	190
Tabla E.34.. AMEF aplicado a retrocargador de oruga Hitachi 200	193
Tabla E.35 Identificación fallas con tiempo de cambio por sistemas para el activo caso de estudio.	196
Tabla E.36. Costos resultado de AMEF para el activo caso de estudio.....	198
Tabla E.37. Procedimiento de engrase general.....	198
Tabla E.38. Procedimiento verificación y cambio de aceite de motor	198

Tabla E.39. Procedimiento de cambio de aceite de la transmision.....	205
Tabla E.40. Procedimiento verificacion y cambio de aceite del sistema hidraulico.....	208
Tabla E.41. Procedimiento de limpieza del sistema de combustible	211
Tabla E.42. Procedimiento de limpieza y cambio del filtro de aire del motor	214
Tabla E.43 Procedimiento verificacion y cambio de refrigerante del sistema de refrigeracion.....	217
Tabla E.44 Procedimiento verificacion, medicion, limpieza y cambio de accesorios del sistema electrico y varios	220
Tabla E.45 Area de trabajo de mantenimiento.....	223
Tabla E.46 Presupuesto de mantenimiento para el retrocargador de oruga Hitachi 200 de enero a junio.	225
Tabla E.47. Presupuesto de mantenimiento total anual para el rerocargador de oruga Hitachi 200.....	226
Tabla E.48 Procedimiento para disposición final de aceite usado.....	227
Tabla E.49. Procedimiento de almacenamiento de insumos.....	230
Tabla E.50 Esquema técnico retrocargador de oruga Hitachi 200.....	233
Tabla E.51 Ficha tecnica.....	236
Tabla F.1. Costo de repuestos por sistemas en ultimo año.	240
Tabla F.2. Costo de reparacion por sistemas en horas	241
Tabla F.3. Tiempo total de compra x no. de fallas (1 año).....	243
Tabla F.4. Salario Ingeniero Mecánico.....	244
Tabla F. 5. Salario Supervisor de Mantenimiento	245
Tabla F.6. Salario Tecnólogo Mecánico	245

Tabla F.7. Salario Operador..... 246

Dedicatoria

Dedico esta tesis al Padre Creador por guiar mis pasos para llegar a esta gran meta de la vida profesional; por brindarme su protección y amparo llenándome cada día de ánimo y fortaleza. A la Universidad ECCI por haberme permitido formarme en sus aulas, compartiendo ilusiones y anhelos; al Ingeniero Miguel Urian quien, con su experiencia, conocimiento y motivación nos orientó en el desarrollo del proyecto.

Finalmente agradezco a Francisco por el apoyo incondicional y comprensión fueron de gran ayuda, a mi compañera de tesis por hacer un gran equipo de trabajo, a mi hija María José mi motor de vida, principal motivo para convertirme en especialista y a mi familia por ayudarme a hacer posible este sueño y lograr con éxito mi formación.

Yohana Ramirez

Al concluir esta maravillosa etapa de mi vida quiero extender un profundo agradecimiento, a quienes hicieron posible este sueño, aquellos que junto a mí caminaron en todo momento y siempre fueron inspiración, apoyo y fortaleza. Esta mención en especial para DIOS, mi esposo y mi hijo. Muchas gracias a ustedes que fueron el motor que me dio el impulso para culminar esta etapa y cada uno de los proyectos que decido emprender, también por demostrarme que «El verdadero amor no es otra cosa que el deseo inevitable de ayudar al otro para que este se supere.»,

También quiero manifestar mi profunda gratitud al Ingeniero Miguel Ángel Urian Tinoco por sus valiosas y constructivas sugerencias durante la planificación y desarrollo de

este trabajo de grado. Su disposición a dar su tiempo tan generosamente ha sido muy apreciada.

Finalmente, deseo agradecer a mi compañera de tesis por su apoyo, colaboración y en especial por su amistad.

Mayerly Herrera

Introducción

La presente propuesta se refiere a la generación de un programa de mantenimiento para una empresa del sector de la construcción en la división de alquiler de equipos de maquinaria pesada ubicada en la ciudad de Bogotá; cuya problemática actual se basa en la falta de control, seguimiento y planeación de las actividades del área de mantenimiento, ocasionando pérdidas para la organización.

Estos activos son utilizados en la construcción y la minería para el desarrollo de las operaciones en obra, proporcionan apoyo en la ejecución de los trabajos de excavación, remoción de escombros, movimiento de tierras, compactación, transporte de materiales entre otros. Por el tipo de trabajo que estos equipos desarrollan se necesitan rutinas exigentes de mantenimiento de acuerdo con las horas de trabajo y a los lineamientos técnicos del fabricante.

Las rutinas de mantenimiento son herramientas diseñadas para preservar la vida útil de los activos y servir de apoyo a la unidad de negocio, es importante tener un programa de mantenimiento con una estructura sólida que supla las necesidades de la organización en la división de alquiler, por este motivo se realiza un análisis detallado de la problemática tomando como caso de estudio un activo representativo de acuerdo a su operatividad y rentabilidad, el retrocargador de oruga Hitachi 200, para poder identificar las falencias y proponer estrategias en la gestión de mantenimiento.

El personal que opera el equipo y el de mantenimiento deben realizar un trabajo conjunto e ir de la mano en las rutinas de mantenimiento de los equipos de acuerdo con la planeación de las actividades en el cronograma de ejecución según las horas de trabajo para obtener un resultado

positivo reflejado en las operaciones y de esta manera se podrá llevar un seguimiento minucioso a la detección de fallas.

Con esta propuesta se quiere implementar todos los conocimientos adquiridos en los módulos de Gerencia de Mantenimiento, para generar una mejora al área de mantenimiento de la organización, con el fin de observar el impacto positivo al mejorar las rutinas de trabajo aumentando la disponibilidad de los activos para el incremento de sus niveles operacionales y la mejora continua de la organización.

Resumen

Este documento se elabora con el fin de desarrollar la propuesta de un programa de mantenimiento para los activos de una compañía del sector de obra civil en la división de alquiler de equipos tomando como caso de estudio el retrocargador de oruga Hitachi 200, partiendo de las problemáticas ocasionadas por la falta de control, seguimiento y planeación en el desarrollo de las rutinas de mantenimiento aplicadas a los activos que afectan de una manera significativa la producción de la organización; con este programa se busca generar la cultura de mantenimiento en la compañía y servir de soporte en la unidad de negocio a través de la mejora continua.

Abstract

This document is prepared in order to develop the proposal for a maintenance program for the assets of a company in the civil works sector in the equipment rental division, taking the Hitachi 200 crawler backhoe loader as a case study, starting from the problems caused by the lack of control, monitoring and planning in the development of maintenance routines applied to assets that significantly affect the organization's production; This program seeks to generate a culture of maintenance in the company and serve as support in the business unit through continuous improvement.

1 Título

Propuesta de un Programa de Mantenimiento para los Activos de una Compañía del Sector de Obra Civil en la división de Alquiler de Equipos. Caso de Estudio Retrocargador de oruga Hitachi 200.

2 Problema de Investigación

2.1 Descripción del Problema

En la industria de la construcción, los activos que son utilizados en la operación sufren un desgaste prematuro debido a las condiciones en las que desarrollan las actividades. No hay programación de tiempo para las rutinas de mantenimiento, solo se pueden realizar intervenciones puntuales de forma rápida, por esta razón no se efectúan diagnósticos de detección de falla a los componentes de los sistemas. Del mismo modo, las condiciones de los contratos que la compañía suscribe para el alquiler de los equipos no permiten la realización de rutinas de preservación de acuerdo a las horas de trabajo, limitan la labor del operador y del mecánico por el rendimiento de la obra, el programa de manejo ambiental prohíbe en obra el cambio de fluidos y lubricantes y el paro del equipo para actividades mayores de mantenimiento no ocurre muchas veces por el atraso en cronograma de obra o por no permitirse estas labores en el área de operación. Por este motivo, es importante garantizar que el uso del equipo para el cual fue diseñado sea el adecuado; además es relevante asegurar que las frecuencias de intervención de mantenimiento sean desarrolladas en su totalidad y con la pertinencia y pericia que se debe. De esta manera, se podrá aumentar el ciclo de vida de los activos de la organización.

La empresa seleccionada para realizar la propuesta es una compañía del sector de obra civil, dentro de la cual se estudia la división de alquiler de equipos, que tiene como propósito organizacional el ámbito de la construcción, ofreciendo servicios de diseño de estructuras, desarrollo de ingeniería civil, movimientos de tierras de un punto a otro y alquiler de maquinaria pesada. Dicha organización, no cuenta con un departamento de mantenimiento, actualmente el control, seguimiento y ejecución de este, está compuesto por un (1) mecánico empírico, el cual se encarga de realizar reparaciones correctivas, cambios de aceite y ajustes simples. Por tal

razón, es imposible obtener la trazabilidad de la información discriminada para cada equipo de la compañía, y se dificulta aplicar cualquier metodología de análisis de fallas en el que se pueda aportar procesos de mejoramiento continuo.

2.2 Formulación del Problema

¿Qué herramienta se puede utilizar para desarrollar la propuesta del programa de mantenimiento en una empresa del sector de obra civil, específicamente en la división de alquiler de equipos?

2.3 Sistematización del Problema

¿Cómo se ejecuta actualmente las actividades de mantenimiento en la compañía del sector de obra civil, específicamente en la división de alquiler de equipos?

¿Qué herramientas son aplicables para la realización del mantenimiento en la compañía del sector de obra civil, específicamente en la división de alquiler de equipos?

¿Cuáles son los pasos para la implementación de rutinas de mantenimiento aplicables a los activos de la compañía del sector de obra civil, específicamente en la división de alquiler de equipos?

3 Objetivos de la Investigación

3.1 Objetivo General

Generar una propuesta para la implementación del programa de mantenimiento en una empresa del sector de obra civil, específicamente en la división de alquiler de equipos.

3.2 Objetivos Específicos

Caracterizar los activos con los que cuenta la compañía del sector de obra civil, en la división de alquiler de equipos.

Determinar los indicadores del ciclo PHVA que deben integrarse a la gestión de activos de la compañía del sector de obra civil, específicamente en la división de alquiler de equipos

Documentar los procesos, procedimientos y formatos que se requieran en la compañía del sector de obra civil, en la división de alquiler de equipos, para la implementación del programa de mantenimiento.

4 Justificación y Delimitación

4.1 Justificación

El mantenimiento es un conjunto de rutinas orientadas a conservar los activos en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando su disponibilidad y rendimiento. La tarea principal del área de mantenimiento es realizar la programación y ejecución de sus actividades garantizando el funcionamiento normal de los equipos evitando paros no programados. Ante la falta de programación y control del mantenimiento en la empresa estudiada, se puede generar un sobrecosto de reparación por los eventos de falla de carácter secuencial, afectando todo el entorno del componente y representando una afectación económica mayor, provocando el crecimiento en el costo de operación y la no disponibilidad para la realización de las actividades operativas lo que reduce los ingresos para la organización.

En la situación actual de la compañía, principalmente desde el área de mantenimiento de la empresa, el presente documento surge como parte de la solución para consolidar la conservación y control de los equipos. Esto, a partir del desarrollo de un Programa de Mantenimiento para los activos de la empresa del sector de obra civil, en la división de alquiler de equipos, y de esta manera poder mejorar su competitividad, aumentando la confiabilidad y disponibilidad de estos para el desarrollo de las actividades propias de la compañía, ligada a la disminución de los costos de mantenimiento.

Es de aclarar que esta es una propuesta de interés académico, y como especialistas en mantenimiento se desea brindar los conocimientos adquiridos en la institución, enfocados en uno de los pilares que es el mejoramiento continuo de las empresas. En otras palabras, el estudio realizado y la consolidación del documento en cuestión se convierte en una oportunidad no solo para la compañía sino para sus similares, de identificar y optimizar el proceso de control,

seguimiento y reparación de activos. De esta forma, la investigación propone herramientas para que las organizaciones perfeccionen sus estrategias y den prioridad a la gestión de activos, logrando comprender su trascendencia en el crecimiento organizacional.

4.2 Delimitación

El proyecto se desarrolla entre febrero de 2020 y marzo de 2021, en las instalaciones de la compañía del sector de obra civil, identificada con el NIT. 90063835X-X. Lo anterior, específicamente en la división de alquiler de equipos, constituida hace 10 años y ubicada en la Diagonal 61C No 2X^a-XX. Bajo estas circunstancias, su actividad económica es la construcción de obras de ingeniería civil, que incluye solamente a empresas dedicadas al montaje y/o reparación de oleoductos con código CIU 1607/2002 – XXXX02.

4.3 Limitaciones

Limitaciones económicas

El proyecto se encuentra en la etapa inicial y está definido solamente a una propuesta, en la cual sus recursos económicos radican en el costo de la obtención de información, dado que el historial de mantenimiento de los activos no se encuentra construido durante los años de operación.

Limitaciones legales

Las implicaciones legales del proyecto se ven afectadas en la puesta en marcha de la propuesta, dado que se tienen que ajustar a los requerimientos del cliente y la normatividad que rija al tipo de contrato en el componente de maquinaria, con relación al manejo del programa de mantenimiento.

Tiempo

En cuanto a la etapa de recopilación y levantamiento de información, el tiempo es un factor determinante porque existen varios frentes de trabajo y en cada uno están distribuidos los activos.

5 Marco Referencial

5.1 Estado del Arte

5.1.1 Investigaciones de carácter internacional.

El primer estudio que se utiliza como referencia en este ámbito, es el de la empresa Sima Ingeniería SAS, (2012) titulada propuesta de “establecimiento de un efectivo programa de mantenimiento preventivo”, publicada en Barcelona España. Dicho documento proporciona los parámetros para determinar la efectividad de un mantenimiento preventivo programado, resaltando que debe estar en permanente actualización. Para tal fin, es importante que el programa creado sea flexible para cubrir todas las expectativas de la organización, de los jefes, de los programas de producción, de la disponibilidad y de los recursos. En este sentido, el alcance de dicho trabajo estuvo en la definición de la priorización de los equipos dependiendo de la criticidad, tipo de línea de producción y áreas involucradas en los procesos.

Del documento de SIMA Ingeniería SAS, (2012) se resalta que el mantenimiento preventivo es dinámico, logrando prevenir las fallas, puede pasar de las básicas rutinas de lubricación hasta el sistema de monitoreo en tiempo real de las condiciones de operación de los equipos. Esta compañía afirma que los beneficios que da la metodología enunciada son:

Reducción de fallas, tiempos muertos de los equipos, el incremento de la vida útil de los activos, el mejoramiento de la utilización de los recursos asignados, la reducción de los niveles del inventario y ahorro económico para la organización.

Por otra parte, el segundo estudio que se toma como referente es la investigación de Herrera y Duany, (2016), a partir del Instituto Superior Politécnico De Cuba con la propuesta de “metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento”; en dicho documento se refieren a la implementación de una metodología para la gestión de mantenimiento

asistido por computador a través de un programa de mantenimiento y su puesta en práctica. La investigación se basa en el método de Kant, plantea que cualquier sistema está compuesto por tres elementos: personas, activos y organizaciones. Para llevar a cabo esta metodología, se realizaron las siguientes fases:

Fase inicial: Análisis de la situación actual y objetivos propuestos. El objetivo es conocer: la empresa, el producto o el proceso productivo para poder evaluar su estado inicial y definir los cambios necesarios en el Departamento de Mantenimiento.

Fase de formación: Programa de actuación. El objetivo es iniciar el proceso de cambio de mentalidad para realizar la gestión de mantenimiento, con acciones de corto y mediano plazo. Su duración es de máximo 6 meses y se distribuye de la siguiente manera: Organización del personal, Organización del área, Organización del almacén de mantenimiento y Programa de Mantenimiento inicial.

Fase de desarrollo: Desarrollo de la metodología, creada la base en la fase anterior, el objetivo es finalizar las acciones pendientes y empezar a desarrollar las nuevas tareas de mediano y largo plazo.

Fase de optimización: su objetivo es analizar los resultados de la etapa anterior con la creación y el seguimiento de los indicadores técnicos y económicos. Se debe establecer las mejoras económicas, técnicas y de la organización a mediano-largo plazo.

Como conclusión es importante la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento para el control de las actividades del área, resalta la importancia de tener los activos codificados ligados con la gestión de calidad, la responsabilidad de la alta dirección de la empresa a la hora de iniciar el proceso de implementación, la identificación de las debilidades,

las amenazas y el compromiso de la calidad de los colaboradores en las rutinas del departamento de mantenimiento.

El tercer estudio que se toma como referente para el presente documento es el de la empresa inglesa Woodhouse Partnership Limited y desarrollada por Duran, (1999) titulado “Haciendo que el RCM trabaje para su empresa”. Dicha investigación realiza un recorrido por la metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad [RCM] resaltándola como un método lógico, estructurado y sistemático, en pocas palabras es la alineación del mantenimiento con la misión de la empresa.

Algunos de los mayores beneficios de implementar un programa de mantenimiento centrado en confiabilidad es disminuir la frecuencia de las reparaciones, reducir las fallas de los activos, replantear las rutinas de mantenimiento de los activos críticos, aumentar la confiabilidad de los sistemas y componentes.

El cuarto estudio que se tomó como referencia es la propuesta titulada “modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo”, desarrollada por Viveros , Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera, y Crespo , (2013) publicado en la Revista Chilena de Ingeniería. Dicho documento, presenta un modelo para la gestión del mantenimiento, teniendo como base la mejora continua en el tiempo. Se resalta la importancia que tiene la alineación de los objetivos de mantenimiento con la organización; este modelo contempla diferentes variables iniciando con el análisis de la situación actual definiendo objetivos, estrategias y responsabilidades del mantenimiento, posteriormente se realiza la jerarquización de equipos, el análisis de puntos débiles en activos de alto impacto, el diseño de planes de mantenimiento y recursos necesarios, la programación del mantenimiento, la asignación de recursos, la

evaluación y control de la ejecución del mantenimiento, el análisis del ciclo de vida y la renovación de equipos.

En la ejecución de esta propuesta definen los lineamientos para la implementación de un programa de mantenimiento de la siguiente forma:

Estudio y preparación.

Se definen los objetivos, estrategias y responsabilidades que se persiguen con el análisis de la problemática y el alcance del estudio.

Definición y análisis.

Se define la jerarquización de los activos de acuerdo con su impacto en el negocio.

Análisis funcional de los fallos. Se identifican y se describen las funciones de los sistemas y componentes de los activos, los requerimientos de operación y las formas cómo pueden fallar los equipos seleccionados.

Selección de ítems críticos.

Se identifican de los componentes críticos para el adecuado funcionamiento de los sistemas del activo. La identificación de estos componentes impulsan a la implementación de una rutina de mantenimiento preventivo o predictivo que permita impedir sus posibles causas de fallo.

Análisis de los Modos de Fallo y sus Efectos.

El objetivo es identificar los modos de falla dominantes usando diferentes estrategias de identificación de fallas.

El quinto y último estudio que se toma como referencia para este documento es el del Instituto Politécnico Nacional de México, titulado “Metodología de mantenimiento centrado en

confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos” donde sus autores, Campos, Tolentino, y Tolentino. R, (2019) destacan una serie de normas que establecen los criterios que debe cumplir la metodología RCM con tres etapas, la primera la recopilación de la información, la taxonomía del equipo y documentar el contexto operativo; la segunda se debe examinar los modos y causas de la falla y categorizar los efectos y la tercera después del análisis se implementa un programa de mantenimiento, gestión de recomendaciones y la medición del desempeño.

5.1.2 Investigaciones de carácter nacional.

El primer estudio de carácter nacional que se toma como referencia es la Encuesta de mantenimiento Aciem Cundinamarca, (2018), en la cual participaron profesionales del área de mantenimiento, aportando su experticia y conocimiento en busca del estado actual de la industria, con el artículo titulado “Diagnóstico Del Mantenimiento En Colombia” habla que se debe considerar al mantenimiento como una actividad más estratégica que operativa, es importante fortalecer la gestión de activos en las organizaciones y existe una tendencia hacia la subcontratación del personal de mantenimiento.

La información de costos de mantenimiento debe apoyar las decisiones gerenciales y de inversión en las empresas, también se deben fortalecer los planes anuales de capacitación para el personal de mantenimiento y así obtener mayor productividad y menores riesgos en los colaboradores.

Por su parte, el segundo estudio de referencia fue el de Botero, (2010) de la escuela de ingeniería mecánica de Medellín, con su obra “Estructuración del área de mantenimiento en empresa dedicada al alquiler de equipos para la construcción y los montajes industriales”, esta expone que el sector de la construcción y obras civiles en Colombia ha tenido un crecimiento

continuo y acelerado en los últimos años, después de que la organización obtiene la adjudicación de un proyecto realiza la estructuración del área de mantenimiento, ya que dicha área impacta la calidad del servicio, los tiempos de entrega, la logística, la disponibilidad de los equipos, los costos y las ventas.

El mantenimiento está ligado a varios factores que condicionan su funcionamiento:

- El personal del área dedicado a estas rutinas, la disponibilidad de recursos económicos y la estabilidad financiera de la organización
- El nivel de disponibilidad y confiabilidad de los activos exigido en las obras para lograr el rendimiento en la producción.

Por todo esto no se debe disminuir el presupuesto de mantenimiento ya que, si el grupo de trabajo cumple con cada una de las tareas de mantenimiento y si se optimizan los recursos se podrá lograr la reducción al máximo de fallas, disminuirán los tiempos de los colaboradores realizando rutinas correctivas y aumentará la vida útil de los activos. La estructuración del área de mantenimiento permite proyectar la programación de cada una de las actividades del área alineándose con la organización siendo apoyo en el proceso productivo.

La tercera investigación que se toma como referencia es el trabajo de grado titulado “Diseño De Un Programa De Mantenimiento Centrado En Confiabilidad Para Top Rolls En Vidrio Andino S.A” del Ingeniero Motta, (2017) para la Universidad Santo Tomas de Bogotá. Dicho documento parte del diagnóstico de la empresa mencionada, resaltando que el estudio surge ante las pérdidas económicas que están sufriendo a causa de las averías y aumento de los tiempos de parada de los equipos, esto debido a la falta de mantenimiento de estos. Posteriormente, el autor explica el contexto de operación de los equipos y el análisis de efectos de falla, los cuales

conducen a la elaboración de un programa centrado en el diseño de actividades y frecuencias de reparación y revisión por medio de tareas de reacondicionamiento y monitoreo.

En resumen, Motta (2017) a partir de su estudio concluyó que el RCM permite identificar plenamente las falencias funcionales, los modos, efectos y consecuencias de estas y consigo conduce a definir estrategias óptimas y apropiadas para cada sistema y componente de dicho activo.

La cuarta investigación relacionada con el documento en curso es la desarrollada por el Ingeniero Páramo, (2016) como proyecto de grado con énfasis en mantenimiento en la Universidad Libre de Bogotá, la cual se titula “Análisis para la Implementación de un Programa de Mantenimiento Basado en Confiabilidad para la Maquinaria en la Línea de Pulido de Vidrio de La Empresa Vitriñas Páramo Ortega” y se enfoca en aplicar la metodología del RCM como herramienta para incentivar la producción, competitividad y optimizar el desempeño de las organizaciones. El estudio presenta a cada equipo, su codificación y caracterización, la organización de las tareas y la participación de todos los miembros del área. Esto concluye que el análisis de criticidad permite la identificación de activos críticos; la jerarquización para determinar el detalle del sistema y el RCM como herramienta para el análisis del programa de mantenimiento con variables tan importantes como el control y seguimiento de cada activo.

El quinto y último documento que se toma como referencia es el de García O., (2003) titulado “Modelo mixto de confiabilidad basado en estadística para la optimización del mantenimiento industrial” de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, el cual realiza un recorrido por diferentes metodologías tales como el TPM, RCM y PMO, llegando a la conclusión que el RCM es un enfoque sistémico para mejorar la confiabilidad de los equipos a un costo mínimo. Para lo anterior, al igual que el proyecto mencionado en el párrafo que

antecede, García, (2016) resalta la importancia de identificar los sistemas, los modos de falla, jerarquizar las necesidades, determinar la criticidad y establecer un programa enfocado en el monitoreo y en la mejora continua.

5.1.3 Investigaciones del área local.

La primera investigación local que se toma como referente es el de la Dirección de Posgrados Especialización en Gerencia de Mantenimiento, (2018) de la Universidad ECCI de Colombia, titulada “Análisis de Criticidad”. En dicho estudio se destacan los pasos para determinar la criticidad, teniendo en cuenta que se debe definir el nivel de análisis, la metodología a aplicar, calcular el nivel de criticidad, estudiar y validar los resultados y finalmente ejecutar un sistema de seguimiento de control. Sin embargo, el documento hace claridad que es indispensable cumplir requerimientos de información tal como la relación de las instalaciones, del sistema y los equipos, a su vez es necesario un diagrama de flujo de procesos y el registro de los impactos en producción y en seguridad y salud en el trabajo.

El segundo estudio es el titulado “Propuesta de utilización de Realiability Centred Maintenance (RCM), como herramienta para aumentar confiabilidad” desarrollado en la Escuela Colombiana de carreras Industriales, para obtener el título de especialistas en gerencia en mantenimiento los ingenieros Hernandez y Molano, (2012). Estos últimos, idearon un sistema para definir las tareas, los procedimientos, intervalos de intervención entre otras variables; en el proceso operativo de mantenimiento de activos establecen un indicador de cumplimiento en la disponibilidad del activo y muestran que la metodología genera ganancias significativas y el capital invertido con esta herramienta genera un mejor retorno que se ve reflejado en todas las áreas de la empresa.

La tercera investigación referente es el titulado “Propuesta para la aplicación de gestión de activos capítulo de mantenimiento y mejora al problema del desgaste irregular de llantas en los camiones FTR con la aplicación de RCM” de los autores Silva y Cabra, (2015) como especialistas de la Universidad ECCI de Colombia. Dicho documento se caracteriza por el estudio de caso a una organización con falencias que afectaban el desempeño y competitividad de esta. Por tanto, se determinó que el no realizar un seguimiento a la elaboración de programas de mantenimiento no genera cambios significativos. Destacan que se debe llevar control y análisis a cada fase de la implementación de la metodología RCM para evitar falencias y aprovechar todas las variables que componen esta metodología en beneficio de la organización.

El cuarto estudio que se toma como referente es el desarrollado en la Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales, por los ingenieros Endera y Hernandez, (2012), con la monografía “Formulación de capacitación de personal para la disminución de novedades diarias de mantenimiento en una empresa operadora del sistema de transporte masivo de Bogotá”. Investigaron cómo reducir los reportes de incumplimiento generado a un esquema de concesión a operadores particulares quienes suministran vehículos y operadores para prestar el servicio de transporte; estas organizaciones están en la obligación de realizar actividades alternas directas o indirectas como aseo, vigilancia, mantenimiento, capacitaciones, etc., para cumplir con la calidad los parámetros del servicio definido por el ente gestor del sistema. Se evalúan los procesos de una empresa que presenta un alto índice de novedades de mantenimiento identificadas por el ente gestor y se establece un programa de capacitación a todos los interesados que intervienen en el proceso del estudio convirtiéndose en una herramienta de apoyo al área de mantenimiento.

La quinta y última investigación referenciada es la de Martínez y Malagón, (2016), titulada “Propuesta de un Programa de Mantenimiento a Máquina de Pruebas Golpe de Ariete Mediante

la Metodología RCM 2” la cual se desarrolla como monografía de grado de la Especialización Gerencia de Mantenimiento de la Universidad ECCI de Colombia. En dicho documento se realiza una descripción de los tipos de mantenimiento, el análisis de criticidad, las funciones y estándares de desempeño de los activos, los efectos de las fallas. Luego de la presentación de resultados para una empresa nacional se concluye que el desarrollo de la metodología RCM depende de la inclusión y trabajo de los colaboradores, quienes deben partir del programa de mantenimiento y de estrategias que permitan definir un diagnóstico y encaminar el proceso hacia la construcción de un programa detallado que conduzca a efectos positivos y mejora continua.

5.2 Marco Teórico

Para el desarrollo del presente estudio se deben tener en cuenta varios conceptos relacionados con el mantenimiento, los equipos, la gestión de activos y en general los procesos de reparación y manejo de la maquinaria. Lo anterior, para consigo identificar falencias y posteriormente analizar el modo en que se lleva a cabo el funcionamiento de las unidades y su desempeño en las empresas. Dicho así, los términos enunciados en los párrafos posteriores son una guía para comprender el diseño y programa de mantenimiento de los respectivos programas.

5.2.1 El mantenimiento.

Es un conjunto de procesos técnicos, administrativos y de gestión que son diseñados para la conservación de algún bien o equipo con el fin de asegurar la disponibilidad, la fiabilidad, la vida útil entre otras variables. (Reportero Industrial, 2016).

5.2.1.1 Disponibilidad.

Es la proporción de tiempo en la que un activo a estado habilitado para producir valor. Este indicador puede determinar el estado actual del mantenimiento de una organización, si se está

realizando de manera adecuada o de otra forma se deben diseñar y aplicar oportunidades de mejora. Se puede establecer que un porcentaje de disponibilidad es aceptable cuando es superior al 92 % (Reportero Industrial, 2016). Por otro lado, también se puede enmarcar como la capacidad de un equipo o componente para realizar su función durante un determinado tiempo, bajo unas condiciones y rendimiento definidos (ACIEM, 2020).

5.2.1.2 *Fiabilidad.*

Este indicador mide la capacidad de la organización para cumplir con la producción programada, hacia los interesados (clientes, proveedores); el no cumplimiento de esta producción ocasiona pérdidas económicas hacia las organizaciones. Por este motivo, la correcta gestión del mantenimiento de los activos juega un papel importante en cualquier organización (Reportero Industrial, 2016). Asimismo, se puede observar cuál es la probabilidad que un sistema, equipo, componente o parte no presente fallas y funcione adecuadamente en un tiempo determinado y bajo unas condiciones dadas (ACIEM, 2020).

5.2.1.3 *Vida útil.*

La Asociación Colombiana de Ingenieros [ACIEM] asegura que la vida útil de un activo es el período de tiempo en el que este, está en capacidad de funcionar en condición admisible de utilización (ACIEM, 2020). Es el tiempo en que será usado el equipo hasta ser reemplazado o descartado, se calcula en horas de trabajo, durante este tiempo sufrirá una depreciación. (Reportero Industrial, 2016).

5.2.1.4 *Costo de reparación.*

Es la valoración contable de la distribución de recursos que se generan por la ejecución del mantenimiento correctivo sobre un activo. (ACIEM, 2020).

5.2.1.5 Mantenimiento correctivo.

Son las rutinas que se llevan a cabo para reparar el daño encontrado en los activos, su objetivo es restaurar la confiabilidad del sistema y devolverlo a su estado original. (Renovetec, 2019).

5.2.3 Mantenimiento preventivo.

Este tipo de mantenimiento tiene por tarea mantener un nivel de disponibilidad determinado de los activos, programando las intervenciones a los sistemas con más incidencias de fallas de acuerdo con las horas de trabajo y los lineamientos del fabricante. (Renovetec, 2019).

5.2.4 Mantenimiento predictivo.

Es un conjunto de técnicas de medida y análisis de variables, su misión es optimizar la fiabilidad y disponibilidad de los activos; en este tipo de mantenimiento se pretende pronosticar la falla futura del componente de un equipo y tener un panorama claro sobre el reemplazo adecuado de las piezas. (Renovetec, 2019).

5.2.5 Programa de mantenimiento.

Comprende una serie de actividades, tareas, frecuencias y rutinas, las cuales están destinadas a mantener los equipos de una organización y alargar su vida útil. Las actividades de mantenimiento se planifican de acuerdo con las horas de trabajo. Cada actividad se relaciona con una frecuencia, adicionalmente se debe determinar la duración de cada rutina y el equipo a intervenir (Renovetec, 2019).

Para implementar un programa de mantenimiento en una organización, se debe partir de objetivos tales como el aumento de la disponibilidad, la confiabilidad, de la vida útil, el cumplimiento de presupuesto; otras variables de relevancia son la política de contratación, los

servicios de personal externo, el conocimiento de los activos, la documentación, los procesos, los procedimientos y las herramientas de apoyo establecidas de acuerdo con las necesidades de la organización. (García 2016).

5.2.6 Ciclo PHVA.

Este ciclo es utilizado en las organizaciones en el mejoramiento continuo de sus procesos y los sistemas de gestión de calidad, los beneficios de esta metodología son lograr una mejora en cuanto a la competitividad de la organización, la calidad de los productos o servicios ofrecidos, lograr una mayor rentabilidad y un ahorro en los costos de producción.

Las siglas PHVA forman un acrónimo que integran las iniciales de las palabras Planificar, Hacer Verificar y Actuar. Cada uno de estos 4 conceptos corresponde a una etapa del ciclo:

Planificar. En esta fase se establecen los objetivos y las estrategias para lograrlos, de acuerdo con los lineamientos de las políticas organizacionales y de las partes interesadas. En esta etapa se determinan los parámetros de medición que se van a utilizar para controlar y seguir el proceso. (Gallo, 2017)

Hacer. Se implementan las acciones necesarias para lograr las mejoras planteadas, se desarrolla un plan de acción, la organización determina y proporciona los recursos. (Iso Tools, 2019).

Verificar. Se establece un periodo de prueba para medir y valorar la efectividad de los cambios, se realiza seguimiento a los procesos, productos o servicios bajo los objetivos y políticas de la organización, se determinan y evalúan los resultados. (Iso Tools, 2019).

Actuar. Realizadas las mediciones, se efectúan las correcciones y modificaciones necesarias, se toman las decisiones y acciones para la mejora continua, se estandarizan los cambios y se establece su monitoreo. (Iso Tools, 2019).

Es importante señalar las ventajas del ciclo PHVA, se consiguen mejoras en el corto plazo con resultados visibles, se reducen los costos de fabricación de los productos, se incrementa la productividad y la competitividad de la organización. (Gallo, 2017).

5.2.7 Gestión de activos.

“Es determinante para el éxito de una organización, pues se encarga de controlar y administrar el valor de los activos tangibles e intangibles, integrándolo al valor propio de la empresa y a su crecimiento, enriqueciéndola en su conjunto” (Fractal, 2020, parr. 4).

Comprenden todo el conjunto de recursos para ayudarle a la organización a cumplir con sus objetivos organizacionales, hay dos clases de activos los tangibles y los intangibles.

Los activos tangibles son los recursos económicos de la empresa, los equipos, la maquinaria, los inmuebles, las instalaciones, la materia prima, los productos, el stock de almacén, los recursos naturales entre otros.

Los activos intangibles, hacen referencia al conocimiento desarrollado dentro de la empresa, los procesos, los métodos de producción, las licencias, patentes, franquicias, derechos de autor, el entrenamiento y la motivación del recurso humano.

5.2.8 La falla en un activo

Es la incapacidad de satisfacer los requerimientos de funcionamiento deseados de un activo, sistema o pieza. (Medina, 2016).

5.2.8.1 Tipos de fallas

Falla potencial. Normalmente pasan desapercibidos por el personal de producción. Es cuando se detecta una pequeña disminución medible, no afecta el requerimiento de producción.

Falla funcional. Es un evento observable, es el resultado de la incapacidad de los activos para dar su nivel de desempeño.

Fallas Críticas. Comprometen la seguridad, el medio ambiente y la producción son muy costosas y ponen en riesgo la reputación de la empresa

5.2.8.2 Modo de Falla.

Es la manifestación funcional que permite al colaborador determinar que ha ocurrido una falla (Medina, 2016).

5.2.8.3 Mecanismo de Falla.

Es el proceso de deterioro que origina la falla, estos procesos crean cambios perjudiciales en el tiempo y que afectan las propiedades mecánicas de los materiales del activo, suelen ser acumulativas y en algunos casos puede ser irrecuperables las piezas. (Medina, 2016).

5.2.8.4 Causa de la Falla.

Se pueden producir durante el diseño, la fabricación, el uso, las cuales han conducido a una falla. Es necesario realizar un análisis de fallas para descubrir los factores que la ocasionaron. (Medina, 2016).

5.2.9 Taxonomía de los activos.

Esta herramienta sirve para determinar el número de activos que posee la organización, su ubicación y su tiempo de vida útil entre otras variables. La taxonomía según la norma ISO 14224, es una clasificación de ítems en grupos genéricos, basándose en factores comunes, esta

clasificación es vital para la organización y ayuda a resolver cualquier tipo de acción crítica sobre los activos. (Solorzano, 2019).

5.2.10 Maquinaria pesada.

Esta maquinaria es utilizada para realizar actividades de obra civil y minería relacionadas con la conformación del terreno, el transporte de materiales, el cargue y descargue de materia prima, la excavación entre otras operaciones. Este tipo de activos también reciben el nombre de maquinaria amarilla, el amarillo en estos equipos es porque los colores como amarillo, naranja y rojo llaman más la atención y resaltan frente al resto de objetos en las operaciones de obra.

Son equipos de gran potencia y de considerables proporciones geométricas diseñados para trabajos específicos de alta exigencia, para su operación es necesario un personal capacitado y con experiencia que sea responsable de la maniobrabilidad del activo y sirva de apoyo en las labores de mantenimiento. La herramienta más importante para preservar estos activos y su vida útil es el programa de mantenimiento que tiene como base los lineamientos del manual del fabricante y posteriormente se ajusta a las horas de trabajo y los requerimientos de la organización.(Solorzano, 2019).

Existe una gran variedad de activos con diferentes especificaciones que son escogidos de acuerdo con las necesidades de la operación, se hará énfasis en los activos del caso de estudio de la compañía del sector de obra civil en la división de alquiler de equipos.

Tabla 1. Tipos de maquinaria

Máquina	Imagen	Especificaciones
Retrocargador de oruga		Activo autopropulsado sobre cadenas con una estructura capaz de efectuar una rotación de 360°excava, carga, eleva, gira y descarga materiales por la acción de una

		cuchara, sin que el chasis o la estructura se desplace.
Motoniveladora		Activo que cuenta con una hoja entre los ejes delantero y trasero, su función principal es la nivelación del terreno.
Vibro compactador		Activo que funciona mediante un motor de combustión que genera impacto vibratorio sostenido, es utilizado para la compactación de suelos, la pavimentación y construcción de vías.
Minicargador		Activo equipado con una pala frontal, y un sistema de dirección mediante palancas que permita controlar las dos ruedas de cada lado, empleado para cargue y transporte de material en pequeñas dimensiones.
Volqueta		Activo que cuenta con un volcó en la parte trasera del chasis, diseñado para transportar grandes cantidades peso de un lugar a otro.

Fuente: Tomado de Ovacen periodismo al detalle, (2019).

5.2.11 Sistemas del activo caso de estudio retrocargador de oruga Hitachi 200

5.2.11.1 Sistema de potencia

El sistema transforma la energía, está compuesto de un motor diésel, es un motor térmico que tiene combustión interna alternativa que se produce por la autoignición del combustible debido a altas temperaturas derivadas de la alta relación de compresión, según el principio del ciclo diésel.

5.2.11.2 Sistema hidráulico

Este sistema utiliza un fluido bajo presión para accionar el activo. Uno de los componentes más importantes es la bomba hidráulica, esta funciona creando un vacío en su entrada, forzando

el líquido de un depósito a una línea de entrada y a la bomba, la acción mecánica envía el líquido a la salida de la bomba y, al hacerlo, lo introduce en el sistema hidráulico.

5.2.11.3 Sistema eléctrico

Está diseñado para los sistemas de arranque y carga. Este sistema se compone de baterías, el motor de arranque, el alternador, los cables de conexión e interruptores eléctricos y mecánicos.

5.2.11.4 Sistema electrónico

En el activo está diseñado para el procesamiento y el procesamiento de señales.

5.2.11.5 Implementos de trabajo

En el activo este sistema representa la parte de mayor fuerza para la ejecución de excavaciones y operaciones de obra, actúa a través de un brazo mecánico compuesto por un brazo, el cilindro hidráulico del brazo, un cucharón, el cilindro hidráulico del cucharón, el eslabón de articulación, la pluma o aguilón y los cilindros hidráulicos del aguilón.

5.2.11.6 Mandos, controles e indicadores

En el activo este sistema es diseñado para controlar el equipo en sus funciones de operación e identificar los niveles de los sistemas.

5.3 Marco Legal

5.3.1 Requisitos legales Código Nacional de tránsito terrestre automotor en relación con maquinaria pesada (Ministerio de transporte, s.f.)

A continuación, se presentarán la tabla 2 la normatividad respectiva.

Tabla 2. Código Nacional de tránsito

Nombre	Tema
--------	------

Resolución 0003157 del 17 de octubre de 2014	Registro de movilización o tránsito de la maquinaria de que trata el decreto 723 de 2014
Resolución 5625 de 2009	Registro nacional de maquinaria agrícola industrial y de construcción autopropulsada. Deroga las resoluciones 12335 de 2012, 210, 1873 y 1874 de 2013, 3157 y 4430 de 2014. (legal.legis.com.)
Resolución 1050 de 2004	Manual de Señalización Vial
Decreto 660 del 27 de agosto de 2001	Ordenamiento del tránsito de vehículos en las vías públicas de Bogotá, D.C. y se modifica el Decreto 621 de 2001
Ley 769 de 2001	<p>PARÁGRAFO. Elementos y los dispositivos de señalización necesarios en las obras de construcción.</p> <p>Artículo 127. Del retiro de vehículos mal estacionados.</p> <p>Artículo 102. Manejo de escombros.</p> <p>Artículo 101. Normas para realizar trabajos en vía</p> <p>Artículo 76. Lugares prohibidos para estacionar.</p> <p>Artículo 70. Prelación en intersecciones o giros.</p> <p>Artículo 69. Retroceso en las vías públicas.</p> <p>Artículo 68. Utilización de los carriles</p>

Fuente: (Alexandra, 2020)

5.3.2 Resoluciones y Decretos aplican para Maquinaria Agrícola y de Construcción autopropulsada (Ministerio de transporte, s.f.).

A continuación, se presentarán la tabla 3 la normatividad respectiva.

Tabla 3 Legislación aplicada a la Maquinaria Agrícola y de Construcción autopropulsada.

Nombre	Tema
Resolución 1068 del 23 de abril de 2015	Registro Nacional de Maquinaria Agrícola Industrial y de Construcción Autopropulsada, que incluye la maquinaria regulada estableció que los fabricantes, ensambladores, importadores, propietarios, poseedores y/o

	locatarios de esta maquinaria: “Tendrán seis meses a partir de la fecha de la publicación de la resolución para instalar el sistema de posicionamiento global (GPS) y realizar el registro ante los organismos de tránsito la Guía de Movilización o Tránsito de la Maquinaria”. El plazo de la implementación vence el 23 de octubre de 2015.
Resolución 3157 del 2014	Genera plazos para la implementación del sistema GPS al 31 de diciembre de 2014.
Resolución 4430 del 2014	Extiende plazo para instalación del GPS en toda la maquinaria al 22 de abril de 2015.
Decreto 723 del 10 de abril de 2014	Normas de regulación y control de la importación y Movilidad de Maquinaria Amarilla en Colombia. La Maquinaria Amarilla que no tenga la Placa de Identificación y el Sistema de Monitoreo de posicionamiento global (GPS), será inmovilizada por la Policía Nacional y puesta a disposición de la autoridad de Tránsito Respectiva. (legal.legis.com.).
Resolución 2086 del 30 de mayo de 2014	La policía nacional. Fija las condiciones técnicas del equipo, instalación, identificación, funcionamiento y monitoreo del sistema de posicionamiento global (GPS) y los parámetros para la autorización de proveedores de servicios y el registro respectivo. (legal.legis.com.).
Decreto 2261 de 2012	La maquinaria que haya ingresado al país entre el 10 de enero y el 2 de noviembre de 2012, deberá presentar el formulario de declaración de propiedad y la certificación de instalación de GPS emitida por el proveedor del servicio autorizado por la Policía Nacional.
Decreto 19 de 2012	Toda la Maquinaria Agrícola, Industrial y de Construcción Autopropulsada debe ser inscrita en el RUNT rige a partir del 10 de enero de 2012 y tener en funcionamiento un sistema de posicionamiento global GPS que permita la localización del activo.

Ley 1005 de 2006	Registro Nacional de Maquinaria Agrícola, Industrial y de Construcción Autopropulsada y Resolución 12335 se reglamenta el registro de esta maquinaria.
La Ley 769 de 2002	Configuración especial para la maquinaria agrícola y la maquinaria de construcción o minería.

Fuente: (Alexandra, 2020)

5.3.3 Requisitos legales para crear una empresa de alquiler de maquinaria pesada en obras civiles (Camara de comercio de Bogotá, s.f.),

En la tabla 4 se presenta la legislación respectiva de la siguiente manera:

Tabla 4 Legislación para la creación de empresa de alquiler de maquinaria pesada.

Nombre	Tema
El 5 de diciembre de 2008	Ley para la creación de una sociedad por acciones simplificada.
Ley 1258 de 2008	Independientemente del valor de los activos y del personal, se podrá constituir su empresa por documento privado a través de la figura de Sociedad por Acciones Simplificadas.
Artículo 72 de la Ley 222 de 1995	La empresa unipersonal puede constituirse igualmente por documento privado.
Artículo 110 del Código de Comercio	Escritura pública: En cualquier notaría, sin importar el valor de los activos o el número de trabajadores.

Fuente: (Alexandra, 2020)

5.3.4 Requisitos legales de seguridad y salud en el trabajo. (De seguridad y salud, s.f.).

En la tabla 5 se presenta la legislación respectiva de la siguiente manera:

Tabla 5. Requisitos legales seguridad y salud en el trabajo.

Nombre	Tema
Circular 063 del 2020	Actualización del curso de 50 horas SGSST.
Resolución 0312 de 2019	Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST para las personas naturales y jurídicas.
Resolución 089 del 2019	Prevención del consumo de sustancias psicoactivas
Resolución 2404 del 2019	Adopción de batería de riesgo psicosocial, guía y protocolos.
El Decreto 1072 de 2015	Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo
Ley 776 de 2012	Normas sobre la organización, administración y prestaciones del Sistema General de Riesgos Profesionales.
Resolución 652 de 2012	Conformación y funcionamiento del Comité de Convivencia Laboral en entidades públicas y empresas privadas y otras disposiciones.
Resolución 1356 de 2012	Modificación parcial de la resolución 652 de 2012.
Ley 1562 de 2012	Modificación del sistema de riesgos laborales y otras disposiciones de salud ocupacional.
Resolución 1409 de 2012	Reglamento de seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas.
Circular 0038 de 2010	Espacios libres de humo y sustancias psicoactivas en las empresas.
Decreto 2566 de 2009	Tabla de Enfermedades Profesionales
Resolución 1918 de 2009	Modifica los artículos 11 y 17 de la Resolución 2346 de 2007 y se dictan otras disposiciones
Resolución 2646 de 2008	Disposiciones y responsabilidades para la identificación, evaluación, prevención, intervención y monitoreo permanente de la exposición a factores de riesgo psicosociales en el trabajo y patologías causadas por estrés ocupacional.
Resolución 1956 de 2008	Medidas sobre el consumo de cigarrillo o tabaco.
Resolución 2346 de 2007	Regula la práctica de evaluaciones médicas ocupacionales y el manejo de las historias clínicas ocupacionales.

Resolución 1401 de 2007	Reglamentación de la investigación de Accidentes e Incidentes de Trabajo.
Decreto 1530 de 1996	Accidente de Trabajo y Enfermedad Profesional con muerte del trabajador
Decreto 1295 de 1994	Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales.
Resolución 1016 de 1989	Por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los Programas de Salud Ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país
Resolución 2013 de 1986	Comité Paritario Salud Ocupacional
Resolución 2400 de 1979	Estatuto de Seguridad Industrial
Ley 9 de 1979	Código Sanitario Nacional

Fuente: (Alexandra, 2020)

5.3.5 Requisitos legales para prevención del SARS-CoV-2 que aplican al caso de estudio (<https://www.minsalud.gov.co>, 2020).

En la tabla 6 se presenta la legislación respectiva de la siguiente manera:

Tabla 6. Requisitos legales para la prevención del SARS-CoV-2.

Nombre	Tema
Resolución 385 de 2020	Declaración de EMERGENCIA SANITARIA, mod. 407 y 450
Resolución 521 de 2020	Atención Domiciliaria
Resolución 666 de 2020	Protocolo general de Bioseguridad
Resolución 676 de 2020	Sistema de información para el reporte y seguimiento en salud a las personas afectadas COVID-19
Resolución 682 de 2020	Protocolo de bioseguridad en el sector de la construcción

Resolución 739 de 2020	Protocolos de bioseguridad Talleres de Vehículos
Resolución 741 de 2020	Reporte de información de las incapacidades
Resolución 1537 de 2020	Por medio de la cual se modifica la Resolución 677 de 2020 en el sentido de sustituir el anexo técnico que adopta el protocolo de bioseguridad para el manejo y control del riesgo y de la enfermedad COVID 19 en el sector transporte
Resolución 2475 de 2020	Por la cual se modifican los numerales 3.1., 3.13. y 3.14. del protocolo de bioseguridad para el manejo y control del riesgo del coronavirus COVID-19 en el sector transporte, adoptado mediante la Resolución 677 de 2020, modificada por la Resolución 1537 de 2020
Circular 005 de 2020	Directrices detección y atención COVID-19
Circular 018 de 2020	Prevención IRA
Circular 019 de 2020	Detección temprana
Circular 001 de 2020	Reducir la exposición y contagio por COVID-19

Fuente: (Alexandra, 2020)

5.3.6 Normatividad para activos.

En la tabla 7 se presenta la normatividad de activos de la siguiente manera

Tabla 7. Normatividad para activos.

Nombre	Tema
Norma ISO 55000	Gestión de Activos
Norma ISO14224	Taxonomía de equipos

Fuente: (Alexandra, 2020)

6. Marco metodológico de la investigación.

El método escogido para la realización de este estudio es el deductivo porque va del caso particular el diagnóstico inicial de la gestión del mantenimiento y se llega al resultado de la problemática con el análisis de las variables encontradas para resolver por medio de planes de acción las necesidades de la organización e identificar las estrategias de refuerzo para el trabajo en el área de mantenimiento en el caso de estudio.

Paradigma

El paradigma de investigación de esta propuesta tiene como objetivo de obtener una visión integral de la realidad de la empresa caso de estudio y facilitar respuestas a la problemática existente en el área de mantenimiento, se propone la integración de los paradigmas cuantitativos y cualitativos, el tipo de investigación será longitudinal debido a que se comparará datos obtenidos de la organización con los resultados del análisis de la problemática para realizar las intervenciones necesarias que puedan reforzar el desempeño del área de mantenimiento.

Fuentes de obtención de la información

Para el desarrollo del primer objetivo “Generar una propuesta para la implementación del programa de mantenimiento en una empresa del sector de obra civil, específicamente en la división de alquiler de equipos”, se emplearon las siguientes herramientas:

- ✓ Cuestionarios para el diagnóstico inicial (Ver anexo A)
- ✓ Documentación inicial del programa de mantenimiento de la organización caso de estudio (Ver anexo B)

Estas herramientas permitieron la identificación de la problemática inicial de la organización y por medio de los planes de acción se definen las actividades pertinentes necesarias para la reestructuración del programa de mantenimiento

Para el segundo objetivo “Caracterizar los activos con los que cuenta la compañía del sector de obra civil, en la división de alquiler de equipos”, se empleó lo siguiente:

- ✓ Recopilación de la información. (Ver anexos C).
- ✓ Documentación de mantenimiento para la implementación en la compañía tomando como base el activo objeto de estudio. (Ver anexo D)

Después de identificar y clasificar los activos de la organización, mediante el diagnóstico y el ciclo PHVA se genera la documentación de mantenimiento necesaria para la caracterización y desarrollo de las actividades para la gestión de mantenimiento.

En el siguiente objetivo “Determinar los indicadores del ciclo PHVA que deben integrarse a la gestión de activos de la compañía del sector de obra civil, específicamente en la división de alquiler de equipos”, se generan las siguientes herramientas:

- ✓ Aplicación del ciclo PHVA para la gestión de activos de la compañía caso de estudio. (Ver anexo D)
- ✓ Documentación de mantenimiento para la implementación de la compañía tomando como base el activo objeto de estudio. (Ver anexo E).

Después de la aplicación del ciclo PHVA se establecen los indicadores mediante planes de acción generando actividades para la incorporación al programa de mantenimiento, generando la documentación requerida para la gestión de mantenimiento tomando como base el activo objeto de estudio.

Y para el objetivo final “Documentar los procesos, procedimientos y formatos que se requieran en la compañía del sector de obra civil, en la división de alquiler de equipos, para la implementación del programa de mantenimiento” se utilizó los siguientes:

- ✓ Documentación de mantenimiento para la implementación de la compañía tomando como base el activo objeto de estudio. (Ver anexo E)
- ✓ Aspecto financiero. (Ver anexo F)

Para la realización de este objetivo después de la aplicación del diagnóstico y el ciclo PHVA se genera la documentación para la implementación del programa de mantenimiento, unido al aspecto financiero se convierten en una estrategia integral para la gestión de mantenimiento de la organización caso de estudio.

Población y muestra.

La población está representada por el sector de la construcción en la división de alquiler de equipos tomando como caso de estudio el retro cargador de oruga Hitachi 200 y se analizara el desempeño de las rutinas de mantenimiento a través su programa.

6.1 Análisis de la información

Diagnóstico inicial

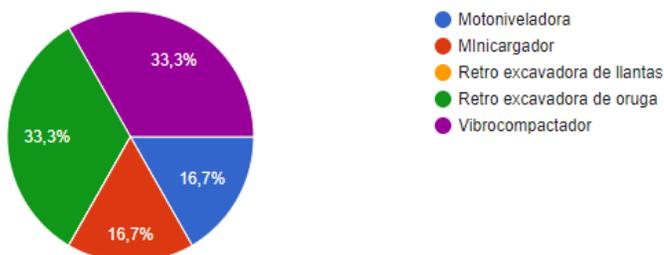
Cuestionario sobre gestión de mantenimiento aplicado al personal de apoyo (operadores de los activos). (Ver anexo A)

Le encuesta ha sido realizada al personal de operación de activos de la organización, un total de seis trabajadores, para conocer la gestion de mantenimiento vista desde el personal de apoyo.

Figura 1. Tipo de equipo

1. ¿Qué tipo de equipo opera?

6 respuestas



Fuente. Propia

Tabla 8. Listado de equipos según referencia

Listado de equipos		
Ítem	Activo	Referencia
1	Motoniveladora CAT 120	120G
2	Vibro compactador Ingersollrand SD 70	SD70DFT
3	Vibro compactador Ingersollrand SD 100	SD-100 PROPAC
4	Excavadora Hitachi 200	ZX200-3
5	Excavadora Hitachi 130	ZX130CLN
6	Minicargador CAT 236B	236B

Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

Este resultado nos indica que cada activo tiene su operador y no hay personal de relevo para las operaciones de obra, la organización cuenta entre sus activos dos retroexcavadoras y dos vibro compactadores, estos equipos son los más solicitados en la división de alquiler por eso se tomó como caso de estudio la retroexcavadora de oruga Hitachi 200 también llamada retrocargador.

Figura 2. Adquisición del equipo.

2. ¿El equipo fue adquirido nuevo o de segunda?

6 respuestas



Fuente. Propia

Tabla 9. Listado de equipos según modelo.

Listado de equipos		
Ítem	Activo	Modelo
1	Motoniveladora CAT 120	1994
2	Vibro compactador Ingersollrand SD 70	2005
3	Vibro compactador Ingersollrand SD 100	2011
4	Excavadora Hitachi 200	2010
5	Excavadora Hitachi 130	2008
6	Minicargador CAT 236B	2012

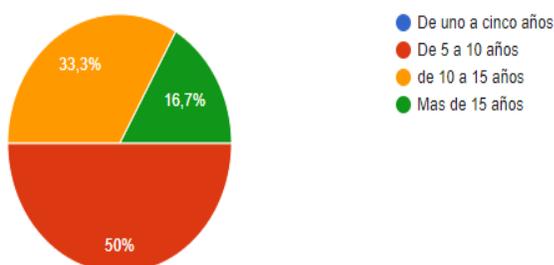
Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

Este resultado nos ubica en el tiempo de uso del activo, depende del programa de mantenimiento de la organización la vida útil de los equipos y su conservación.

Figura 3. Antigüedad de la maquinaria

3. ¿Cuánto tiempo de antigüedad tiene la maquina?

6 respuestas



Fuente. Propia.

Tabla 10. Listado de equipos según antigüedad.

Listado de equipos		
Ítem	Activo	Tiempo de antigüedad
1	Motoniveladora CAT 120	26 Años
2	Vibro compactador ingersollrand sd 70	15 Años
3	Vibro compactador ingersollrand sd 100	9 Años
4	Excavadora Hitachi 200	10 Años
5	Excavadora Hitachi 130	12 Años
6	Minicargador cat 236b	8 Años

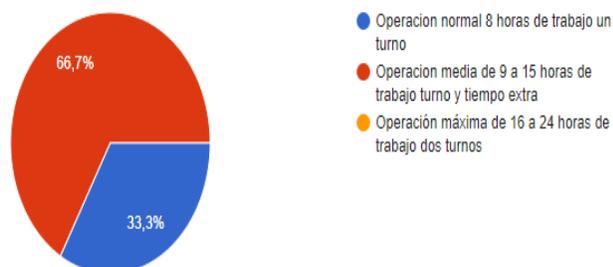
Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

El resultado nos ubica en el ciclo de vida del activo y su depreciación en el tiempo, es importante tener en cuenta las variables que surgen de acuerdo con esta condición en los sistemas del equipo, esto se verá reflejado en el activo caso de estudio el retrocargador de oruga Hitachi 200.

Figura 4. Condiciones de trabajo del activo

4. ¿Bajo qué condiciones trabaja la máquina?

6 respuestas



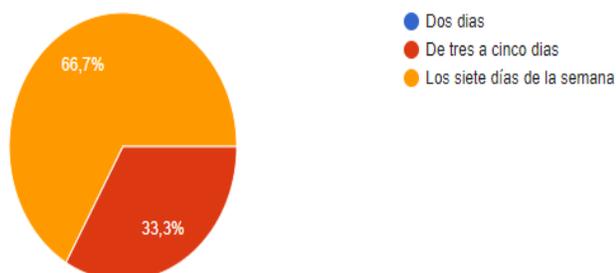
Fuente. Propia.

El resultado nos da que la maquinaria esta diariamente operando entre 9 y 15 horas por tanto las frecuencias de mantenimiento son más rápidas en el tiempo.

Figura 5. Días de trabajo del activo en la semana

5. ¿Cuántos días a la semana trabaja la máquina?

6 respuestas



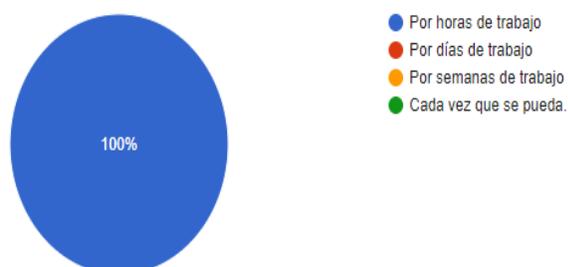
Fuente. Propia.

El resultado nos muestra que la mayoría de los equipos operan todo el mes, para el equipo caso de estudio se contemplan los 30 días.

Figura 6. Frecuencia de rutinas de mantenimiento

6. ¿Cómo es la frecuencia de las rutinas de mantenimiento de la maquina?

6 respuestas



Fuente. Propia

El personal de apoyo (Operadores) tiene claro que las rutinas de mantenimiento se realizan de acuerdo con las horas de trabajo de los activos.

Figura 7. Chequeo del equipo.

7. ¿Se revisa el equipo antes de empezar la operación?

6 respuestas



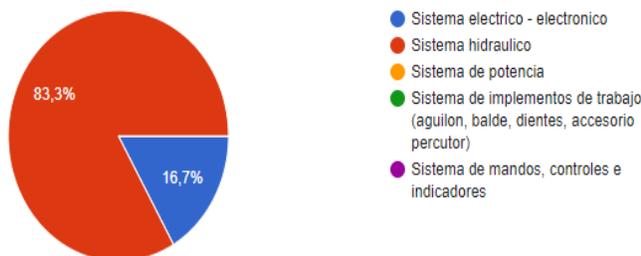
Fuente. Propia

El personal de apoyo realiza la rutina de inspección y las listas de chequeo antes de empezar su labor diaria.

Figura 8. Ubicación de fallas en los sistemas del equipo.

8. ¿En donde están ubicadas las fallas más comunes de la maquina?

6 respuestas



Fuente. Propia

Se establece por medio del personal de apoyo que el sistema que más fallas presenta es el hidráulico en los activos.

Figura 9. Rutinas de mantenimiento

9. ¿Qué tipo de rutinas de mantenimiento realiza a la maquina?

6 respuestas

Inspección, limpieza, lista de chequeo, cambio de aceite, engrase general, miro niveles de aceite e hidráulico.

Revisión de todo el equipo antes de prenderlo, lista de chequeo, aseo, niveles de aceite, cambio de aceite con las horas de trabajo.

Limpieza, lista de chequeo, verificación de mandos y freno, cambio de aceite por horas trabajadas, cambio de accesorios, engrase general, cambio de mangueras.

Inspección visual, lista de chequeo, niveles de aceite e hidráulico, cambio de aceite por horas de mantenimiento, limpieza, engrase.

Lista de chequeo, limpieza, niveles de aceite e hidráulico, verificación mandos y frenos, engrase general, cambio de aceite por horas de trabajo.

Inspección visual, chequeo diario, limpieza, engrase, cambio de aceite.

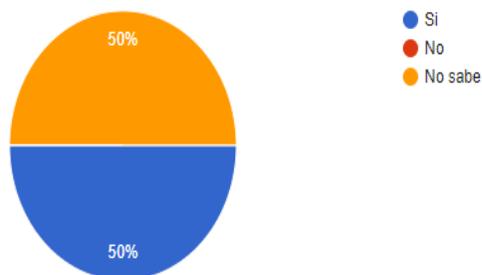
Fuente. Propia.

Las rutinas de mantenimiento realizadas por el personal de apoyo son: inspección, lista de chequeo, limpieza, engrase y cambio de aceite.

Figura 10. Conocimientos técnicos de los activos.

10. ¿Cumple el plan de mantenimiento según el catálogo de la máquina?

6 respuestas



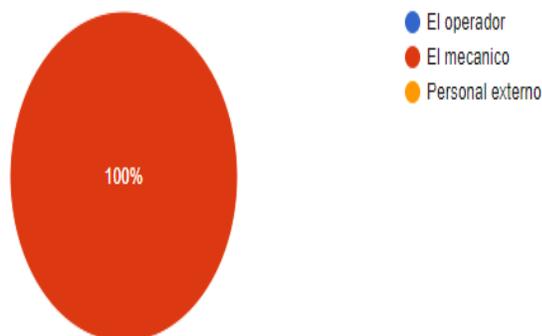
Fuente. Propia.

Solo la mitad del personal de apoyo realizan las rutinas de mantenimiento teniendo en cuenta los lineamientos del fabricante.

Figura 11. Responsabilidades del mantenimiento.

11. ¿El mantenimiento de la maquina lo realiza usted , el mecánico o personal externo?

6 respuestas



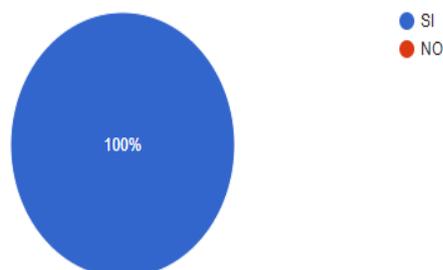
Fuente. Propia.

Las rutinas de mantenimiento son realizadas por el mecánico y los operadores realizan solo actividades de apoyo.

Figura 12. Paro de activos.

12. ¿Existe hibernación o paro de maquinaria por largas temporadas?

6 respuestas



Justifique su respuesta

6 respuestas

Para cuando no hay trabajo.

Hay paro de maquina cuando no se necesita en la operación y cuando no se consigue contrato.

Hay temporadas en las que no hay contratos.

Cuando no se necesita en la obra y cuando no hay contratos nuevos de obra.

Claro cuando no hay contrato.

Cuando se demoran los contratos se quedan paradas las maquinas y el para depende del trabajo que se consiga.

Fuente. Propia.

Los resultados que arroja esta pregunta son que los paros de maquinaria se dan por falta de contratos y por cambio de operación en obra.

Tabla 11. Consolidado de resultados

Consolidado de resultados		
ITEM	Resultados	Planes de acción
1	Este resultado nos indica que cada activo tiene su operador y no hay personal de relevo para las operaciones de obra, la organización cuenta entre sus activos dos retroexcavadoras y dos vibro compactadores, estos equipos son los más solicitados en la división de alquiler por eso se tomó como	Para realizar la propuesta del programa de mantenimiento se elige el retrocargador de oruga Hitachi 200 como caso de estudio.

	<p>caso de estudio la retroexcavadora de oruga Hitachi 200 también llamada retrocargador.</p>	
2	<p>Este resultado nos ubica en el tiempo de uso del activo, depende del programa de mantenimiento de la organización la vida útil de los equipos y su conservación.</p>	<p>Se diseñará un programa de mantenimiento teniendo en cuenta el tiempo de uso del activo caso de estudio.</p>
3	<p>El resultado nos ubica en el ciclo de vida del activo y su depreciación en el tiempo, es importante tener en cuenta las variables que surgen de acuerdo con esta condición en los sistemas del equipo, esto se verá reflejado en el activo caso de estudio el retrocargador de oruga Hitachi 200.</p>	<p>Dentro de las actividades del programa de mantenimiento se tendrá especial cuidado en las frecuencias de las rutinas para mantener la vida útil de los sistemas del activo caso de estudio.</p>
4	<p>El resultado nos da que la maquinaria esta diariamente operando entre 9 y 15 horas por tanto las frecuencias de mantenimiento son más rápidas en el tiempo.</p>	<p>Se tendrá en cuenta la programación del mecánico y el personal de apoyo con un cronograma para poder cumplir todas las rutinas programadas para el activo caso de estudio.</p>
5	<p>El resultado nos muestra que la mayoría de los equipos operan todo el mes, para el equipo caso de estudio se contemplan los 30 días.</p>	<p>Se diseñará el cronograma del activo caso de estudio teniendo en cuenta que trabaja todos los días del mes.</p>
6	<p>El personal de apoyo (Operadores) tiene claro que las rutinas de mantenimiento se realizan de acuerdo con las horas de trabajo de los activos.</p>	<p>Se programarán todas las rutinas para el activo caso de estudio y se establecerán las rutinas que puede realizar el personal de apoyo.</p>
7	<p>El personal de apoyo realiza la rutina de inspección y las listas de chequeo antes de empezar su labor diaria.</p>	<p>Se continuará con la rutina de inspección y listas de chequeo del activo caso de estudio, se diseñarán e</p>

		incorporaran y divulgaran las rutinas de mantenimiento para el personal de apoyo.
8	Se establece por medio del personal de apoyo que el sistema que más fallas presenta es el hidráulico en los activos.	Se tendrá el sistema hidráulico como crítico para establecer los modos de falla y realizará en la propuesta un stock de repuestos para el activo caso de estudio.
9	Las rutinas de mantenimiento realizadas por el personal de apoyo son: inspección, lista de chequeo, limpieza, engrase y cambio de aceite.	Se incorporarán si es el caso las rutinas que pueda realizar el personal de apoyo de acuerdo con la frecuencia de mantenimiento del activo caso de estudio.
10	Solo la mitad del personal de apoyo realizan las rutinas de mantenimiento teniendo en cuenta los lineamientos del fabricante.	Se realizarán capacitaciones técnicas y se apoyara con la documentación de manuales y planos para que el personal de apoyo realice las rutinas del activo caso de estudio.
11	Las rutinas de mantenimiento son realizadas por el mecánico y los operadores realizan solo actividades de apoyo.	Se continuará de la misma manera las rutinas de mantenimiento.
12	Los resultados que arroja esta pregunta son que los paros de maquinaria se dan por falta de contratos y por cambio de operación en obra.	El programa de mantenimiento diseñara teniendo en cuenta los paros de los activos reflejado en el activo caso de estudio.

Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

De acuerdo con los resultados obtenidos se establecen las siguientes actividades de acuerdo con el plan de acción generado:

Tabla 12. Establecimiento de actividades

Establecimiento de actividades		
Ítem	Planes de acción	Actividad
1	Para realizar la propuesta del programa de mantenimiento se elige el retrocargador de oruga Hitachi 200 como caso de estudio.	Programa de mantenimiento (Anexo E)
2	Se diseñará un programa de mantenimiento teniendo en cuenta el tiempo de uso del activo caso de estudio.	Programa de mantenimiento (Anexo E)
3	Dentro de las actividades del programa de mantenimiento se tendrá especial cuidado en las frecuencias de las rutinas para mantener la vida útil de los sistemas del activo caso de estudio.	Frecuencia de rutinas (Anexo E)
4	Se tendrá en cuenta la programación del mecánico y el personal de apoyo con un cronograma para poder cumplir todas las rutinas programadas para el activo caso de estudio.	Cronograma de mantenimiento (Anexo E)
5	Se diseñará el cronograma del activo caso de estudio teniendo en cuenta que trabaja todos los días del mes.	Cronograma de mantenimiento (Anexo E)
6	Se programarán todas las rutinas para el activo caso de estudio y se establecerán las rutinas que puede realizar el personal de apoyo.	Frecuencia de rutinas para el personal de apoyo (Anexo E)
7	Se continuará con la rutina de inspección y listas de chequeo del activo caso de estudio, se diseñarán e incorporaran y divulgaran las rutinas de mantenimiento para el personal de apoyo.	Frecuencia de rutinas para el personal de apoyo (Anexo E)
8	Se tendrá el sistema hidráulico como crítico para establecer los modos de falla y realizará en la propuesta un stock de repuestos para el activo caso de estudio.	Stock de repuestos y criticidad de sistema hidráulico (Anexo E)

9	Se incorporarán si es el caso las rutinas que pueda realizar el personal de apoyo de acuerdo con la frecuencia de mantenimiento del activo caso de estudio	Frecuencia de rutinas para el personal de apoyo (Anexo E)
10	Se realizarán capacitaciones técnicas y se apoyara con la documentación de manuales y planos para que el personal de apoyo realice las rutinas del activo caso de estudio.	Programa de capacitaciones (Anexo E)
11	Se continuará de la misma manera las rutinas de mantenimiento.	Frecuencias de mantenimiento (Anexo E)
12	El programa de mantenimiento diseñara teniendo en cuenta los paros de los activos reflejado en el activo caso de estudio.	Programa de mantenimiento (Anexo E)

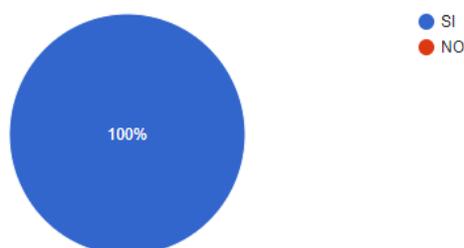
Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

Encuesta al personal del área de mantenimiento

Le encuesta ha sido realizada al personal de mantenimiento, un total de dos trabajadores, para conocer la gestión de mantenimiento.

Figura 13. Programa de mantenimiento en la organización.

1. ¿Sabe usted si la empresa cuenta con un programa de mantenimiento?
2 respuestas



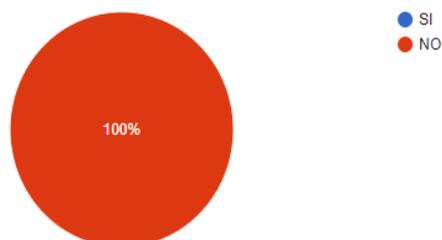
Fuente. Propia

El personal de mantenimiento tiene conocimiento de que hay un programa de mantenimiento en la organización.

Figura 14. Rutinas actuales de mantenimiento.

2. ¿El programa de mantenimiento existente permite cumplir con las rutinas de una manera eficaz?

2 respuestas



Justifique su respuesta

2 respuestas

No tengo muy claro todo el programa y cumplo con mis anotaciones en el cuaderno, me envían de la oficina los formatos y lo que me hablan los operadores.

Se tiene plan de mantenimiento y formatos pero no se realiza seguimiento, no hay indicadores establecidos, no se tienen en cuenta los manuales de fabricante de los activos, no hay cronograma establecido, solo se cumple el cambio de aceite por horas de trabajo de equipo, cada operador realiza engrase.

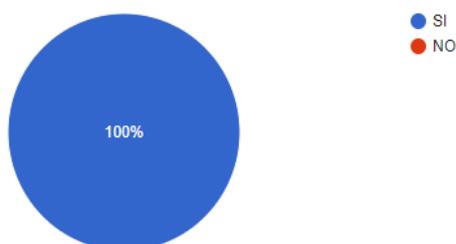
Fuente. Propia

El personal de mantenimiento evidencia que no hay eficacia en el cumplimiento de las rutinas de mantenimiento en la organización.

Figura 15. Verificación del programa de mantenimiento actual.

3. ¿Cree Usted que sea necesario un cambio del programa de mantenimiento actual para permitir una mejora en el trabajo?

2 respuestas



Justifique su respuesta

2 respuestas

Debería ser mas ágil y con menos formatos y poder tener un día fijo para que pasaran por la información a veces no puedo enviarla de la base a la oficina porque no tengo tiempo y se me dificulta un poco hacerlo por computador.

Es importante el ajuste del programa para poder cumplir con el objetivo que es la vida útil de los activos, se debe establecer indicadores para determinar la efectividad del programa.

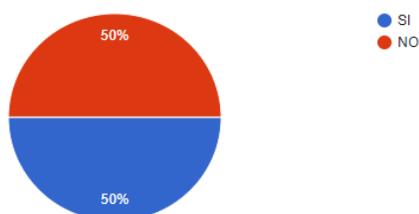
Fuente. Propia.

Para el personal de mantenimiento es necesario el ajuste del programa de mantenimiento existente para lograr la excelencia en el área de mantenimiento y la mejora en la vida útil de los activos.

Figura 16. Conocimientos técnicos.

4. ¿Está usted en la capacidad de realizar cualquier tipo de arreglo en la maquinaria ?

2 respuestas



Argumente su respuesta

2 respuestas

Si tengo experiencia en el arreglo de la maquinaria pesada y también fui operador múltiple. No tengo técnica ni tecnología pero me he hecho con los años.

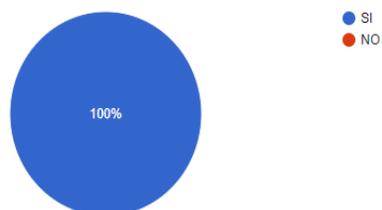
Este arreglo es realizado por el mecánico de la empresa y es llamado un contratista externo para el sistema eléctrico y electrónico.

Fuente. Propia.

El personal que desarrollo el cuestionario fue un personal operativo y un personal administrativo, el personal operativo manifiesta que está en capacidad de realizar los arreglos en los equipos, pero no hay muchos conocimientos de algunos sistemas de los activos.

Figura 17. Stock de materiales.

5. ¿Sabe usted si la empresa cuenta con un inventario de insumos y/o repuestos?
2 respuestas



6. ¿Piensa que es importante tener un stock de insumos y/o repuestos?

2 respuestas

Yo manejo la pequeña bodega de aceites y filtros pero seria bueno que tuviera algunos repuestos para no andar corriendo cada vez que se daña alguna maquina.

Se tienen aceites y filtros, es importante identificar los componentes críticos para tenerlos en existencia y poder realizar las rutinas de mantenimiento de acuerdo al manual del fabricante.

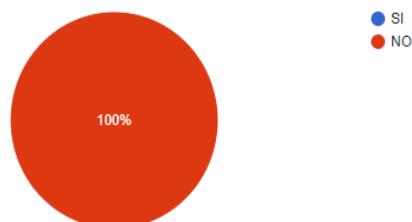
Fuente. Propia.

En la bodega de la base se encuentra un pequeño stock de aceites y filtros que corresponden a la referencia de los activos, pero es importante tener repuestos de acuerdo con el análisis de fallas en los sistemas críticos de los equipos.

Figura 18. Capacitaciones de mantenimiento

7. ¿Recibe capacitaciones enfocadas al uso, cuidado y/o mantenimiento de los equipos de la compañía?

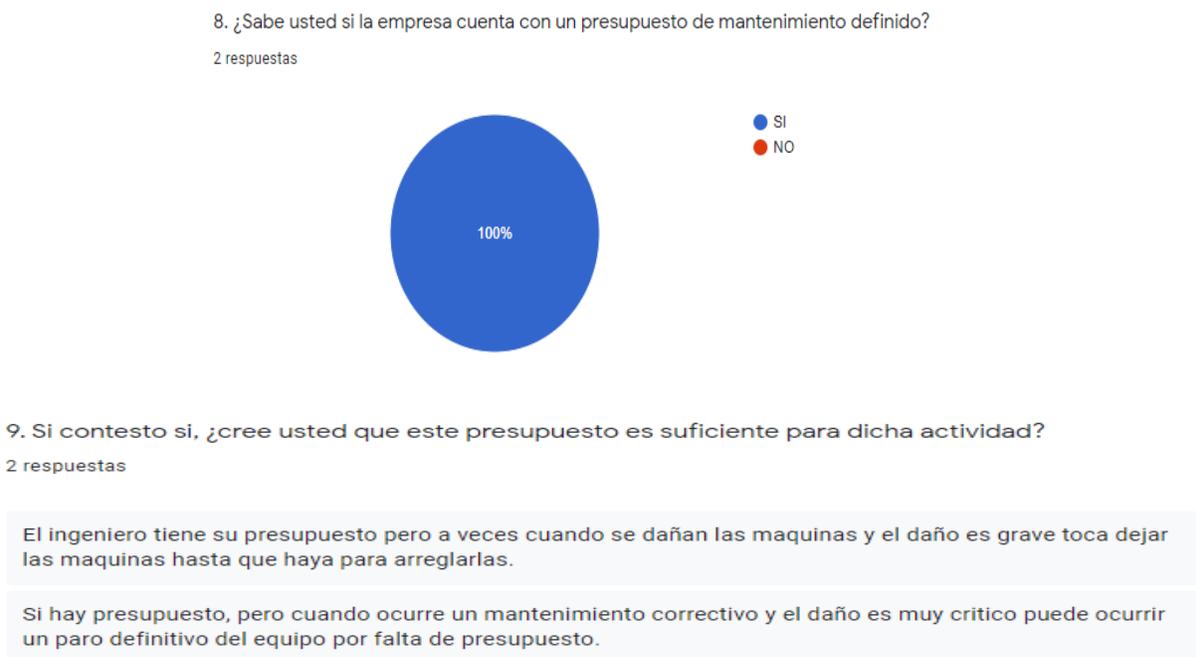
2 respuestas



Fuente. Propia.

Se evidencia que no existe un programa de capacitación técnica para el personal de mantenimiento.

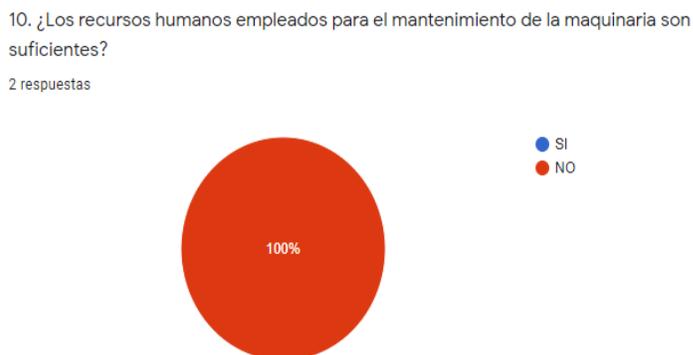
Figura 19. Capacitaciones de mantenimiento



Fuente. Propia.

El personal conoce que existe un presupuesto de mantenimiento, pero este no contempla los imprevistos de los activos.

Figura 20. Capacitaciones de mantenimiento



Justifique su respuesta

2 respuestas

Seria bueno un apoyo, a veces se me recarga el trabajo, yo voy traigo el repuesto, sino hay tengo que buscarlo, tengo que hacer cambios de aceite en esto si recibo apoyo de los operadores, hay visitar todos los frentes cuando hay maquinas en varios lados y hay que llenar la documentación.

Falta personal para que realice la programación y el seguimiento en el área de mantenimiento, solamente hay un mecánico empírico y no hay programación para sus rutinas.

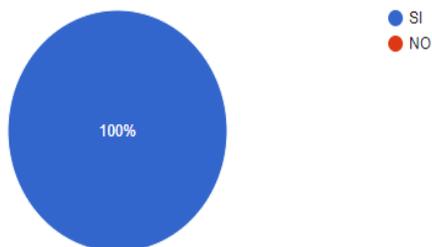
Fuente. Propia.

Los colaboradores expresan que falta personal para apoyo del mecánico en las rutinas de mantenimiento, hay que establecer si el problema radica en la falta de personal o que no hay programación y cronograma de rutinas de mantenimiento.

Figura 21. Adquisición de insumos.

11. ¿Se presenta demoras en la adquisición de algún tipo de repuesto?

2 respuestas



Justifique su respuesta

2 respuestas

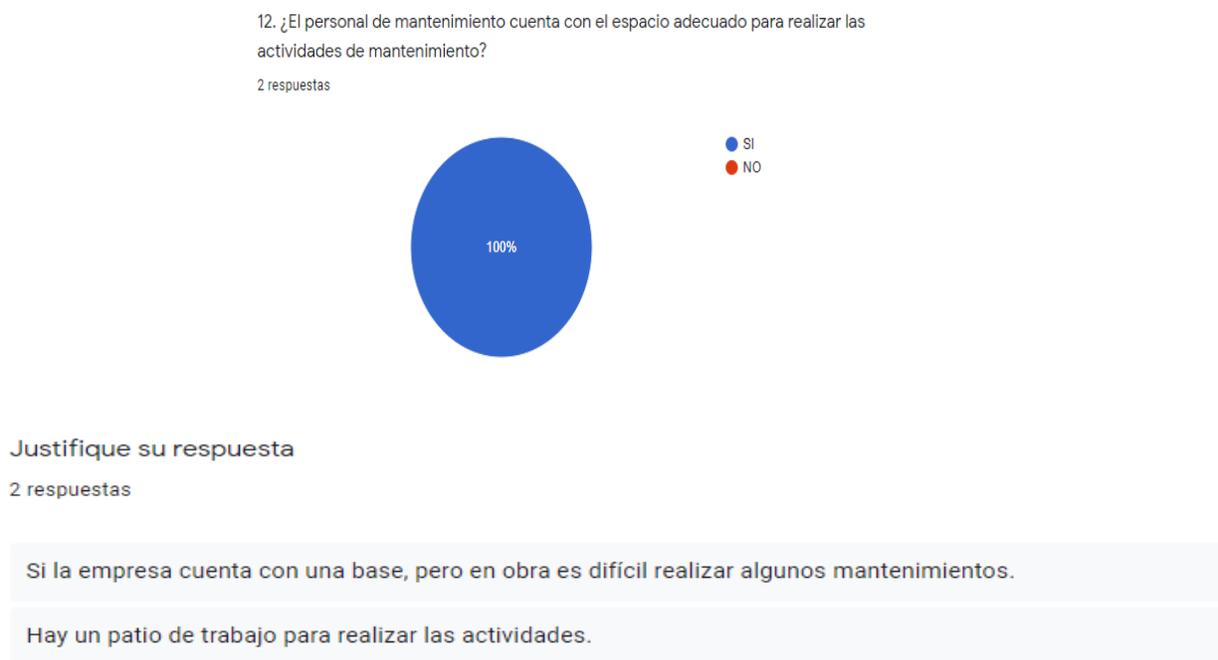
Si cuando hay un mantenimiento correctivo y a veces no se consigue en el almacén toda pedirlo a otra sucursal, no hay repuestos en bodega.

Cuando el mantenimiento es correctivo y cuando es preventivo se demora la rutina porque no lo hay en stock.

Fuente. Propia.

Se presentan demoras en la adquisición de repuestos por la falta planeación de las actividades, falta de cronograma y que no hay stock de acuerdo con las fallas críticas establecidas en los activos.

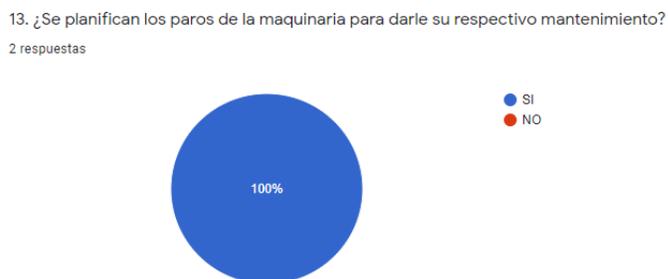
Figura 22. Área de trabajo para la realización de las rutinas de mantenimiento



Fuente. Propia.

En el área de mantenimiento si existe espacio adecuado para la realización de actividades (base operativa).

Figura 23. Planificación de paros de máquina.



Justifique su respuesta

2 respuestas

Si pero para casos especiales cambios de aceite y algún repuesto urgente.

Si pero solo en rutinas de cambio de aceite y mantenimiento correctivo, para las demás actividades no hay programación de paros.

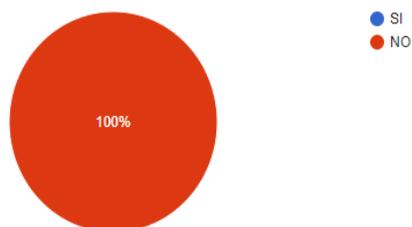
Fuente. Propia.

Si hay programación de paro para algunas rutinas de mantenimiento, pero no para todas las que corresponden a las frecuencias establecidas por horas de trabajo.

Figura 24. Información técnica de los equipos.

14. ¿Tienen acceso a información técnica (manuales, fichas técnicas, etc.) para realizar su trabajo?

2 respuestas



Justifique su respuesta

2 respuestas

NO tengo toda la información y a veces no dispongo de tiempo para mirarlas.

No hay manuales de equipo para el mecánico.

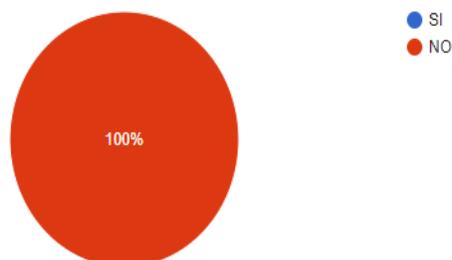
Fuente. Propia.

No existe una información técnica completa asequible de apoyo a las rutinas de mantenimiento.

Figura 25. Capacitación técnica de los proveedores.

15. ¿Reciben algún tipo de capacitación técnica por parte de los proveedores de las maquinas?

2 respuestas



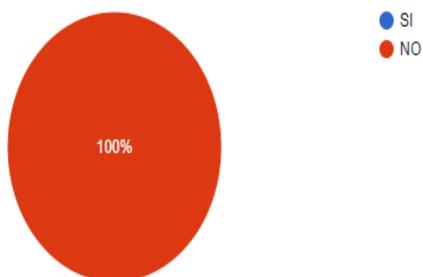
Fuente. Propia.

No existe un programa de capacitación técnica ni capacitación por parte de proveedores sobre piezas o sistemas de los activos.

Figura 26. Cronograma de mantenimiento

16. ¿Cuentan con un cronograma que les permita los paros de la maquinaria para realizar su respectivo mantenimiento?

2 respuestas



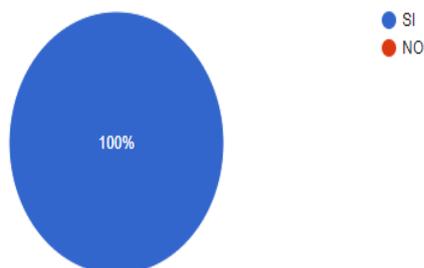
Fuente. Propia.

No existe un cronograma establecido para la realización de las rutinas de mantenimiento y por ende no hay seguimiento del comportamiento del activo con las rutinas realizadas.

Figura 27. Recursos del área de mantenimiento.

17. ¿La empresa cuenta con los recursos y herramientas necesarias para realizar el mantenimiento en todas sus máquinas?

2 respuestas



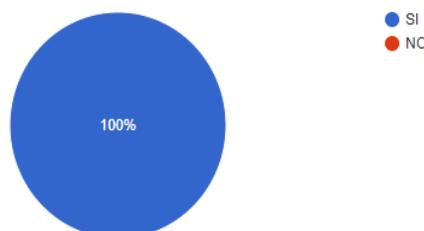
Fuente. Propia.

La organización cuenta con recursos y herramientas para la realización de las rutinas de mantenimiento, pero no se ha comprobado si lo existente es suficiente para cumplir con las necesidades del área de mantenimiento.

Figura 28. Disposición de residuos de mantenimiento

18. ¿El manejo y disposición de los desechos (sólidos, líquidos) producidos en el mantenimiento es el correcto?

2 respuestas



Justifique su respuesta

2 respuestas

Si se realiza la disposición pero no hay carro certificado para recoger aceites.

Se realiza la disposición y manejo de los desechos solidos de acuerdo al código de colores, pero falta contactar a las empresas prestadoras de recolección de aceites.

Fuente. Propia.

Hay disposición de residuos sólidos de manera adecuada en el área de mantenimiento, pero no hay empresa prestadora autorizada para la recolección de aceites de acuerdo con el plan de manejo ambiental de la organización.

A continuación, se encuentra el consolidado de los resultados generando los planes de acción:

Tabla 13. Consolidado de resultados.

Consolidado de resultados		
Ítem	Resultados	Planes de acción
1	El personal de mantenimiento tiene conocimiento de que hay un programa de mantenimiento en la organización.	Se realizará un programa de mantenimiento estructurado de acuerdo con las necesidades de la organización.
2	El personal de mantenimiento evidencia que no hay eficacia en el cumplimiento de las rutinas de mantenimiento en la organización.	Se realizarán las rutinas de mantenimiento y un procedimiento para el seguimiento de estas.
3	Para el personal de mantenimiento es necesario el ajuste del programa de mantenimiento existente para lograr la excelencia en el área de mantenimiento y la mejora en la vida útil de los activos.	Se realizará un programa de mantenimiento estructurado de acuerdo con las necesidades de la organización.
4	El personal que desarrollo el cuestionario fue un personal operativo y un personal administrativo, el personal operativo manifiesta que está en capacidad de realizar los arreglos en los equipos, pero no hay muchos conocimientos de algunos sistemas de los activos.	Se realizará un programa de capacitación técnica para el personal de mantenimiento.
5,6	En la bodega de la base se encuentra un pequeño stock de aceites y filtros que corresponden a la referencia de los	Se realizarán sugerencias para la adquisición de un pequeño stock de

	activos, pero es importante tener repuestos de acuerdo con el análisis de fallas en los sistemas críticos de los equipos.	repuestos de acuerdo con las fallas críticas de los sistemas del activo caso de estudio.
7	Se evidencia que no existe un programa de capacitación técnica para el personal de mantenimiento.	Se realizará un programa de capacitación técnica para el personal de mantenimiento.
8,9	El personal conoce que existe un presupuesto de mantenimiento, pero este no contempla los imprevistos de los activos.	Se realizará un modelo de presupuesto para el activo caso de estudio que puede ser utilizado para realizar el presupuesto del área de mantenimiento.
10	Los colaboradores expresan que falta personal para apoyo del mecánico en las rutinas de mantenimiento, hay que establecer si el problema radica en la falta de personal o que no hay programación y cronograma de rutinas de mantenimiento.	Se realizará un programa de mantenimiento estructurado de acuerdo con las necesidades de la organización y un cronograma para las rutinas del activo caso de estudio y se establecerá si con esta estructura será necesario más personal operativo en el departamento de mantenimiento.
11	Se presentan demoras en la adquisición de repuestos por la falta planeación de las actividades, falta de cronograma y que no hay stock de acuerdo con las fallas críticas establecidas en los activos.	Se realizarán ajustes en la parte documental del programa de mantenimiento en el activo caso de estudio y se establecerán los correctivos para los tiempos de adquisición de los repuestos.
12	En el área de mantenimiento si existe espacio adecuado para la realización de actividades (base operativa).	Se mantendrá el espacio para el mantenimiento de los activos y se analizara si es necesario hacer

		adecuaciones para mejorar el desempeño de mantenimiento.
13	Si hay programación de paro para algunas rutinas de mantenimiento, pero no para todas las que corresponden a las frecuencias establecidas por horas de trabajo.	Se realizarán las frecuencias para el mantenimiento del activo caso de estudio y estas servirán para las frecuencias del resto de equipos.
14	No existe una información técnica completa asequible de apoyo a las rutinas de mantenimiento.	Se recopilará toda la información correspondiente al activo caso de estudio para la entrega al área de mantenimiento para la realización de las rutinas.
15	No existe un programa de capacitación técnica ni capacitación por parte de proveedores sobre piezas o sistemas de los activos.	Se realizará un programa de capacitación técnica para el personal de mantenimiento.
16	No existe un cronograma establecido para la realización de las rutinas de mantenimiento y por ende no hay seguimiento del comportamiento del activo con las rutinas realizadas.	Se realizará un cronograma para las rutinas de mantenimiento y se darán unos lineamientos para las rutinas realizadas en los activos.
17	La organización cuenta con recursos y herramientas para la realización de las rutinas de mantenimiento, pero no se ha comprobado si lo existente es suficiente para cumplir con las necesidades del área de mantenimiento.	Se realizará un modelo de presupuesto para el activo caso de estudio que puede ser utilizado para realizar el presupuesto del área de mantenimiento.
18	Hay disposición de residuos sólidos de manera adecuada en el área de mantenimiento, pero no hay empresa prestadora autorizada para la recolección de aceites de acuerdo con el plan de manejo ambiental de la organización.	Se recomendarán los lineamientos de acuerdo con la normatividad ambiental para incorporar el servicio de recolección.

Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

A continuación, se establecen las actividades para los planes de acción generados:

Tabla 14. Establecimiento de actividades.

Establecimiento de actividades		
Ítem	Planes de acción	Actividad
1	Se realizará un programa de mantenimiento estructurado de acuerdo con las necesidades de la organización.	Programa de mantenimiento (Anexo E).
2	Se realizarán las rutinas de mantenimiento y un procedimiento para el seguimiento de estas.	Frecuencias de mantenimiento (Anexo E). Procedimiento de seguimiento de rutinas (Anexo E).
3	Se realizará un programa de mantenimiento estructurado de acuerdo con las necesidades de la organización.	Programa de mantenimiento (Anexo E).
4	Se realizará un programa de capacitación técnica para el personal de mantenimiento.	Programa de capacitación técnica (Anexo E).
5,6	Se realizarán sugerencias para la adquisición de un pequeño stock de repuestos de acuerdo con las fallas críticas de los sistemas del activo caso de estudio.	Lineamientos para el stock de repuestos (Anexo E).
7	Se realizará un programa de capacitación técnica para el personal de mantenimiento.	Programa de capacitación técnica (Anexo E).
8,9	Se realizará un modelo de presupuesto para el activo caso de estudio que puede ser utilizado para realizar el presupuesto del área de mantenimiento.	Presupuesto de mantenimiento para el activo caso de estudio (Anexo F).
10	Se realizará un programa de mantenimiento estructurado de acuerdo con las necesidades de la organización y un cronograma para las rutinas del activo caso de estudio y se establecerá si con esta estructura será necesario más personal operativo en el departamento de mantenimiento.	Programa de mantenimiento (Anexo E). Cronograma de mantenimiento (Anexo E).

11	Se realizarán ajustes en la parte documental del programa de mantenimiento en el activo caso de estudio y se establecerán los correctivos para los tiempos de adquisición de los repuestos.	Documentación programa de mantenimiento (Propuesta) (Anexo E).
12	Se mantendrá el espacio para el mantenimiento de los activos y se analizará si es necesario hacer adecuaciones para mejorar el desempeño de mantenimiento.	Análisis del área de trabajo de mantenimiento (Anexo E).
13	Se realizarán las frecuencias para el mantenimiento del activo caso de estudio y estas servirán para las frecuencias del resto de equipos.	Frecuencias de mantenimiento del activo caso de estudio (Anexo E).
14	Se recopilará toda la información correspondiente al activo caso de estudio para la entrega al área de mantenimiento para la realización de las rutinas.	Información técnica del activo caso de estudio (Anexo E).
15	Se realizará un programa de capacitación técnica para el personal de mantenimiento.	Programa de capacitación técnica (Anexo E).
16	Se realizará un cronograma para las rutinas de mantenimiento y se darán unos lineamientos para las rutinas realizadas en los activos.	Cronograma de mantenimiento (Anexo E).
17	Se realizará un modelo de presupuesto para el activo caso de estudio que puede ser utilizado para realizar el presupuesto del área de mantenimiento.	Presupuesto de mantenimiento para el activo caso de estudio (Anexo F).
18	Se recomendarán los lineamientos de acuerdo con la normatividad ambiental para incorporar el servicio de recolección.	Procedimiento de disposición final de aceite usado (Anexo E).

Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

**Documentación de mantenimiento encontrada en la organización caso de estudio
(Anexo B)**

Los documentos encontrados en el diagnóstico inicial en la organización caso de estudio son los siguientes:

Tabla 15. Documentación de la organización.

Documentación de la organización		
Ítem	Documento	Observaciones
1	Programa de mantenimiento.	Solamente hay conceptos generales y no se establecen los lineamientos de la gestión del mantenimiento.
2	Lista de chequeo para retro excavadora.	No se encuentran colaras las actividades de acuerdo con las horas de trabajo.
3	Procedimiento	Hay muy pocos procedimientos para la realización de las actividades de la gestión de mantenimiento.
4	Formato de mantenimiento	No se encuentran los lineamientos técnicos establecidos para la gestión de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

Esta documentación se enfoca al- activo caso de estudio y documentos generales de mantenimiento, da como resultado del análisis documental una falencia en la gestión de mantenimiento ya que no hay herramientas suficientes para poder llevar a cabo la realización, el seguimiento y el control de las actividades de mantenimiento de acuerdo con los lineamientos técnicos del fabricante.

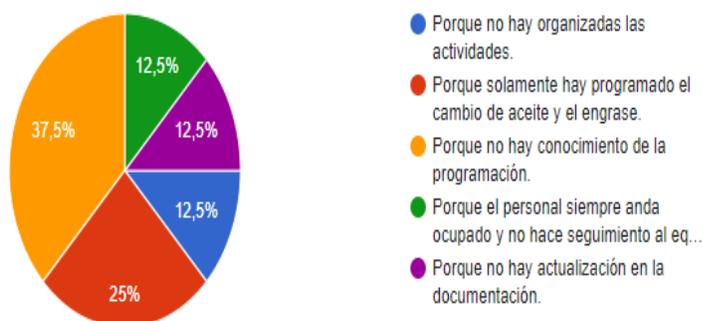
Metodología PHVA para la gestión de mantenimiento en la organización caso de estudio

Para la realización del PHVA se aplica como herramienta de apoyo el cuestionario de cinco porque, a continuación, se muestran los resultados:

Figura 29. Programación de las rutinas de mantenimiento.

1. ¿Por qué no se lleva una programación de las rutinas de mantenimiento?

8 respuestas



Fuente. Propia.

Las principales causas de no llevar una programación de mantenimiento son el no tener el conocimiento de la información, pocas rutinas programadas y no hay actualización en la documentación existente.

Figura 30. Cronograma de mantenimiento.

2. ¿Por qué no hay un cronograma establecido de mantenimiento?

8 respuestas



Fuente. Propia.

Referente al cronograma de mantenimiento, no hay actualización en el programa de mantenimiento, hay atraso en las rutinas de los activos, no hay análisis para establecer el número de colaboradores frente a las rutinas de los activos.

Figura 31. Fallos en los equipos.

3. ¿Por qué existen fallos recurrentes en los equipos?

8 respuestas



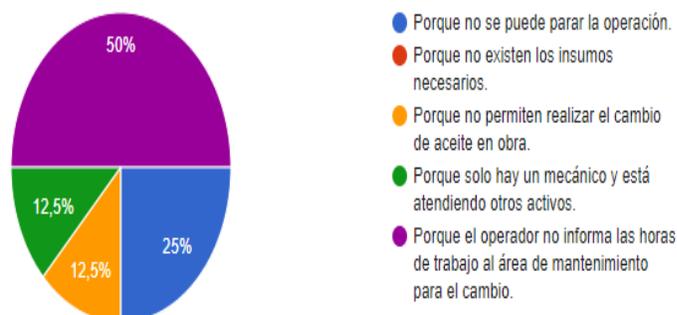
Fuente. Propia.

Los fallos recurrentes en los equipos son la falta de mantenimiento preventivo, no hay seguimiento a las actividades realizadas, estas fallas se están reflejando en mantenimientos correctivos por falta de gestión en el área de mantenimiento.

Figura 32. Causas del incumplimiento de las rutinas de mantenimiento

4. ¿Por qué no se realizan los cambios de aceite en las horas de trabajo programadas?

8 respuestas



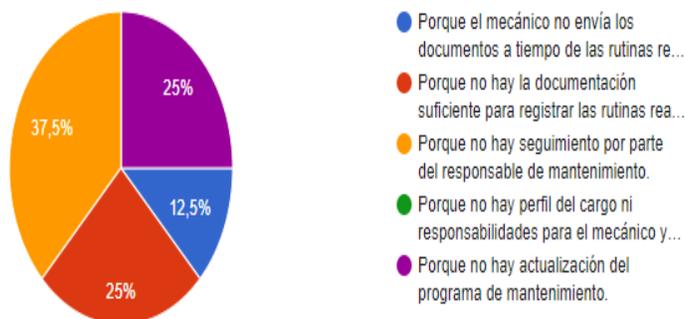
Fuente. Propia.

Las causas más relevantes del incumplimiento de las rutinas programadas para cambio de aceite en los equipos son por la falta de notificación del operador de la máquina al departamento de mantenimiento, por no poder parar la operación en obra, porque el plan de manejo ambiental de la obra que no permite realizar esta rutina y por qué no se han planificado las rutinas de trabajo de acuerdo con los equipos y al personal existente del área de mantenimiento.

Figura 33. Documentación de mantenimiento

5. ¿Por qué no hay registros de las rutinas realizadas de mantenimiento?

8 respuestas



Fuente. Propia.

La falencia documental de las rutinas realizadas del mantenimiento a los activos se debe a la falta de seguimiento de estas, a la falta de documentación existente del programa de mantenimiento, la falta de actualización del programa, y por la falta de seguimiento al personal del área de mantenimiento para la realización de esta documentación.

Dentro del planear también se toma como herramienta el diagramá de Ishikawa y se aplica al caso de estudio, se contemplan los aspectos relacionados con las actividades del programa de mantenimiento, en el hacer se identifica la causa raíz de la problemática, generando los planes de acción necesarios para mitigar las falencias en cada aspecto.

En el verificar se confirman los requerimientos de los planes de acción y se incorporan a la propuesta del programa de mantenimiento, en el actuar se estandariza la documentación ajustando a las rutinas faltantes e incorporando los lineamientos técnicos y los relacionados con la nueva normalidad para la prevención del SARS-CoV-2. (Ver anexo D).

6.2 Propuesta de solución

Con el desarrollo de este proyecto de investigación se logró cumplir con el objetivo general de generar una propuesta para la implementación del programa de mantenimiento en una empresa del sector de obra civil, específicamente en la división de alquiler de equipos y con las metodologías aplicadas se cumplieron los objetivos específicos generando herramientas de soporte para la gestión de mantenimiento en la organización.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio se encontró en el diagnóstico inicial según los planes de acción actividades propuestas para la incorporación al programa de mantenimiento indispensables para realizar la gestión en los activos, estas son las siguientes:

Tabla 16. Establecimiento de actividades de acuerdo con el diagnóstico inicial.

Ítem	Actividad
1	Desarrollo y ajuste del programa de mantenimiento para la organización caso de estudio
2	Diseño de Frecuencias de rutinas de mantenimiento para el activo caso de estudio (retro cargador de oruga Hitachi 200).
3	Diseño del cronograma de mantenimiento ajustado a las necesidades de la organización, con los lineamientos técnicos del fabricante.
4	Realización del diseño de Stock de insumos para el activo caso de estudio.
5	Diseño del Procedimiento de seguimiento de rutinas de mantenimiento.
6	Realización del Presupuesto de mantenimiento para el activo caso de estudio
7	Análisis y diseño del área de trabajo de mantenimiento
8	Recopilación de la Información técnica del activo caso de estudio
9	Realización del presupuesto de mantenimiento para el activo caso de estudio
10	Diseño del procedimiento de disposición final de aceite usado
11	Diseño del Programa de capacitaciones para el área de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

Mediante el ciclo PHVA y su aplicación al caso de estudio se establecen las actividades soporte del plan de mantenimiento de la organización para resaltando la integración de las mejoras en todas las variables planteadas para el desarrollo del problema. Estas actividades son las siguientes:

Tabla 17. Establecimiento de actividades de acuerdo con la aplicación del ciclo PHVA al caso de estudio.

Ítem	Documento	Actividad
1	Programa de mantenimiento.	Ajustes al programa de mantenimiento existente en la organización.
2	Cronograma de mantenimiento.	Diseño del cronograma para el activo caso de estudio.
3	Perfiles de cargo.	Realizar los perfiles de cargo de mantenimiento teniendo en cuenta las necesidades de la organización.
4	Frecuencias de mantenimiento.	Diseñar las frecuencias de mantenimiento para el activo caso de estudio.
5	Procedimientos de mantenimiento.	Diseño y realización de los procedimientos de mantenimiento teniendo en cuenta la nueva realidad para la prevención del SARS-CoV-2.
6	Indicadores de mantenimiento.	Realizar los indicadores de mantenimiento para el activo caso de estudio.
7	Sistemas críticos para el activo caso de estudio.	Establecer los sistemas críticos para el activo caso de estudio.
8	Stock de insumos para el activo caso de estudio.	Realizar el stock para el activo caso de estudio según las variables encontradas en el análisis.
9	Procedimiento para disposición final de aceite usado.	Realizar el procedimiento para disposición final de aceite usado según la normatividad ambiental.

Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

La unión de estas actividades se presenta como base para la estructuración del plan de mantenimiento de la organización objeto de estudio y se convierten en herramientas para el

apoyo en el área de mantenimiento y su gestión frente a los activos de la organización mejorando la problemática inicial.

7. Resultados y/o propuesta de solución.

Se realiza inicialmente la delimitación de la propuesta escogiendo el sector de la construcción en la división de alquiler de equipos como objeto de estudio, se identifica la problemática del área de mantenimiento tomando el activo retro cargador de oruga Hitachi 200 como base para la generación de las estrategias para la mejora continua de la gestión de mantenimiento.

Se ha definido la planificación estratégica de mantenimiento para una empresa de alquiler de maquinaria pesada como un factor clave dentro del proceso, que parte del análisis inicial de la problemática, las estrategias del presente teniendo en cuenta la nueva normalidad y el aspecto técnico y visualización del futuro si se implementa el programa de mantenimiento contemplando aspectos como el talento humano, los procesos, los activos, la parte financiera y la unidad de negocio.

Para tener un panorama de la propuesta se retoman los interrogantes iniciales de la formulación del problema y se mostraran los efectos obtenidos del estudio:

¿Qué herramienta se puede utilizar para desarrollar la propuesta del programa de mantenimiento en una empresa del sector de obra civil, específicamente en la división de alquiler de equipos?

La herramienta utilizada para el desarrollo de la propuesta es la planeación teniendo como soporte el lineamiento técnico y la adaptación de la normatividad vigente, todo esto encaminado

a suplir las necesidades de mantenimiento teniendo en cuenta que esta área hace parte de los procesos misionales y es el soporte de la unidad de negocio en la división de alquiler de equipos.

¿Cómo se ejecuta actualmente las actividades de mantenimiento en la compañía del sector de obra civil, específicamente en la división de alquiler de equipos?

La ejecución de las rutinas de mantenimiento en la compañía objeto de estudio se realizaban de una manera básica sin tener en cuenta horas de trabajo, los lineamientos del fabricante, la caracterización de los activos, no se encontraba la documentación requerida y necesaria para la preservación del ciclo de vida, se generaban paros innecesarios y mantenimientos correctivos afectando el desempeño operativo del equipo.

¿Qué herramientas son aplicables para la realización del mantenimiento en la compañía del sector de obra civil, específicamente en la división de alquiler de equipos?

Las herramientas aplicables son el programa de mantenimiento teniendo en cuenta las frecuencias de las rutinas por horas de trabajo de los activos, el establecimiento de perfiles de cargo para el personal del área, los procedimientos de las actividades, la criticidad en los sistemas del activo que en este caso se tomó el retro cargador de oruga Hitachi 200 como objeto de estudio y el establecimiento del stock de insumos, el programa de capacitación entre otros aspectos de acuerdo con los resultados obtenidos.

¿Cuáles son los pasos para la implementación de rutinas de mantenimiento aplicables a los activos de la compañía del sector de obra civil, específicamente en la división de alquiler de equipos?

Los pasos para la implementación de las rutinas de mantenimiento comienzan con la caracterización de los activos, la documentación, la planeación y el seguimiento del programa de mantenimiento siendo herramienta fundamental para la gestión del área.

En el estudio realizado se establecen las actividades de fortalecimiento del programa de mantenimiento existente de acuerdo con el análisis de la problemática encontrada y los planes de acción generados, estas actividades son las siguientes:

Tabla 18. Total, de actividades obtenidas de los planes de acción para la realización del programa de mantenimiento para la organización caso de estudio.

Ítem	Actividades
1	Diseño del programa de mantenimiento ajustado a las necesidades de la división de alquiler de equipo.
2	Diseño y realización del cronograma de mantenimiento para el activo caso de estudio.
3	Diseño y realización perfiles de cargo para el personal del área de mantenimiento.
4	Diseño y realización de Frecuencias de mantenimiento de acuerdo a los lineamientos del fabricante del activo caso de estudio.
5	Diseño y realización de los procedimientos de mantenimiento.
6	Realización de los Indicadores de mantenimiento.
7	Análisis de los Sistemas críticos para el activo caso de estudio.
8	Diseño de un Stock de insumos para el activo caso de estudio.
9	Realización del procedimiento para disposición final de aceite usado.
10	Diseño del procedimiento de seguimiento de rutinas de mantenimiento
11	Realización del presupuesto de mantenimiento para el activo caso de estudio

Fuente. Propia.

Con estas actividades desarrolladas en la investigación se realiza el plan de mantenimiento adaptado a las necesidades de la organización caso de estudio dando soporte al área de mantenimiento para fortalecer la gestión del área y preservar el ciclo de vida de los activos.

Una vez la compañía ponga en marcha el programa, se proyecta que, transcurrido un periodo de seis meses, la confiabilidad de los activos de la compañía aumente significativamente, así mismo la disponibilidad de los equipos y de esta manera se pueda aumentar el ingreso económico, obteniendo mayor rentabilidad para la organización en la unidad de negocio de la división de alquiler de equipos.

8. Análisis financiero

8.1 Análisis financiero para la realización de la propuesta

Para el desarrollo de la propuesta se tuvieron en cuenta las siguientes variables:

Tabla 19. Análisis financiero.

Ítem	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Costo	Costo por mes
1	Salarios especialistas de mantenimiento	2	\$ 3.000.000	\$ 6.000.000	\$6.000.000
2	Computadores portátiles	2	\$ 1.000.000	\$ 2.000.000	
3	Elementos de protección personal				
3.1	Botas	2	\$ 60.000	\$ 120.000	
3.2	Tapa oídos	2	\$ 8.000	\$ 16.000	\$16.000
3.3	Gafas de seguridad	2	\$ 25.000	\$ 50.000	
3.4	Casco	2	\$ 50.000	\$ 100.000	
3.5	Elementos de bioseguridad		\$60.000	\$60.000	\$60.000
4	Papelería		\$150.000	\$150.000	\$150.000

5	Transporte	\$250.000	\$250.000	\$250.000
Total		\$ 5.603.000	\$ 8.746.000	\$6.476.000

Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

8.1.2 Análisis financiero de la propuesta

Para el análisis financiero realizado en el área de mantenimiento de la empresa caso de estudio en la división de alquiler de equipos en el sector de obra civil se tuvo en cuenta información recopilada, en ella se establecieron los gastos de insumos, tiempos muertos para compra de repuestos, tiempo ejecución de rutinas, el salario de los colaboradores que intervienen en el mantenimiento, la depreciación del equipo, la utilidad que obtiene la empresa por el alquiler del activo y se analiza la utilidad que podría tener si realizara un mejor control sobre las variables de mantenimiento.

El planteamiento se realizará en una situación ideal de trabajo:

Tabla 20. Situación real del trabajo

Ítem	Descripción	Número	tiempo (horas)	días
1	Número total de activos	11		
2	Horas de trabajo diarias de cada activo		8	
3	Días de trabajo de cada activo por mes			24
	Días de trabajo de cada activo al año			284

Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

Costo de alquiler del activo caso de estudio retrocargador de oruga Hitachi 200 CODIGO MP-EX-ZX200-01

Tabla 21. Costo de alquiler del activo

Ítem	Descripción	Hora	Día	Mes	Año
1	Alquiler MP-EX-ZX200-01	\$ 80.000	\$ 640.000	\$ 15.360.000	\$ 181.760.000

Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

Salarios de los colaboradores vinculados al área de Mantenimiento y personal de apoyo (operador) del retrocargador de oruga Hitachi 200 Código MP-EX-ZX200-01

Para estos salarios se realizó un promedio con empresas de alquiler de maquinaria del sector de la construcción:

Tabla 22. Salarios de los colaboradores

Ítem	Cargo	Salario
1	Ingeniero Mecánico	\$ 3.000.000
2	Tecnólogo Mecánico	\$ 1.600.000
3	Operador	\$ 1.300.000

Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

Salario con carga prestacional

Tabla 23. Salarios de los colaboradores

Ítem	Cargo	Salario
1	Ingeniero Mecánico	\$4.760.500
2	Tecnólogo Mecánico	\$2.664.194
3	Operador	\$2.188.144

Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

Nota: Para determinar la carga prestacional se tuvo en cuenta el salario base, el 12,50 % de Salud obligatoria, el 16% de Pensión obligatoria, ARL (Administradora de Riesgos Laborales) Nivel de riesgo IV (4.35%), Caja de compensación familiar 4%, subsidio de transporte para los que aplican, vacaciones con un 4,16%, prima de servicios cesantías e intereses de cesantías del 12%.

Porcentajes de salarios asignados al activo caso de estudio

Para determinar el porcentaje de salarios que se debe asignar al activo para calcular los gastos operacionales del mismo se dividió el salario incluyendo carga prestacional en los 11

activos con los que cuenta la empresa, el salario del operario se carga completo ya que solo opera el activo caso de estudio.

Porcentaje de salarios asignados al activo caso de estudio de manera mensual

Tabla 24. Porcentaje de salarios de manera mensual

Ítem	Cargo	Salario
1	Ingeniero Mecánico	\$ 432.773
2	Tecnólogo Mecánico	\$ 242.199
3	Operador	\$ 2.034.380

Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

Porcentaje de salarios asignados al activo caso de estudio en un año

Tabla 25. Porcentaje de salarios asignados al activo

Ítem	Cargo	Salario	Meses	Año
1	Ingeniero Mecánico	\$ 432.773	12	\$5.193.273
2	Tecnólogo Mecánico	\$ 242.199	12	\$ 2.753.830
3	Operador	\$ 2.034.380	12	\$24.412.560
			Total	\$32.359.663

Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

Costo de repuestos por sistemas en último año

Estos valores se determinaron con el número y clase de fallas por sistema en el activo caso de estudio presentadas, los repuestos utilizados durante el último año para las rutinas de mantenimiento y puesta en funcionamiento. (ver Anexo F)

Tabla 26. Costo de repuestos por sistemas en último año

Ítem	Sistemas	Costos
1	De potencia (SP)	\$ 3.572.000
2	Hidráulico (SH)	\$ 4.902.000
3	Eléctrico y/o electrónico (SE)	\$ 2.052.000
4	Implementos de trabajo (IT)	\$ 3.040.000
		Total
		\$ 13.566.000

Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

Costo de reparación por sistemas en horas

Para determinar el costo del tiempo que tardo el tecnólogo mecánico en las rutinas de mantenimiento de los sistemas en un año se tuvo en cuenta la información del fabricante. (Ver anexo F)

Tabla 27. Costo de reparación por sistemas en horas

Ítem	Sistemas	Costos
1	De potencia (SP)	\$ 3.200.000
2	Hidráulico (SH)	\$ 13.760.000
3	Eléctrico y/o electrónico (SE)	\$ 1.760.000
4	Implementos de trabajo (IT)	\$ 1.920.000
Total		\$ 20.640.000

Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

Tiempo total de compra por número. de fallas (tiempo un año) para el activo caso de estudio

Para determinar el costo del tiempo que tarda el área de mantenimiento en la compra de los repuestos de acuerdo con la información suministrada por el tecnólogo mecánico de acuerdo con el diagnostico. Se establece un promedio de 8 horas para comprar los repuestos, el proceso esta desde la aprobación y desembolso del dinero, la ubicación de la pieza y traslados de acuerdo con la obra donde está el activo.

De igual forma se tuvo en cuenta el número de fallas en el año y el valor de la hora de alquiler, que es el valor que deja de recibir la empresa por tener el equipo fuera de servicio. (ver Anexo F)

Tabla 28. Horas empleadas en la compra de insumos

Ítem	Horas promedio por compra	Fallas	Total, horas compra por año	Valor hora trabajo	Valor horas perdidas año
------	---------------------------	--------	-----------------------------	--------------------	--------------------------

1	8	52	416	\$80.000	\$33.280.000,00
---	---	----	-----	----------	-----------------

Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

Gastos de operación del activo

Los gastos de operación se relacionaron de forma anual ya que no se tienen registros mensuales, únicamente las anotaciones del tecnólogo mecánico que en ocasiones no registra la fecha de ocurrencia del paro del activo.

Tabla 29. Gastos de operación del activo

Ítem	Valor	Costos
1	Valor de repuestos	\$13.566.000
2	Valor de reparación	\$20.640.000
3	Valor tiempo de compra	\$33.280.000
4	Valor de salarios	\$32.359.663
TOTAL		\$99.845.663

Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

Se determina un promedio mensual de Gastos operacionales de \$ 8.320.472

Depreciación del activo

Este valor se calculó bajo el método de línea recta y permite reconocer contable y financieramente el desgaste y pérdida de valor que sufre el activo por el uso con el paso del tiempo.

Por lo anterior se tomó en cuenta el valor del activo para el año 2010 (año en el que se adquirió) \$340.000.000, un valor de salvamento, es decir, lo que costará este activo cuando haya pasado los 10 años de su vida útil, al final de este tiempo el activo tendrá un valor de \$ 102.000.000 (30% del valor del activo).

$$\$ 340.000.000 - \$ 102.000.000 = \$ 238.000.000$$

Es así como la depreciación del activo por año de vida útil hasta llegar a su valor de salvamento será de \$ 23.000.000.

$$\$ 238.000.000 / 10 = \$23.800.000$$

Retorno de inversión

El retorno de la inversión (ROI) se calculó con los siguientes valores: Valor percibido durante las 1598 horas de alquiler que tuvo el equipo \$ 127.840.000 como ingreso de la empresa, \$ 99.845.663 correspondientes a los gastos operacionales como inversión para mantener el activo en óptimas condiciones.

$$\text{ROI} = \frac{\text{Ganancia} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}}$$

$$\text{ROI} = \frac{\$ 127.840.000 - \$ 99.845.663}{\$ 99.845.663}$$

$$\text{ROI} = \frac{\$ 27.994.337}{\$ 99.845.663}$$

$$\text{ROI} = 0,28$$

$$0,28 \times 100 = 28 \%$$

Al analizar los valores, tiempos de paros, salarios, la propuesta de mantenimiento para incrementar la rentabilidad, la confiabilidad y la disponibilidad es la siguiente:

Las horas de alquiler pasarían de 1.598 horas a 2.143 horas en el año, los costos de repuestos, reparación y tiempo de compra se pueden reducir en 50% con un seguimiento adecuado de los paros de maquina y el valor de los salarios se mantendrían en el mismo

promedio, se sugiere la contratación de un Especialista en Mantenimiento por prestación de servicios para que realice seguimiento y control a los procesos y procedimientos recomendados, un Supervisor de Mantenimiento permanente que realice seguimiento las rutinas del programa de mantenimiento.

Salario mensual con carga prestacional

Tabla 30. Gastos de operación del activo

Ítem	Cargo	Salario
1	Especialista de Mantenimiento	\$4.760.500
2	Supervisor de Mantenimiento	\$2.981.561
3	Tecnólogo Mecánico	\$2.524.344
4	Operador	\$2.034.380

Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

Propuesta porcentaje de salarios asignados al activo en un año

Tabla 31. Porcentaje de salarios asignados al activo en un año

ITEM	Cargo	Salario	Meses	Año
1	Especialista de Mantenimiento	\$432.773	4	\$1.731.091
2	Supervisor de Mantenimiento	\$271.051	12	\$3.252.612
3	Tecnólogo Mecánico	\$229.486	12	\$2.753.830
4	Operador	\$2.034.380	12	\$24.412.560
TOTAL				\$32.150.093

Fuente: Elaboración propia con los datos de la organización.

Propuesta gastos operacionales

Tabla 32. Gastos operacionales

Ítem	Costo	Salario
1	Costo de repuestos - 50%	\$6.783.000
2	Costo de reparación - 50%	\$10.320.000
3	Costo tiempo de compra- 50%	\$16.640.000
4	Costo de salarios	\$32.150.093
Total		\$65.893.093

$$\text{ROI} = \frac{\$ 171.440.000 - \$ 65.893.093}{\$ 65.893.093}$$

$$\text{ROI} = \frac{\$ 105.546.907}{\$ 65.893.093}$$

$$\text{ROI} = 1,60$$

$$1,60 \times 100 = 160 \%$$

9 Conclusiones y recomendaciones

De acuerdo con la información recopilada del área mantenimiento en la organización caso de estudio en su diagnóstico inicial se observa que no está ejecutando la gestión de manera adecuada generado déficit en la calidad del servicio prestado en el alquiler de equipos, sobre costos en el mantenimiento e inestabilidad en la unidad de negocio, motivo por el cual se decidió realizar la propuesta de un programa de mantenimiento centrado en las necesidades de la organización cumpliendo con los lineamientos técnicos del fabricante y la normatividad vigente.

Partiendo del diagnóstico realizado, del análisis y la aplicación de la metodología estudiada, se concluye que la documentación y actividades del área de mantenimiento existentes son insuficientes para una buena operación de los activos. Se encontró que el programa de mantenimiento actual no tenía historial de fallos y se basa solo en la experiencia de los colaboradores de mantenimiento de la organización.

Se definen los ajustes del programa de mantenimiento por medio del activo más crítico de la organización, el retrocargador de oruga Hitachi 200, ya que este es uno de los equipos más rentables para la organización por su versatilidad en las operaciones en obra y es el que representa más horas de trabajo y mayor rendimiento en la división de alquiler de equipos.

Se determinó que el modelo de mantenimiento más adecuado para el caso de estudio era un nuevo diseño de un programa de mantenimiento basado en el análisis de modos de falla tomando como herramienta el AMEF orientado a las rutinas basadas en el control de costos y la mejora continua.

La conclusión más importante de este estudio es que al no tener un plan de mantenimiento estructurado teniendo en cuenta lineamientos técnicos y de la normatividad se impacta de manera

notable las líneas de negocio, el desarrollo de las operaciones en obra, la prestación de servicios en este caso en la división de alquiler de equipos, la imagen de la organización, la seguridad de los colaboradores y la preservación de los activos.

Recomendaciones

Realizar la implementación de la propuesta documental del área de mantenimiento a la organización caso de estudio.

Implementar la normatividad vigente para la prevención del COVID 19 junto a la ejecución de las rutinas de mantenimiento.

Capacitar al personal sobre los lineamientos del programa de mantenimiento de acuerdo con el perfil de cargo.

Continuar con la adaptación de las rutinas de mantenimiento teniendo los parámetros del programa de mantenimiento.

Asegurar el cumplimiento por parte del personal de mantenimiento de las actividades de mantenimiento.

Monitorear las herramientas realizadas en esta investigación estableciendo mecanismos de seguimiento y evaluación sobre su eficacia y mantener la mejora continua.

10. Referencias bibliograficas y webgrafia

- ACIEM. (2020). *Terminos de Mantenimiento y gestion de Activos*. Obtenido de https://educacion.aciem.org/CIMGA/2018/Especial/Escrito/Glosario_Terminos_Mtto_2018.pdf
- ACIEM Cundinamarca. (2018). *Mantenimiento Colombia*. Obtenido de https://educacion.aciem.org/CIMGA/2018/Especial/Escrito/Cartilla_Mantenimiento_Colombia.pdf
- Alexandra, R. R. (2020). *Impacto de la pandemia en los trabajadores del área de mantenimiento de maquinaria amarilla en alquiler. Un estudio de caso el mecánico y operador del equipo Hitachi 200*. Bogota.
- Bernal , J., & Bernal , E. (2012). *Propuesta de aplicación de RCM (Mantenimeinto centrado en confiabilidad) en buses articulados volvo B12M*. Obtenido de <https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000011465>
- Botero, J. (2010). *Estructuración del área de mantenimiento en empresa dedicada al alquiler de equipos para la construcción y los montajes industriales*. Obtenido de <https://docplayer.es/52748804-Estructuracion-del-area-de-mantenimiento-en-empresa-dedicada-al-alquiler-de-equipos-para-la-construccion-y-los-montajes-industriales.html>
- Camara de comercio de Bogotá. (s.f.). <https://www.ccb.org.co>. Obtenido de <https://www.ccb.org.co>.
- Campos, O., Tolentino, G., & Tolentino , R. (2019). *Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de*

- efectos*. Mexico: Instituto Politecnico Nacional de Mexico. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/614/61458265006/html/index.html>
- De seguridad y salud. (s.f.). <https://deseguridadysalud.com/matriz-legal-sst-2020/>. Obtenido de <https://deseguridadysalud.com/matriz-legal-sst-2020/>.
- Dirección de Posgrados Especialización en Gerencia de Mantenimiento. (2018). *Analisis de Criticidad*. Universidad ECCI. Obtenido de reliabilityweb.com
- Duran , J. (1999). *Haciendo que el RCM trabaje para su empresa*. Ingraterra: The woodhouse partnership Limited. Obtenido de <http://www.mantenimientoplanificado.com/jose%20bernardo/rcm/Haciendo%20que%20el%20RCM%20trabaje%20para%20su%20empresa.PDF>
- Endera, J., & Hernandez, J. (2012). *Formulación de capacitación de personal para la disminución de novedades diarias de mantenimiento en una empresa operadora del sistema de transporte masivo de Bogota*. Obtenido de www.ccp.co
- Fractal. (2020). *Diferencias entre gestión de activos físicos y gestión de mantenimiento*. Obtenido de <https://www.fractal.com/blog/2018/08/07/diferencias-gestion-activos-y-mantenimiento#:~:text=La%20gesti%C3%B3n%20de%20los%20activos,crecimiento%20C%20enriqueci%C3%A9ndola%20en%20su%20conjunto>.
- Gallo, C. (2017). *¿Qué es el ciclo phva? su importancia e impacto en las organizaciones*. Obtenido de <http://heliflycolombia.com/blog/que-es-el-ciclo-phva-su-importancia-e-impacto-en-las-organizaciones/>
- Garcia. (2016). *Elaboración Planes de Mantenimiento* . Obtenido de <http://www.renovetec.com/irim/guiastecnicas-irim/guia-2-elaboracion-de-plan-de-mantenimiento>

- Garcia, O. (2003). *Modelo Mixto de Confiabilidad para la Optimización del Mantenimiento Industrial*. Universidad Pedagógica. Obtenido de <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1289/1/RED-62.pdf>
- Gerens escuela de posgrado. (2018). *El mantenimiento de la gestión de activos: maximizar el valor de los activos existentes*. Obtenido de <https://gerens.pe/blog/mantenimiento-maximiza-valor-activos-existentes/>
- Hernandez , J., & Molano, O. (2012). *Propuesta de Utilización de RCM como herramienta para aumentar confiabilidad/disponibilidad en buses articulados del sistema de transmilenio*. Obtenido de <https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000015798>
- Herrera, M., & Duany, Y. (2016). *Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento*. La habana: Scielo. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362016000100002
- <https://www.minsalud.gov.co>. (2020). <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/PET/Paginas/Documentos-Administrativos-covid-19.aspx>. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/PET/Paginas/Documentos-Administrativos-covid-19.aspx>.
- Iso Tools. (2019). *ISO 9001 Y Ciclo PHVA*. Obtenido de <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2019/05/ciclo-phva-en-iso-9001/>
- Martinez, M., & Malagon , D. (2016). *Propuesta de un plan de mantenimiento a maquina de pruebas golpe de ariete mediante la metodología rcm2*. ecci colombia. Obtenido de

<https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/218/PROPUESTA%20DE%20UN%20PLAN%20DE%20MANTENIMIENTO%20A%20MAQUINA%20DE%20PRUEBAS%20GOLPE%20DE%20ARIETE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Medina, R. (2016). *¿Modo, Mecanismo o Causa de falla?* Obtenido de

<https://www.linkedin.com/pulse/modo-mecanismo-o-causa-de-falla-robinson-medina-cmrp>

Ministerio de transporte. (s.f.). <https://www.mintransporte.gov.co/documentos/13/decretos/>.

Obtenido de <https://www.mintransporte.gov.co/documentos/13/decretos/>.

Motta, M. (2017). *Diseño de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para top rolls en Vidrio Andino S.A.* Bogotá. Obtenido de

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/9346/MottaMiguel2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pachon, D., & Mayorga, C. (2012). *Diseño de un Plan de actividades para optimizar el costo por kilometro en llantas para una empresa de transporte de carga.* Obtenido de

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9387/ModeloLogisticoTransporteCarga.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Páramo, S. (2016). *Análisis para la implementación de un plan de mantenimiento basado en*

confiabilidad para la maquinaria en la línea de pulido de vidrio de la empresa Vitrinas Páramo Ortega. Bogotá: Universidad Libre. Obtenido de

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10387/Documento%20Final%20Proyecto%20%20Sergio%20P%C3%A1ramo%20Ortega.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

y

- Poveda, J. (2009). *El enfoque sistémico*. Obtenido de <https://jmpovedar.files.wordpress.com/2009/09/enfoque-sistemico.pdf>
- Renovetec. (2019). *Tipos de Mantenimiento*. Obtenido de <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>
- Reportero Industrial. (2016). *Principales Objetivos del Mantenimiento*. Obtenido de <http://www.reporteroindustrial.com/blogs/Los-principales-objetivos-del-mantenimiento+114923>
- Salgado , Y., Martinez, A., & Santos, A. (2018). *Programación óptima del mantenimiento preventivo de generadores de sistemas de potencia con presencia eólica*. Universidad Tecnológica de la Habana. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012018000300003
- Silva, D., & Cabra, R. (2015). *Propuesta para la aplicación de gestión de activos capítulo de mantenimiento y mejora al problema del desgaste irregular de llantas en los camiones FTR con la aplicación de RCM en la empresa Servientrega*. Obtenido de <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/153>
- SIMA Ingenieria SAS. (2012). *Propuesta de Establecimiento de un efectivo programa de mantenimiento preventivo*. Barcelona. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/152838519/Establecimiento-de-Un-Efectivo-Programa-de-Mantenimiento-Preventivo>
- Solorzano, G. (2019). *La Taxonomía en la Gestión de Activos*. Obtenido de <https://esp.reliabilityconnect.com/la-taxonomia-en-la-gestion-de-activos/>
- Viveros , P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo , A. (2013). *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo*.

Valparaiso, Chile: Universidad Técnica Federico Santa María. Obtenido de

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052013000100011

Anexo A. Cuestionarios para diagnóstico inicial

A.1. Cuestionario de gestión de mantenimiento

Este cuestionario es aplicado al personal de apoyo de mantenimiento (operadores de los activos) para obtener el diagnóstico inicial de la organización.

Tabla A.1. Cuestionario de gestión de mantenimiento

Cuestionario 1
Cuestionario sobre gestión de mantenimiento
<p>Esta encuesta se realiza con el objetivo de identificar las necesidades del área de mantenimiento de la organización, diligénciela de la manera más clara y sincera posible:</p> <p>Fecha:</p> <p>_____</p> <p>Nombre:</p> <p>_____</p> <p>1. ¿Qué tipo de equipo opera?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Motoniveladora <input type="radio"/> Minicargador <input type="radio"/> Retro excavadora de llantas <input type="radio"/> Retro excavadora de oruga <input type="radio"/> Vibro compactador <p>2. ¿El equipo fue adquirido nuevo o de segunda?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Nuevo <input type="radio"/> De segunda <p>3. ¿Cuánto tiempo de antigüedad tiene la maquina?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> De uno a cinco años <input type="radio"/> De 5 a 10 años

- De 10 a 15 años
- Mas de 15 años

4. ¿En qué condiciones trabaja la máquina?

- Operación normal 8 horas de trabajo un turno
- Operación media de 9 a 15 horas de trabajo turno y tiempo extra
- Operación máxima de 16 a 24 horas de trabajo dos turnos

5. ¿Cuántos días a la semana trabaja la máquina?

- Dos días
- De tres a cinco días
- Los siete días de la semana

6. ¿Cómo es la frecuencia de las rutinas de mantenimiento de la maquina?

- Por horas de trabajo
- Por días de trabajo
- Por semanas de trabajo
- Cada vez que se pueda.

7. ¿Se revisa el equipo antes de empezar la operación?

- Realizo la revisión y la lista de chequeo
- La prendo y la deajo calentar
- Solo hago limpieza

8. ¿En dónde están ubicadas las fallas más comunes de la maquina?

- Sistema eléctrico – electrónico
- Sistema hidráulico
- Sistema de potencia
- Sistema de implementos de trabajo (aguilón, balde, dientes, accesorio percutor)
- Sistema de mandos, controles e indicadores

9. ¿Qué tipo de rutinas de mantenimiento realiza a la máquina?

10. ¿Cumple el plan de mantenimiento según el catálogo de la máquina?

<ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Si<input type="radio"/> No<input type="radio"/> No sabe <p>11. ¿El mantenimiento de la maquina lo realiza usted, el mecánico o personal externo?</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> El operador<input type="radio"/> El mecánico<input type="radio"/> Personal externo <p>12. ¿Existe hibernación o paro de maquinaria por largas temporadas?</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Si<input type="radio"/> No <p>Justifique su respuesta</p> <hr/>

Fuente. Propia.

Resultados del cuestionario 1

Este cuestionario se realizó por medio de la herramienta formulario de Google y se obtuvieron los datos de forma estadística.

Tabla A.2. Resultados del cuestionario

Resultado del cuestionario 1

Fecha:

6 respuestas

25 de febrero de 2020

20 de febrero de 2020

21 de febrero de 2020

22 de febrero de 2020

12 de febrero de 2020

18 de febrero de 2020

Nombre:

6 respuestas

Willson Contreras

Galirce Cuadrado

Pedro Pablo Diaz

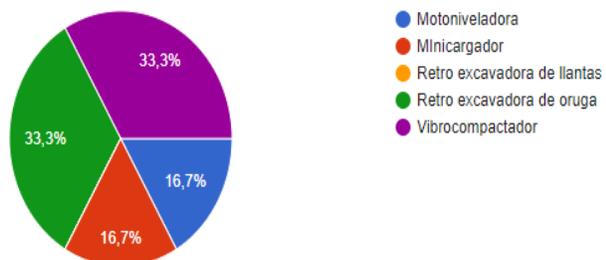
Nestor Rubiano

Hipolito Vergara

Edilson Martinez

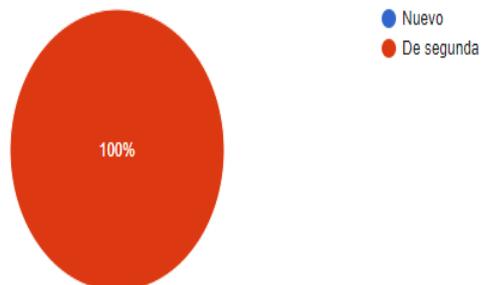
1. ¿Qué tipo de equipo opera?

6 respuestas



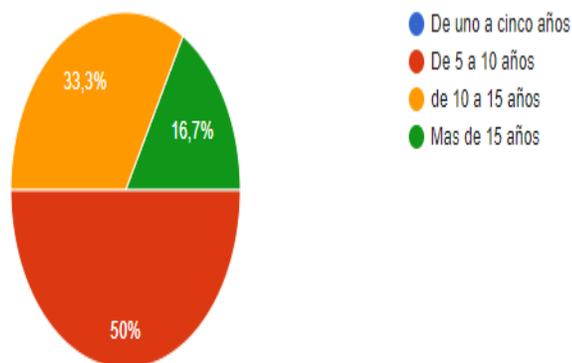
2. ¿El equipo fue adquirido nuevo o de segunda?

6 respuestas



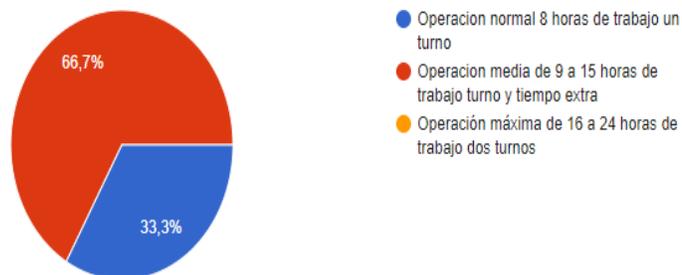
3. ¿Cuánto tiempo de antigüedad tiene la maquina?

6 respuestas



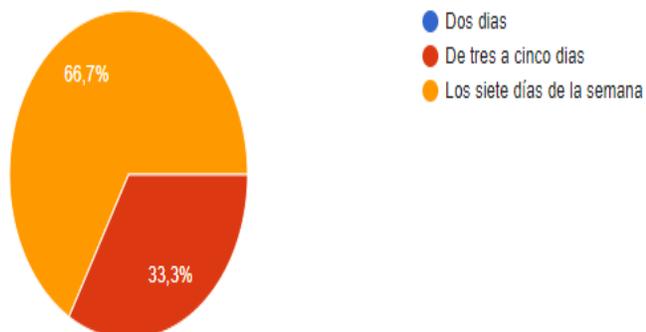
4. ¿Bajo qué condiciones trabaja la máquina?

6 respuestas



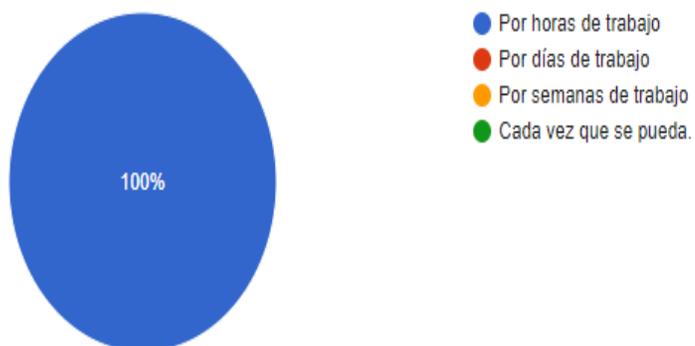
5. ¿Cuántos días a la semana trabaja la máquina?

6 respuestas



6. ¿Cómo es la frecuencia de las rutinas de mantenimiento de la maquina?

6 respuestas



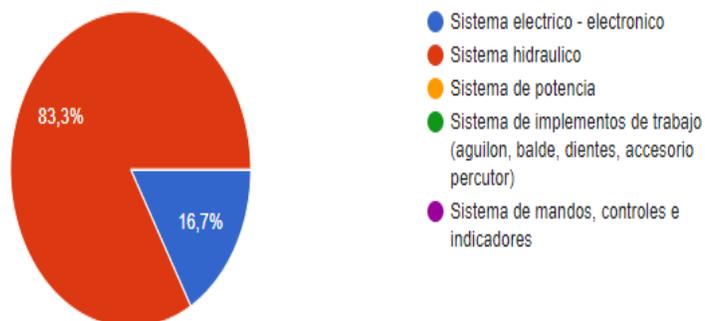
7. ¿Se revisa el equipo antes de empezar la operación?

6 respuestas



8. ¿En donde están ubicadas las fallas más comunes de la maquina?

6 respuestas



9. ¿Qué tipo de rutinas de mantenimiento realiza a la maquina?

6 respuestas

Inspección, limpieza, lista de chequeo, cambio de aceite, engrase general, miro niveles de aceite e hidráulico.

Revisión de todo el equipo antes de prenderlo, lista de chequeo, aseo, niveles de aceite, cambio de aceite con las horas de trabajo.

Limpieza, lista de chequeo, verificación de mandos y freno, cambio de aceite por horas trabajadas, cambio de accesorios, engrase general, cambio de mangueras.

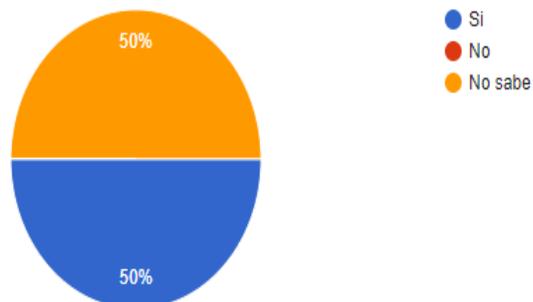
Inspección visual, lista de chequeo, niveles de aceite e hidráulico, cambio de aceite por horas de mantenimiento, limpieza, engrase.

Lista de chequeo, limpieza, niveles de aceite e hidráulico, verificación mandos y frenos, engrase general, cambio de aceite por horas de trabajo.

Inspección visual, chequeo diario, limpieza, engrase, cambio de aceite.

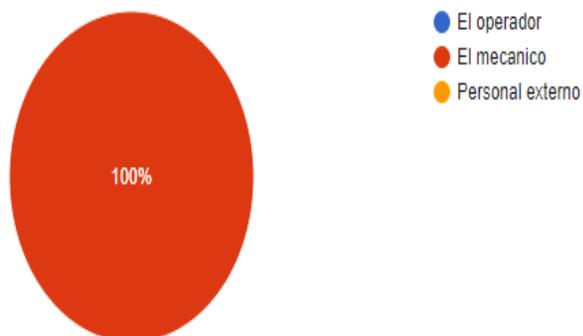
10. ¿Cumple el plan de mantenimiento según el catálogo de la máquina?

6 respuestas



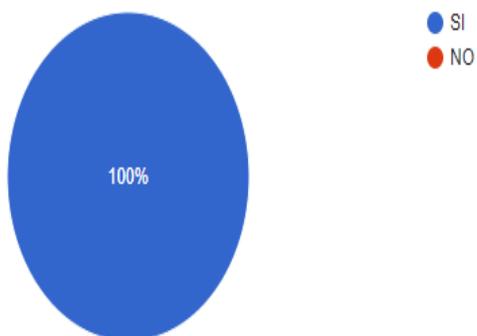
11. ¿El mantenimiento de la maquina lo realiza usted , el mecánico o personal externo?

6 respuestas



12. ¿Existe hibernación o paro de maquinaria por largas temporadas?

6 respuestas



Justifique su respuesta

6 respuestas

Para cuando no hay trabajo.

Hay paro de maquina cuando no se necesita en la operación y cuando no se consigue contrato.

Hay temporadas en las que no hay contratos.

Cuando no se necesita en la obra y cuando no hay contratos nuevos de obra.

Claro cuando no hay contrato.

Cuando se demoran los contratos se quedan paradas las maquinas y el para depende del trabajo que se consiga.

Fuente. Propia.

A.2 Cuestionario para el personal del área de mantenimiento

Este cuestionario es aplicado al personal de mantenimiento (mecánico e ingeniero mecánico) para obtener el diagnóstico inicial de la organización.

Tabla A.3. Cuestionario para el personal del área de mantenimiento

Cuestionario 2
Cuestionario para el personal del area de mantenimiento
<p>Esta encuesta se realiza con el objetivo de identificar las necesidades del área de mantenimiento de la organización, diligénciela de la manera mas clara y sincera posible:</p>
<p>Fecha</p> <p>_____</p>
<p>Nombre</p> <p>_____</p>
<p>Cargo</p> <p>_____</p>
<p>1. ¿Sabe usted si la empresa cuenta con un programa de mantenimiento?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input type="radio"/> No</p>
<p>Nota</p> <p>Si contesto si continúe con la pregunta 2, si contesto no continúe con la pregunta 4</p>
<p>2. ¿El programa de mantenimiento existente permite cumplir con las rutinas de una manera eficaz?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input type="radio"/> No</p>
<p>Justifique su respuesta</p> <p>_____</p>
<p>3. ¿Cree Usted que sea necesario un cambio del programa de mantenimiento actual para permitir una mejora en el trabajo?</p>

- Si
- No

Justifique su respuesta

4. ¿Está usted en la capacidad de realizar cualquier tipo de arreglo en la maquinaria?

- Si
- No

Argumente su respuesta

5. ¿Sabe usted si la empresa cuenta con un inventario de insumos y/o repuestos?

- Si
- No

6. ¿Piensa que es importante tener un stock de insumos y/o repuestos?

7. ¿Recibe capacitaciones enfocadas al uso, cuidado y/o mantenimiento de los equipos de la compañía?

- Si
- No

8. ¿Sabe usted si la empresa cuenta con un presupuesto de mantenimiento definido?

- Si
- No

9. Si contesto si, ¿cree usted que este presupuesto es suficiente para dicha actividad?

10. ¿Los recursos humanos empleados para el mantenimiento de la maquinaria son suficientes?

- Si
- No

Justifique su respuesta

11. ¿Se presenta demoras en la adquisición de algún tipo de repuesto?

- Si
- No

Justifique su respuesta

12. ¿El personal de mantenimiento cuenta con el espacio adecuado para realizar las actividades de mantenimiento?

- Si
- No

Justifique su respuesta

13. ¿Se planifican los paros de la maquinaria para darle su respectivo mantenimiento?

- Si
- No

Justifique su respuesta

14. ¿Tienen acceso a información técnica (manuales, fichas técnicas, etc.) para realizar su trabajo?

- Si
- No

Justifique su respuesta

15. ¿Reciben algún tipo de capacitación técnica por parte de los proveedores de las maquinas?

- Si
- No

16. ¿Cuentan con un cronograma que les permita los paros de la maquinaria para realizar su respectivo mantenimiento?

- Si
- No

17. ¿La empresa cuenta con los recursos y herramientas necesarias para realizar el mantenimiento en todas sus

máquinas?

- Si
- No

18. ¿El manejo y disposición de los desechos (sólidos, líquidos) producidos en el mantenimiento es el correcto?

- Si
- No

Justifique su respuesta

Fuente. Propia.

Resultados del cuestionario 2

Este cuestionario se realizó por medio de la herramienta formulario de Google y se obtuvieron los datos de forma estadística.

Tabla A.4. Resultados del cuestionario 2

Resultados del cuestionario 2
<p>Fecha</p> <p>2 respuestas</p> <div style="background-color: #f2f2f2; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">17 de febrero de 2020</div> <div style="background-color: #f2f2f2; padding: 5px;">26 de febrero de 2020</div>

Nombre

2 respuestas

Nestor Francisco Gutierrez

Yohana Ramirez

Cargo

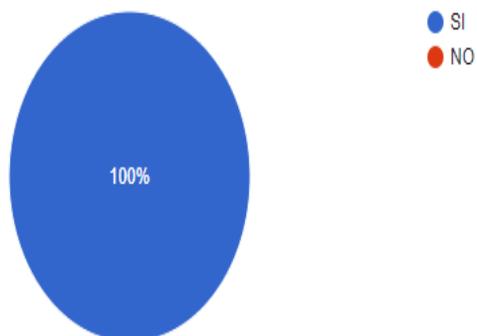
2 respuestas

Mecanico

Ingeniera mecánica

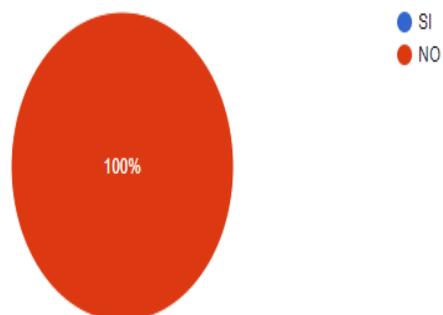
1. ¿Sabe usted si la empresa cuenta con un programa de mantenimiento?

2 respuestas



2. ¿El programa de mantenimiento existente permite cumplir con las rutinas de una manera eficaz?

2 respuestas



Justifique su respuesta

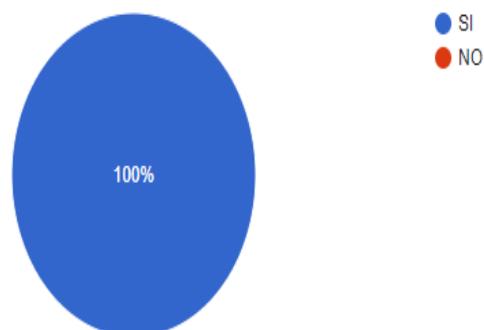
2 respuestas

No tengo muy claro todo el programa y cumpro con mis anotaciones en el cuaderno, me envían de la oficina los formatos y lo que me hablan los operadores.

Se tiene plan de mantenimiento y formatos pero no se realiza seguimiento, no hay indicadores establecidos, no se tienen en cuenta los manuales de fabricante de los activos, no hay cronograma establecido, solo se cumple el cambio de aceite por horas de trabajo de equipo, cada operador realiza engrase.

3. ¿Cree Usted que sea necesario un cambio del programa de mantenimiento actual para permitir una mejora en el trabajo?

2 respuestas



Justifique su respuesta

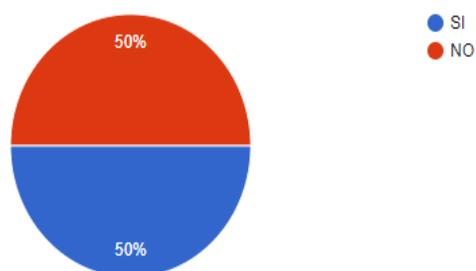
2 respuestas

Debería ser mas ágil y con menos formatos y poder tener un día fijo para que pasaran por la información a veces no puedo enviarla de la base a la oficina porque no tengo tiempo y se me dificulta un poco hacerlo por computador.

Es importante el ajuste del programa para poder cumplir con el objetivo que es la vida útil de los activos, se debe establecer indicadores para determinar la efectividad del programa.

4. ¿Está usted en la capacidad de realizar cualquier tipo de arreglo en la maquinaria ?

2 respuestas



Argumente su respuesta

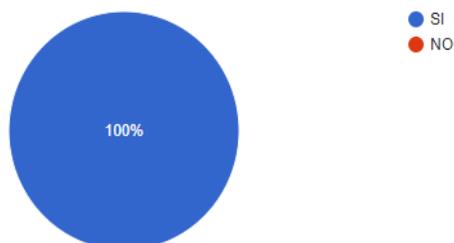
2 respuestas

Si tengo experiencia en el arreglo de la maquinaria pesada y también fui operador múltiple. No tengo técnica ni tecnología pero me he hecho con los años.

Este arreglo es realizado por el mecánico de la empresa y es llamado un contratista externo para el sistema eléctrico y electrónico.

5. ¿Sabe usted si la empresa cuenta con un inventario de insumos y/o repuestos?

2 respuestas



6. ¿Piensa que es importante tener un stock de insumos y/o repuestos?

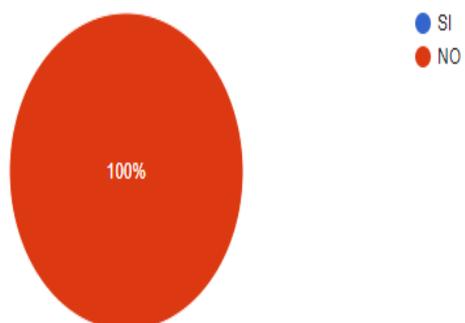
2 respuestas

Yo manejo la pequeña bodega de aceites y filtros pero seria bueno que tuviera algunos repuestos para no andar corriendo cada vez que se daña alguna maquina.

Se tienen aceites y filtros, es importante identificar los componentes críticos para tenerlos en existencia y poder realizar las rutinas de mantenimiento de acuerdo al manual del fabricante.

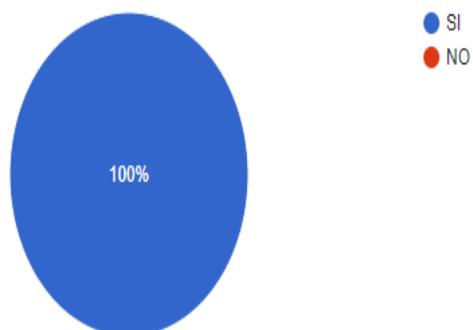
7. ¿Recibe capacitaciones enfocadas al uso, cuidado y/o mantenimiento de los equipos de la compañía?

2 respuestas



8. ¿Sabe usted si la empresa cuenta con un presupuesto de mantenimiento definido?

2 respuestas



9. Si contesto si, ¿cree usted que este presupuesto es suficiente para dicha actividad?

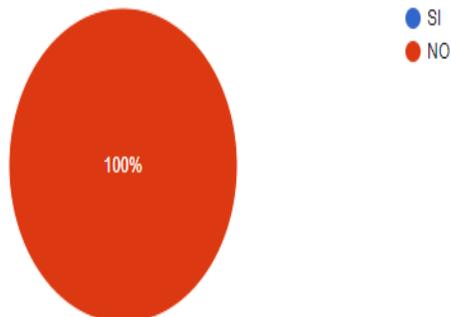
2 respuestas

El ingeniero tiene su presupuesto pero a veces cuando se dañan las maquinas y el daño es grave toca dejar las maquinas hasta que haya para arreglarlas.

Si hay presupuesto, pero cuando ocurre un mantenimiento correctivo y el daño es muy critico puede ocurrir un paro definitivo del equipo por falta de presupuesto.

10. ¿Los recursos humanos empleados para el mantenimiento de la maquinaria son suficientes?

2 respuestas



Justifique su respuesta

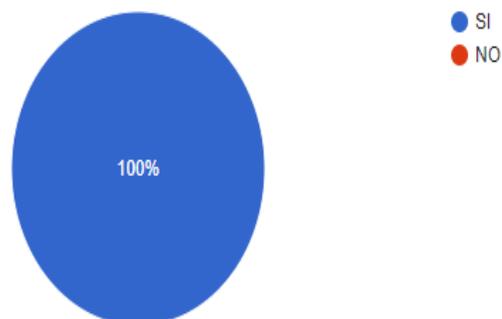
2 respuestas

Seria bueno un apoyo, a veces se me recarga el trabajo, yo voy traigo el repuesto, sino hay tengo que buscarlo, tengo que hacer cambios de aceite en esto si recibo apoyo de los operadores, hay visitar todos los frentes cuando hay maquinas en varios lados y hay que llenar la documentación.

Falta personal para que realice la programación y el seguimiento en el área de mantenimiento, solamente hay un mecánico empírico y no hay programación para sus rutinas.

11. ¿Se presenta demoras en la adquisición de algún tipo de repuesto?

2 respuestas



Justifique su respuesta

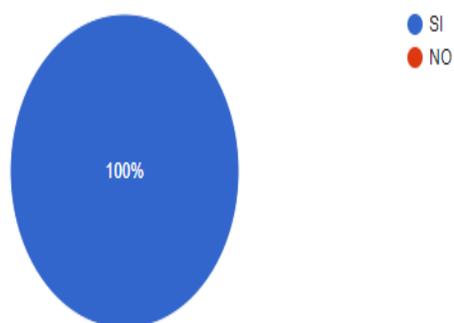
2 respuestas

Si cuando hay un mantenimiento correctivo y a veces no se consigue en el almacén toda pedirlo a otra sucursal, no hay repuestos en bodega.

Cuando el mantenimiento es correctivo y cuando es preventivo se demora la rutina porque no lo hay en stock.

12. ¿El personal de mantenimiento cuenta con el espacio adecuado para realizar las actividades de mantenimiento?

2 respuestas



Justifique su respuesta

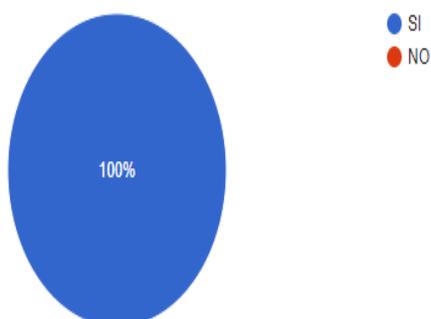
2 respuestas

Si la empresa cuenta con una base, pero en obra es difícil realizar algunos mantenimientos.

Hay un patio de trabajo para realizar las actividades.

13. ¿Se planifican los paros de la maquinaria para darle su respectivo mantenimiento?

2 respuestas



Justifique su respuesta

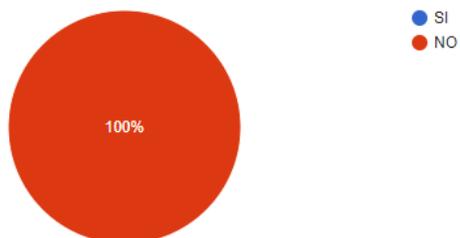
2 respuestas

Si pero para casos especiales cambios de aceite y algún repuesto urgente.

Si pero solo en rutinas de cambio de aceite y mantenimiento correctivo, para las demás actividades no hay programación de paros.

14. ¿Tienen acceso a información técnica (manuales, fichas técnicas, etc.) para realizar su trabajo?

2 respuestas



Justifique su respuesta

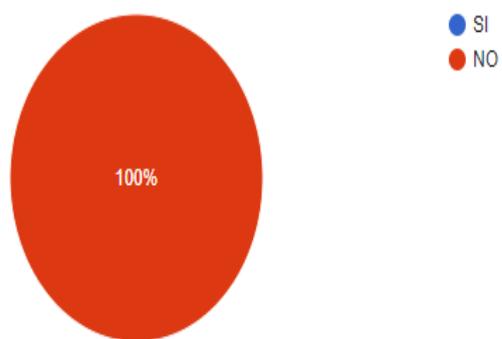
2 respuestas

NO tengo toda la información y a veces no dispongo de tiempo para mirarlas.

No hay manuales de equipo para el mecánico.

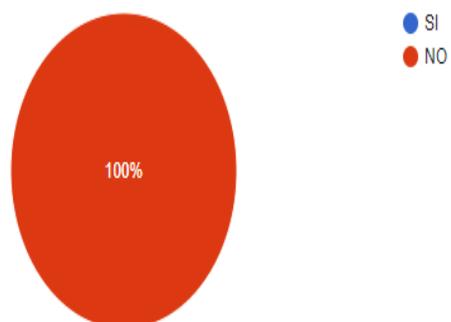
15. ¿Reciben algún tipo de capacitación técnica por parte de los proveedores de las máquinas?

2 respuestas



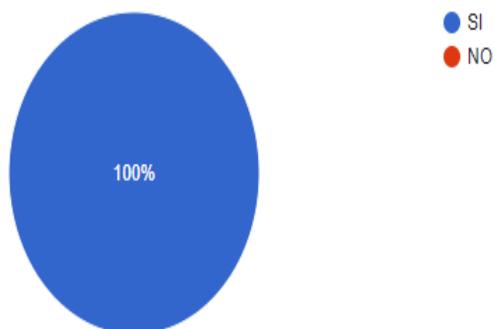
16. ¿Cuentan con un cronograma que les permita los paros de la maquinaria para realizar su respectivo mantenimiento?

2 respuestas



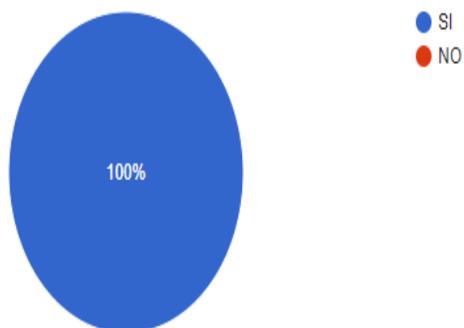
17. ¿La empresa cuenta con los recursos y herramientas necesarias para realizar el mantenimiento en todas sus máquinas?

2 respuestas



18. ¿El manejo y disposición de los desechos (sólidos, líquidos) producidos en el mantenimiento es el correcto?

2 respuestas



Justifique su respuesta

2 respuestas

Si se realiza la disposición pero no hay carro certificado para recoger aceites.

Se realiza la disposición y manejo de los desechos solidos de acuerdo al código de colores, pero falta contactar a las empresas prestadoras de recolección de aceites.

Fuente. Propia.

Anexo B. Documentación inicial del Programa de mantenimiento de la organización al caso de estudio.

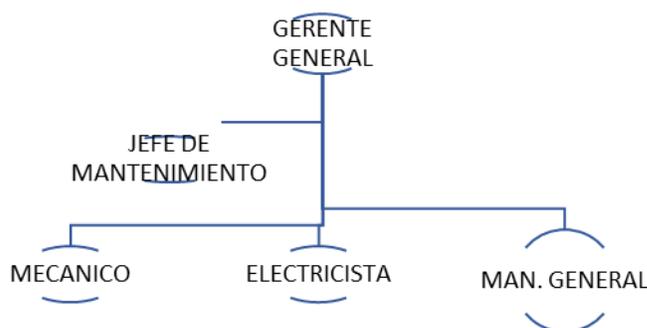
Esta documentación es la que está utilizando la empresa en la actualidad para desarrollar las actividades de mantenimiento.

B.1 Documento del programa de mantenimiento utilizado actualmente.

Tabla B.1. Documento del programa de mantenimiento de la organización

Documento del programa de mantenimiento encontrado en la organización caso de estudio
Introducción
<p>El programa de mantenimiento de la empresa, constituye un elemento clave para el logro de los objetivos de la misma. Sin un adecuado mantenimiento la maquinaria interrumpe su operación con mucha frecuencia, alterando considerablemente los programas de producción y fallándole a los clientes. En muchas ocasiones provoca cuellos de botella en las líneas de trabajo, incrementando la cantidad de material en proceso, lo que implica: mayor espacio utilizado, mayor inversión inmovilizada, problemas de calidad en el producto acumulado; personal ocioso y desmotivado corriendo el riesgo de sufrir accidentes laborales; mayor desperdicio de materiales y mayores costos en las reparaciones.</p> <p>Es decir que el mantenimiento afecta en:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) La eficiencia b) Costos c) Calidad d) Confiabilidad (entregas a tiempo) <p>De lo anterior se deduce que es prioridad para la organización mejorar constantemente nuestro sistema de mantenimiento. Para lograr esto se encamino un conjunto de acciones dirigidas a la conservación de la maquinaria, equipo e instalaciones, de tal manera que permanezcan en óptimas condiciones, evitando o minimizando sus fallas durante su vida útil. La labor de mantenimiento por consiguiente requiere de muchas habilidades: mecánica, eléctrica, y otras relacionadas con tuberías de agua, vapor, aire y líquidos, entre otras.</p> <p>La organización se enfoca en dos clases de mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento preventivo • Mantenimiento correctivo. <p>El preventivo es aquel que se realiza periódicamente con la finalidad de prolongar la vida útil de la maquinaria y prevenir fallas accidentales. El correctivo es aquel que se da cuando una maquinaria falla y es necesario repararla para que logre su funcionamiento normal.</p> <p>❖ Objetivos generales del mantenimiento Implementar un programa de mantenimiento de maquinaria y equipos para la empresa.</p> <p>❖ Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reducir el desperdicio del tiempo de producción por fallas en la maquinaria y equipo 2. Reducir los costos por reparaciones 3. Prevenir accidentes laborales 4. Mejorar la calidad de la producción

❖ Organización del mantenimiento



La organización del mantenimiento debe contar con el recurso humano necesario para satisfacer eficientemente los requerimientos de dicho departamento, con líneas de mando y áreas de responsabilidad bien definidos.

En esta estructura el Gerente General asigna los trabajos al Jefe de Mantenimiento, definiendo prioridades; trabajos de emergencia, trabajos urgentes y trabajos normales.

- ▶ **Trabajos de emergencia:** Son aquellos que deben ejecutarse inmediatamente para prevenir pérdidas de producción, avería seria en la maquinaria y equipos o para corregir peligros extremos en la seguridad.
- ▶ **Trabajos urgentes:** Aquellos que durante la programación normal deben terminarse lo antes posible.
- ▶ **Trabajos normales:** Son la mayoría de los trabajos de mantenimiento. Se programan tomando en cuenta los requerimientos de producción y la disponibilidad de la fuerza de trabajo de mantenimiento.

La empresa subcontrata a otros talleres especializados, para realizar trabajos muy delicados que requieren maquinaria especial como tornos y fresadoras; en la parte mecánica, pues no es rentable la adquisición de dicha maquinaria. Lo mismo sucede con algunos trabajos eléctricos y de mantenimiento general.

El problema fundamental a resolver es como mantener la maquinaria, equipo e instalaciones en condiciones óptimas de funcionamiento, con mínimos paros en la maquinaria y alargar la vida útil de la misma. Tomando en cuenta los costos, es decir, como lograr los objetivos anteriores de manera eficiente.

❖ Mantenimiento preventivo

Inspección periódica de la maquinaria, equipo e instalaciones de la planta, para descubrir condiciones que conducen a paros imprevistos de producción o desgaste perjudicial. Corregir dichas condiciones aun cuando se encuentre en una fase inicial.

El criterio a seguir es corregir primero lo que puede producir paros permanentes en la máquina; posteriormente, lo que pueda producir piezas defectuosas; finalmente, todas aquellas actividades requeridas para preservar la apariencia y presentación de la maquinaria.

Pasos necesarios para un programa de mantenimiento

1. Preparar una lista con toda la maquinaria y equipo de la planta, incluyendo el equipo de oficina, computadoras y vehículos de transporte.
2. Para cada uno definir la frecuencia de las revisiones requeridas en cierto período de tiempo (día, mes, año). Esta frecuencia debe establecerse de acuerdo a especificaciones de la maquinaria, registros históricos de averías y/o en su defecto del criterio y conocimiento de la maquinaria la mejor suposición.
3. Se preparan las instrucciones para el mantenimiento requerido para cada uno de las máquinas y equipos listados. Estas instrucciones deben ser detalladas, evitando términos, como: dar mantenimiento cuando sea necesario.
4. Se giran las órdenes de trabajo al personal, anotando fecha de inicio y finalización.
5. Se hace una revisión de los trabajos terminados, para verificar su calidad, el tiempo y recursos utilizados.

La eficacia del Departamento de Mantenimiento no debe juzgarse únicamente por la rapidez de las reparaciones de

emergencia, sino, por la ausencia de estas emergencias en la empresa; lograda a través de un buen sistema de mantenimiento preventivo. Para planear, ejecutar y controlar el mantenimiento preventivo es necesario conocer que es lo que se debe reparar y con qué recursos se cuenta.

❖ **Mantenimiento correctivo (emergencia)**

Este tipo de mantenimiento es el más usual en muchas empresas. Se para una máquina y se moviliza el equipo de mantenimiento para reparar el daño.

Cada uno de estos paros debe atenderse como una organización por proyecto. Es decir, que generalmente cuando no es posible trasladar la máquina o equipo al taller, sustituyéndolo por otro que esté de reserva para dichos fines, se tiene que trabajar en el lugar de la falla.

En estos casos se tiene que seguir los siguientes pasos:

1. Evaluar el daño causado por la falla.
2. Analizar la o las causas de la falla.
3. Corregir las causas de la falla.
4. Reparar, ajustar o cambiar piezas defectuosas.
5. Hacer pruebas y ajustes finales necesarios.

El orden lógico de los pasos anteriores nos lleva a evitar enfocarse a solamente los efectos finales del problema con los consiguientes efectos de estar haciendo reparaciones frecuentes, con posibles daños permanentes y algunas veces irreparables de la maquinaria.

► **Para el mantenimiento correctivo, en sus diferentes grados de urgencia, se necesita:**

a) Personal de mantenimiento capacitado:

Aquí influye la selección y capacitación que se haya realizado. Aun cuando a la experiencia adquirida en la empresa, no se mide necesariamente en años, sino que en calidad de experiencia.

La selección del personal se vuelve clave, junto a la capacitación recibida.

b) **Repuestos y materiales:**

La empresa suministrara los repuestos de uso más frecuente ya que es de suma importancia para una reparación rápida y efectiva. Caso contrario, es necesario iniciar la búsqueda con los diferentes proveedores, lo que alarga el tiempo de reparación. En este caso es útil recurrir a la hoja de registro por máquina y hojas de control de materiales y repuestos, que nos oriente sobre el proveedor idóneo.

c) **Herramienta :**

Para **la empresa**, la herramienta es una pieza clave para obtener buenos resultados en el momento en que se presente una eventualidad en la maquinaria o equipos por consiguiente la adquisición, uso y control de las herramientas se vuelve un aspecto clave para obtener buenos resultados.

Seguimiento al programa de mantenimiento de maquinaria y equipo

Para garantizar el cumplimiento de mantenimientos de maquinaria y equipos se establece llevar un seguimiento a cada hallazgo encontrado durante las inspecciones de seguridad industrial.

Fuente. Organización caso de estudio

B.2 Procedimientos de mantenimiento encontrados en la organización caso de estudio

Este es el único procedimiento encontrado con que cuenta la empresa para el área de mantenimiento.

Tabla B.2. Procedimiento de abastecimiento de combustible

Procedimiento abastecimiento de combustible

1. Objetivo

Determinar las medidas de cómo proceder para evitar derrames y/o incendios en el área de la obra, durante la actividad de abastecimiento de combustible de la maquinaria.

2. Alcance

Este instructivo de trabajo aplica a todos los procesos de la empresa.

3. Definiciones

- 3.1. Surtidor: Equipo de medición diseñado para dispensar combustibles, equipado o no con sistema de bombeo para extraer el combustible de un tanque de almacenamiento.
- 3.2. Contaminación: Es la alteración del medio ambiente por sustancias o formas de energía puestas allí por la actividad humana o de la naturaleza en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir con el bienestar y la salud de las personas.
- 3.3. Distribuidor de combustible: Persona natural o jurídica que produce, importa y/o comercializa aceites nuevos, lubricantes de motor, transmisión, hidráulicos, reductores.
- 3.4. Emergencia: referida a aquellos accidentes que pudiendo ser controlados con los medios de intervención disponibles, requieren de la puesta en práctica de medidas para la protección de las personas, bienes y/o medio ambiente que estén o que puedan verse afectados por los efectos derivados del accidente.
- 3.5. Residuos peligrosos: residuo que por su característica infecciosa, combustibles, inflamables, explosivos, radioactivos, volátiles, corrosivos, reactivos o tóxicos pueden causar daño a la salud humana o al ambiente.
- 3.6. Transportador: Persona natural o jurídica titular de la industria y/o actividad que recolecta y transporte combustibles.
- 3.7. Taquear: actividad mediante la cual se suministra combustible a los equipos, máquinas, vehículos entre otros.
- 3.8. Atmosfera inflamable: Mezcla de aire y gases o vapores inflamables, es una proporción tal que sin la presencia de otros elementos ardiera frente a una fuente de ignición.

4. Responsables

- Gerente general, Aprueba el siguiente documento y asigna los recursos necesarios.
- Inspector SST, Verifica la implementación y suministra los recursos logísticos para la implementación del presente procedimiento.
- Inspector SST, ambiental, asistentes e inspectores de seguridad y salud en el trabajo y el almacén, se deben encargar de implementar, verificar y realizar seguimiento a este instructivo.
- Es responsabilidad de los operadores de la maquinaria cumplir con los requerimientos aquí exigidos.
- Es responsabilidad del almacenista supervisar, de recibir los combustibles (ACPM, GASOLINA, ETC).

5. Metodología

Este instructivo define los requerimientos y condiciones para el tanqueo de la maquinaria perteneciente a

la empresa, dividido de la siguiente manera:

- Instrucciones para operadores y personal de tanqueo.
- Requerimientos del carro tanque.
- Condiciones para el tanqueo manual.
- Condiciones para el tanqueo mediante surtidor.

5.1. Instrucciones a operadores

- Ningún conductor u operador de la empresa debe permanecer en la cabina mientras se realiza el tanqueo; debe permanecer a un lado de la máquina, pendiente de la operación de cargue o descargue.
- Se debe tener a la mano extintor con capacidad mínima de 20 libas de polvo seco tipo ABC, con carga vigente; todas las maquinas cuentan con extintor.
- El cargue y descargue de combustible desde el carro tanque, se debe realizar con el freno de parqueo o emergencia y asegurar el vehículo con tacos en la parte anterior y posterior de las llantas traseras para evitar que este se desplace durante el llenado.
- Está prohibido fumar en zonas peligrosas como en la actividad del tanqueo de la maquinaria.

5.2. Condiciones para el tanqueo manual

Para el abastecimiento de combustible de equipos menores (Mini-cargadores, compactadores manuales) la empresa realiza el tanqueo en los frentes de obra mediante bombas manuales provistas de recipientes seguros, las cuales deben estar en buenas condiciones (acoples y mangueras en buen estado, no presentar goteos); además se deben tomar las medidas necesarias descritas en el **ítem 5.1** de este procedimiento.

Se debe tener en cuenta que la probabilidad de incendio se aumenta bajo las siguientes condiciones:

- Aumento de la superficie de evaporación (impregnación de ramas y desechos).
- Presencia de superficies calientes como exostos y motores.
- Chispas producidas por equipos eléctricos (automotores, cámaras, grabadoras y celulares, entre otros).
- Falta de control de derrames y fugas.
- Prevención de fuegos y/o explosión.

Las acciones deben estar encaminadas a desarrollar.

- Protección de vías humanas.
- Protección de asentamientos humanos.
- Prevención de contaminación de zonas verdes.
- Prevención de contaminación de cuerpos de agua.
- Prevención de llegada alcantarillado.
- Prevención de derrames y fugas.
- Prevención de fuegos y/o explosiones.

5.3. Condiciones para el tanqueo con surtidor.

Los equipos serán trasladados hasta la estación de servicio donde se surtirán con el combustible necesario. El traslado se realizara cumpliendo con las medidas de seguridad. Para que las condiciones de tanqueo sean seguras seguir las siguientes instrucciones:

- No realizar ningún trabajo sobre el surtidor cuando estén descargando el combustible desde los carros cisterna.
- En el área deben permanecer extintores y elementos de contención de derrames.
- El área circundante al surtidor debe ser señalizada con conos o colombinas durante la actividad.
- La MSDS (hoja de seguridad) del producto debe encontrarse visible.

6. Características del almacenamiento de combustibles.

- El almacenamiento se realizara en pimpinas de 55 galones, rotuladas con el pictograma de las Naciones Unidas indicando el combustible que contiene.
- Se tendrán medios de contención en el perímetro de ubicación de las pimpinas, para evitar los posibles derrames que se puedan presentar.
- Se debe ubicar un extintor multipropósitos de 20 libras para el control del fuego en caso de incendio cerca al área de suministro de combustible.
- El lugar debe ser ventilado para la acumulación de vapores.
- Se debe prohibir el uso de aparatos eléctricos y cualquier fuente generadora de calor o chispa mediante señalización preventiva.
- Se debe instalar señalización para sensibilizar al personal sobre los peligros a los que se exponen.

Kit de derrames

- Balde con arena (Rotulado).
- Recogedor plástico.
- Bolsas rojas: para disponer de residuos peligrosos.

7. Plan de contingencia en caso de derrame de combustible durante el tanqueo de maquinaria o equipos.

En caso de contingencia, se debe implementar varios pasos secuenciales que permitan al personal tener la claridad suficiente para evitar que el evento tenga consecuencias mayores y que pueda afectar a las personas o a la propiedad. Adicionalmente se pueda minimizar los impactos que pueda causar el combustible sobre la vegetación de la zona.

Los principales pasos a desarrollar en caso de un derrame de combustible se describe en la siguiente tabla.

En caso de detectarse el derrame		
Paso	Acción	Procedimiento
1	Mantener la calma. Notificar la ocurrencia del evento	Quien evidencia avisar a: Encargado de SST, Encargado, almacenista o superior.
2	Suprimir condiciones que empeoren la situación (Atmosfera inflamable) Asegurar el área Detener el derrame: Suspender la descarga, identificar el punto de escape.	Apagar el motor del vehículo, maquina, equipo *Recoger el producto (Gasolina, ACPM) que drena en recipientes temporales. De ser posible transferir el líquido sobrante a un carro tanque vacío *Evitar respirar los vapores del combustible

3	Restringir la ignición: Se hace cuando hay peligro de incendio o explosión debido a la presencia de vapores inflamables	Hay que asegurar que no haya fuentes de ignición: Verificar que no haya presencia de personas fumando, no usar el teléfono celular, verificar que no haya conexiones eléctricas entre otros. *Implementar plan de contingencia en el caso que se presente incendio. No apagar con agua
4	Cerrar válvulas	Cerrar válvulas, llaves taponas, u orificios sin golpear o martillar con objetos metálicos para evitar generación de chispas
5	Contención en tierra: una vez cerradas las válvulas	Implementar barreras utilizando materiales del área (arena, tierra, troncos, piedras, plásticos) evitar la escorrentía hacia los drenajes de aguas lluvias. * Impedir que el producto se extienda, para esto se pueden aprovechar las pendientes naturales y así conducir el producto hacia un punto donde pueda recolectarse.
6	Restringir el acceso a curiosos: Retirar el personal del lugar del derrame debido al riesgo de incendio o toxicidad. Permitir únicamente el acceso a personal de apoyo de emergencia	Se ordenará evacuar el área con el apoyo de los brigadistas y debe mantener el área acordonada, si es necesario comunicarse con la secretaria de movilidad para informar de la situación y desviar el tráfico.
7	Solicitar apoyo	El Encargado de SST debe comunicarse con las entidades externas de apoyo (Policía, Bomberos, etc.) Suministrar la información requerida a las entidades de apoyo y colaborar de acuerdo con las capacidades de la brigada.
8	Limpieza y recuperación	Recoger con palas y empacar en bolsas rojas.
9	Investigación del incidente	Seguir el procedimiento de investigación de incidentes

En constancia de lo anterior estipulado, con aceptación para los recursos necesarios en cumplimiento a los establecido en este procedimiento. firma el gerente general.

Fuente. Organización caso de estudio

B.3 Formato para mantenimiento de maquinas

Este es el único formato encontrado para la realización de las rutinas de mantenimiento.

Tabla B.3. Formato de mantenimiento de maquinas

Formato de mantenimiento de maquinas

MANTENIMIENTO DE MAQUINAS				FORMATO
				VERSION
				FECHA
				MAQUINA
FECHA _____				
OBRA ACTUAL _____				
CODIGO _____				
HOROMETRO _____				
ELEMENTO	SI	NO	REFERENCIA	OBSERVACIONES
FILTRO DE AIRE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
FILTRO DE COMBUSTIBLE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
FILTRO HIDRAULICO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
FILTRO ACEITE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
ACEITE MOTOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
ACEITE HIDRAULICO		<input type="checkbox"/>		
FILTRO		<input type="checkbox"/>		
LLANTAS O CADENAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
REPUESTOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
VARIOS				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
REVISADO	APROBADO			VoBo
Encargado Mantenimiento				

Fuente. Organización caso de estudio

B.4 Documentación de lista de chequeo para el activo caso de estudio

Este es el único documento encontrado para la realización de las rutinas de mantenimiento del retrocargador de oruga Hitachi 200.

Tabla B.4. Lista de chequeo de retroexcavadora

Documentación de mantenimiento para el activo caso de estudio															
Lista de chequeo de retroexcavadora															
DESDE:	MARCA				OPERADOR										
HASTA:	SERIE				CEDULA N°										
FECHA:	EMPRESA														
ITEM	LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO		DOMINGO		
	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	
LUCES															
Frontales de trabajo															
Traseras de trabajo (Reflector)															
CABINA															
Barra antivuelco o cabina															
Pito, alarma de retroceso															
Espejo central convexo y laterales															
Cinturon de seguridad															
Vidrio frontal y limpiabrisas (agua)															
Extintores de incendio															
Indicadores (presión aceite, hidráulico, refrigerante)															
Indicadores (voltmetro, horometro)															
Manómetros (Aceite, temperatura agua)															
Palancas y pedales de mando en buen estado															
Mandos de desplazamiento															
Mandos de operación															
Mecanismo de bloqueo de mandos															
mandos de giro tomamesa															
Escalera, pasamanos, estribos															
Estado general de la cabina (Asiento, aseo)															
Batería (nivel, bornes, cabls, capuchones)															
ESTADO MECÁNICO															
Control fugas de hidráulicas mangueras y cilindros															
nivel aceite hidráulico															
Motor (nivel agua, aceite, tensión correas)															
Graseras															
ORUGAS															
Rodillos inferiores y superiores completos															
Zapatas en buen estado (dobladas o partidas)															
Tensionadas															
Cadenas, carriles y tensores en buen estado															
OTROS															
Estado general balde y desgarrador															
Pasadorea, Bastidores, brazo, y balde															
Bloqueo eléctrico (master)															
Control de emisiones															
Fuera de servicio	SI		NO		RESPONSABLE CORRECCIÓN										
Supervisor SST	FIRMA														
Operador:	FIRMA														
HALLAZGO (Operador: Describa brevemente los hallazgos encontrados en la inspección)	ACCION CORRECTIVA / PREVENTIVA (Jefe de maquinaria: describa la forma de corrección, "lugar, accesorios, tiempo de ejecución")				RESPONSABLE				FECHA (Fecha limite de corrección)						

Fuente. Organización caso de estudio

Anexo C. Recopilación de la información

La información recopilada fue agrupada y caracterizada para su correspondiente estudio.

C.1 Listado de activos de la organización caso de estudio

Tabla C.1. Listado de activos

Listado de equipos					
Ítem	Equipo maquina	Referencia	Marca	Modelo	Serial
1	Motoniveladora cat 120	120G	Caterpillar	1994	4HD02336
2	Vibro compactador ingersollrand sd 70	SD70DFT	Ingersoll rand	2005	184823
3	Vibro compactador ingersollrand sd 100	SD-100 PROPAC	Ingersoll rand	2011	169092
4	Excavadora Hitachi 200	ZX200-3	Hitachi	2010	HCMIVI00E00213530
5	Excavadora Hitachi 130	ZX130CLN	Hitachi	2008	HCMBFT00A00080306
6	Minicargador cat 236b	236B	Caterpillar	2012	CAT0236BAA9H02846
7	Volqueta swo343	7600SBA	International	2008	Na
8	Volqueta thx057	T800	Kenworth	2012	Na
9	Volqueta xie281	CV713 Granite	Mack	2005	Na
10	Volqueta vxv216	T800	Kenworth	2009	Na
11	Volqueta sqw731	7600	International	2012	Na

Fuente. Propia

C.2 Clasificación de activos por grupo

Se realiza la clasificación de los activos y se establecen las funciones propias de las actividades de obra.

Tabla C.2. Clasificación por grupo.

Clasificación por grupo			
Ítem	Activo	Clasificación	Función
1	Motoniveladora cat 120 g	Maquinaria pesada	Nivelar terrenos, y refinar taludes.
2	Vibro compactador ingersollrand sd 70	Maquinaria pesada	Compactación de materiales para adecuación de áreas.
3	Vibro compactador ingersollrand sd 100	Maquinaria pesada	Compactación de materiales para adecuación de áreas.
4	Excavadora Hitachi 200	Maquinaria pesada	Construcción de zanjas, cimentaciones, desmontes, taludes, excavaciones entre otras operaciones

5	Excavadora Hitachi 130	Maquinaria pesada	Construcción de zanjas, cimentaciones, desmontes, taludes, excavaciones entre otras operaciones
6	Minicargador cat 236b	Maquinaria pesada	Carga, transporte y descarga de volúmenes reducidos de material.
7	Volqueta swo343	Maquinaria de transporte	Maquinaria de carga y descarga de material, cumple una función de transporte
8	Volqueta thx057	Maquinaria de transporte	Maquinaria de carga y descarga de material, cumple una función de transporte
9	Volqueta xie281	Maquinaria de transporte	Maquinaria de carga y descarga de material, cumple una función de transporte
10	Volqueta xv216	Maquinaria de transporte	Maquinaria de carga y descarga de material, cumple una función de transporte
11	Volqueta sqw731	Maquinaria de transporte	Maquinaria de carga y descarga de material, cumple una función de transporte

Fuente. Propia

C.3 Clasificación según las características técnicas

Se establecen las características técnicas de los equipos.

Tabla C.3. Clasificación de equipos según las características técnicas

Clasificación de equipos según las características técnicas		
Ítem	Equipo maquina	Características técnicas
1	Motoniveladora CAT 120 G	Es un activo con un motor con potencia de unos 120 a 200 hp y posee una cuchilla con un ancho de trabajo de 1,8 a 3,6 m. Cuando lleva dientes traseros escarificadores pueden alcanzar una profundidad de trabajo de 20 cm, dependiendo el terreno. La velocidad de trabajo es de 3,0 – 7,0 km/h.
2	Vibro compactador ingersollrand SD 70	Equipo de gran peso, dotado de uno o varios rodillos o ruedas, produce la densificación del suelo por su peso propio. Todos los compactadores deberán ser autopropulsados, tener inversores del sentido de la marcha de acción suave y estar dotados de dispositivos para mantenerlos húmedos en caso necesario. Hay de dos tipos: Compactadores estáticos: - De rodillo liso - De rodillo de patas apisonadoras - De ruedas neumáticas Compactadores vibratorios: - De rodillo liso - De rodillo de patas apisonadoras

3	Vibro compactador ingersollrand SD 100	<p>Equipo de gran peso, dotado de uno o varios rodillos o ruedas, produce la densificación del suelo por su peso propio. Todos los compactadores deberán ser autopropulsados, tener inversores del sentido de la marcha de acción suave y estar dotados de dispositivos para mantenerlos húmedos en caso necesario. Hay de dos tipos</p> <p>Compactadores estáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - De rodillo liso - De rodillo de patas apisonadoras - De ruedas neumáticas <p>Compactadores vibratorios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - De rodillo liso - De rodillo de patas apisonadoras
4	Excavadora Hitachi 200	Equipo autopropulsado sobre orugas, con una estructura capaz de girar al menos 360° que excava terrenos, o carga, eleva, gira y descarga materiales por la acción de la cuchara, fijada a un conjunto formado por pluma y brazo o balancín.
5	Excavadora Hitachi 130	Equipo autopropulsado sobre orugas, con una estructura capaz de girar al menos 360° que excava terrenos, o carga, eleva, gira y descarga materiales por la acción de la cuchara, fijada a un conjunto formado por pluma y brazo o balancín.
6	Minicargador CAT 236B	Equipo que consta de un chasis rígido con una cabina cubierta desmontable sobre el cual se monta una cuchara frontal. Posee un motor de gasolina o diésel que este acoplado en la parte trasera. Cuenta con un sistema hidráulico para la elevación de la cuchara y el montaje de accesorios. El chasis se desplaza sobre orugas o neumáticos.
7	Volqueta SWO343	Son máquinas de transporte que están diseñadas para cargar, acarrear y descargar material. Poseen un volcó en la parte trasera y una cabina en la parte delantera, hay de tracción sencilla o doble troque.
8	Volqueta THX057	Son máquinas de transporte que están diseñadas para cargar, acarrear y descargar material. Poseen un volcó en la parte trasera y una cabina en la parte delantera, hay de tracción sencilla o doble troque.
9	Volqueta XIE281	Son máquinas de transporte que están diseñadas para cargar, acarrear y descargar material. Poseen un volcó en la parte trasera y una cabina en la parte delantera, hay de tracción sencilla o doble troque.
10	Volqueta XVX216	Son máquinas de transporte que están diseñadas para cargar, acarrear y descargar material. Poseen un volcó en la parte trasera y una cabina en la parte delantera, hay de tracción sencilla o doble troque.
11	Volqueta SQW731	Son máquinas de transporte que están diseñadas para cargar, acarrear y descargar material. Poseen un volcó en la parte trasera y una cabina en la parte delantera, hay de tracción sencilla o doble troque.

Fuente. Propia.

C.4 Codificación de activos

Se realiza la codificación de activos tomando como base los lineamientos de la norma ISO 14224.

C.4.1 Abreviatura de grupo

Tabla C.4. Abreviatura de grupo

Abreviatura de grupo		
ITEM	GRUPO	ABREVIATURA
1	Maquinaria pesada	MP
2	Maquinaria de transporte	MT

Fuente. Propia

C.4.2 Abreviatura de acuerdo con la referencia para maquinaria pesada

Tabla C.5. Abreviatura de acuerdo con la referencia para maquina pesada

Abreviatura de acuerdo con la referencia para maquina pesada			
Ítem	Maquinaria pesada	Referencia	Abreviatura
1	Motoniveladora cat 120 G	120G	120G
2	Vibro compactador ingersollrand SD 70	SD70DFT	SD70DFT
3	Vibro compactador ingersollrand SD 100	SD-100 PROPAC	SD100
4	Excavadora Hitachi 200	ZX200-3	ZX200
5	Excavadora Hitachi 130	ZX130CLN	ZX130
6	Minicargador CAT 236B	236B	236B

Fuente. Propia.

C.4.3 Abreviatura para maquinaria de transporte

Tabla C.6. Abreviatura para la máquina de transporte

Abreviatura para la máquina de transporte			
Ítem	Maquinaria de transporte	Placa	Abreviatura
1	Volqueta	SWO343	SWO343
2	Volqueta	THX057	THX057
3	Volqueta	XIE281	XIE281
4	Volqueta	XVX216	XVX216
5	Volqueta	SQW731	SQW731

Fuente. Propia.

C.4.4 Codificación de maquinaria pesada

Tabla C.7. Codificación maquinaria pesada

Codificación maquinaria pesada				
Abreviaturas			Año	Código
Grupo	Maquinaria	Referencia		
MP	MT	120G	1994	MP-MT-120G-01
	VC	SD70DFT	2005	MP-VC-SD70DFT-01
	VC	SD100	2011	MP-VC-SD100-01
	EX	ZX200	2010	MP-EX-ZX200-01
	EX	ZX130	2008	MP-EX-ZX130-01
	MC	236B	2012	MP-MC-236B-01

Fuente. Propia

C.4.5 Codificación de maquinaria de transporte

Tabla C.8. Codificación maquinaria de transporte

Codificación maquinaria de transporte				
Abreviaturas			Año	Código
Grupo	Maquinaria	Placa		
MT	VT	SWO343	2008	MT-VT-SWO343
		THX057	2012	MT-VT-THX057
		XIE281	2005	MT-VT-XIE281
		XVX216	2009	MT-VT-XVX216
		SQW731	2012	MT-VT-SQW731

Fuente. Propia.

C.4.6 Codificación de los sistemas para el activo objeto de estudio

Tabla C.9. Codificación de los sistemas

Excavadora Hitachi		
Código MP-EX-ZX200-01		
Codificación de los sistemas		
Grupo	Sistema	Código
MP	Sistema de potencia	SP
	Sistema hidráulico	SH
	Sistema eléctrico / electrónico	SE
	Implementos de trabajo	IT

	Mandos - Controles - Indicadores	MCI
--	----------------------------------	-----

Fuente. Propia.

Anexo D. Aplicación del ciclo PHVA para la gestión de activos de la compañía de estudio

Tabla D.1. Ciclo PHVA

Ciclo PHVA	
Problema	Falencias en el Programa de Mantenimiento para los Activos de una Compañía del Sector de Obra Civil, Específicamente en el Alquiler de Equipos
Paso 1: Planear (Formulación del problema) (¿Qué?)	
¿Qué se ha encontrado?	
Con el diagnóstico inicial identificado en los cuestionarios realizados al personal de mantenimiento y personal de apoyo se establece que existe una deficiencia en las rutinas de mantenimiento de los activos, lo que se refleja en mayor riesgo de avería, reducción de la vida útil de los activos y posibles mantenimientos correctivos en los sistemas. Esto origina bajo rendimiento en la operación de los activos en obra y afecta la división de alquiler base del negocio de la organización.	
¿Quién lo ha detectado?	
Los interesados de la división de alquiler de equipos (trabajadores de la organización, clientes, proveedores entre otros).	
¿En dónde se ha encontrado?	
En la documentación del área de mantenimiento de la organización caso de estudio se han encontrado falencias para el desarrollo de las frecuencias, rutinas, stock de repuestos entre otras variables.	
¿Cuándo se evidencia? :	
Cuando se presentan fallas en los sistemas de los activos y se generan paros en las operaciones de obra.	
¿Cómo se ha detectado?	
Con el bajo número de horas de trabajo de los equipos en obra debido a fallas en los sistemas de los activos.	
¿Cuál es el objetivo que se quiere alcanzar y cuándo?	

El objetivo es la realización de la propuesta de un programa de mantenimiento para los activos de una compañía del sector de obra civil, específicamente en el alquiler de equipo tomando como caso de estudio el retrocargador de oruga Hitachi 200 para el año 2021.

Paso 1: Planear
(Causas potenciales)
(¿Por qué?)

Cuestionario metodología 5 porque

- | |
|---|
| <p>1. ¿Por qué no se lleva una programación de las rutinas de mantenimiento?</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Porque no hay organizadas las actividades.<input type="radio"/> Porque solamente hay programado el cambio de aceite y el engrase.<input type="radio"/> Porque no hay conocimiento de la programación.<input type="radio"/> Porque el personal siempre anda ocupado y no hace seguimiento al equipo.<input type="radio"/> Porque no hay actualización en la documentación. <p>2. ¿Por qué no hay un cronograma establecido de mantenimiento?</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Porque no hay actualización en el programa de mantenimiento.<input type="radio"/> Porque hay muy poco personal para cumplir las rutinas de mantenimiento.<input type="radio"/> Porque hay programa de mantenimiento, pero no hay actividades programadas por el responsable de mantenimiento.<input type="radio"/> Porque el mecánico realiza las actividades a criterio propio.<input type="radio"/> Porque las maquinas no se encuentran al día con las rutinas de mantenimiento y por eso no se establece el cronograma. <p>3. ¿Por qué existen fallos recurrentes en los equipos?</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Porque se informa el fallo al área de mantenimiento y no se soluciona.<input type="radio"/> Porque no hay seguimiento al rendimiento del activo.<input type="radio"/> Porque no se realizan mantenimientos preventivos, solo correctivos.<input type="radio"/> Porque no hay cambios de piezas en los sistemas sino hasta que se dañan.<input type="radio"/> Porque no existe seguimiento de horas de trabajo. <p>4. ¿Por qué no se realizan los cambios de aceite en las horas de trabajo programadas?</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Porque no se puede parar la operación.<input type="radio"/> Porque no existen los insumos necesarios.<input type="radio"/> Porque no permiten realizar el cambio de aceite en obra.<input type="radio"/> Porque solo hay un mecánico y está atendiendo otros activos.<input type="radio"/> Porque el operador no informa las horas de trabajo al área de mantenimiento para el cambio. <p>5. ¿Por qué no hay registros de las rutinas realizadas de mantenimiento?</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Porque el mecánico no envía los documentos a tiempo de las rutinas realizadas.<input type="radio"/> Porque no hay la documentación suficiente para registrar las rutinas realizadas.<input type="radio"/> Porque no hay seguimiento por parte del responsable de mantenimiento.<input type="radio"/> Porque no hay perfil del cargo ni responsabilidades establecidas para el mecánico y el personal de apoyo a las rutinas de mantenimiento.<input type="radio"/> Porque no hay actualización del programa de mantenimiento. |
|---|

Resultados del cuestionario

Fecha:

8 respuestas

oct 2020

16

19

21

22

23

24

25

26

Nombre

8 respuestas

Willson Contreras

Galirce Cuadrado

Pedro Pablo Diaz

Nestor Rubiano

Hipolito Vegara

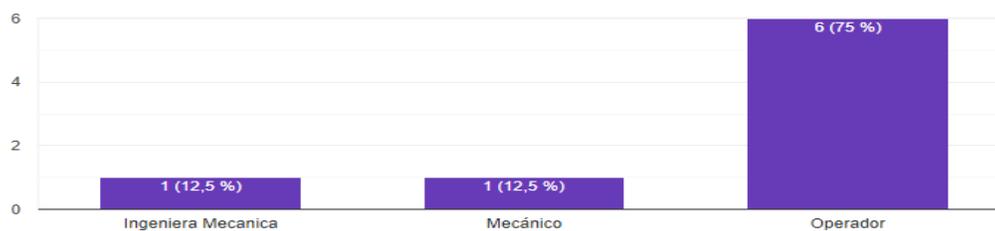
Edilson Martinez

Nestor Gutierrez

Yohana Ramirez

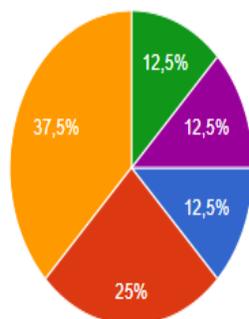
Cargo:

8 respuestas



1. ¿Por qué no se lleva una programación de las rutinas de mantenimiento?

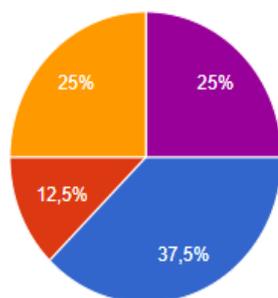
8 respuestas



- Porque no hay organizadas las actividades.
- Porque solamente hay programado el cambio de aceite y el engrase.
- Porque no hay conocimiento de la programación.
- Porque el personal siempre anda ocupado y no hace seguimiento al eq...
- Porque no hay actualización en la documentación.

2. ¿Por qué no hay un cronograma establecido de mantenimiento?

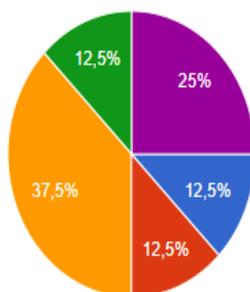
8 respuestas



- Porque no hay actualización en el programa de mantenimiento.
- Porque hay muy poco personal para cumplir las rutinas de mantenimiento.
- Porque hay programa de mantenimiento y no hay actividades programadas por...
- Porque el mecánico realiza las actividades a criterio propio.
- Porque las maquinas no se encuentran al día con las rutinas de mto y por eso...

3. ¿Por qué existen fallos recurrentes en los equipos?

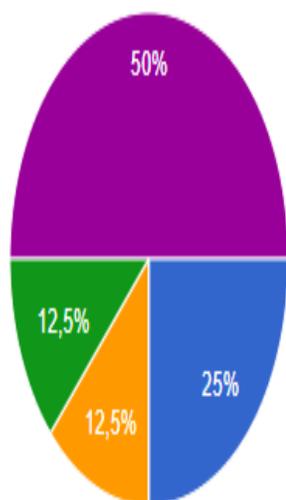
8 respuestas



- Porque se informa el fallo al área de mantenimiento y no se soluciona.
- Porque no hay seguimiento al rendimiento del activo.
- Porque no se realizan mantenimientos preventivos, solo correctivos.
- Porque no hay cambios de piezas en los sistemas sino hasta que se dañan.
- Porque no existe seguimiento de horas de trabajo.

4. ¿Por qué no se realizan los cambios de aceite en las horas de trabajo programadas?

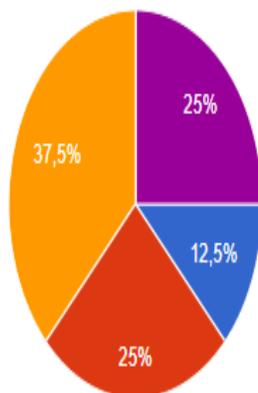
8 respuestas



- Porque no se puede parar la operación.
- Porque no existen los insumos necesarios.
- Porque no permiten realizar el cambio de aceite en obra.
- Porque solo hay un mecánico y está atendiendo otros activos.
- Porque el operador no informa las horas de trabajo al área de mantenimiento para el cambio.

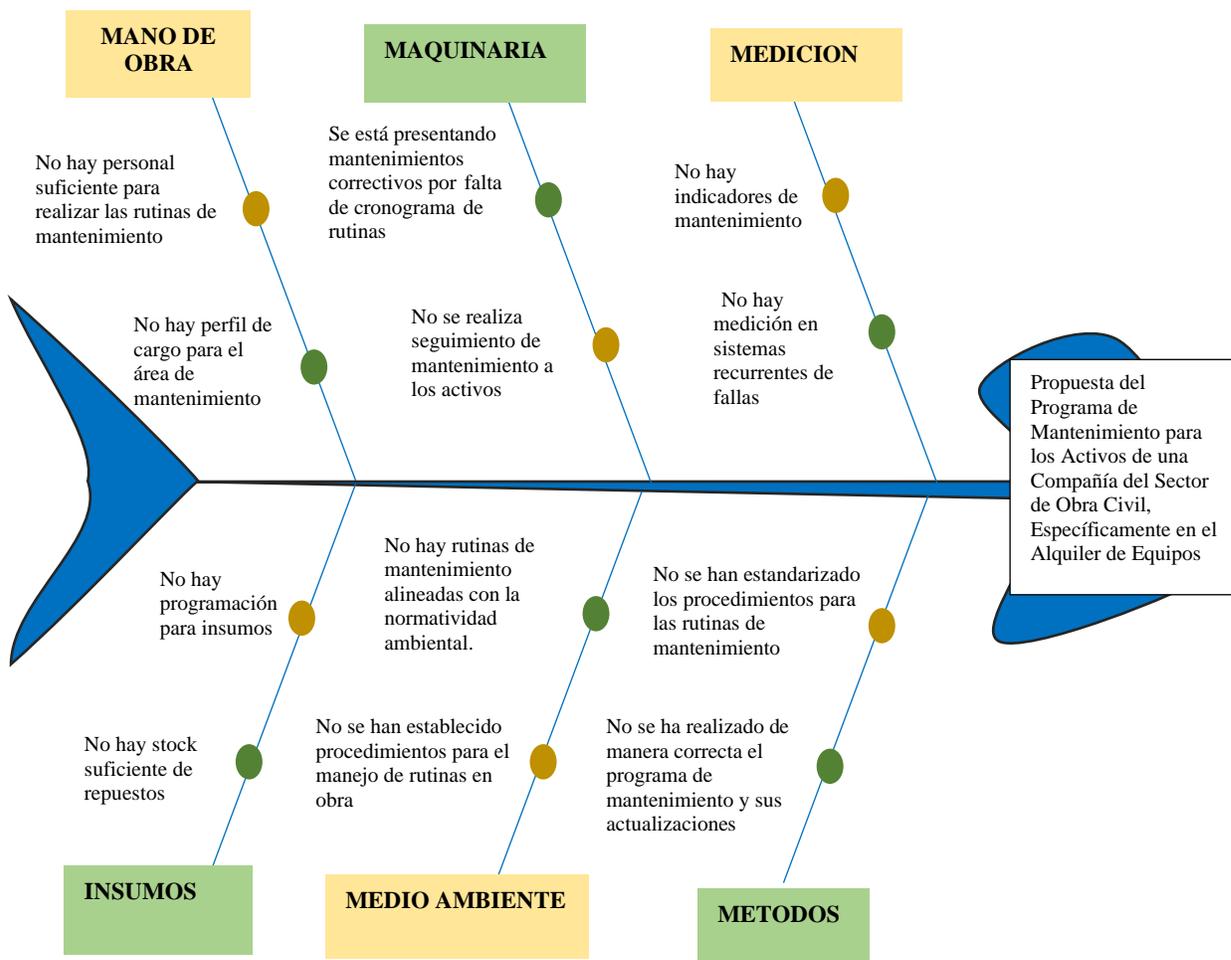
5. ¿Por qué no hay registros de las rutinas realizadas de mantenimiento?

8 respuestas



- Porque el mecánico no envía los documentos a tiempo de las rutinas re...
- Porque no hay la documentación suficiente para registrar las rutinas rea...
- Porque no hay seguimiento por parte del responsable de mantenimiento.
- Porque no hay perfil del cargo ni responsabilidades para el mecánico y...
- Porque no hay actualización del programa de mantenimiento.

Ishikawa Paso 1: Planear (Causas potenciales) (¿Por qué?)



Paso 1: Planear/Paso 2: Hacer
(Plan de acciones) (¿Cómo?)

Aspecto	Causa raíz	Acciones
Mano de obra	No hay personal suficiente para realizar las rutinas de mantenimiento	Se debe evaluar si es necesario más personal o si solamente se requiere planeación y organización en el mantenimiento
	No hay perfil de cargo para el área de mantenimiento	Establecer perfiles de cargo para el personal de mantenimiento
Maquinaria	Se está presentando mantenimientos correctivos por falta de cronograma de rutinas	Realizar frecuencias de mantenimiento.
	No se realiza seguimiento de mantenimiento a los activos	Realizar un procedimiento para seguimiento de rutinas de mantenimiento
Medición	No hay indicadores de mantenimiento	Establecer indicadores de mantenimiento.
	No hay medición en sistemas recurrentes de fallas	Establecer sistemas críticos de acuerdo con sus fallas.
Insumos	No hay programación para insumos	Realizar un stock de insumos de acuerdo con el activo caso de estudio.
	No hay stock suficiente de repuestos	Realizar un stock mínimo de insumos de acuerdo con los sistemas críticos para el activo caso de estudio.
Medio ambiente	No hay rutinas de mantenimiento alineadas con la normatividad ambiental.	Realizar los ajustes en las rutinas cumpliendo la normatividad ambiental.
	No se han establecido procedimientos para el manejo de rutinas en obra.	Realizar los procedimientos para las rutinas de mantenimiento.
Métodos	No se han estandarizado los procedimientos para las rutinas de mantenimiento	Realizar los procedimientos para las rutinas de mantenimiento.
	No se ha realizado de manera correcta el programa de	Realizar el programa de mantenimiento.

mantenimiento y sus actualizaciones

**Paso 3: Verificar
(Plan de acciones) (¿Cuánto?)**

Aspecto	Plan de acción	Verificación	Observaciones
Mano de obra	Cronograma de mantenimiento.	Ok	Se tomará el activo caso de estudio.
	Perfiles de cargo del personal de mantenimiento.	Ok	
Maquinaria	Frecuencias de mantenimiento.	Ok	Se tomará el activo caso de estudio.
	Procedimientos de mantenimiento.	Ok	
Medición	Indicadores de mantenimiento.	Ok	Se tomará el activo caso de estudio.
	Sistemas críticos para el activo caso de estudio.	Ok	
Insumos	Stock de insumos para el activo caso de estudio.	Ok	Se tomará el activo caso de estudio.
Medio ambiente	Procedimientos de mantenimiento.	Ok	Se tomará el activo caso de estudio.
	Procedimiento para disposición final de aceite usado.	Ok	
Métodos	Procedimientos de mantenimiento.	Ok	Se tomará el activo caso de estudio.
	Programa de mantenimiento.	Ok	

**Paso 4: Actuar
Estandarización (Modificar documentos del sistema)**

Documento	Actividad	Objetivo	Observaciones
Programa de mantenimiento.	Ajustes al programa de mantenimiento existente en la organización.	Unificar el programa de mantenimiento.	El programa de mantenimiento tendrá solo lo correspondiente al activo caso de estudio ya que esta propuesta es una guía para la implementación.
Cronograma de mantenimiento.	Diseño del cronograma para el activo caso de estudio.	Establecer una guía para la organización de los cronogramas de mantenimiento aplicable a los demás activos.	La documentación y actividades de mantenimiento tendrán solo lo correspondiente al activo caso de estudio ya

			que esta propuesta es una guía para la implementación.
Perfiles de cargo.	Realizar los perfiles de cargo de mantenimiento teniendo en cuenta las necesidades de la organización.	Establecer las directrices del personal de mantenimiento.	Los perfiles de cargo son diseñados para cubrir todas las variables del nuevo plan de mantenimiento.
Frecuencias de mantenimiento.	Diseñar las frecuencias de mantenimiento para el activo caso de estudio.	Establecer una guía para la organización para la realización de las frecuencias de los demás activos.	La documentación y actividades de mantenimiento tendrán solo lo correspondiente al activo caso de estudio ya que esta propuesta es una guía para la implementación.
Procedimientos de mantenimiento.	Diseño y realización de los procedimientos de mantenimiento teniendo en cuenta la nueva realidad para la prevención del SARS-CoV-2.	Establecer una guía para la organización para la realización de los procedimientos de mantenimiento.	La documentación y actividades de mantenimiento tendrán solo lo correspondiente al activo caso de estudio ya que esta propuesta es una guía para la implementación.
Indicadores de mantenimiento.	Realizar los indicadores de mantenimiento para el activo caso de estudio.	Establecer una guía para la organización para la realización de los indicadores de mantenimiento.	La documentación y actividades de mantenimiento tendrán solo lo correspondiente al activo caso de estudio ya que esta propuesta es una guía para la implementación.
Sistemas críticos para el activo caso de estudio.	Establecer los sistemas críticos para el activo caso de estudio.	Establecer una guía para la organización para establecer los sistemas críticos en los activos.	La documentación y actividades de mantenimiento tendrán solo lo correspondiente al activo caso de estudio ya que esta propuesta es una guía para la implementación.
Stock de insumos para el activo caso de estudio.	Realizar el stock para el activo caso de estudio según las variables encontradas en el análisis.	Establecer una guía para la organización para la realización del stock de insumos de los activos.	La documentación y actividades de mantenimiento tendrán solo lo correspondiente al activo caso de estudio ya que esta propuesta es una guía para la implementación.
Procedimiento para disposición final de aceite usado.	Realizar el procedimiento para disposición final de aceite usado según la normatividad ambiental.	Establecer una guía para la organización para la disposición final de aceite usado.	Este procedimiento se elabora para que la documentación cumpla con la normatividad ambiental establecida.

Fuente. Propia.

**Anexo E. Documentación de mantenimiento para la implementación en la compañía
tomando como base el activo objeto de estudio.**

E.1 Programa de mantenimiento.

Tabla E.1. Documento del programa de mantenimiento

Documento del programa de mantenimiento
<p>Introducción El presente documento contiene los lineamientos del area de mantenimiento para una organización del sector de la construcción en la división de alquiler de equipos, tomando como caso de estudio un activo crítico para realizar este programa.</p> <p>Organización del Departamento de Mantenimiento Organigrama de mantenimiento</p> <pre> graph TD GG[Gerencia general] --- ESM[Especialista de mantenimiento] GG --- SM[Supervisor de mantenimiento] SM --- MM[Mecánico de mantenimiento] SM --- OAA["Operador del activo (personal de apoyo de mantenimiento)"] </pre> <p>La organización del programa de mantenimiento incluye lo siguiente:</p> <p>Diseño de trabajo. Para el diseño del trabajo de mantenimiento se deben tener en cuenta los pliegos licitatorios en los componentes de maquinaria en los proyectos, el cronograma de obra de acuerdo a las actividades a realizar, la disponibilidad y puesta a punto de los equipos de acuerdo a las rutinas de mantenimiento realizadas y al historial de los activos para originar las programaciones de acuerdo a las horas de trabajo y los lineamientos técnicos del fabricante.</p>

Estándares de tiempo.

En los estándares de tiempo para las rutinas de los activos toman como base los manuales técnicos de los equipos de las casas fabricantes, se establecen las frecuencias de acuerdo con las horas de trabajo y se programan los colaboradores que van a realizar las actividades.

Es importante tener en cuenta la ubicación del activo y el proceso de obra que se está adelantando, las operaciones en muchos casos no se pueden parar y con relación a la ubicación del activo el plan de manejo ambiental muchas veces no permite realizar rutinas específicas por eso es importante tener en cuenta las horas de trabajo para poder realizar estrategias que permitan la realización de las rutinas en los activos.

Administración del mantenimiento.

La administración de la gestión de mantenimiento tiene por objeto la preservación de los activos, su herramienta más importante es el programa de mantenimiento por el logro de la planeación control y seguimiento de las rutinas para los activos de la organización. Todas las actividades del programa de mantenimiento se realizarán de acuerdo con los lineamientos técnicos y las horas de trabajo de la maquinaria.

La documentación de mantenimiento de este programa se diseñó de acuerdo con lo establecido para el caso de estudio retro cargador de oruga Hitachi 200 como modelo de trabajo para los demás activos de la organización

Política de mantenimiento:

Garantizar los estándares de funcionamiento en los activos con el máximo rendimiento y el mínimo consumo para mantener la unidad de negocio en la empresa.

Objetivo general del mantenimiento

La implementación de un programa de mantenimiento para los activos de la organización caso de estudio.

Objetivos específicos.

- Maximizar la disponibilidad de los activos para la producción en obra.
- Lograr con el mínimo costo el mayor tiempo de servicio de los activos en la división de alquiler de equipos.
- Preservar el valor de los activos, optimizando su operación y minimizando el deterioro.
- Disminuir los paros imprevistos de producción ocasionados por fallas en los activos.

Metas.

Se establecen en períodos trimestrales donde se revizaran todas las variables del activo caso de estudio.

Fuente. Propia.

E.1.1 Formatos de mantenimiento**Hoja de mantenimiento del activo:**

Tabla E2. Hoja de vida del activo

Hoja de vida del activo				No.
Nombre del equipo		Código		
Fecha de adquisición		Manifiesto	Garantía	
Modelo		Serie	Ubicación	
Dimensiones		Peso	Placa	

Datos fabricante						
Nombre					Representante	
Contacto					Contacto	
Ubicación					Ubicación	
Características técnicas						
Volumen de combustible					Motor	
Volumen de refrigerante					Modelo	
Volumen de aceite de motor					Fecha de última inspección	
Intervenciones realizadas al equipo						
No.	Fecha	Descripción de la actividad	Repuestos	Materiales	Tiempo	Responsable
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
Ordenes de trabajo generadas de acuerdo con intervenciones realizadas						
No. de intervención		Orden de trabajo		Fecha de programación		Responsable

Repuestos, materiales y/o herramientas de acuerdo con las ordenes de trabajo			
Orden de trabajo	Repuestos, materiales y/o herramientas	Proveedor	Responsable
Ordenes de trabajo realizadas			
No. de orden de trabajo	Observaciones	Responsables	
Comentarios			

Fuente. Propia

E.1.2 Listado de partes del activo por sistemas:

Tabla E3. Listado de partes del activo por sistemas

Listado de partes del activo por sistemas	No.
--	------------

Nombre del equipo		Código			
Modelo		Serie		Ubicación	
No	Sistema de activo	Nombre de la pieza	Código	Plano No.	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
Comentarios					

Fuente. Propia.

E.1.3 Plan maestro de mantenimiento, registro y control:

Tabla E.4. Plan maestro de mantenimiento, registro y control.

Plan maestro de mantenimiento registro y control									No.	
Nombre del activo			Código							
Modelo			Serie			Ubicación				
Sistema del activo										
Mes	Semana				Frecuencia				Observaciones	Responsables
	1	2	3	4	Men.	Trim.	Sem.	Anu.		
Ene										
Feb										
Mar										
Abr										
May										
Jun										
Jul										
Ago.										
Sep.										
Oct										
Nov										
Dic										
Simbología										
L = Lubricación. V = Verificación. MG = Mantenimiento general TM = Toma de muestra MD = Modificación					M = Mecánico. E = Eléctrico. EE = Electrónico. H = Hidráulico. N = Neumático.				I = Inspección. L = Limpieza. C = Cambio de componente. R = Reparación. A = Ajuste.	
Comentarios										

Sistema del activo										
Mes	Semana				Frecuencia				Observaciones	Responsables
	1	2	3	4	Men.	Trim.	Sem.	Anu.		
Ene										
Feb										
Mar										
Abr										
May										
Jun										
Jul										
Ago.										
Sep.										
Oct										
Nov										
Dic										
Simbología										
L = Lubricación. V = Verificación. MG=Mantenimiento general TM =Toma de muestra MD =Modificación					M = Mecánico. E = Eléctrico. EE = Electrónico. H = Hidráulico. N = Neumático.				I=Inspección. L=Limpieza. C=Cambio de componente. R=Reparación. A=Ajuste.	
Comentarios										

Fuente. Propia

E.1.4. Carta de lubricación:

Tabla E.5. Carta de Lubricación

Carta de lubricación							No.
Nombre del activo		Código					
Modelo		Serie		Ubicación			
Sistema del activo							
N°	Partes por lubricar	Lubricante	Frecuencia	Método	Tiempo	Cantidad	Responsable
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
Comentarios							

Fuente. Propia.

E.1.5. Solicitud de trabajo:

Tabla E.6. Solicitud de trabajo

Solicitud de Trabajo No.				PAG 1 DE 1
Maquina	Marca	Modelo	Código	Formato No.
Hora		Fecha		

Lectura	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Año		
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre									
Horómetro:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Odómetro:	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Operario/conductor:								Obra:							
¿Qué tipo de falla presenta?															
SM	Sist. Motriz	SE	Sist. Eléctrico	SF	Sist. Frenos	ET	Equipo de trabajo	CR	Carrocería						
SH	Sist. Hidráulico	SS	Sist. Suspensión	SN	Sist. Neumático	TP	Tren de Potencia								
Sist.	Condiciones														
SM															
SH															
Operario				supervisor				Jefe de Mantenimiento							

Fuente. Propia.

E.1.6. Orden de trabajo:

Tabla E.7. Orden de trabajo

Orden de trabajo				OT No.	
Nombre del activo		Código			
Modelo		Serie		Ubicación	
Fecha		Tiempo previsto		Fecha de realización	
Sistema		Tarea		Falla	
Parte		Valor de medición		Responsable	
Observaciones					
Insumos		Cantidad		Costo	
Herramientas			Cantidad		

Personal		Especialidad		Tiempo		Costo	
Realizo			Reviso			Tiempo utilizado	
Fecha			Fecha				
Comentarios							

Fuente. Propia.

E.1.6. Perfiles de cargo para el área de mantenimiento de la compañía caso de estudio.

Tabla E.8 Perfil del cargo especialista de mantenimiento

Perfil del cargo departamento de mantenimiento	
Denominación del cargo: Especialista de mantenimiento	
Área: Mantenimiento	Jefe inmediato:
Objetivo del cargo	
Diseñar y aplicar el programa de mantenimiento a los activos de la organización y monitorear el cumplimiento de las rutinas de los colaboradores según las frecuencias establecidas para mantener a los activos en óptimas condiciones de funcionamiento.	
Requisitos y competencias	
Ingeniero mecánico o profesional con especialización en gerencia de mantenimiento. Experiencia de cinco años en cargos coordinador/jefe de mantenimiento. Auditor interno ISO 55000 en gestión de activos o su estudio equivalente.	
Competencias Capacidad de liderazgo, conocimientos en gerencia y administración de mantenimiento, trabajo en equipo, gestión de mantenimiento, conocimientos en gerencia de proyectos, comunicación efectiva, interpretación de planos y procesos industriales, conocimientos en mejora continua del sistema.	
Responsabilidades de seguridad y salud en el trabajo	
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer, entender y aplicar las políticas de la organización. • Procurar el autocuidado. • Informar las condiciones de riesgo de sus labores al jefe inmediato. 	

- Suministrar información sobre su estado de salud actual.
- Cumplir las normas y los lineamientos de la empresa de acuerdo con la normatividad vigente.
- Participar en las actividades de promoción y prevención la empresa.
- Reportar inmediatamente todo accidente e incidente al jefe inmediato.
- Usar los elementos de protección personal y de bioseguridad de acuerdo con su puesto de trabajo y al desarrollo de las actividades propias del cargo.
- Conocer y aplicar los procedimientos para las rutinas asignadas.
- Conocer y aplicar normas básicas de seguridad de las herramientas de los colaboradores y remplazar las herramientas en mal estado.
- Conocer y aplicar el procedimiento de emergencias de la organización y compañía contratista.
- Mantener limpias y ordenadas las áreas de trabajo asignadas de acuerdo con la normatividad vigente.
- Cumplir con la programación de los exámenes médicos.
- Hacer cumplir las normas de manejo y utilización de las sustancias necesarias para las rutinas de trabajo.
- Realizar las actividades de manera segura, identificando y evaluando los peligros de las rutinas y aplicar las medidas correctivas necesarias.

Funciones y responsabilidades del cargo

- Conocer y hacer cumplir las normas de tránsito vigentes y disposiciones internas impartidas por la organización en lo correspondiente a la maquinaria pesada.
- Monitorear la disposición de los residuos y sustancias peligrosas generadas en las rutinas de mantenimiento de acuerdo con los lineamientos de la organización y al plan de manejo ambiental de la empresa contratista.
- Recibir y gestionar las novedades que se presenten en el ejercicio de las funciones de los trabajadores a cargo.
- Monitorear el cumplimiento de las labores asignadas en los procesos de mantenimiento.
- Revisar la información derivada de las tareas asignadas a los colaboradores.
- Realizar los indicadores de mantenimiento de acuerdo con los resultados de los trabajos realizados en los activos.
- Apoyar la gestión de mantenimiento y realizar la mejora continua.
- Diseñar y aplicar el programa de mantenimiento de acuerdo con las necesidades de la organización.
- Verificar los análisis de los diferentes componentes para realizar un plan de acción con fecha y responsable.
- Recibir informes el estado de los activos para su disponibilidad en producción.
- Monitorear el estado de herramientas y equipos asignados a los trabajadores para dar de baja, realizar cambios o comprar instrumentos para nuevas necesidades.
- Monitorear el cumplimiento del plan de manejo ambiental de la organización y la compañía contratista.
- Monitorear el seguimiento al personal operativo de los activos que sirven de apoyo a las rutinas de mantenimiento.
- Monitorear la implementación de la filosofía de las 5 S para mantener la clasificación, orden y limpieza de las áreas de mantenimiento.
- Realizar la actualización del plan de mantenimiento cuando ingrese maquinaria nueva que ingrese a la empresa.
- Realizar la planeación y asignación de los recursos de mantenimiento a los colaboradores del área.
- Realizar la compra de los repuestos necesarios para el cumplimiento de las órdenes de trabajo.
- Monitorear el estado de los activos según las especificaciones técnicas.
- Dar solución a las fallas en los equipos.
- Programar las labores de mantenimiento que permitan prevenir fallas para evitar las paradas de equipo.
- Monitorear los sistemas y componentes según especificaciones técnicas establecidas.

Elementos de protección personal y de bioseguridad
<p>Los elementos de seguridad para el cargo especialista de mantenimiento son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Casco dieléctrico con barbuquejo. • Gafas de seguridad oscuras y claras para el día y la noche • Protectores auditivos anatómicos y de copa de acuerdo con los resultados de las mediciones de ruido en las áreas de trabajo. • Respirador con protección para material particulado de acuerdo con el análisis de partículas en el ambiente en las áreas de trabajo. • Botas con puntera de acero dieléctricas. • Botas de caucho media caña para ambientes húmedos. • Guantes con características de acuerdo con la rutina de verificación. • Overol de dos piezas con reflectivo. • Careta visor para riesgo biológico determinado por el protocolo de bioseguridad de la organización. • Tapabocas desechable para evitar el riesgo biológico determinado por el protocolo de bioseguridad de la organización. • Traje de bioseguridad determinado por el protocolo de bioseguridad de la organización y utilizado según los lineamientos.

Fuente. Propia.

Tabla E.9 Perfil del cargo supervisor de mantenimiento

Perfil del cargo departamento de mantenimiento	
Denominación del cargo: Supervisor de mantenimiento	
Área: Mantenimiento	Jefe inmediato:
Objetivo del cargo	
Supervisar las rutinas de los colaboradores según el plan de mantenimiento de la organización para mantener a los activos en óptimas condiciones de funcionamiento.	
Requisitos y competencias	
<p>Tecnólogo o profesional en mantenimiento mecánico. Experiencia de cinco años en cargos de supervisión de mantenimiento de maquinaria pesada. Curso avanzado de trabajo en alturas.</p> <p>Competencias Capacidad de liderazgo, conocimientos en sistemas eléctricos, electrónicos y mecánicos, trabajo en equipo, capacidad de análisis de fallas en los sistemas, monitorear la realización de la documentación correspondiente al programa de mantenimiento, hacer seguimiento a los activos con los indicadores de mantenimiento, comunicación efectiva, interpretación de planos y procesos industriales, planificación y organización de las actividades de los activos asignados.</p>	
Responsabilidades de seguridad y salud en el trabajo	
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer, entender y aplicar las políticas de la organización. • Procurar el autocuidado. • Informar las condiciones de riesgo de sus labores al jefe inmediato. • Suministrar información sobre su estado de salud actual. • Cumplir las normas y los lineamientos de la empresa de acuerdo con la normatividad vigente. 	

- Participar en las actividades de promoción y prevención la empresa.
- Reportar inmediatamente todo accidente e incidente al jefe inmediato.
- Usar los elementos de protección personal y de bioseguridad de acuerdo con su puesto de trabajo y al desarrollo de las actividades propias del cargo.
- Conocer y aplicar los procedimientos para las rutinas asignadas.
- Conocer y aplicar normas básicas de seguridad de las herramientas de los colaboradores y remplazar las herramientas en mal estado.
- Conocer y aplicar el procedimiento de emergencias de la organización y compañía contratista.
- Mantener limpias y ordenadas las áreas de trabajo asignadas de acuerdo con la normatividad vigente.
- Cumplir con la programación de los exámenes médicos.
- Hacer cumplir las normas de manejo y utilización de las sustancias necesarias para las rutinas de trabajo.
- Realizar las actividades de manera segura, identificando y evaluando los peligros de las rutinas y aplicar las medidas correctivas necesarias.

Funciones y responsabilidades del cargo

- Conocer y cumplir las normas de tránsito vigentes y disposiciones internas impartidas por la organización en lo correspondiente a la maquinaria pesada.
- Disponer los residuos y sustancias peligrosas generadas en las rutinas de mantenimiento de acuerdo con los lineamientos de la organización y al plan de manejo ambiental de la empresa contratista.
- Recibir las novedades que se presenten en el ejercicio de las funciones de los trabajadores a cargo y gestionar su solución.
- Monitorear las labores definidas en los procesos de mantenimiento.
- Analizar y verificar la información derivada de las tareas asignadas a los colaboradores.
- Realizar seguimiento a los trabajos realizados en los activos y apoyar la gestión de mantenimiento.
- Ejecutar el programa de mantenimiento de acuerdo con el cronograma y las horas de trabajo de los activos asignando las rutinas a los trabajadores del área.
- Realizar el análisis de datos de los diferentes componentes para determinar el estado y programar las acciones correspondientes de mantenimiento.
- Informar el estado del activo para su disponibilidad en producción.
- Verificar el estado de herramientas y equipos asignados a los trabajadores para las rutinas diarias.
- Hacer cumplir el plan de manejo ambiental de la organización y la compañía contratista.
- Monitorear el seguimiento al personal operativo de los activos que sirven de apoyo a las rutinas de mantenimiento.
- Monitorear la implementación de la filosofía de las 5 S para mantener la clasificación, orden y limpieza de las áreas de mantenimiento.
- Apoyar la actualización del plan de mantenimiento cuando ingrese maquinaria nueva que ingrese a la empresa.
- Asegurar la utilización adecuadas de los recursos a su cargo.
- Apoyarla compra de los repuestos necesarios para el cumplimiento de las órdenes de trabajo.
- Verificar el estado de los activos según las especificaciones técnicas.
- Analizar las posibles fallas en los equipos.
- Programar las labores de mantenimiento que permitan prevenir fallas para evitar las paradas de equipo.
- Realizar verificación a los sistemas y componentes según especificaciones técnicas establecidas.

Elementos de protección personal y de bioseguridad

Los elementos de seguridad para el cargo supervisor de mantenimiento son los siguientes:

- Casco dieléctrico con barbuquejo.
- Gafas de seguridad oscuras y claras para el día y la noche
- Protectores auditivos anatómicos y de copa de acuerdo con los resultados de las mediciones de ruido en las áreas de trabajo.
- Respirador con protección para material particulado de acuerdo con el análisis de partículas en el

<p>ambiente en las áreas de trabajo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Botas con puntera de acero dieléctricas. • Botas de caucho media caña para ambientes húmedos. • Guantes con características de acuerdo con la rutina de verificación. • Overol de dos piezas con reflectivo. • Careta visor para riesgo biológico determinado por el protocolo de bioseguridad de la organización. • Tapabocas desechable para evitar el riesgo biológico determinado por el protocolo de bioseguridad de la organización. • Traje de bioseguridad determinado por el protocolo de bioseguridad de la organización y utilizado según los lineamientos.

Fuente. Propia.

Tabla E.10 Perfil del cargo mecánico maquinaria pesada

Perfil del cargo departamento de mantenimiento	
Denominación del cargo: Mecánico maquinaria pesada	
Área: Mantenimiento	Jefe inmediato:
Objetivo del cargo	
Mantener en óptimas condiciones de funcionamiento los activos que intervienen en el proceso productivo según el plan de mantenimiento de la organización.	
Requisitos y competencias	
<p>Técnico y/o tecnólogo en mantenimiento mecánico. Experiencia de tres años en cargos de mantenimiento de maquinaria pesada. Curso avanzado de trabajo en alturas.</p> <p>Competencias Capacidad de concentración, conocimientos en sistemas eléctricos, electrónicos básicos y mecánicos, trabajo en equipo, detección de fallas en los sistemas, cumplir con la documentación correspondiente al programa de mantenimiento, hacer seguimiento a los activos después de las rutinas realizadas, comunicación efectiva, interpretación de planos y procesos industriales, planificación y organización en su cargo.</p>	
Responsabilidades de seguridad y salud en el trabajo	
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer, entender y aplicar las políticas de la organización. • Procurar el autocuidado. • Informar las condiciones de riesgo de sus labores al superior inmediato. • Suministrar información sobre su estado de salud actual. • Cumplir las normas y los lineamientos de la empresa de acuerdo con la normatividad vigente. • Participar en las actividades de promoción y prevención la empresa. • Reportar inmediatamente todo accidente e incidente al supervisor inmediato. • Usar los elementos de protección personal y de bioseguridad de acuerdo con su puesto de trabajo y al desarrollo de las actividades propias del cargo. • Conocer y aplicar los procedimientos para las rutinas asignadas. • Conocer y aplicar el bloqueo y etiquetado en las actividades propias de su cargo. • Conocer y aplicar normas básicas de seguridad de las herramientas de uso común y gestionar el reemplazo de herramientas en mal estado. • Conocer y aplicar el procedimiento de emergencias de la organización y compañía contratista. 	

- Mantener limpio y ordenado el lugar de trabajo de acuerdo con la normatividad vigente.
- Cumplir con la programación de los exámenes médicos.
- Aplicar las indicaciones de las hojas de seguridad de las sustancias necesarias para las rutinas de trabajo.
- Realizar las actividades de manera segura, identificando y evaluando los peligros de las rutinas y aplicar las medidas correctivas necesarias.

Funciones y responsabilidades del cargo

- Conocer y cumplir las normas de tránsito vigentes y disposiciones internas impartidas por la organización en lo correspondiente a la maquinaria pesada.
- Seleccionar y disponer los residuos y sustancias peligrosas generadas en las rutinas de mantenimiento de acuerdo con los lineamientos de la organización y al plan de manejo ambiental de la empresa contratista.
- Planificar las rutinas asignadas e informar las novedades que se presenten en el ejercicio de sus funciones.
- Conocer y ejecutar las labores definidas en los procesos de mantenimiento.
- Analizar y verificar la información derivada de las tareas asignadas.
- Realizar seguimiento a los trabajos realizados en los activos y apoyar la gestión de mantenimiento.
- Ejecutar el programa de mantenimiento de acuerdo con el cronograma y las horas de trabajo de los activos.
- Realizar el análisis de datos de los diferentes componentes para determinar el estado.
- Informar el estado del activo para su disponibilidad en producción.
- Verificar el estado de herramientas y equipos asignados para su labor diaria.
- Cumplir con el plan de manejo ambiental de la organización y la compañía contratista.
- Capacitar y realizar seguimiento al personal operativo de los activos que sirven de apoyo a las rutinas de mantenimiento.
- Implementar la filosofía de las 5 S para mantener la clasificación, orden y limpieza de las áreas de mantenimiento.
- Apoyar la actualización del plan de mantenimiento cuando ingrese maquinaria nueva que ingrese a la empresa.
- Asegurar la utilización adecuadas de los recursos a su cargo.
- Apoyar la compra de los repuestos necesarios para el cumplimiento de las órdenes de trabajo.
- Inspeccionar y comprobar el estado de los activos según las especificaciones técnicas.
- Diagnosticar las posibles fallas en los equipos.
- Realizar labores de mantenimiento que permitan prevenir fallas para evitar las paradas de equipo.
- Realizar monitoreos a los sistemas y componentes según especificaciones técnicas establecidas.

Elementos de protección personal y de bioseguridad

Los elementos de seguridad para el cargo mecánico son los siguientes:

- Eslinga y arnés de seguridad
- Casco dieléctrico con barbuquejo.
- Careta visor para esmerilar en caso de realizar esta rutina.
- Gafas de seguridad oscuras y claras para el día y la noche
- Protectores auditivos anatómicos y de copa de acuerdo con los resultados de las mediciones de ruido en las áreas de trabajo.
- Respirador con protección para material particulado de acuerdo con la rutina a realizar y al análisis de partículas en el ambiente en las áreas de trabajo.
- Botas con puntera de acero dieléctricas.
- Botas de caucho media caña para ambientes húmedos.
- Guantes con características de acuerdo con la rutina a realizar.
- Overol de trabajo enterizo o de dos piezas con reflectivos de acuerdo con la rutina de mantenimiento.
- Careta visor para riesgo biológico determinado por el protocolo de bioseguridad de la organización.
- Tapabocas desechable para evitar el riesgo biológico determinado por el protocolo de bioseguridad de la organización.

- Traje de bioseguridad determinado por el protocolo de bioseguridad de la organización y utilizado según los lineamientos.

Fuente. Propia.

Tabla E.11 Perfil del cargo personal de apoyo de mantenimiento para maquinaria

Perfil del cargo departamento de mantenimiento	
Denominación del cargo: Personal de apoyo de mantenimiento para maquinaria pesada	
Área: Mantenimiento	Jefe inmediato:
Objetivo del cargo	
Mantener en óptimas condiciones de funcionamiento los activos que intervienen en el proceso productivo según el plan de mantenimiento de la organización.	
Requisitos y competencias	
Este personal corresponde al operador del activo y este perfil corresponde solo a su desempeño en el área de mantenimiento.	
Operador del activo en el área de mantenimiento.	
Conocimientos de mantenimiento de maquinaria pesada.	
Experiencia de cuatro años como operador de maquinaria.	
Curso avanzado de trabajo en alturas.	
Competencias	
Capacidad de concentración, conocimientos básicos en sistemas eléctricos, electrónicos básicos y mecánicos, trabajo en equipo, identificación de fallas en los sistemas, cumplir con la documentación correspondiente al chequeo del equipo y documentación de soporte, confirmar el funcionamiento del equipo después de las rutinas realizadas de mantenimiento, comunicación efectiva, interpretación de planos básicos y procesos de mantenimiento.	
Responsabilidades de seguridad y salud en el trabajo	
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer, entender y aplicar las políticas de la organización. • Procurar el autocuidado. • Informar las condiciones de riesgo de sus labores al superior inmediato. • Suministrar información sobre su estado de salud actual. • Cumplir las normas y los lineamientos de la empresa de acuerdo con la normatividad vigente. • Participar en las actividades de promoción y prevención la empresa. • Reportar inmediatamente todo accidente e incidente al supervisor inmediato. • Usar los elementos de protección personal y de bioseguridad de acuerdo con su puesto de trabajo y al desarrollo de las actividades propias del cargo. • Conocer y aplicar los procedimientos para las rutinas asignadas. • Conocer y aplicar el bloqueo y etiquetado en las actividades propias de su cargo. • Conocer y aplicar normas básicas de seguridad de las herramientas de uso común y gestionar el reemplazo de herramientas en mal estado. • Conocer y aplicar el procedimiento de emergencias de la organización y compañía contratista. • Mantener limpio y ordenado el lugar de trabajo de acuerdo con la normatividad vigente. • Cumplir con la programación de los exámenes médicos. • Aplicar las indicaciones de las hojas de seguridad de las sustancias necesarias para las rutinas de trabajo. • Realizar las actividades de manera segura, identificando y evaluando los peligros de las rutinas y aplicar 	

las medidas correctivas necesarias.
Funciones y responsabilidades del cargo
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer y cumplir las normas de tránsito vigentes y disposiciones internas impartidas por la organización en lo correspondiente a la maquinaria pesada. • Seleccionar y disponer los residuos y sustancias peligrosas generadas en las rutinas de mantenimiento de acuerdo con los lineamientos de la organización y al plan de manejo ambiental de la empresa contratista. • Realizar las rutinas asignadas e informar las novedades que se presenten al mecánico. • Conocer y ejecutar las labores de apoyo definidas por el mecánico. • Entregar la información derivada de las tareas asignadas. • Apoyar la gestión de mantenimiento. • Ejecutar las actividades de mantenimiento de acuerdo con las horas de trabajo de los activos según las indicaciones del mecánico. • Informar el estado del activo para su disponibilidad en producción. • Verificar el estado de herramientas y equipos asignados para su labor diaria. • Cumplir con el plan de manejo ambiental de la organización y la compañía contratista. • Implementar la filosofía de las 5 S para mantener la clasificación, orden y limpieza de las áreas de mantenimiento. • Comunicar las posibles fallas en los equipos. • Monitorear los sistemas y componentes del activo y comunicar las novedades encontradas.
Elementos de protección personal y de bioseguridad
<p>Los elementos de seguridad para el cargo operador son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eslinga y arnés de seguridad • Casco dieléctrico con barbuquejo. • Gafas de seguridad oscuras y claras para el día y la noche • Protectores auditivos anatómicos y de copa de acuerdo con los resultados de las mediciones de ruido en las áreas de trabajo. • Respirador con protección para material particulado de acuerdo con la rutina a realizar y al análisis de partículas en el ambiente en las áreas de trabajo. • Botas con puntera de acero dieléctricas. • Botas de caucho media caña para ambientes húmedos. • Guantes con características de acuerdo con la rutina a realizar. • Overol de trabajo enterizo o de dos piezas con reflectivos de acuerdo con la rutina de mantenimiento. • Careta visor para riesgo biológico determinado por el protocolo de bioseguridad de la organización. • Tapabocas desechable para evitar el riesgo biológico determinado por el protocolo de bioseguridad de la organización. • Traje de bioseguridad determinado por el protocolo de bioseguridad de la organización y utilizado según los lineamientos.

Fuente. Propia.

E.1.7. Manejo de activos en centro de costo.

Tabla E.12 Activos por centro de costo.

Equipo	Operador	Obra	Código de centro de costo
--------	----------	------	---------------------------

Fuente. Propia.

Tabla E.13 Trazabilidad de activos 1

Equipo	Proveedor	Fecha	Mes	Número reporte	Actividades	Unidad	Cantidad	VR / Unit	Ubicación	Centro costo

Fuente. Propia.

Tabla E.14 Trazabilidad de activos 2

ACP M	Horometro inicial	Horometr o final	Horas maquina	Costo total ACPM	Insumo	Precio total insumo	Productivida d equipo	Depreciación

Fuente. Propia.

Tabla E.15 Costos de mantenimiento del activo asignado al centro de costo.

Equipo	Fecha	Mes	Proveedor	Concepto	Total, gastos mto	Centro de costo

Fuente. Propia.

E.1.8 Programa de capacitación técnica para el personal de mantenimiento.

El programa de capacitación técnica para el personal de mantenimiento para la organización caso de estudio se ha diseñado de la siguiente manera:

Tabla E.16 Capacitación técnica al personal de mantenimiento.

Ítem	Actividad	A quien	Capacitador	Tiempo
1	Capacitación sobre conocimientos técnicos de los sistemas del activo caso de estudio (retrocargador de oruga Hitachi 200)	Especialista de mantenimiento Supervisor de mantenimiento Personal de mantenimiento	Personal del área técnica de la organización que tiene la representación del fabricante del activo	Ciclos de una hora diarias. Total 16 horas.
2	Capacitación sobre inspección técnica del activo caso de estudio (retrocargador de	Especialista de mantenimiento Supervisor de mantenimiento	Personal del área técnica de la organización que tiene la representación del	Ciclos de media hora diaria. Total 8 horas.

	oruga Hitachi 200)	Personal de mantenimiento	fabricante del activo	
3	Capacitación sobre mantenimiento y ajustes en los sistemas del activo caso de estudio (retrocargador de oruga Hitachi 200)	Especialista de mantenimiento Supervisor de mantenimiento Personal de mantenimiento	Personal del área técnica de la organización que tiene la representación del fabricante del activo	Ciclos de una hora diaria. Total, 20horas.
4	Capacitación sobre partes e insumos para el activo caso de estudio (retrocargador de oruga Hitachi 200)	Especialista de mantenimiento Supervisor de mantenimiento Personal de mantenimiento	Proveedores de partes e insumos	Ciclos de media hora diaria. Total 10 horas.
5	Capacitación sobre identificación de fallas para el activo caso de estudio (retrocargador de oruga Hitachi 200)	Supervisor de mantenimiento Personal de mantenimiento	Especialista de mantenimiento	Ciclos de una hora diaria. Total 4 horas.
6	Capacitación sobre conocimientos de mantenimiento	Supervisor de mantenimiento Personal de mantenimiento	Especialista de mantenimiento	Ciclos de media hora diaria. Total 10 horas.

7	Capacitación sobre manejo documental del programa de mantenimiento	Supervisor de mantenimiento Personal de mantenimiento	Especialista de mantenimiento	Ciclos de una hora diaria. Total 4 horas.
8	Capacitación sobre adaptación de las rutinas de trabajo de acuerdo con la normatividad vigente para la prevención del COVID 19	Supervisor de mantenimiento Personal de mantenimiento	Especialista de mantenimiento Supervisor SST	Ciclos de una hora diaria. Total 6 horas.

Fuente: Autoría propia.

El personal interesado son todo el personal involucrado en la organización contratistas, proveedores, clientes entre otros.

Tabla E.17 Capacitación a los interesados.

Ítem	Actividad	A quien	Capacitador	Tiempo
1	Capacitación sobre adaptación de las rutinas de trabajo de acuerdo con la normatividad vigente para la prevención del COVID 19	Interesados.	Especialista de mantenimiento Supervisor SST.	Ciclos de una hora diaria. Total 4 horas.
2	Capacitación sobre manejo	Interesados.	. Especialista de	Ciclos de media

documental del	mantenimiento	hora diaria. Total
programa de		4 horas.
mantenimiento		

Fuente: Autoría propia.

El programa de capacitaciones se debe realizar dentro de los siguientes parámetros:

- Las capacitaciones serán ajustadas de acuerdo con la disponibilidad del personal y el tiempo destinado por la organización.
- Todo personal nuevo deberá tener las capacitaciones según la programación establecida por el departamento de mantenimiento.
- Las capacitaciones serán evaluadas y anexadas a las hojas de vida de los colaboradores.
- Debe haber retroalimentación en las capacitaciones.
- Deberá haber evidencias de las capacitaciones.
- Las capacitaciones se programarán de acuerdo con la disponibilidad de los proyectos y los protocolos de bioseguridad.

E.1.9 Frecuencias de mantenimiento para el activo caso de estudio.

Tabla E.18 Frecuencia de engrase.

Actividad	Rutina	Piezas	Cantidad	Frecuencia (Horas)									
				8	50	100	200	500	1000	2000	4000		
Engrase general	Actividad de adición de lubricante mineral o sintético, tiene la finalidad de reducir el rozamiento y el desgaste de las superficies en contacto.	Pasadores de la junta delantera	Pasadores de la junta del accesorio delantero (a excepción de los de la cuchara y de la articulación)	16	X								
			Pasadores de la cuchara y de la junta de la articulación.	4	X								
		Cojinete de rotación	2					X					
		Mecanismo interno de rotación	1					X					

	Eje delantero	4					X				
	Eje propulsor delantero y trasero	5						X			
	Pasador compensador	1					X				

Fuente: Autoría propia.

Tabla E.19 Frecuencia de verificación y cambio de aceite de motor.

Actividad	Rutina	Piezas		Cantidad	Frecuencia (Horas)							
					8	50	100	200	500	1000	2000	4000
Verificación y cambio de aceite de motor	La verificación del nivel de aceite de motor como rutina de chequeo. Actividad de cambio de aceite, se retira el aceite usado y el filtro de aceite y se sustituye por aceite nuevo y el filtro, es necesario hacer cambio de aceite porque este pierde su viscosidad y se deterioran sus propiedades con las horas de trabajo del activo.	Aceite del motor	Comprobar el nivel del aceite		X							
		Aceite del motor	Cambiar	5,5 gal.				X				
		Filtro de aceite del motor	Sustituir	1				X				

Fuente: Autoría propia.

Tabla E.20 Frecuencia de cambio de aceite de la transmisión.

Actividad	Rutina	Piezas		Cantidad	Frecuencia (Horas)						
					8	50	100	200	500	1000	2000
Cambio de aceite de la transmisión	La verificación del nivel de aceite de la transmisión como rutina de chequeo. Actividad de cambio de aceite, se retira el aceite usado y se sustituye por	Transmisión de la bomba	Comprobar el nivel de aceite				X				
			Cambiar	0,26 gal.					X		
		Mecanismo reductor de rotación	Comprobar el nivel de aceite				X				
			Cambiar	1,64 gal.					X		
		Transmisión	Comprobar el nivel de aceite				X				
			Cambiar	0,85 gal.						X	
	Comprobar el nivel de aceite				X						

Limpieza del sistema de combustible	sistema de combustible y cambio de accesorios, la suciedad del sistema genera mayor consumo de combustible, más emisiones de gases contaminantes y la pérdida de potencia.	Comprobación del separador de agua	1	X						
		Sustitución del filtro de combustible	1				X			
		Limpieza del tamiz de la bomba de alimentación	1					X		
		Comprobación fugas, grietas, etc. de los tubos flexibles del combustible	1				X			

Fuente: Autoría propia.

Tabla E.23 Frecuencia de limpieza y cambio de filtro de aire del motor.

Actividad	Rutina	Piezas		Cantidad	Frecuencia (Horas)							
					8	50	100	200	500	1000	2000	4000
Limpieza y cambio de filtro de aire del motor	Actividad de limpieza al sistema de aire y cambio de filtro de aire para evitar que las partículas de polvo, arena, tierra entren por la admisión y se dirigirán hacia cada cilindro del motor cuando quema el combustible.	Elemento exterior del filtro de aire	Limpiar	1				X				
			Sustituir	1						X		
		Elemento interior del filtro de aire	Sustituir	1							X	

Fuente: Autoría propia.

Tabla E.24 Frecuencia de verificación limpieza y cambio de refrigerante del sistema de refrigeración.

Actividad	Rutina	Piezas		Cantidad	Frecuencia (Horas)							
					8	50	100	200	500	1000	2000	4000
verificación limpieza y cambio de refrigerante del sistema de refrigeración	La verificación del nivel de refrigerante de sistema de refrigeración como rutina de chequeo. Actividad de cambio de refrigerante y accesorios, se retira el refrigerante usado y se	Comprobación del nivel de refrigerante		1	X							
		Comprobación y ajuste de la tensión de la correa del ventilador		1			X					
		Cambio del refrigerante		5,5 gal.						X		
		Limpieza del núcleo del radiador, del refrigerador de aceite del intercambiador de calor	Exterior	1				X				
			Interior	1					X			
		Limpieza del filtro delantero del refrigerador de aceite		1					X			

	sustituye por refrigerante nuevo, es necesario hacer cambio de refrigerante porque este pierde las propiedades de amplitud térmica.	Limpeza del condensador del aire acondicionado	1					X				
		Desmontar el radiador para sondearlo	1								X	

Fuente: Autoría propia.

Tabla E.25 Frecuencia de verificación, medición, limpieza y cambio de accesorios del sistema eléctrico y varios.

Actividad	Rutina	Piezas	Cantidad	Frecuencia (Horas)									
				8	50	100	200	500	1000	2000	4000		
Verificación, medición, limpieza y cambio de accesorios del sistema eléctrico y varios	La verificación del sistema eléctrico y sistemas alternos como rutina de chequeo. Actividad de cambio de accesorios y mediciones necesarias de acuerdo con los lineamientos del manual del fabricante.	Comprobación del desgaste y la tensión de los dientes de la cuchara		X									
		Comprobación y sustitución del cinturón de seguridad								X			
		Comprobación del filtro del aire acondicionado	Limpiar filtro de aire circulante	1					X				
			Sustituir filtro de aire circulante	1							X		
			Limpiar filtro de aire fresco	1					X				
			Sustituir filtro de aire fresco	1								X	
		Comprobación del aire acondicionado			X								
		Comprobación de las boquillas de inyección						X					
		Inspección y ajuste de la holgura de las válvulas							X				
		Inspección de escobillas del motor de arranque									X		
		Medición de la presión de compresión del motor							X				
		Comprobación del motor de arranque y del alternador							X				
		Cambio de alternador									X		
		Cambio de la grasa de la bomba de agua										X	
		Comprobación del par de apriete de pernos y tuercas						X					

Fuente: Autoría propia.

E.1.10 Mantenimiento predictivo de acuerdo con las frecuencias de mantenimiento establecidas para el activo caso de estudio.

Tabla E.26 Frecuencia de mantenimiento predictivo establecidas para el activo caso de estudio.

Actividad	Cantidad	Frecuencia (Horas)
		2000
Termografía infrarroja	1	X
Análisis de ultrasonido acústico	1	X
Análisis de vibraciones mecánicas	1	X
Análisis de aceites lubricantes	1	X

Fuente: Autoría propia.

E.1.11 Procedimiento para seguimiento de las rutinas de mantenimiento.

Tabla E.27 Procedimiento para seguimiento de las rutinas de mantenimiento para la organización caso de estudio.

Procedimiento para seguimiento de rutinas	
Objetivo	Prestar los servicios de mantenimiento con calidad y mejora continua para aumentar la vida útil de los activos de la organización.
Alcance	Su alcance es el seguimiento de todos los activos incluidos en el programa de mantenimiento de la organización.
Líder de procedimiento	Los colaboradores de mantenimiento que tengan a su cargo seguimiento de actividades y verificación de activos.
Definiciones	
Mejora continua: Acciones para obtener la mayor calidad a los productos, servicios y procesos de una organización.	
Mantenimiento: Busca mantener los activos en condiciones adecuadas de funcionamiento para aumentar la productividad y durabilidad de los equipos y reducir las fallas que puedan presentarse en la realización de las operaciones.	
Requisitos y condiciones generales para el desarrollo del procedimiento	
Requisitos y condiciones para la prevención del SARS-CoV-2	

Tener un control de el personal que ingresa al area de trabajo con toma de temperatura.

Establecer horarios de trabajo flexibles para el Desarrollo de las actividades teniendo en cuenta el aforo minimo establecido.

Mantener distanciamiento social entre trabajadores de 2 metros

Los trabajadores deben utilizar elementos de protección personal de acuerdo a lo establecido para su cargo y los elementos de bioseguridad establecidos de acuerdo a la rutina de mantenimiento, serán suministrados por el empleador.

Se deben desinfectar las herramientas de trabajo y se deben asignar a un solo colaborador para evitar la manipulacion de estos elementos entre los trabajadores.

Los activos que ingresen a mantenimiento deben ser desinfectados con anterioridad.

No utilizar los sistemas de control de ingreso por huella.

Los activos deben ser asignados a un solo trabajador.

Los operadores de los activos deberan realizar la desinfección al principio y al final de la jornada.

Las reuniones correspondientes a operación, seguridad y mantenimiento deben realizarse en horarios escalonados con un aforo minimo establecido con el distanciamiento social de 2 metros entre trabajadores, contemplan la posibilidad de su realización de modo virtual.

Tener el registro de los trabajadores contagiados.

Tener el registro de los casos sospechosos en el area de mantenimiento.

Tener el certificado de buenas condiciones de salud de los trabajadores en investigación y confirmado s que los habilita para el reingreso al departamento de mantenimiento.

Tener el protocolo de seguridad de la organización y los lineamientos de acuerdo a la normatividad vigente.

Requisitos ambientales en areas de trabajo

Tener incluidos los protocolos de bioseguridad y normatividad vigente para el COVID 19 en los planes de manejo ambiental de los proyectos.

Disponer de canecas cerradas para la disposición final de los elementos de bioseguridad y su evacuación debe ser diaria.

Tomar medidas para la libre ventilación en espacios cerrados en caso de que las rutinas de mantenimiento se realicen en estos.

Implementar de puntos de hidratación en zonas específicas para que solo pueda acceder el trabajador.

Disponer de espacios para que los trabajadores guarden de manera individual sus elementos y ropa de trabajo y su ropa de calle para evitar la contaminación.

Disponer en las áreas de trabajo sitios para el lavado de manos con agua, jabón, toallas desechables y gel antibacterial.

Debe haber señalización de áreas de trabajo e información al personal por medio de un layout.

Procedimiento para seguimiento de rutinas del activo caso de estudio

Para la realización del seguimiento de las rutinas de mantenimiento se deben tener en cuenta las variables que componen el programa de mantenimiento, para esta actividad se contemplarán los siguientes aspectos:

- ✓ El diseño, la implementación, la ejecución y el desempeño del programa de mantenimiento
- ✓ La vigencia de certificados de idoneidad de los activos y demás documentación de acuerdo a la normatividad, los requerimientos de la organización y de los contratos.
- ✓ El cumplimiento de la normativa y regulación de acuerdo con el tipo de operaciones, movimientos y todo lo que involucra actividades de trabajo de mantenimiento.
- ✓ El uso de los recursos en el área de mantenimiento el personal, stock de insumos entre otros.
- ✓ El seguimiento a las rutinas de mantenimiento de acuerdo a los lineamientos técnicos del fabricante y alineados con la nueva normalidad.

Para este procedimiento se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- ✓ Llevar un registro actualizado de los activos utilizando una codificación para su identificación.
- ✓ Llevar un registro de las rutinas realizadas a cada uno de los activos.
- ✓ Establecer proceso de seguimiento y cierre de las rutinas.
- ✓ Establecer estrategias para el control en cada etapa de la rutina.
- ✓ Definir los objetivos de las rutinas con indicadores medibles.
- ✓ Centralizar la información y mantener constante actualización de todo lo referente al activo.

Para el colaborador que va a realizar el seguimiento es importante tenga en cuenta:

- Cuál es la tarea a resolver: tipo de tarea, a qué tipo de activo está asociada, quién lo solicita, cuál es el requerimiento.
- Fechas de cumplimiento: cuando ingresó, fecha de programación.

- Quién estará a cargo de la rutina: qué colaborador, contratista o proveedor.
- Quién será el responsable de la actividad: para que él responsable que vigile la ejecución y cierre.
- Qué recursos se utilizará: horas hombre, materiales, repuestos, transporte, insumos entre otros.
- Ejecución: Tener la documentación requerida para plasmar los estándares de ejecución donde quede registrado el trabajo realizado en el activo.
- Conformidad del servicio: quien es el encargado de emitir la conformidad y en qué tiempo.
- Cierre del pendiente: En este se comparan los recursos planificados con los empleados para la actividad y se revisa que la información registrada en la documentación.

Formas para realizar la labor de seguimiento.

- ❖ Listas de chequeo.
- ❖ Hoja de calculo por medio de un programa de seguimiento.
- ❖ Plataformas digitales de gestión de mantenimiento.

La organización establecerá la manera más útil de acuerdo con sus necesidades para realizar la labor de seguimiento será una herramienta de apoyo para el programa de mantenimiento.

Los indicadores.

El responsable del programa de mantenimiento establecerá los indicadores de acuerdo con sus necesidades de la organización, a continuación, se establecen algunos indicadores:

- Pendientes ingresados vs atendidos. Se debe tener en cuenta el responsable, ubicación, tipo de activo. Este indicador nos dará el porcentaje de cumplimiento.
- Tiempo de respuesta vs tiempo programado: este indicador mide la eficiencia en el proceso de solución de pendientes y las variables que intervienen para entrega de las rutinas.
- Gasto Planificado vs gasto real: el indicador mide los gastos en detalle para realizar el análisis financiero y realizar los ajustes si es requerido a la planeación de costos del programa de mantenimiento.

Este procedimiento será ajustado de acuerdo con las necesidades y los requerimientos de la organización en el área de mantenimiento.

Fuente: Autoría propia.

E.1.12 Cronograma de mantenimiento.

El cronograma de mantenimiento se realiza bajo los lineamientos técnicos del activo caso de estudio el retro cargador de oruga Hitachi 200, para su planeación se tuvieron en cuenta las semanas, un trabajo constante de ocho horas diarias de trabajo, un total semanal de 48 horas y las actividades de acuerdo con las horas de operación del activo; para poder establecer los detalles de las rutinas hay que referenciar las frecuencias establecidas de mantenimiento.

Tabla E.28 Cronograma de mantenimiento de enero a mayo para el activo caso de estudio.

Actividad	Rutina	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
Engrase general	Actividad de adición de lubricante mineral o sintético, tiene la finalidad de reducir el rozamiento y el desgaste de las superficies en contacto.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Verificación y cambio de aceite de motor	La verificación del nivel de aceite de motor como rutina de chequeo. Actividad de cambio de aceite, se retira el aceite usado y el filtro de aceite y se sustituye por aceite nuevo y el filtro, es necesario hacer cambio de aceite porque este pierde su viscosidad y se deterioran sus propiedades con las horas de trabajo del activo.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio de aceite de la transmisión	La verificación del nivel de aceite de la transmisión como rutina de chequeo. Actividad de cambio de aceite, se retira el aceite usado y se sustituye por aceite nuevo, es necesario hacer cambio de aceite porque este pierde su viscosidad y se deterioran sus propiedades con las horas de trabajo del activo.					X															

Verificación y cambio de aceite del sistema hidráulico	La verificación del nivel de aceite de sistema hidráulico como rutina de chequeo. Actividad de cambio de aceite y accesorios, se retira el aceite usado y se sustituye por aceite nuevo y los accesorios, es necesario hacer cambio de aceite porque este pierde su viscosidad y se deterioran sus propiedades con las horas de trabajo del activo.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza del sistema de combustible	Actividad de limpieza del sistema de combustible y cambio de accesorios, la suciedad del sistema genera mayor consumo de combustible, más emisiones de gases contaminantes y la pérdida de potencia.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza y cambio de filtro de aire del motor	Actividad de limpieza al sistema de aire y cambio de filtro de aire para evitar que las partículas de polvo, arena, tierra entren por la admisión y se dirigirán hacia cada cilindro del motor cuando quema el combustible.				X																
Verificación limpieza y cambio de refrigerante del sistema de refrigeración	La verificación del nivel de refrigerante de sistema de refrigeración como rutina de chequeo. Actividad de cambio de refrigerante y accesorios, se retira el refrigerante usado y se sustituye por refrigerante nuevo, es necesario hacer cambio de refrigerante porque este pierde las propiedades de amplitud térmica.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Verificación y cambio de aceite del sistema hidráulico	La verificación del nivel de aceite de sistema hidráulico como rutina de chequeo. Actividad de cambio de aceite y accesorios, se retira el aceite usado y se sustituye por aceite nuevo y los accesorios, es necesario hacer cambio de aceite porque este pierde su viscosidad y se deterioran sus propiedades con las horas de trabajo del activo.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza del sistema de combustible	Actividad de limpieza del sistema de combustible y cambio de accesorios, la suciedad del sistema genera mayor consumo de combustible, más emisiones de gases contaminantes y la pérdida de potencia.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza y cambio de filtro de aire del motor	Actividad de limpieza al sistema de aire y cambio de filtro de aire para evitar que las partículas de polvo, arena, tierra entren por la admisión y se dirigirán hacia cada cilindro del motor cuando quema el combustible.																				
Verificación limpieza y cambio de refrigerante del sistema de refrigeración	La verificación del nivel de refrigerante de sistema de refrigeración como rutina de chequeo. Actividad de cambio de refrigerante y accesorios, se retira el refrigerante usado y se sustituye por refrigerante nuevo, es necesario hacer cambio de refrigerante porque este pierde las propiedades de amplitud térmica.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Verificación, medición, limpieza y cambio de accesorios del sistema eléctrico y varios	La verificación del sistema eléctrico y sistemas alternos como rutina de chequeo. Actividad de cambio de accesorios y mediciones necesarias de acuerdo con los lineamientos del manual del fabricante.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente. Autoría propia.

Tabla E.30 Cronograma de mantenimiento de noviembre a diciembre para el activo caso de estudio.

Actividad	Rutina	Noviembre				Diciembre				Observaciones
Engrase general	Actividad de adición de lubricante mineral o sintético, tiene la finalidad de reducir el rozamiento y el desgaste de las superficies en contacto.	X	X	X	X	X	X	X	X	
Verificación y cambio de aceite de motor	La verificación del nivel de aceite de motor como rutina de chequeo. Actividad de cambio de aceite, se retira el aceite usado y el filtro de aceite y se sustituye por aceite nuevo y el filtro, es necesario hacer cambio de aceite porque este pierde su viscosidad y se deterioran sus propiedades con las horas de trabajo del activo.	X	X	X	X	X	X	X	X	

Verificación, medición, limpieza y cambio de accesorios del sistema eléctrico y varios	La verificación del sistema eléctrico y sistemas alternos como rutina de chequeo. Actividad de cambio de accesorios y mediciones necesarias de acuerdo con los lineamientos del manual del fabricante.	X	X	X	X	X	X	X	X	
--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	--

Fuente. Autoría propia.

E.1.13 Indicadores de mantenimiento. (Renovetec, 2018)

Estos indicadores tienen como base las variables de mantenimiento identificadas de acuerdo con la investigación del caso de estudio, son herramientas medibles en el programa de mantenimiento, a continuación, se describen:

Tabla E.31 Indicadores de mantenimiento

Item	Indicador	Observaciones
1	Indicador de disponibilidad de activo	Disponibilidad = $\frac{\text{Horas totales} - \text{Horas de paro de mantenimiento}}{\text{Horas totales}}$
2	Indicador de disponibilidad por averías	Disponibilidad por avería = $\frac{\text{Horas totales} - \text{Horas de paro por avería}}{\text{Horas totales}}$
3	Indicador de tiempo medio entre fallos (MTTF)	MTBF = $\frac{\text{No.Horas totales del periodo analizado}}{\text{No.de averias}}$

4	Indicador de tiempo medio de reparación (MTTR)	$MTTR = \frac{\text{No.de horas de paro por averia}}{\text{No.de averias}}$
5	Indicador de cumplimiento de la planificación	$\text{Ind. De planificación} = \frac{\text{No.ordenes acabadas en la fecha planificada}}{\text{No.ordenes totales}}$
6	Indicador de costo de la mano de obra de mantenimiento	$\text{Ind. Costo m. de obra} = \frac{\text{No.de horas de mantenimiento}}{\text{Costo total de mano de obra de mantenimiento}}$
7	Indicador de mantenimiento programado	$\text{Ind. IMP} = \frac{\text{Horas dedicadas a mantenimiento programado}}{\text{Horas totales dedicadas a mantenimiento}}$
8	Indice de mantenimiento correctivo	$\text{Ind. IMC} = \frac{\text{Hotas dedicadas a mantenimiento correctivo}}{\text{Horas totales dedicadas a mantenimiento}}$
9	Indice de porcentaje de piezas con movimiento en almacen	$\text{Ind. rotación de piezas} = \frac{\text{Piezas de movimiento por un periodo fijado}}{\text{No.de piezas totales}}$
10	Indice de eficiencia en la cumplimentación de pedidos	$\text{Ef. de compras} = \frac{\text{Solicitud de materiales no atendidos en un plazo } X}{\text{No.de pedidos}} \times 100$
11	Indice de horas dedicadas a capacitación	$\text{Horas de formación} = \frac{\text{Hotas dedicadas a la formacion}}{\text{Horas totales de mantenimiento}}$
12	Indice del desarrollo del	

	programa de capacitación	$\text{Cump. capac.} = \frac{\text{Horas de formación realizadas}}{\text{Horas de formación programadas}}$
13	Indice del cumplimiento del programa de mantenimiento	$\text{Cumplimiento} = \frac{\text{Actividades de mantenimiento realizadas}}{\text{Actividades de mantenimiento programadas}}$

Fuente. Autoría propia.

E.1.14 Sistemas críticos para el activo caso de estudio.

E.1.14.1 Análisis de los sistemas del activo caso de estudio retrocargador de oruga

Hitachi 200.

Tabla E.32 Análisis de los sistemas del retrocargador de oruga Hitachi 200 (activo caso de estudio)

Sistemas	Severidad	Ocurrencia	Detección	Numero de prioridad de riesgo	S+O+D	S+O
	S	O	D	NPR	SOD	SO
De potencia (SP)	9	2	5	90	925	92
hidráulico (SH)	9	7	5	315	975	97
Eléctrico y/o electrónico (SE)	7	7	5	245	775	77
Implementos de trabajo (IT)	7	5	5	175	755	75

Fuente. Autoría propia.

E.1.14.2 Criticidad del activo objeto de estudio

Tabla E.33 Análisis de criticidad del activo objeto de estudio

Componentes	Factor de frecuencia	Impacto operacional	Factor operacional	Costo de mto	Impacto medio ambiente	Impacto seguridad	Consecuencia	Criticidad
	FF	IO	FO	CM	IMA	IS	CO	CT

Sistema de admisión y escape	4	4	3	2	2	1	16	64
Sistema de refrigeración	4	4	3	2	2	1	16	64
Sistema de inyección	3	2	3	2	2	1	13	39
Sistema de lubricación	4	2	3	2	2	1	14	56
Sistema de repartición	3	2	3	2	2	1	13	39
Sistema de encendido	4	2	3	2	1	1	13	52
Bastidor inferior	3	2	3	2	1	1	12	36
Bastidor superior	3	2	3	2	1	1	12	36
Tren de fuerza mecánico	4	4	3	2	1	1	15	60
Tren de fuerza hidrostático	4	4	3	2	1	1	15	60
Tren de rodaje	4	4	3	2	1	1	15	60
Bloque de cilindros y plato válvula (LH)	4	4	4	3	1	1	17	68
Bloque de cilindros y plato válvula (RH)	4	4	4	3	1	1	17	68
Resortes	4	3	4	3	1	1	16	64
Bola guía y espaciador	3	4	4	3	1	1	16	48
Plato set	3	4	4	3	1	1	16	48
Pistones	4	4	4	3	1	1	17	68
Plato porta pistones	4	4	4	3	1	1	17	68
Plato oscilante y soporte	3	4	4	3	1	1	16	48
Rodamiento de bolas	4	4	4	3	2	1	18	72
Rodamiento de agujas	4	4	4	3	2	1	18	72
Kit de sellos	5	4	3	1	2	1	16	80
Rejilla de llenado	5	4	3	1	2	1	16	80
Filtro de retorno	5	3	3	1	2	1	15	75
Mirilla	4	2	3	1	2	1	13	52
Salida de bomba	4	3	3	2	2	1	15	60
Tapón magnético	4	3	3	2	2	1	15	60
Retorno	4	3	3	2	2	1	15	60

Deflector	4	4	3	2	2	1	16	64
Válvula de alivio	4	4	3	2	2	1	16	64
Respiradero	3	4	3	2	2	1	15	45
Banco de válvulas	4	4	3	2	2	1	16	64
Motores hidráulicos	4	5	4	2	2	1	18	72
Actuadores	4	4	3	2	1	1	15	60
Sistema de refrigeración	4	4	3	2	2	1	16	64
Planta	4	4	3	2	1	1	15	60
Alternador	4	4	3	2	1	1	15	60
Baterías	3	4	3	2	1	1	14	42
Sensores	5	4	3	2	1	1	16	80
Circuitos de iluminación	4	3	3	2	1	1	14	56
Caja de circuitos	4	4	3	2	1	1	15	60
Aguilón	5	4	3	2	1	1	16	80
Brazo	4	4	3	2	1	1	15	60
Cucharón	4	4	3	2	1	1	15	60
Joystick de pluma	4	4	5	2	1	1	17	68
Joystick de brazo	4	4	5	2	1	1	17	68
Encendedor de cigarrillo	1	1	5	2	1	1	11	11
Botones indicadores	3	1	5	2	1	1	13	39
Botones de accesorios	3	1	5	2	1	1	13	39
Botón de encendido	3	3	5	2	1	1	15	45
Control de velocidad	3	3	5	2	1	1	15	45
Aire acondicionado	1	1	5	2	1	1	11	11
Controles físicos	3	2	5	2	1	1	14	42
Controles análogos	4	2	3	2	1	1	13	52
	5	2	5	2	1	1	16	80

Controles digitales								
Testigos / símbolos	2	1	3	2	1	1	10	20
Instrumentos de medida sonoros	2	1	3	2	1	1	10	20
Simbología primarios	2	1	3	2	1	1	10	20
Simbología complementarios	2	1	3	2	1	1	10	20
Simbología combinados	2	1	3	2	1	1	10	20

Fuente: Autoría propia.

E.1.14.3 AMEF aplicado al activo caso de estudio retrocargador de oruga Hitachi 200

Tabla E.34 AMEF aplicado a retrocargador de oruga Hitachi 200

Análisis de modos y efectos de falla						
Código del Equipo: MP-EX-ZX200-01				Marca: Hitachi		Año: 2010
Función: Es un equipo autopulsado (puede desplazarse de un lado a otro) y cuya función es la de excavar y realizar movimiento de tierras y otros materiales, también sirve como máquina de apoyo para cargue y descargue.						
Sistema	Tipo de Falla	Descripción de la Falla	No. De Fallas (1 año)	Modo de Falla	Efectos de falla	Solución
SP	Funcional	El motor se sobrecalienta cuando se trabaja por jornadas muy extensas	2	Radiador tapado Termostato defectuoso.	La recirculación de agua y aire en el radiador es mínima	Desmontar el radiador para sondearlo y programar el desmonte cada 2.000 horas de trabajo Para identificar daño en el termostato, el operador en la rutina de chequeo verificara el sensor de temperatura del refrigerante, si el termostato está cerrado va a elevarse la temperatura y si queda abierto baja la temperatura del motor, podría sufrir desgaste por fricción.

	Técnica / potencial	El nivel de aceite se baja rápidamente	1	El turbocompresor en mal estado. El motor tiene piezas en mal estado.	El motor está bajo de compresión. El motor expulsa aire por el orificio de la varilla de aceite indica daño de los cilindros.	Cambio de turbocompresor Rectificación de cilindros o cambio de kit de reparación
SH	Funcional	El aguilón, el brazo de arrastre y el balde perdieron el movimiento	35	Se desgrafa una de las mangueras del cilindro Mangueras porosas presentan fugas Se estallan las mangueras por presión	Perdida de la presión y fuga de aceite hidráulico	Comprobar las mangueras con la presión del equipo en la operación en obra y se debe tener en cuenta: Impulso y ciclo de carga: verificar la manguera con presión total de trabajo y picos de presión. Refuerzo metálico: comprobar si es entrelazado o espiral. EL espiral soporta altos impulsos y ciclos de carga más altos y proporciona una mayor flexibilidad. Radio de curvatura: si la manguera será instalada en un espacio reducido, debe haber un tipo de flexibilidad más grande y con radio de curvatura más pequeño para obtener una conducción más fácil.
	Técnica / potencial	El aguilón realiza sus movimientos de forma lenta	1	Deformaciones en el vástago del cilindro hidráulico	Curvaturas en dicho componente, posible presencia de aceite, sonidos de tableteo o rechinido constante del cilindro hidráulico durante la operación.	Cambio de pieza de manera inmediata.
	Técnica / potencial	El cilindro del brazo de arrastre presento fuga aceite en la tapa	2	Daño en la empaquetadura de la tapa debido a que el vástago se encuentra rallado	Al encontrarse el vástago rallado daña la empaquetadura y se presenta exceso de fuga de aceite	Realizar el cambio del vástago y la empaquetadura. cuidado de los vástagos en la operación del equipo

	Técnica / potencial	Reducción de la potencia en el cucharón	1	Deterioro en la empaquetadura del pistón del cilindro	Al presentar deterioro la empaquetadura del pistón y la tapa se presenta pérdida de presión	Realizar cambio de empaquetadura, incluir en las rutinas de mantenimiento la inspección del sistema y programar el cambio cada 4.000 horas
SE	Funcional	El motor enciende, pero no acelera automáticamente cuando se mueven los mandos	1	El motor de aceleración presenta corto	Al encontrarse el motor en corto no se acciona el acelerador en la bomba de inyección	Cambiar el motor y el cableado quemado e inspeccionar todo el cableado para identificar posibles cortos
	Funcional	El testigo de la batería se queda encendido cuando se prende el motor	4	El alternador se encuentra defectuoso	El alternador al no generar carga, se descargan las baterías y se bloquean todas las funciones	Realizar el cambio del alternador e incluir en las rutinas de mantenimiento cada 2.000 horas
	Funcional	El motor de arranque no gira al situar el interruptor de arranque en la posición ON	2	Deterioro del motor de arranque	Cuando las escobillas se encuentran en corto el bendix no acciona	Verificar estado de porta escobillas y cambiar las escobillas y hacerle mantenimiento al arranque, incluir en las rutinas de mantenimiento la inspección de las escobillas cada 2.000 horas
IT	Funcional	Se salió un pasador de la cadena	3	desgaste en el buje y eslabones	Al presentar desajuste permanente el pasador se sale	Cambiar el paso de la cadena.

Fuente: Autoría propia.

Tabla E.35 Identificación fallas con tiempo de cambio por sistemas para el activo caso de estudio.

Sistema	Descripción de falla	Imagen pieza	Tiempo de cambio o reparación
SP	El motor se sobrecalienta cuando se trabaja por jornadas muy extensas		1 DIA
	El nivel de aceite se baja rápidamente		3 DIAS
SH	El aguilón, el brazo de arrastre y el balde perdieron el movimiento		4 HORAS
	El aguilón realiza sus movimientos de forma lenta		1 DIA
	El cilindro del brazo de arrastre presenta fuga de aceite en la tapa		1 DIA

	Reducción de la potencia en el cucharón	 <p>TOPARTS Seal Kit For Hyd. Cylinder [boom-arm-bucket]</p>	1 DIA
SE	El motor enciende, pero no acelera automáticamente cuando se mueven los mandos	 <p>www.kayano-parts.com</p>	6 HORAS
	El testigo de la batería se queda encendido cuando se prende el motor	 <p>www.parts-en-el-pala.com</p>	3 HORAS
	El motor de arranque no gira al situar el interruptor de arranque en la posición ON		2 HORAS
IT	Se salió un pasador de la cadena		1 DIA

Fuente: Autoría propia.

E.1.14.4 Costos de acuerdo con el análisis AMEF

Tabla E.36 Costos resultado de AMEF para el activo caso de estudio

Ítem	Sistemas	Costos
1	DE POTENCIA (SP)	\$ 3.572.000
2	Hidráulico (SH)	\$ 4.902.000
3	Eléctrico y/o electrónico (SE)	\$ 2.052.000
4	Implementos de trabajo (IT)	\$ 3.040.000
	TOTAL	\$ 13.566.000

Fuente: Autoría propia.

E.1.15 Procedimientos de mantenimiento para el activo caso de estudio retrocargador de oruga Hitachi 200.

Tabla E.37 Procedimiento de engrase general

Procedimiento engrase general	
Objetivo	Ejecutar las rutinas de lubricación y engrase a los activos del programa de mantenimiento asegurando su frecuencia y así aumentar la disponibilidad de lo equipos.
Alcance	Su alcance es para toda la maquinaria incluida en el programa de mantenimiento de la organización.
Lider de procedimiento	Mecanico del activo Personal de apoyo el operador del activo.
Definiciones	
La lubricación	Es la técnica empleada para reducir el rozamiento entre dos superficies, reducir el desgaste de las piezas, controlar la temperatura, absorber y mitigar choques, proteger de la corrosión, aislar los componentes de la contaminación entre otras variables.
Grasa como lubricante	La grasa es indispensable para garantizar el funcionamiento de las piezas móviles, tiene una resistencia a altas

temperaturas.

Aceite como lubricante

Puede ser recomendable si la velocidad de movimiento es muy alta o si se debe eliminar el calor generado por el movimiento o por otros componentes. Las especificaciones del tipo de lubricante se encuentran en el manual de fabricante del activo.

Tipos de lubricantes

Las bases minerales

Hechas a base de petróleo crudo. Se obtienen a partir de mezclas de hidrocarburos y refinación.

Las bases sintéticas

Se obtienen por reacción química de varios componentes, tienen una viscosidad estable, a cualquier temperatura, son más resistentes a la oxidación, permite intervalos más largos entre cambios de aceite.

Las bases semisintéticas

Se obtienen a partir de una mezcla de las dos bases anteriores por lo general es un porcentaje menor de aceite sintético y uno mayor de aceite mineral.

Requisitos y condiciones generales para el desarrollo del procedimiento

Requisitos y condiciones para la prevención del SARS-CoV-2

Tener un control de el personal que ingresa al area de trabajo con toma de temperatura.

Establecer horarios de trabajo flexibles para el Desarrollo de las actividades teniendo en cuenta el aforo minimo establecido.

Mantener distanciamiento social entre trabajadores de 2 metros

Los trabajadores deben utilizar elementos de protección personal de acuerdo a lo establecido para su cargo y los elementos de bioseguridad establecidos de acuerdo a la rutina de mantenimiento, serán suministrados por el empleador.

Se deben desinfectar las herramientas de trabajo y se deben asignar a un solo colaborador para evitar la manipulación de estos elementos entre los trabajadores.

Los activos que ingresen a mantenimiento deben ser desinfectados con anterioridad.

No utilizar los sistemas de control de ingreso por huella.

Los activos deben ser asignados a un solo trabajador.

Los operadores de los activos deberán realizar la desinfección al principio y al final de la jornada.

Las reuniones correspondientes a operación, seguridad y mantenimiento deben realizarse en horarios escalonados con un aforo mínimo establecido con el distanciamiento social de 2 metros entre trabajadores, contemplan la posibilidad de su realización de modo virtual.

Tener el registro de los trabajadores contagiados.

Tener el registro de los casos sospechosos en el área de mantenimiento.

Tener el certificado de buenas condiciones de salud de los trabajadores en investigación y confirmado s que los habilita para el reingreso al departamento de mantenimiento.

Tener el protocolo de seguridad de la organización y los lineamientos de acuerdo a la normatividad vigente.

Requisitos ambientales en áreas de trabajo

Tener incluidos los protocolos de bioseguridad y normatividad vigente para el COVID 19 en los planes de manejo ambiental de los proyectos.

Disponer de canecas cerradas para la disposición final de los elementos de bioseguridad y su evacuación debe ser diaria.

Tomar medidas para la libre ventilación en espacios cerrados en caso de que las rutinas de mantenimiento se realicen en estos.

Implementar de puntos de hidratación en zonas específicas para que solo pueda acceder el trabajador.

Disponer de espacios para que los trabajadores guarden de manera individual sus elementos y ropa de trabajo y su ropa de calle para evitar la contaminación.

Disponer en las áreas de trabajo sitios para el lavado de manos con agua, jabón, toallas desechables y gel antibacterial.

Debe haber señalización de áreas de trabajo e información al personal por medio de un layout.

Procedimiento de engrase general del activo caso de estudio

Establecer la frecuencia de lubricación

La frecuencia de lubricación se establece de acuerdo a las horas de trabajo del activo previamente establecidas por el fabricante de acuerdo al tipo de materiales de los componentes.

Elección de la lubricación con grasa correcta

La elección del lubricante de acuerdo a los sistemas de activos y sus piezas están dados en el manual del

fabricante.

Determinar dónde y cómo aplicar la lubricación

La base para esta determinación son los planos de los sistemas y la ubicación de los componentes, de esta manera se determina el número de puntos de engrase. Luego en la hoja de vida del activo en cada sistema se detallan las novedades de lubricación y los puntos de difícil acceso.

Eficacia de la lubricación

Para comprobar la efectividad de la lubricación se puede usar monitoreo ultrasónico o mediciones de temperatura de las piezas y de acuerdo al análisis de estos resultados se pueden realizar ajustes en las rutinas de lubricación para lograr mayor protección al activo.

Muestreo de grasa

Se puede realizar un análisis de grasa a partir de una muestra, esto puede monitorear la condición de las piezas de los sistemas del activo, la condición del lubricante y si la frecuencia es correcta.

Identificación de fallas por lubricación

De acuerdo al comportamiento de las piezas, su estructura interna y apariencia se puede determinar las fallas por lubricación, esto ayudará a determinar acciones correctivas de las rutinas de lubricación.

Entrega del activo

El trabajador debe hacer la desinfección de las herramientas, lavarse y desinfectarse las manos y realizar la limpieza del área según los protocolos de bioseguridad. Finalmente el responsable de la rutina diligenciará la documentación correspondiente al activo del programa de mantenimiento y se hará seguimiento del desempeño de la máquina en sus actividades de obra.

Fuente: Autoría propia.

E.1.16 Verificación y cambio de aceite de motor

Tabla E.38 Procedimiento verificación y cambio de aceite de motor

Procedimiento verificación y cambio de aceite de motor	
Objetivo	Ejecutar las rutinas de verificación y cambio de aceite de motor a los activos del programa de mantenimiento asegurando su frecuencia y así

	aumentar la disponibilidad de los mismos.
Alcance	Su alcance es para toda la maquinaria incluida en el programa de mantenimiento de la organización.
Lider de procedimiento	Mecanico del activo Personal de apoyo el operador del activo.
Definiciones	
<p>Mantenimiento Correctivo</p> <p>Es el conjunto de tareas destinadas a corregir las fallas que se van presentando en los activos.</p> <p>Mantenimiento Preventivo</p> <p>Su mission es mantener el nivel de disponibilidad programando las intervenciones en el momento oportuno, interviene aunque el equipo no haya manifestado fallas.</p> <p>Mantenimiento Predictivo</p> <p>Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.), requiere de pruebas de laboratorio y ensayos.</p> <p>Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)</p> <p>Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero hora de funcionamiento, como si el equipo fuera nuevo.</p>	
Requisitos y condiciones generales para el desarrollo del procedimiento	
<p>Requisitos y condiciones para la prevencion del SARS-CoV-2</p> <p>Tener un control de el personal que ingresa al area de trabajo con toma de temperatura.</p> <p>Establecer horarios de trabajo flexibles para el Desarrollo de las actividades teniendo en cuenta el aforo minimo establecido.</p> <p>Mantener distanciamiento social entre trabajadores de 2 metros</p> <p>Los trabajadores deben utilizar elementos de protección personal de acuerdo a lo establecido para su cargo y los elementos de bioseguridad establecidos de acuerdo a la rutina de mantenimiento, serán suministrados por el empleador.</p> <p>Se deben desinfectar las herramientas de trabajo y se deben asignar a un solo colaborador para evitar la manipulacion de estos elementos entre los trabajadores.</p> <p>Los activos que ingresen a mantenimiento deben ser desinfectados con anterioridad.</p>	

No utilizar los sistemas de control de ingreso por huella.

Los activos deben ser asignados a un solo trabajador.

Los operadores de los activos deberán realizar la desinfección al principio y al final de la jornada.

Las reuniones correspondientes a operación, seguridad y mantenimiento deben realizarse en horarios escalonados con un aforo mínimo establecido con el distanciamiento social de 2 metros entre trabajadores, contemplan la posibilidad de su realización de modo virtual.

Tener el registro de los trabajadores contagiados.

Tener el registro de los casos sospechosos en el área de mantenimiento.

Tener el certificado de buenas condiciones de salud de los trabajadores en investigación y confirmados que los habilita para el reingreso al departamento de mantenimiento.

Tener el protocolo de seguridad de la organización y los lineamientos de acuerdo a la normatividad vigente.

Requisitos ambientales en áreas de trabajo

Tener incluidos los protocolos de bioseguridad y normatividad vigente para el COVID 19 en los planes de manejo ambiental de los proyectos.

Disponer de canecas cerradas para la disposición final de los elementos de bioseguridad y su evacuación debe ser diaria.

Tomar medidas para la libre ventilación en espacios cerrados en caso de que las rutinas de mantenimiento se realicen en estos.

Implementar de puntos de hidratación en zonas específicas para que solo pueda acceder el trabajador.

Disponer de espacios para que los trabajadores guarden de manera individual sus elementos y ropa de trabajo y su ropa de calle para evitar la contaminación.

Disponer en las áreas de trabajo sitios para el lavado de manos con agua, jabón, toallas desechables y gel antibacterial.

Debe haber señalización de áreas de trabajo e información al personal por medio de un layout.

Procedimiento verificación y cambio de aceite de motor para el activo caso de estudio

Temperatura adecuada del motor

Encender el motor durante unos minutos para que el aceite se caliente un poco de esta manera es más fácil la extracción del aceite.

Elevar el activo de ser necesario

Esto depende de las características del activo y sus dimensiones se emplearán rampas portátiles, gato hidráulico o elevador de acuerdo a lo establecido por la organización y teniendo en cuenta las normas de seguridad.

Alistamiento del área

Colocar una geomembrana cubriendo el área donde va a colocarse el recipiente que va a almacenar el aceite usado para evitar posibles derrames en el suelo, el recipiente debe tener un volumen mayor al del aceite para que pueda retirarse con facilidad y evitar la contaminación.

Ubicar el tapón de vaciado de aceite

De acuerdo al plano se ubica el tapon de vaciado en el motor y se alistan las herramientas de acuerdo a los lineamientos del fabricante para su apertura, utilizar para esta actividad guantes de vinilo o nitrilo.

Realizar el vaciado completo

Dejar un tiempo prudencial para que el aceite salga por completo y cerrar el depósito del aceite con el tapón.

Cambio de filtro

Localizar el filtro del aceite y usar la herramienta indicada por el manual para desenróscarlo. Se llena el filtro nuevo con aceite nuevo, se lubrica el sello de goma con una delgada capa de aceite y se procede a colocarlo, ajústalo bien para no dañar la rosca.

Adicionar el aceite nuevo al motor

Se ubica el tapón del depósito de aceite que se encuentra en la parte superior del motor, abriéndolo y colocar un embudo en el orificio, de manera segura verter el aceite nuevo. Se debe aplicar la cantidad exacta de acuerdo a la capacidad de tu motor verificándolo en el manual del activo.

Una vez terminado, usa la varilla de medición para comprobar que tiene la cantidad exacta. Cerrar el tapón del depósito de aceite.

Verificar el funcionamiento

Encender el activo, colocarlo en neutro y verificar si hay algún goteo en el motor. Si se encuentra algún goteo se apaga el equipo y se verifica el tapon.

Disposicion de aceite y filtro

La disposicion se realizara de acuerdo al plan de manejo ambiental de la organización y la compañía contratista.

Entrega del activo

El trabajador debe hacer la desinfección de las herramientas, lavarse y desinfectarse las manos y realizar la limpieza del área según los protocolos de bioseguridad. Finalmente el responsable de la rutina diligenciará la documentación correspondiente al activo del programa de mantenimiento y se hará seguimiento del desempeño de la máquina en sus actividades de obra.

Fuente: Autoría propia.

E.1.17 Cambio de aceite de la transmisión

Tabla E.39 Procedimiento de cambio de aceite de la transmisión

Procedimiento de cambio de aceite de la transmisión	
Objetivo	Ejecutar las rutinas de cambio de aceite de la transmisión a los activos del programa de mantenimiento asegurando su frecuencia y así aumentar la disponibilidad de los mismos.
Alcance	Su alcance es para toda la maquinaria incluida en el programa de mantenimiento de la organización.
Lider de procedimiento	Mecánico del activo.
Definiciones	
<p>Mantenimiento Correctivo</p> <p>Es el conjunto de tareas destinadas a corregir las fallas que se van presentando en los activos.</p> <p>Mantenimiento Preventivo</p> <p>Su misión es mantener el nivel de disponibilidad programando las intervenciones en el momento oportuno, interviene aunque el equipo no haya manifestado fallas.</p> <p>Mantenimiento Predictivo</p> <p>Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.), requiere de pruebas de laboratorio y ensayos.</p> <p>Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)</p> <p>Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero hora de funcionamiento, como si el equipo fuera nuevo.</p>	
Requisitos y condiciones generales para el desarrollo del procedimiento	

Requisitos y condiciones para la prevencion DEL SARS-CoV-2

Tener un control de el personal que ingresa al area de trabajo con toma de temperatura.

Establecer horarios de trabajo flexibles para el Desarrollo de las actividades teniendo en cuenta el aforo minimo establecido.

Mantener distanciamiento social entre trabajadores de 2 metros

Los trabajadores deben utilizar elementos de protección personal de acuerdo a lo establecido para su cargo y los elementos de bioseguridad establecidos de acuerdo a la rutina de mantenimiento, serán suministrados por el empleador.

Se deben desinfectar las herramientas de trabajo y se deben asignar a un solo colaborador para evitar la manipulacion de estos elementos entre los trabajadores.

Los activos que ingresen a mantenimiento deben ser desinfectados con anterioridad.

No utilizar los sistemas de control de ingreso por huella.

Los activos deben ser asignados a un solo trabajador.

Los operadores de los activos deberan realizar la desinfeccion al principio y al final de la jornada.

Las reuniones correspondientes a operacion, seguridad y mantenimiento deben realizarse en horarios escalonados con un aforo minimo establecido con el distanciamiento social de 2 metros entre trabajadores, contemplan la posibilidad de su realizacion de modo virtual.

Tener el registro de los trabajadores contagiados.

Tener el registro de los casos sospechosos en el area de mantenimiento.

Tener el certificado de buenas condiciones de salud de los trabajadores en investigación y confirmado s que los habilita para el reingreso al departamento de mantenimiento.

Tener el protocolo de seguridad de la organizacion y los lineamientos de acuerdo a la normatividad vigente.

Requisitos ambientales en areas de trabajo

Tener incluidos los protocolos de bioseguridad y normatividad vigente para el COVID 19 en los planes de manejo ambiental de los proyectos.

Disponer de canecas cerradas para la disposición final de los elementos de bioseguridad y su evacuacion debe ser diaria.

Tomar medidas para la libre ventilación en espacios cerrados en caso de que las rutinas de mantenimiento se

realicen en estos.

Implementar de puntos de hidratación en zonas específicas para que solo pueda acceder el trabajador.

Disponer de espacios para que los trabajadores guarden de manera individual sus elementos y ropa de trabajo y su ropa de calle para evitar la contaminación.

Disponer en las áreas de trabajo sitios para el lavado de manos con agua, jabón, toallas desechables y gel antibacterial.

Debe haber señalización de áreas de trabajo e información al personal por medio de un layout.

Procedimiento cambio de aceite de la transmisión para el activo caso de estudio

Antes del cambio de aceite

Para evitar daños de la transmisión seguir las instrucciones del fabricante del activo

Elevar el activo de ser necesario

Ubique el plano del sistema donde se encuentra la transmisión, según las características del activo y sus dimensiones se emplearan rampas portátiles, gato hidráulico o elevador de acuerdo a lo establecido por la organización y teniendo en cuenta las normas de seguridad.

Alistamiento del área

Colocar una geomembrana cubriendo el área donde va a colocarse el recipiente que va a almacenar el aceite usado para evitar posibles derrames en el suelo, el recipiente debe tener un volumen mayor al del aceite para que pueda retirarse con facilidad y evitar la contaminación.

Drenaje del aceite

Ubique el tornillo de vaciado de aceite de acuerdo al plano proceda a desenroscarlo con las herramientas adecuadas según el manual, utilizar para esta actividad guantes de vinilo o nitrilo.

Según el manual de acuerdo al tipo de transmisión depende el procedimiento, a veces es necesario desarmar la tapa o carter de la misma para realizar la rutina. Si el aceite huele quemado, contiene virutas o fragmentos de metal es importante realizar un análisis de acuerdo a las horas de trabajo y realizar un desarme para verificar el estado de las piezas.

Montaje del tapón de vaciado

Colocar tapón de vaciado junto con un sello respetando el par de apriete de acuerdo al manual.

Llenado de aceite de transmisión

El llenado excesivo o el uso del aceite a una temperatura incorrecta puede dañar la transmisión, utilizar los lineamientos del manual del fabricante. Abra el tapón de llenado y vierta en la transmisión el aceite especificado, no use aditivos suplementarios ni productos de limpieza.

Funcionamiento del motor

Deje funcionar el motor en ralentí y seleccione el cambio de marcha dependiendo de la variante de transmisión para revisar posibles fugas. Si se encuentran goteos comprobar los aprietes de los tapones y juntas.

Apagado del motor

Puede ahora apagar el motor si no hay fugas la rutina esta terminada

Disposicion de aceite

La disposicion se realizara de acuerdo al plan de manejo ambiental de la organización y la compañía contratista.

Entrega del activo

El trabajador debe hacer la desinfeccion de las herramientas, lavarse y desinfectarse las manos y realizar la limpieza del area segun los protocolos de bioseguridad. Finalmente el responsable de la rutina diligenciara la documentación correspondiente al activo del programa de mantenimiento y se hara seguimiento del desempeño de la maquina en sus actividades de obra.

Fuente: Autoría propia.

E.1.18 Verificación y cambio de aceite del sistema hidráulico

Tabla E.40 Procedimiento verificación y cambio de aceite del sistema hidráulico

Procedimiento verificacion y cambio de aceite del sistema hidraulico	
Objetivo	Ejecutar las rutinas de verificacion y cambio de aceite del Sistema hidraulico a los activos del programa de mantenimiento asegurando su frecuencia y así aumentar la disponibilidad de los mismos.
Alcance	Su alcance es para toda la maquinaria incluida en el programa de mantenimiento de la organización.
Lider de procedimiento	Mecanico del activo.
Definiciones	

Mantenimiento Correctivo

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir las fallas que se van presentando en los activos.

Mantenimiento Preventivo

Su misión es mantener el nivel de disponibilidad programando las intervenciones en el momento oportuno, interviene aunque el equipo no haya manifestado fallas.

Mantenimiento Predictivo

Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.), requiere de pruebas de laboratorio y ensayos.

Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)

Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero hora de funcionamiento, como si el equipo fuera nuevo.

Requisitos y condiciones generales para el desarrollo del procedimiento

Requisitos y condiciones para la prevención del SARS-CoV-2

Tener un control de el personal que ingresa al area de trabajo con toma de temperatura.

Establecer horarios de trabajo flexibles para el Desarrollo de las actividades teniendo en cuenta el aforo minimo establecido.

Mantener distanciamiento social entre trabajadores de 2 metros

Los trabajadores deben utilizar elementos de protección personal de acuerdo a lo establecido para su cargo y los elementos de bioseguridad establecidos de acuerdo a la rutina de mantenimiento, serán suministrados por el empleador.

Se deben desinfectar las herramientas de trabajo y se deben asignar a un solo colaborador para evitar la manipulacion de estos elementos entre los trabajadores.

Los activos que ingresen a mantenimiento deben ser desinfectados con anterioridad.

No utilizar los sistemas de control de ingreso por huella.

Los activos deben ser asignados a un solo trabajador.

Los operadores de los activos deberan realizar la desinfeccion al principio y al final de la jornada.

Las reuniones correspondientes a operacion, seguridad y mantenimiento deben realizarse en horarios escalonados con un aforo minimo establecido con el distanciamiento social de 2 metros entre trabajadores, contemplan la posibilidad de su realizacion de modo virtual.

Tener el registro de los trabajadores contagiados.

Tener el registro de los casos sospechosos en el area de mantenimiento.

Tener el certificado de buenas condiciones de salud de los trabajadores en investigación y confirmado s que los habilita para el reingreso al departamento de mantenimiento.

Tener el protocolo de seguridad de la organizacion y los lineamientos de acuerdo a la normatividad vigente.

Requisitos ambientales en areas de trabajo

Tener incluidos los protocolos de bioseguridad y normatividad vigente para el COVID 19 en los planes de manejo ambiental de los proyectos.

Disponer de canecas cerradas para la disposición final de los elementos de bioseguridad y su evacuacion debe ser diaria.

Tomar medidas para la libre ventilación en espacios cerrados en caso de que las rutinas de mantenimiento se realicen en estos.

Implementar de puntos de hidratación en zonas especificas para que solo pueda acceder el trabajador.

Disponer de espacios para que los trabajadores guarden de manera individual sus elementos y ropa de trabajo y su ropa de calle para evitar la contaminación.

Disponer en las areas de trabajo sitios para el lavado de manos con agua, jabón, toallas desechables y gel antibacterial.

Debe haber señalizacion de areas de trabajo e informacion al personal por medio de un layout.

Procedimiento de cambio de aceite del sistema hidraulico para el activo caso de estudio

Elevar el activo de ser necesario

Ubique el plano del sistema donde se encuentra el deposito del sistema hidraulico, según las características del activo y sus dimensiones se emplearan rampas portátiles, gato hidráulico o elevador de acuerdo a lo establecido por la organización y teniendo en cuenta las normas de seguridad.

Alistamiento del area

Colocar una geomembrana cubriendo el area donde va a colocarse el recipiente que va a almacenar el aceite usado para evitar posibles derrames en el suelo, el recipiente debe tener un volumen mayor al del aceite para que pueda retirarse con facilidad y evitar la contaminación.

Eliminar el aceite hidráulico viejo

Para acceder al depósito es necesario ubicar el plano del sistema hidráulico por si es necesario desmontar piezas.

El aceite hidráulico se extrae con un accesorio de succión y se transfiere inmediatamente al recipiente de recolección, revisar el manual del fabricante para comprobar el procedimiento de vaciado.

Drenar las cantidades residuales

Hay que desmontar el depósito hasta llegar a las mangueras, luego se retira la manguera de alimentación y se coloca en el recipiente de recolección. Todo el procedimiento de manera detallada se encuentra en el manual.

Revisar las mangueras del sistema por si presentan muestras de deterioro.

Agregar aceite hidráulico

A continuación, se coloca la tapa desatornillada suelta sobre el depósito de expansión y se vuelve a levantar, de esta manera se puede leer el nivel de aceite de la varilla de medición. Debe tener el nivel indicado en las especificaciones del fabricante. Con aceite hidráulico nuevo se puede prolongar la vida útil de todo el Sistema.

Disposicion de aceite

La disposicion se realizara de acuerdo al plan de manejo ambiental de la organización y la compañía contratista.

Entrega del activo

El trabajador debe hacer la desinfección de las herramientas, lavarse y desinfectarse las manos y realizar la limpieza del area segun los protocolos de bioseguridad. Finalmente el responsable de la rutina diligenciará la documentación correspondiente al activo del programa de mantenimiento y se hará seguimiento del desempeño de la maquina en sus actividades de obra.

Fuente: Autoría propia.

E.1.18 Limpieza del sistema de combustible

Tabla E.41 Procedimiento de limpieza del sistema de combustible

Procedimiento de limpieza del sistema de combustible	
Objetivo	Ejecutar las rutinas de limpieza de combustible a los activos del programa de mantenimiento asegurando su frecuencia y así aumentar la disponibilidad de los mismos.
Alcance	Su alcance es para toda la maquinaria incluida en el programa de

	mantenimiento de la organización.
Lider de procedimiento	Mecanico del activo.
Definiciones	
<p>Mantenimiento Correctivo</p> <p>Es el conjunto de tareas destinadas a corregir las fallas que se van presentando en los activos.</p> <p>Mantenimiento Preventivo</p> <p>Su misión es mantener el nivel de disponibilidad programando las intervenciones en el momento oportuno, interviene aunque el equipo no haya manifestado fallas.</p> <p>Mantenimiento Predictivo</p> <p>Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.), requiere de pruebas de laboratorio y ensayos.</p> <p>Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)</p> <p>Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero hora de funcionamiento, como si el equipo fuera nuevo.</p>	
Requisitos y condiciones generales para el desarrollo del procedimiento	
<p>Requisitos y condiciones para la prevención del SARS-CoV-2</p> <p>Tener un control de el personal que ingresa al area de trabajo con toma de temperatura.</p> <p>Establecer horarios de trabajo flexibles para el Desarrollo de las actividades teniendo en cuenta el aforo minimo establecido.</p> <p>Mantener distanciamiento social entre trabajadores de 2 metros</p> <p>Los trabajadores deben utilizar elementos de protección personal de acuerdo a lo establecido para su cargo y los elementos de bioseguridad establecidos de acuerdo a la rutina de mantenimiento, serán suministrados por el empleador.</p> <p>Se deben desinfectar las herramientas de trabajo y se deben asignar a un solo colaborador para evitar la manipulacion de estos elementos entre los trabajadores.</p> <p>Los activos que ingresen a mantenimiento deben ser desinfectados con anterioridad.</p> <p>No utilizar los sistemas de control de ingreso por huella.</p> <p>Los activos deben ser asignados a un solo trabajador.</p> <p>Los operadores de los activos deberan realizar la desinfeccion al principio y al final de la jornada.</p>	

Las reuniones correspondientes a operación, seguridad y mantenimiento deben realizarse en horarios escalonados con un aforo mínimo establecido con el distanciamiento social de 2 metros entre trabajadores, contemplan la posibilidad de su realización de modo virtual.

Tener el registro de los trabajadores contagiados.

Tener el registro de los casos sospechosos en el área de mantenimiento.

Tener el certificado de buenas condiciones de salud de los trabajadores en investigación y confirmado s que los habilita para el reingreso al departamento de mantenimiento.

Tener el protocolo de seguridad de la organización y los lineamientos de acuerdo a la normatividad vigente.

Requisitos ambientales en áreas de trabajo

Tener incluidos los protocolos de bioseguridad y normatividad vigente para el COVID 19 en los planes de manejo ambiental de los proyectos.

Disponer de canecas cerradas para la disposición final de los elementos de bioseguridad y su evacuación debe ser diaria.

Tomar medidas para la libre ventilación en espacios cerrados en caso de que las rutinas de mantenimiento se realicen en estos.

Implementar de puntos de hidratación en zonas específicas para que solo pueda acceder el trabajador.

Disponer de espacios para que los trabajadores guarden de manera individual sus elementos y ropa de trabajo y su ropa de calle para evitar la contaminación.

Disponer en las áreas de trabajo sitios para el lavado de manos con agua, jabón, toallas desechables y gel antibacterial.

Debe haber señalización de áreas de trabajo e información al personal por medio de un layout.

Procedimiento de limpieza del sistema de combustible para el activo caso de estudio

El combustible diésel es conocido por la formación de depósitos, la carbonilla que se origina por la combustión e impide la correcta inyección de combustible lo que provoca pérdida de potencia y altas emisiones de gases. Hay que prevenir al máximo la suciedad y el contenido de agua en el combustible ya que se puede afectar bomba de inyección y los inyectores.

Para la limpieza del sistema de combustible se realizan las siguientes rutinas de acuerdo al manual y la frecuencia de horas de trabajo del activo:

- El cambio de filtro de combustible secundario
- Drenaje del separador de agua
- Limpiar tapa y colador de tanque de combustible
- Operar bomba de cebado del sistema de combustible
- Limpiar, inspeccionar y reemplazar en caso de deterioro la rejilla de admisión de combustible
- Cambiar filtro de combustible primario.

Entrega del activo

Después de cada rutina el trabajador debe hacer la desinfección de las herramientas, lavarse y desinfectarse las manos y realizar la limpieza del área según los protocolos de bioseguridad. Finalmente el responsable de la rutina diligenciará la documentación correspondiente al activo del programa de mantenimiento y se hará seguimiento del desempeño de la máquina en sus actividades de obra.

Fuente: Autoría propia.

E.1.19 Limpieza y cambio del filtro de aire del motor

Tabla E.42 Procedimiento de limpieza y cambio del filtro de aire del motor

Procedimiento de limpieza y cambio del filtro de aire del motor	
Objetivo	Ejecutar las rutinas de limpieza y cambio del filtro de aire del motor a los activos del programa de mantenimiento asegurando su frecuencia y así aumentar la disponibilidad de los mismos.
Alcance	Su alcance es para toda la maquinaria incluida en el programa de mantenimiento de la organización.
Lider de procedimiento	Mecánico del activo Personal de apoyo el operador del activo.
Definiciones	
Mantenimiento Correctivo	
Es el conjunto de tareas destinadas a corregir las fallas que se van presentando en los activos.	
Mantenimiento Preventivo	

Su misión es mantener el nivel de disponibilidad programando las intervenciones en el momento oportuno, interviene aunque el equipo no haya manifestado fallas.

Mantenimiento Predictivo

Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.), requiere de pruebas de laboratorio y ensayos.

Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)

Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero hora de funcionamiento, como si el equipo fuera nuevo.

Requisitos y condiciones generales para el desarrollo del procedimiento

Requisitos y condiciones para la prevención del SARS-CoV-2

Tener un control de el personal que ingresa al area de trabajo con toma de temperatura.

Establecer horarios de trabajo flexibles para el Desarrollo de las actividades teniendo en cuenta el aforo minimo establecido.

Mantener distanciamiento social entre trabajadores de 2 metros

Los trabajadores deben utilizar elementos de protección personal de acuerdo a lo establecido para su cargo y los elementos de bioseguridad establecidos de acuerdo a la rutina de mantenimiento, serán suministrados por el empleador.

Se deben desinfectar las herramientas de trabajo y se deben asignar a un solo colaborador para evitar la manipulacion de estos elementos entre los trabajadores.

Los activos que ingresen a mantenimiento deben ser desinfectados con anterioridad.

No utilizar los sistemas de control de ingreso por huella.

Los activos deben ser asignados a un solo trabajador.

Los operadores de los activos deberan realizar la desinfeccion al principio y al final de la jornada.

Las reuniones correspondientes a operacion, seguridad y mantenimiento deben realizarse en horarios escalonados con un aforo minimo establecido con el distanciamiento social de 2 metros entre trabajadores, contemplan la posibilidad de su realizacion de modo virtual.

Tener el registro de los trabajadores contagiados.

Tener el registro de los casos sospechosos en el area de mantenimiento.

Tener el certificado de buenas condiciones de salud de los trabajadores en investigación y confirmado s que los

habilita para el reingreso al departamento de mantenimiento.

Tener el protocolo de seguridad de la organizacion y los lineamientos de acuerdo a la normatividad vigente.

Requisitos ambientales en areas de trabajo

Tener incluidos los protocolos de bioseguridad y normatividad vigente para el COVID 19 en los planes de manejo ambiental de los proyectos.

Disponer de canecas cerradas para la disposición final de los elementos de bioseguridad y su evacuacion debe ser diaria.

Tomar medidas para la libre ventilación en espacios cerrados en caso de que las rutinas de mantenimiento se realicen en estos.

Implementar de puntos de hidratación en zonas especificas para que solo pueda acceder el trabajador.

Disponer de espacios para que los trabajadores guarden de manera individual sus elementos y ropa de trabajo y su ropa de calle para evitar la contaminación.

Disponer en las areas de trabajo sitios para el lavado de manos con agua, jabón, toallas desechables y gel antibacterial.

Debe haber señalizacion de areas de trabajo e informacion al personal por medio de un layout.

Procedimiento de limpieza y cambio del filtro de aire del motor para el activo caso de estudio

Ubicar el filtro del aire

Ubicar en el plano el filtro de aire y si es necesatio remover piezas para sacarlo ver en el manual.

Abrir la carcasa y sacar el filtro

Abrir la carcasa de acuerdo al modelo, una vez esté abierta, extrae el filtro con cuidado y no olvidar la posición.

Limpiar y aspira la carcasa

Eliminar la suciedad de la carcasa con el aspirador, se puede extraer la carcasa inferior y limpiarla.

Cambio de filtro

Revisar la fecha desde el ultimo cambio del filtro y mirar en el manual de fabricante del filtro su tiempo de servicio. En caso de que se realice el cambio colocarlo en la misma posicion del anterior.

Cerrar y fijar la carcasa

Cerrar la carcasa y asegúrate de que está fija, colocarla como se encontraba inicialmente.

Entrega del activo

Después de cada rutina el trabajador debe hacer la desinfección de las herramientas, lavarse y desinfectarse las manos y realizar la limpieza del área según los protocolos de bioseguridad. Finalmente el responsable de la rutina diligenciará la documentación correspondiente al activo del programa de mantenimiento y se hará seguimiento del desempeño de la máquina en sus actividades de obra.

Fuente: Autoría propia.

E.1.20 Verificación limpieza y cambio de refrigerante del sistema de refrigeración

Tabla E.43 Procedimiento verificación y cambio de refrigerante del sistema de refrigeración

Procedimiento verificación y cambio de refrigerante del sistema de refrigeración	
Objetivo	Ejecutar las rutinas de verificación y cambio de refrigerante del sistema de refrigeración a los activos del programa de mantenimiento asegurando su frecuencia y así aumentar la disponibilidad de los mismos.
Alcance	Su alcance es para toda la maquinaria incluida en el programa de mantenimiento de la organización.
Lider de procedimiento	Mecánico del activo.
Definiciones	
<p>Mantenimiento Correctivo</p> <p>Es el conjunto de tareas destinadas a corregir las fallas que se van presentando en los activos.</p> <p>Mantenimiento Preventivo</p> <p>Su misión es mantener el nivel de disponibilidad programando las intervenciones en el momento oportuno, interviene aunque el equipo no haya manifestado fallas.</p> <p>Mantenimiento Predictivo</p> <p>Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.), requiere de pruebas de laboratorio y ensayos.</p> <p>Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)</p> <p>Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero hora de funcionamiento, como si el equipo fuera nuevo.</p>	
Requisitos y condiciones generales para el desarrollo del procedimiento	

Requisitos y condiciones para la prevención del SARS-CoV-2

Tener un control de el personal que ingresa al area de trabajo con toma de temperatura.

Establecer horarios de trabajo flexibles para el Desarrollo de las actividades teniendo en cuenta el aforo minimo establecido.

Mantener distanciamiento social entre trabajadores de 2 metros

Los trabajadores deben utilizar elementos de protección personal de acuerdo a lo establecido para su cargo y los elementos de bioseguridad establecidos de acuerdo a la rutina de mantenimiento, serán suministrados por el empleador.

Se deben desinfectar las herramientas de trabajo y se deben asignar a un solo colaborador para evitar la manipulacion de estos elementos entre los trabajadores.

Los activos que ingresen a mantenimiento deben ser desinfectados con anterioridad.

No utilizar los sistemas de control de ingreso por huella.

Los activos deben ser asignados a un solo trabajador.

Los operadores de los activos deberan realizar la desinfeccion al principio y al final de la jornada.

Las reuniones correspondientes a operacion, seguridad y mantenimiento deben realizarse en horarios escalonados con un aforo minimo establecido con el distanciamiento social de 2 metros entre trabajadores, contemplan la posibilidad de su realizacion de modo virtual.

Tener el registro de los trabajadores contagiados.

Tener el registro de los casos sospechosos en el area de mantenimiento.

Tener el certificado de buenas condiciones de salud de los trabajadores en investigación y confirmado s que los habilita para el reingreso al departamento de mantenimiento.

Tener el protocolo de seguridad de la organizacion y los lineamientos de acuerdo a la normatividad vigente.

Requisitos ambientales en areas de trabajo

Tener incluidos los protocolos de bioseguridad y normatividad vigente para el COVID 19 en los planes de manejo ambiental de los proyectos.

Disponer de canecas cerradas para la disposición final de los elementos de bioseguridad y su evacuacion debe ser diaria.

Tomar medidas para la libre ventilación en espacios cerrados en caso de que las rutinas de mantenimiento se

realicen en estos.

Implementar de puntos de hidratación en zonas específicas para que solo pueda acceder el trabajador.

Disponer de espacios para que los trabajadores guarden de manera individual sus elementos y ropa de trabajo y su ropa de calle para evitar la contaminación.

Disponer en las áreas de trabajo sitios para el lavado de manos con agua, jabón, toallas desechables y gel antibacterial.

Debe haber señalización de áreas de trabajo e información al personal por medio de un layout.

Procedimiento de verificación y cambio de refrigerante del sistema de refrigeración para el activo caso de estudio

Elevar el activo de ser necesario

Ubique el plano del sistema donde se encuentra el sistema de refrigeración, según las características del activo y sus dimensiones se emplearán rampas portátiles, gato hidráulico o elevador de acuerdo a lo establecido por la organización y teniendo en cuenta las normas de seguridad.

Alistamiento del área

Colocar una geomembrana cubriendo el área donde va a colocarse el recipiente que va a almacenar el refrigerante usado para evitar posibles derrames en el suelo, el recipiente debe tener un volumen mayor al del refrigerante para que pueda retirarse con facilidad y evitar la contaminación.

Vaciar el depósito y el circuito refrigerante.

Se ubica el tapón, tornillo o grifo y se abre gradualmente para dejar que el circuito se vacíe por completo.

Depurar con agua a presión.

Una vez se haya vaciado por completo se introduce agua a presión por todo el interior del circuito para limpiar los restos que hayan podido quedar.

Cerrar el mecanismo de vaciado.

Asegúrese que el circuito queda sellado.

Rellenar con refrigerante.

El depósito de líquido refrigerante tiene unas marcas de mínimo y máximo, el líquido debe quedar a un nivel entre estas dos marcas. Cerrar el depósito para terminar la rutina.

Entrega del activo

Después de cada rutina el trabajador debe hacer la desinfección de las herramientas, lavarse y desinfectarse las manos y realizar la limpieza del área según los protocolos de bioseguridad. Finalmente el responsable de la rutina diligenciará la documentación correspondiente al activo del programa de mantenimiento y se hará seguimiento del desempeño de la máquina en sus actividades de obra.

Fuente: Autoría propia.

E.1.21 Verificación, medición, limpieza y cambio de accesorios del sistema eléctrico y varios

Tabla E.44 Procedimiento verificación, medición, limpieza y cambio de accesorios del sistema eléctrico y varios

Procedimiento verificación, medición, limpieza y cambio de accesorios del sistema eléctrico y varios	
Objetivo	Ejecutar las rutinas de verificación, medición, limpieza y cambio de accesorios del sistema eléctrico y varios a los activos del programa de mantenimiento asegurando su frecuencia y así aumentar la disponibilidad de los mismos.
Alcance	Su alcance es para toda la maquinaria incluida en el programa de mantenimiento de la organización.
Líder de procedimiento	Mecánico del activo.
Definiciones	
<p>Mantenimiento Correctivo</p> <p>Es el conjunto de tareas destinadas a corregir las fallas que se van presentando en los activos.</p> <p>Mantenimiento Preventivo</p> <p>Su misión es mantener el nivel de disponibilidad programando las intervenciones en el momento oportuno, interviene aunque el equipo no haya manifestado fallas.</p> <p>Mantenimiento Predictivo</p> <p>Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.), requiere de pruebas de laboratorio y ensayos.</p>	

Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)

Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero hora de funcionamiento, como si el equipo fuera nuevo.

Requisitos y condiciones generales para el desarrollo del procedimiento**Requisitos y condiciones para la prevención del SARS-CoV-2**

Tener un control de el personal que ingresa al area de trabajo con toma de temperatura.

Establecer horarios de trabajo flexibles para el Desarrollo de las actividades teniendo en cuenta el aforo minimo establecido.

Mantener distanciamiento social entre trabajadores de 2 metros

Los trabajadores deben utilizar elementos de protección personal de acuerdo a lo establecido para su cargo y los elementos de bioseguridad establecidos de acuerdo a la rutina de mantenimiento, serán suministrados por el empleador.

Se deben desinfectar las herramientas de trabajo y se deben asignar a un solo colaborador para evitar la manipulacion de estos elementos entre los trabajadores.

Los activos que ingresen a mantenimiento deben ser desinfectados con anterioridad.

No utilizar los sistemas de control de ingreso por huella.

Los activos deben ser asignados a un solo trabajador.

Los operadores de los activos deberan realizar la desinfeccion al principio y al final de la jornada.

Las reuniones correspondientes a operacion, seguridad y mantenimiento deben realizarse en horarios escalonados con un aforo minimo establecido con el distanciamiento social de 2 metros entre trabajadores, contemplan la posibilidad de su realizacion de modo virtual.

Tener el registro de los trabajadores contagiados.

Tener el registro de los casos sospechosos en el area de mantenimiento.

Tener el certificado de buenas condiciones de salud de los trabajadores en investigación y confirmado s que los habilita para el reingreso al departamento de mantenimiento.

Tener el protocolo de seguridad de la organizacion y los lineamientos de acuerdo a la normatividad vigente.

Requisitos ambientales en areas de trabajo

Tener incluidos los protocolos de bioseguridad y normatividad vigente para el COVID 19 en los planes de manejo ambiental de los proyectos.

Disponer de canecas cerradas para la disposición final de los elementos de bioseguridad y su evacuación debe ser diaria.

Tomar medidas para la libre ventilación en espacios cerrados en caso de que las rutinas de mantenimiento se realicen en estos.

Implementar de puntos de hidratación en zonas específicas para que solo pueda acceder el trabajador.

Disponer de espacios para que los trabajadores guarden de manera individual sus elementos y ropa de trabajo y su ropa de calle para evitar la contaminación.

Disponer en las áreas de trabajo sitios para el lavado de manos con agua, jabón, toallas desechables y gel antibacterial.

Debe haber señalización de áreas de trabajo e información al personal por medio de un layout.

Procedimiento verificación, medición, limpieza y cambio de accesorios del sistema eléctrico y varios para el activo caso de estudio

Para el mantenimiento del sistema eléctrico se debe tener en cuenta las siguientes variables:

Revisar el alternador y el arranque, sus conexiones, lectura de carga y funcionamiento.

Revisar el cableado no debe presentar sulfatación, aplastamientos o roturas.

Se deben ajustar y limpiar los elementos del sistema, es importante que estén libres de polvo, se deben mantener libres de sulfatos y el ajuste de los componentes no debe ser excedido ya puede ocasionar daños.

Mantener la batería limpia para evitar fugas de corriente producidas por humedad, suciedad o descargas parasitarias y evitar que permanezca sin recibir carga por periodos largos.

Debe haber una inspección visual para detectar desconexiones, piezas en mal estado y cables deteriorados.

Se deben realizar mediciones a todos los circuitos eléctricos del activo detectando las posibles fallas y los elementos que no presenten el voltaje adecuado o que presenten deterioro se debe tener como base el plano eléctrico y las instrucciones del manual.

El cambio de componentes se deben tener en cuenta las instrucciones del fabricante y realizarlos de acuerdo a las horas de trabajo del equipo.

Entrega del activo

Después de cada rutina el trabajador debe hacer la desinfección de las herramientas, lavarse y desinfectarse las manos y realizar la limpieza del área según los protocolos de bioseguridad. Finalmente el responsable de la rutina

diligenciara la documentación correspondiente al activo del programa de mantenimiento y se hara seguimiento del desempeño de la maquina en sus actividades de obra.

Fuente: Autoría propia.

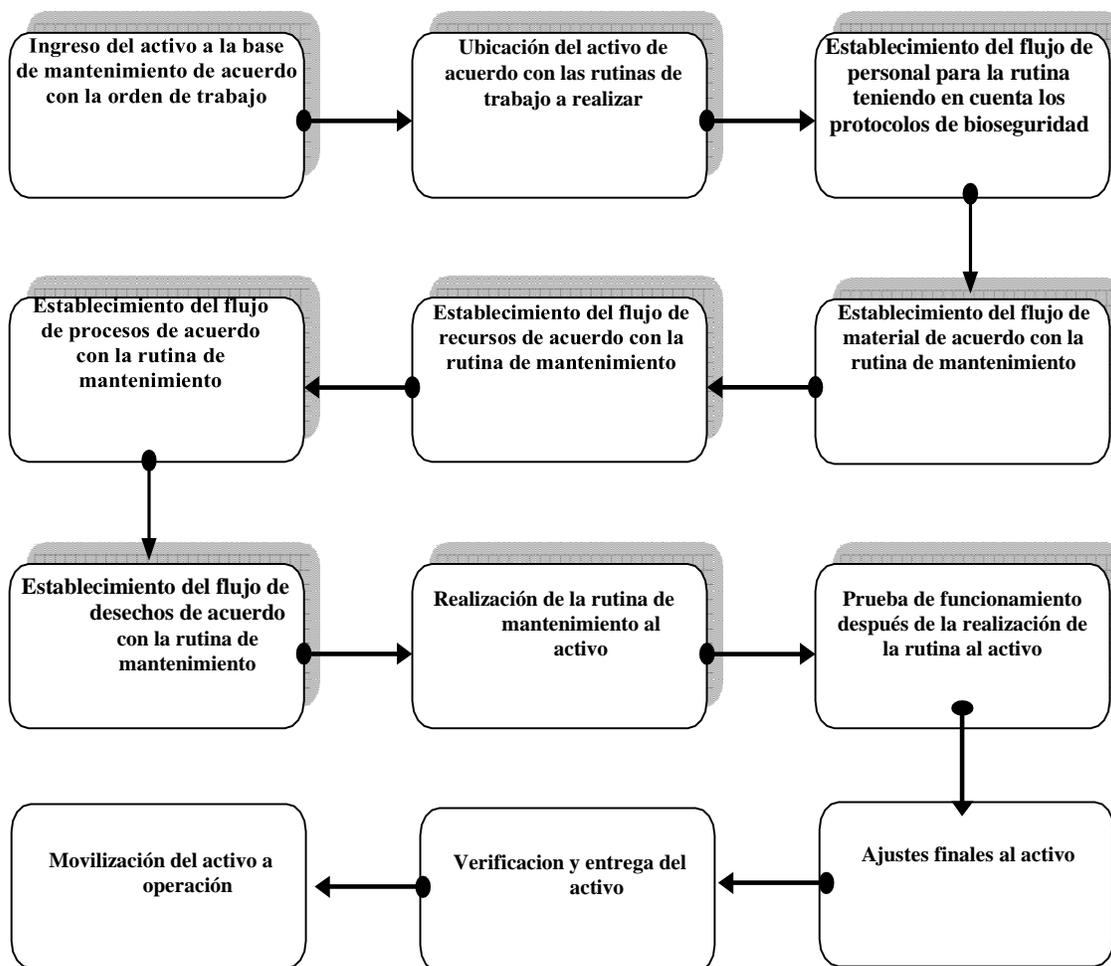
E.1.21 Análisis del área de trabajo de mantenimiento (espacio físico).

Tabla E.45 Área de trabajo de mantenimiento

Area de trabajo de mantenimiento (Espacio físico)
Analisis
<p>En el estudio de la base (espacio físico) del área de trabajo de mantenimiento para la organización caso de estudio se identificaron las siguientes variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Tiempos de puesta en marcha de de las rutinas de mantenimiento. ▶ Tiempos de duración de las actividades de mantenimiento ▶ Posible contaminación de las actividades de mantenimiento. ▶ Tiempos de prueba de las rutinas de mantenimiento para verificación de los trabajos. ▶ Tiempos en el seguimiento de la trazabilidad de las actividades realizadas. <p>Para poder llegar diseñar una distribución de taller se debe evaluar diferentes aspectos de de la gestión del área de mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Flujo de personal: Es el recorrido del personal desde que llega a la entrada de las instalaciones hasta su area de trabajo. ✓ Flujo de material: Es el traslado del material desde el ingreso a la base hasta la localización final para server de apoyo a las actividades de mantenimiento. ✓ Flujo de recursos: Son los traslados de las herramientas de trabajo hasta la zona donde se realizan las rutinas de trabajo. ✓ Flujo de procesos: Es la identificacion de diferentes fases que comprenden la actividad de mantenimiento a realizar. ✓ Flujo de desechos: Son los recorridos del material de desecho resultante de las actividades de mantenimiento, desde la zona de trabajo hasta su disposicion en la base.

Proceso de trabajo del activo en la base taller del area de mantenimiento

A continuación, se muestra el proceso el proceso de trabajo desde el ingreso del activo teniendo en cuenta los flujos anteriormente mencionados, estas herramientas de proceso son apoyo para el posterior diseño y distribución del área de mantenimiento en el área física de la organización caso de estudio



Estas herramientas son la base para el diseño del área física de mantenimiento, el responsable del programa de mantenimiento debe ajustar esta zona de acuerdo con las variables de todas las rutinas de mantenimiento de los activos que tiene la organización.

Fuente: Autoría propia.

E.1.22 Presupuesto de mantenimiento para el activo caso de estudio.

Filtros de combustible	\$70.000	\$70.000	\$70.000	\$70.000	\$70.000	\$70.000
Grasa Eje delantero	\$12.000	\$12.000	\$12.000	\$12.000	\$12.000	\$12.000
Grasa Pasador compensador	\$12.000	\$12.000	\$12.000	\$12.000	\$12.000	\$12.000
Filtros de aire primario y secundario	\$276.000		\$276.000		\$276.000	
Aceite de transmisión de Bombas	\$13.260					
Filtro de aceite de respiradero del sistema hidráulico	\$87.500					
Aceite de transmisión del motor de giro	\$83.640					
Aceite de transmisión						\$43.356
Aceite eje delantero	\$147.900					
Aceite eje trasero	\$175.440					
Aceite de los dispositivos reductores	\$28.560					
Aceite del sistema hidráulico						\$2.085.000
Filtro hidráulico	\$50.400					
Aceite de la dirección y freno de seguridad	\$54.000					
Empaquetadura para pistón del cilindro						
Refrigerante	\$57.600					
Alternador	\$252.000					
Total	\$1.672.800	\$446.500	\$722.500	\$446.500	\$722.500	\$2.574.856

Fuente: Autoría propia.

Tabla E.47 Presupuesto de mantenimiento total anual para el retro cargador de oruga Hitachi

200

Insumos	Total, anual
Aceite de motor	\$ 3.600.000
Filtros de aceite de motor	\$ 630.000
Filtros de combustible	\$ 840.000
Grasa Eje delantero	\$ 144.000
Grasa Pasador compensador	\$ 144.000
Filtros de aire primario y secundario	\$ 1.656.000
Aceite de transmisión de Bombas	\$ 26.520

Filtro de aceite de respiradero del sistema hidráulico	\$ 175.000
Aceite de transmisión del motor de giro	\$ 167.280
Aceite de transmisión	\$ 43.356
Aceite eje delantero	\$ 295.800
Aceite eje trasero	\$ 350.880
Aceite de los dispositivos reductores	\$ 57.120
Aceite del sistema hidráulico	\$ 2.085.000
Filtro hidráulico	\$ 100.800
Aceite de la dirección y freno de seguridad	\$ 108.000
Empaquetadura para pistón del cilindro	\$ 79.000
Refrigerante	\$ 115.200
Alternador	\$ 252.000
Total	\$ 10.869.956

Fuente: Autoría propia.

E.1.23 Disposición final de aceite usado.

Tabla E.48 Procedimiento para disposición final de aceite usado

Procedimiento para disposición final de aceite usado	
Objetivo	Establecer un procedimiento para la separación, almacenamiento, disposición de aceites, grasas, filtros y residuos contaminados que se producen en las rutinas de mantenimiento en la organización objeto de estudio.
Alcance	Este procedimiento es aplicable a todas las actividades de mantenimiento que se lleven a cabo que generen aceite usado o residuos que hayan tenido contacto con aceites y grasas.
Lider de procedimiento	Personal del área de mantenimiento de la organización caso de estudio
Definiciones	
Residuo peligroso: Residuo con características infecciosas, combustibles, inflamables, explosivas, radiactivas, volátiles, corrosivas o tóxicas puedan causar daño a la salud humana o al medio ambiente.	

Aceite usado: Todos los aceites industriales lubricantes con base mineral o sintética que ya realizaron sus horas de trabajo y perdieron su propiedades.

Almacenamiento: Depósito temporal de aceites usados.

Requisitos y condiciones generales para el desarrollo del procedimiento

Requisitos y condiciones para la prevención del SARS-CoV-2

Tener un control de el personal que ingresa al area de trabajo con toma de temperatura.

Establecer horarios de trabajo flexibles para el Desarrollo de las actividades teniendo en cuenta el aforo minimo establecido.

Mantener distanciamiento social entre trabajadores de 2 metros

Los trabajadores deben utilizar elementos de protección personal de acuerdo a lo establecido para su cargo y los elementos de bioseguridad establecidos de acuerdo a la rutina de mantenimiento, serán suministrados por el empleador.

Se deben desinfectar las herramientas de trabajo y se deben asignar a un solo colaborador para evitar la manipulacion de estos elementos entre los trabajadores.

Los activos que ingresen a mantenimiento deben ser desinfectados con anterioridad.

No utilizar los sistemas de control de ingreso por huella.

Los activos deben ser asignados a un solo trabajador.

Los operadores de los activos deberan realizar la desinfeccion al principio y al final de la jornada.

Las reuniones correspondientes a operacion, seguridad y mantenimiento deben realizarse en horarios escalonados con un aforo minimo establecido con el distanciamiento social de 2 metros entre trabajadores, contemplan la posibilidad de su realizacion de modo virtual.

Tener el registro de los trabajadores contagiados.

Tener el registro de los casos sospechosos en el area de mantenimiento.

Tener el certificado de buenas condiciones de salud de los trabajadores en investigación y confirmado s que los habilita para el reingreso al departamento de mantenimiento.

Tener el protocolo de seguridad de la organizacion y los lineamientos de acuerdo a la normatividad vigente.

Requisitos ambientales en areas de trabajo

Tener incluidos los protocolos de bioseguridad y normatividad vigente para el COVID 19 en los planes de

manejo ambiental de los proyectos.

Disponer de canecas cerradas para la disposición final de los elementos de bioseguridad y su evacuación debe ser diaria.

Tomar medidas para la libre ventilación en espacios cerrados en caso de que las rutinas de mantenimiento se realicen en estos.

Implementar de puntos de hidratación en zonas específicas para que solo pueda acceder el trabajador.

Disponer de espacios para que los trabajadores guarden de manera individual sus elementos y ropa de trabajo y su ropa de calle para evitar la contaminación.

Disponer en las áreas de trabajo sitios para el lavado de manos con agua, jabón, toallas desechables y gel antibacterial.

Debe haber señalización de áreas de trabajo e información al personal por medio de un layout.

Procedimiento para disposición final de aceite usado

Ítem	Actividad	Responsables	Almacenamiento	Condición de seguridad
1	recolección de los cambios de aceite de los sistemas del activo	Personal de Mantenimiento	Canecas ubicadas en el área de disposición con dique para derrames y debidamente marcadas.	EPP: Guantes de nitrilo Tapabocas, Ropa de Trabajo
2	recolección en bolsas rojas de residuos sólidos contaminados con aceites y grasas.	Personal de Mantenimiento	Bolsas rojas ubicadas en el área de disposición con dique para derrames y debidamente marcadas	EPP: Guantes de nitrilo Tapabocas, Ropa de Trabajo
3	Efectuar la relación de la cantidad y características del aceite o sólidos contaminados.	Personal de Mantenimiento	Bolsas rojas y canecas ubicadas en el área de disposición	EPP: Guantes de nitrilo, Tapabocas, Ropa de Trabajo
4	Coordinar la entrega de los aceites y residuos contaminados a una organización aprobada para tal fin con certificación ambiental	Personal de Mantenimiento	Bolsas rojas y canecas ubicadas en el área de disposición	EPP: Guantes, Tapabocas, Ropa de Trabajo

5	Gestionar Certificado de Disposición de Aceite, filtro Usado o residuo Contaminado	Personal de Mantenimiento	N. A	N. A
6	Archivo y Control de Formatos y Certificados de Disposición.	Personal de Mantenimiento	N. A	N. A

Fuente: Autoría propia.

E.1.24 Stock de insumos para el activo caso de estudio.

Tabla E.49 Procedimiento de almacenamiento de insumos

Procedimiento de almacenamiento de insumos	
Objetivo	Establecer un procedimiento para proveer el almacén los repuestos necesarios para las rutinas de mantenimiento de acuerdo con el estudio de criticidad de los sistemas para evitar los paros y sobrecostos en la organización objeto de estudio.
Alcance	Este procedimiento es aplicable a toda recepción de repuestos que cumplan con las especificaciones técnicas del fabricante del activo.
Lider de procedimiento	Personal del área de mantenimiento de la organización caso de estudio
Definiciones	
Requisitos y condiciones generales para el desarrollo del procedimiento	
Requisitos y condiciones para la prevención del SARS-CoV-2	
Tener un control de el personal que ingresa al area de trabajo con toma de temperatura.	
Establecer horarios de trabajo flexibles para el Desarrollo de las actividades teniendo en cuenta el aforo minimo establecido.	
Mantener distanciamiento social entre trabajadores de 2 metros	
Los trabajadores deben utilizar elementos de protección personal de acuerdo a lo establecido para su cargo y los elementos de bioseguridad establecidos de acuerdo a la rutina de mantenimiento, serán suministrados por el	

empleador.

Se deben desinfectar las herramientas de trabajo y se deben asignar a un solo colaborador para evitar la manipulación de estos elementos entre los trabajadores.

Los activos que ingresen a mantenimiento deben ser desinfectados con anterioridad.

No utilizar los sistemas de control de ingreso por huella.

Los activos deben ser asignados a un solo trabajador.

Los operadores de los activos deberán realizar la desinfección al principio y al final de la jornada.

Las reuniones correspondientes a operación, seguridad y mantenimiento deben realizarse en horarios escalonados con un aforo mínimo establecido con el distanciamiento social de 2 metros entre trabajadores, contemplan la posibilidad de su realización de modo virtual.

Tener el registro de los trabajadores contagiados.

Tener el registro de los casos sospechosos en el área de mantenimiento.

Tener el certificado de buenas condiciones de salud de los trabajadores en investigación y confirmados que los habilita para el reingreso al departamento de mantenimiento.

Tener el protocolo de seguridad de la organización y los lineamientos de acuerdo a la normatividad vigente.

Requisitos ambientales en áreas de trabajo

Tener incluidos los protocolos de bioseguridad y normatividad vigente para el COVID 19 en los planes de manejo ambiental de los proyectos.

Disponer de canecas cerradas para la disposición final de los elementos de bioseguridad y su evacuación debe ser diaria.

Tomar medidas para la libre ventilación en espacios cerrados en caso de que las rutinas de mantenimiento se realicen en estos.

Implementar de puntos de hidratación en zonas específicas para que solo pueda acceder el trabajador.

Disponer de espacios para que los trabajadores guarden de manera individual sus elementos y ropa de trabajo y su ropa de calle para evitar la contaminación.

Disponer en las áreas de trabajo sitios para el lavado de manos con agua, jabón, toallas desechables y gel antibacterial.

Debe haber señalización de áreas de trabajo e información al personal por medio de un layout.

Procedimiento de almacenamiento de insumos

La estructura procedimental del almacén de insumos se basa en lo siguiente:

- ▶ Recepción de insumos
- ▶ Devoluciones y/o Baja de insumos
- ▶ Control de Movimientos de insumos.
- ▶ Acomodo, Surtido Y Despacho
- ▶ Despacho de insumos
- ▶ Toma Física de Inventarios de insumos

Se debe establecer un almacén bajo la custodia de un encargado especializado en el control de herramientas, equipos e insumos.

Recepción de insumos

La recepción se divide en las siguientes fases:

- Antes de la llegada: Se debe disponer de las cantidades y las características de los insumos.
- Llegada de los productos: Se realiza la verificación de los pedidos cotejando lo que llegó con lo solicitado.
- Después de la llegada: Se hace control e inspección de los productos recibidos, se le asignan códigos internos y una ubicación dentro del almacén.

El manejo correcto de inventarios es un factor fundamental para la disponibilidad de los artículos o materiales, de esta manera se evita la acumulación de existencias.

Almacenaje y manutención:

Almacenaje: Se debe mantener un control de la ubicación de los insumos.

Manutención: o manejo de mercancías: Se debe emplear equipos e instalaciones para manipular y almacenar los insumos optimizando tiempo y espacio.

Preparación de pedidos

Este proceso se refiere al alistamiento de los materiales de acuerdo a los requerimientos en este caso de las rutinas del personal de mantenimiento.

Expedición

Se realiza el alistamiento y preparación de los insumos con el fin de que éstos lleguen en perfecto estado y en las

condiciones de entrega y transporte pactadas con el colaborador del área de mantenimiento.

Organización y control de existencias.

Dependerá del número de referencias a almacenar, su rotación, entre otras variables. Una buena organización y control se debe tener en cuenta para la ubicación de la mercancía, maximizar la utilización del espacio y la utilización de los controles de seguridad para la manipulación de los insumos.

Fuente: Autoría propia.

E.1.25 Información técnica del activo caso de estudio.

E.1.25.1 Esquema técnico del activo caso de estudio.

Tabla E.50 Esquema técnico retrocargador de oruga Hitachi 200

Excavadora Hitachi 200					
Ítem	Sistemas	Componentes		Partes	Accesorios
1	Potencia	Motor diésel	Sistema de admisión y escape	Filtro de aire	
				Turbocompresor	
				Pos enfriador	
				Culata de cilindro	
				Válvulas y componentes del sistema de válvulas	
				Pistón y cilindro	
				Múltiple de admisión	
				Múltiple de escape	
		Sistema de refrigeración	Radiador		
			Mangueras		
			Bomba de agua		
			Conductos internos		
			Termostato		
			Depósito de expansión		
			Ventilador		
			Termo contacto o bulbo de temperatura		
Poleas y correas					

			Dispositivos de información y control	
		Sistema de inyección	Bomba de combustible	
			Filtro	
			Bomba de inyección de combustible	
			Tubería de alta presión	
			Inyector	
		Sistema de lubricación	Cárter	
			Bomba de aceite	Engranajes
				Rotor excéntrico
				Paletas
			Válvula de descarga	
			Filtro	
			Refrigerador de aceite	Refrigeración del cárter
				Radiador
				Intercambiador agua-aceite
			Mano contacto	
			Sistemas de medición de nivel	Varilla
				Ojo de buey
				Medición electrónica
			Conductos del sistema de lubricación	
		Ventilación del sistema de lubricación		
		Depuradora		
		Sistema de repartición	Engranaje de mando (correa o cadena)	
			Árbol de levas	
			Botador o taque	
			Válvula	
		Sistema de encendido	Llave de contacto:	
			Batería.	

			Interruptor de arranque.		
			Motor de arranque.		
			Aro de engranaje de arranque montado en el volante de inercia.		
		Bastidores	Inferior		
			Superior		
		Tren de fuerza	Mecánico	Motor	
				Acoplamiento	
			Transmisión		
			Diferencial		
			Mandos finales		
			Hidrostático	Bomba hidráulica	
				Motores de impulsión	
			Mandos finales		
		Mecanismo de tracción			
		Tren de rodaje	Único		
2	Hidráulico	Bomba hidráulica	Bloque de cilindros y plato válvula (lh)		
			Bloque de cilindros y plato válvula (rh)		
			Resortes		
			Bola guía y espaciador		
			Plato set		
			Pistones		
			Plato porta pistones		
			Plato oscilante y soporte		
			Rodamiento de bolas		
			Rodamiento de agujas		
		Kit de sellos			
		Tanque de aceite hidráulico	Rejilla de llenado		
			Filtro de retorno		
			Mirilla		
			Salida de bomba		
			Tapón magnético		
			Retorno		
			Deflector		
Válvula de alivio					
Respiradero					

		Banco de válvulas			
		Motores hidráulicos			
		Actuadores			
		Sistema de refrigeración			
3	Eléctrico / electrónico	Planta			
		Motor de arranque	Alternador		
		Baterías			
		Sensores			
		Circuitos de iluminación			
		Caja de circuitos			
4	Implementos de trabajo	Aguilón			
		Brazo			
		Cucharon			
5	Mandos, controles e indicadores	Palancas pedales	Joystick de pluma		
			Joystick de brazo		
		Controles	Encendedor de cigarrillo		
			Botones indicadores		
			Botones de accesorios		
			Botón de encendido		
			Control de velocidad		
			Aire acondicionado		
		Instrumentos de medida	Físicos		
			Análogos		
			Digitales		
			Testigos / símbolos		
			Sonoros		
		Simbología	Primarios		
			Complementarios		
Combinados					

Fuente: Autoría propia.

E.1.25.2 Ficha técnica del activo caso de estudio retrocargador de oruga Hitachi 200

Tabla E.51 Ficha técnica

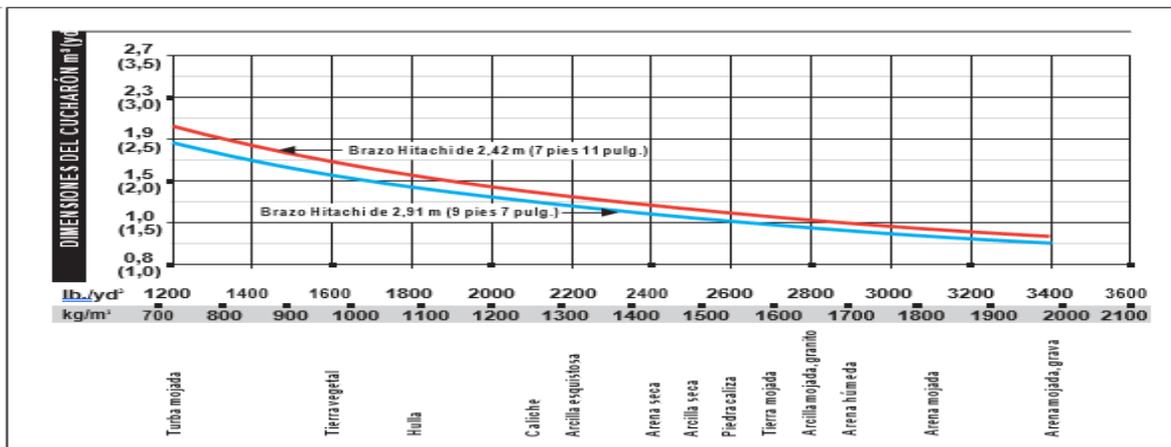
Ficha técnica	PAG. 1
	Formato No.

Código	Maquina	Marca	Modelo/Placa	N.º de serie	Año
MP-EX-ZX200-01	Excavadora	HITACHI	ZX200-3	HCM1V100E00213530	2010
Especificaciones de motor					
Modelo	ZAXIS 200-3 / ZAXIS 200LC-3				
No. motor	4HK1-456761				
Potencia neta (ISO9249)	118 kW (159 cf.) a 2000 rpm				
Número de cilindros	4				
Cilindrada	5,193 l (317 pulg.3)				
Aspiración	Intercambiador de calor aire-aire turbo comprimido				
Capacidad de desnivel	70% (35 grados)				
Par máximo	483,2 libras · pie				
Desplazamiento	316,9 pulgadas cúbicas				
Par medido	1500 rpm				
Enfriamiento	Ventilador de aspiración de propulsión directa				
Cadena cinemática					
Velocidad de desplazamiento máxima	Baja 3,5 km/h (2,2 mph)				
	Alta 5,5 km/h (3,4 mph)				
Baterías	2 x 12 voltios				
Capacidad del alternador	50 amperios				
Luces de trabajo	2 halógenas (una montada en el aguilón, otra montada en el bastidor)				
Especificaciones Hidráulicas					
Centro abierto, sensible a la carga; caudal hidráulico auxiliar ajustable a través de un monitor					
Bombas principales	2 bombas de pistones axiales de caudal regulable		Presión de trabajo del sistema		
Máximo caudal nominal	2 x 212 l/m (2 x 56 GPM)		Circuitos de implementos	34 336 kPa (4980 psi)	
Bomba piloto	un engranaje		Circuitos de desplazamiento	34 336 kPa (4980 psi)	
Máximo caudal nominal	30 l/m (7,9 GPM)		Circuitos de giro	34 336 kPa (4980 psi)	
Reglaje de la presión	3999 kPa (580 psi)		Reforzador de potencia	36 335 kPa (5270 psi)	
			Mandos		
			Mandos piloto hidráulicos de poca resistencia, recorrido corto y palancas piloto con palanca de parada.		
Cilindros					
Barra de cilindro pulidas, cromadas y termo tratadas; pasadores pivote (bujes reemplazables) de acero templado					
		Diámetro interior	Diámetro del vástago	Carrera	
Aguilón (2)		120 mm (4,72 pulg.)	85 mm (3,35 pulg.)	1260 mm (49,61 pulg)	
Brazo (1)		135 mm (5,31 pulg.)	95 mm (3,74 pulg.)	1475 mm (58,07 pulg)	
Cucharón (1)		115 mm (4,53 pulg.)	80 mm (3,15 pulg.)	1060 mm (41,73 pulg)	
Tren de Fuerza			Mecanismo de giro		
Transmisión final de engranajes planetarios con motores de pistones axiales			Velocidad de giro	13,3 rpm	
Rodillos de soporte (por lado)	2		Par motor de giro	68 900 Nm (50 662 lb-pies)	
Rodillos de oruga (por lado)	7		Presión sobre el suelo		
Zapatas (por lado)	46		Zapatas de semigarra triple		
Esfuerzo en la barra de tiro					
Oruga					
600 mm (24 pulg.)					
Ajuste	Hidráulico		700 mm (28 pulg.)	40 kPa (5,8 psi)	
Guías	Centro		800 mm (32 pulg.)	35 kPa (5,07 psi)	
Cadena	Cerrada y lubricada				

Ficha técnica			PAG 2 DE 2
Peso de trabajo		Capacidades de reposición de líquidos	
Componentes opcionales		Tanque de combustible	400 l (106 gal)
Bastidor inferior con zapatas de semi garra triple 600 mm (24 pulg.)6752 kg (14 873 lb) 700 mm (28 pulg.)7143 kg (15 733 lb) 800 mm (32 pulg.)7437 kg (16 381 lb)		Sistema de enfriamiento	26,1 l (27,6 qt)
Aguilón de una pieza (con cilindro del brazo)	1732 kg (3815 lb)	Aceite del motor con filtro	23 l (24 qt)
Brazo con cilindro del cucharón y articulación 2,42 m (7 pies 11 pulg.)	928 kg (2044 lb)	Tanque del sistema hidráulico	135 l (36 gal)
2,91 m (9 pies 7 pulg.)	990 kg (2181 lb)	Sistema hidráulico	240 l (63,4 gal)
Peso total de los cilindros de elevación del aguilón (2)	341 kg (750 lb)	Caja de engranajes:	
1065 mm (42 pulg.), 0,91 m ³ (1,19 yd ³)		Propulsión (cada uno)	6,8 l (7,2 qt)
Cucharón de servicio pesado	886 kg (1951 lb)	Giro	6,2 l (7 qt)
Contrapeso (estándar)	4750 kg (10 463 lb)	Unidad de accionamiento de las bombas	1 l (1,1 qt)
Dimensiones de trabajo			
Brazo		Longitud del brazo	
A.	Alcance máximo	9,43 m (30 pies 11 pulg.) 9,92 m (32 pies 7 pulg.)	
A'	Alcance máximo a nivel del suelo	9,25 m (30 pies 4 pulg.) 9,75 m (32 pies)	
B	Profundidad de excavación máxima	6,18 m (20 pies 3 pulg.) 6,68 m (21 pies 11 pulg.)	
B'	Profundidad de excavación máxima a 2,44 m (8 pies) con el fondo en posición horizontal	5,95 m (19 pies 6 pulg.) 6,50 m (21 pies 4 pulg.)	
C	Altura de corte máxima	9,67 m (31 pies 9 pulg.) 10,04 m (32 pies 11 pulg.)	
D	Altura de descarga máxima	6,83 m (22 pies 5 pulg.) 7,18 m (23 pies 7 pulg.)	
E	Radio de giro mínimo	3,28 m (10 pies 9 pulg.) 3,18 m (10 pies 5 pulg.)	
F	Muro vertical máximo	5,30 m (17 pies 5 pulg.) 5,99 m (19 pies 8 pulg.)	
G	Radio de giro por detrás	2,75 m (9 pies) 2,75 m (9 pies)	
Dimensiones de la máquina			
A	Longitud total	9,60 m (31 pies 6 pulg.)	
B	Altura total	3,18 m (10 pies 5 pulg.)	
C	Longitud del extremo trasero/radio de giro	2,75 m (9 pies)	
D	Distancia entre la rueda loca y la línea central de la rueda dentada	3,35 m (11 pies)	
E	Longitud del bastidor inferior	4,17 m (13 pies 8 pulg.)	
F	Espacio libre del contrapeso	1031 mm (3 pies 5 pulg.)	
G	Ancho de la estructura superior	2,71 m (8 pies 11 pulg.)	
H	Altura de la cabina	2,95 m (9 pies 8 pulg.)	
I	Ancho de oruga con zapatas de semi garra triple	600 mm (24 pulg.) 700 mm (28 pulg.) 800 mm (32 pulg.)	
J	Separación entre los bastidores de los rodillos de las orugas	2,39 m (7 pies 10 pulg.)	
K	Distancia al suelo	450 mm (18 pulg.)	

L	Ancho total con zapatas de semi garra triple		
	600 mm (24 pulg.)		2,99 m (9 pies 10 pulg.)
	700 mm (28 pulg.)		3,09 m (10 pies 2 pulg.)
	800 mm (32 pulg.)		3,19 m (10 pies 6 pulg.)

Guía de selección de cucharones



Datos del Fabricante y proveedor

Fabricante: Isuzu AH-4HK1XYSA-01, certificación de cumplimiento con la norma EPA Tier-3 relativa a las emisiones	Contacto:
Empresa:	Cargo:
Dirección:	Teléfono:
Teléfono:	E-mail:

Fuente: Lineamientos técnicos del fabricante.

Anexo F Costo de repuestos por sistemas en último año.

Tabla F.1 Costo de repuestos por sistemas en último año.

Sistema	No. de fallas (1 año)	Modo de falla	Repuestos	Valor de repuestos	Valor de repuestos x sistema
SP	2	Radiador tapado		\$ 668.000	\$3.572.000
		Termostato defectuoso.	Radiador Termostato	\$ 72.000	
	1	El turbocompresor en mal estado. El motor tiene piezas en mal estado.	Turbocompresor Kit de reparación	\$ 2.640.000 \$ 192.000	
SH	35	Se desgrafo una de las mangueras del cilindro			\$4.902.000
		Mangueras porosas presentan fugas	Manguera de goma hidráulica	\$ 36.000	
		Se estallan las mangueras por presión			
	1	Deformaciones en el vástago del cilindro hidráulico	Vástago del Cilindro	\$ 2.354.000	
	2	Daño en la empaquetadura de la tapa debido a que el vástago se encuentra rallado	Empaquetadura de la tapa	\$ 79.000	
Vástago del cilindro			\$ 2.354.000		
1	Deterioro en la empaquetadura del pistón del cilindro	Empaquetadura de la tapa	\$ 79.000		

SE	1	El motor de aceleración presenta corto	Motor de aceleración Cableado	\$ 792.000 943.000	\$ 2.052.000
	4	El alternador se encuentra defectuoso	Alternador	\$ 252.000	
	2	Deterioro del motor de arranque	Soporte de escobillas Escobillas	\$ 40.000 \$ 25.000	
IT	3	desgaste en el buje y eslabones	Buje cadena	\$ 1.140.000 \$ 1.900.000	\$ 3.040.000
	52				\$ 13.566.000

Fuente. Autoría propia.

F.2 Costo de reparación por sistemas en horas.

Tabla F.2 Costo de reparación por sistemas en horas

Sistema	Descripción de la falla	No. de fallas (1 año)	Repuestos	Tiempo de cambio o reparación en horas	Tiempo de reparación total de fallas (1 año)	Valor total de reparación	Valor total de reparación por sistema
SP	El motor se sobrecalienta cuando se trabaja por jornadas muy extensas	2	Radiador Termostato	8	16	\$1.280.000	\$ 3.200.000
	El nivel de aceite se baja rápidamente	1	Turbocompresor Kit de reparación	24	24	\$1.920.000	

SH	El aguilón, el brazo de arrastre y el balde perdieron el movimiento	35	Manguera de goma hidráulica	4	140	\$11.200.000	\$ 13.760.000
	El aguilón realiza sus movimientos de forma lenta	1	Vástago del Cilindro	8	8	\$640.000	
	El cilindro del brazo de arrastre presento fuga aceite en la tapa	2	Empaquetadura de la tapa Vástago del cilindro	8	16	\$1.280.000	
	Reducción de la potencia en el cucharon	1	Empaquetadura de la tapa	8	8	\$640.000	
SE	El motor enciende, pero no acelera automáticamente cuando se mueven los mandos	1	Motor de aceleración Cableado	6	6	\$480.000	\$1.760.000
	El testigo de la batería se queda encendido cuando se prende el motor	4	Alternador	3	12	\$960.000	
	El motor de arranque no gira al situar el interruptor de arranque en la posición ON	2	Soporte de escobillas Escobillas	2	4	\$320.000	
IT	Se salió un pasador de la cadena	3	Buje cadena	8	24	\$1.920.000	\$1.920.000
		52			258	\$ 20.640.000	\$ 20.640.000

Fuente. Autoría propia.

F.3 Tiempo total de compra x no. de fallas (1 año)

Tabla F.3 Tiempo total de compra x no. de fallas (1 año)

Sistema	No. de fallas (1 año)	Modo de falla	Repuestos	Tiempo de compra de repuestos en horas	Tiempo total de compra x no. de fallas (1 año)
SP	2	Radiador tapado	Radiador	8	16
		Termostato defectuoso.	Termostato		
	1	El turbocompresor en mal estado. El motor tiene piezas en mal estado.	Turbocompresor Kit de reparación	8	8
SH	35	Se des grafo una de las mangueras del cilindro	Manguera de goma hidráulica	8	280
		Mangueras porosas presentan fugas			
		Se estallan las mangueras por presión			
	1	Deformaciones en el vástago del cilindro hidráulico	Vástago del Cilindro	8	8
2	Daño en la empaquetadura de la tapa debido a que el vástago se encuentra rallado	Empaquetadura de la tapa Vástago del cilindro	8	16	
1	Deterioro en la empaquetadura del pistón del cilindro	Empaquetadura de la tapa	8	8	

SE	1	El motor de aceleración presenta corto	Motor de aceleración Cableado	8	8
	4	El alternador se encuentra defectuoso	Alternador	8	32
	2	Deterioro del motor de arranque	Soporte de escobillas Escobillas	8	16
IT	3	Desgaste en el buje y eslabones	Buje cadena	8	24
	52				416

Fuente. Autoría propia.

F.4 Carga prestacional

F.4.1 Salario Ingeniero Mecánico

Tabla F.4 Salario Ingeniero Mecánico

Ítem	Descripción	Valor
1	Salario base	\$ 3.000.000
2	Salud obligatoria 12,50 %	\$375.000
3	Pensión obligatoria 16%	\$480.000
4	ARL (Administradora de Riegos Laborales): Nivel de riesgo IV (4.35%)	\$130.500
5	Caja de compensación familiar 4%	\$120.000
6	SENA + ICBF	
7	Subsidio de transporte:	\$ 0
8	Vacaciones	\$125.000
9	Prima de servicios:	\$250.000
10	Cesantías:	\$250.000
11	Intereses de cesantías 12%	\$30.000
	Costo mensual real	\$4.760.500

Fuente. Autoría propia.

F.4.2 Salario Supervisor de Mantenimiento

Tabla F. 5 Salario Supervisor de Mantenimiento

Ítem	Descripción	Valor
1	Salario base	\$ 1.800.000
2	Salud obligatoria 12,50 %	\$225.000
3	Pensión obligatoria 16%	\$288.000
4	ARL (Administradora de Riegos Laborales): Nivel de riesgo IV (4.35%)	\$78.300
5	Caja de compensación familiar 4%	\$72.000
6	SENA + ICBF	
7	Subsidio de transporte:	\$ 106.454
8	Vacaciones	\$75.000
9	Prima de servicios:	\$158.871
10	Cesantías:	\$158.871
11	Intereses de cesantías 12%	\$19.065
	Costo mensual real	\$2.981.561

Fuente. Autoría propia.

F.4.3 Salario Tecnólogo Mecánico

Tabla F.6 Salario Tecnólogo Mecánico

Ítem	Descripción	Valor
1	Salario base	\$ 1.600.000
2	Salud obligatoria 12,50 %	\$200.000
3	Pensión obligatoria 16%	\$256.000
4	ARL (Administradora de Riegos Laborales): Nivel de riesgo IV (4.35%)	\$69.600
5	Caja de compensación familiar 4%	\$64.000
6	SENA + ICBF	
7	Subsidio de transporte:	\$ 106.454
8	Vacaciones	\$66.667
9	Prima de servicios:	\$142.204
10	Cesantías:	\$142.204
11	Intereses de cesantías 12%	\$17.065
	Costo mensual real	\$2.664.194

Fuente. Autoría propia.

F.4.4 Salario Operador

Tabla F.7 Salario Operador

Ítem	Descripción	Valor
1	Salario base	\$ 1.300.000
2	Salud obligatoria 12,50 %	\$110.500
3	Pensión obligatoria 16%	\$156.000
4	ARL (Administradora de Riesgos Laborales): Nivel de riesgo IV (4.35%)	\$6.786
5	Caja de compensación familiar 4%	\$52.000
6	SENA + ICBF	
7	Subsidio de transporte:	\$ 106.454
8	Vacaciones	\$54.167
9	Prima de servicios:	\$117.204
10	Cesantías:	\$117.204
11	Intereses de cesantías 12%	\$14.065
	Costo mensual real	\$2.034.380

Fuente. Autoría propia.