

Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para los Equipos de Lavacol SAS

Wilmer Enrique Niño Vega

Asesora

Nubia Stella Salazar

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI

Tecnología en Logística Industrial

2024

Resumen

Este proyecto se ha centrado en el diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de Lavacol SAS, como una respuesta estratégica a los desafíos operativos y de fiabilidad que la empresa ha venido afrontando a lo largo de su operación, la necesidad de desarrollar este plan se dio por las averías frecuentes y los costos elevados asociados con el mantenimiento. Por lo cual la justificación del proyecto radica en su potencial para mejorar la eficiencia operativa, la rentabilidad y la confianza del cliente en los servicios de Lavacol SAS. El alcance del proyecto abarca desde el diagnóstico inicial de los equipos hasta la implementación y evaluación de un sistema de mantenimiento preventivo. Por consiguiente se realizó un análisis exhaustivo de los activos de la empresa, evaluando su estado operativo y determinando las necesidades de mantenimiento que se requieren. Con la implementación del plan se pretende realizar mejoras significativas en la disponibilidad y el rendimiento de los equipos de Lavacol SAS. Estableciendo protocolos de inspección y mantenimiento para lograr reducir los costos de reparación, incremento en la confiabilidad y vida útil de los equipos, con lo cual se pretende que este proyecto mejore tanto la operatividad de Lavacol SAS y sea un modelo replicable para otras empresas en el sector industrial

Palabras clave: Mantenimiento preventivo, eficiencia operativa, sostenibilidad, fiabilidad de equipos

Abstract

This project has focused on the design and implementation of a preventive maintenance plan for Lavacol SAS equipment, as a strategic response to the operational and reliability challenges that the company has been facing throughout its operation, the need to Developing this plan was due to frequent breakdowns and high costs associated with maintenance. Therefore, the justification of the project lies in its potential to improve operational efficiency, profitability and customer confidence in the services of Lavacol SAS. The scope of the project ranges from the initial diagnosis of the equipment to the implementation and evaluation of a preventive maintenance system. Consequently, an exhaustive analysis of the company's assets was carried out, evaluating their operational status and determining the maintenance needs required. With the implementation of the plan, it is intended to make significant improvements in the availability and performance of Lavacol SAS equipment. Establishing inspection and maintenance protocols to reduce repair costs, increase the reliability and useful life of the equipment, with which it is intended that this project improves both the operation of Lavacol SAS and is a replicable model for other companies in the industrial sector

Keywords: Preventive Maintenance, operating efficiency, sustainability, equipment reliability

Tabla de Contenido

Introducción.....	12
Descripción del Problema.....	14
Justificación.....	16
Alcance	19
Objetivos.....	20
Objetivo General	20
Objetivos Específicos	20
Metodología.....	21
Descripción Enfoque Cualitativo	21
Descripción enfoque Cuantitativo.....	22
Marco de Referencia	23
Marco Conceptual.....	23
Marco Teórico	24
Concepto y Objetivos del Mantenimiento Industrial.....	25
Misión del Mantenimiento	26
Tipos de Mantenimiento.....	27
Mantenimiento Preventivo	28
Funciones del Mantenimiento	29
Análisis de Criticidad	29
Estado del Arte	31
Información de la Empresa.....	33
Ubicación Geográfica y Distribución	33
Misión	34

Visión.....	35
Valores Corporativos	35
Jornada de trabajo	36
Descripción del Proceso	36
Descripción de la Planta	37
Maquinaria Utilizada	40
Inventario de Maquinaria	40
Análisis Organizacional del Proceso Actual de Lavacol SAS	45
Análisis Organizacional.....	45
Frecuencia de las Acciones de Mantenimiento	45
Organización	46
Administración de Trabajos de Mantenimiento	49
Planeación de Mantenimiento	51
Costos de Mantenimiento	52
Análisis de Criticidad.....	54
Entrevistas a Empleados de Lavacol	68
Plan de Mantenimiento	77
Fortalecimiento del Departamento de Mantenimiento	77
Significado de Planeación de Mantenimiento.....	77
Análisis DOFA.....	78
Integración de la Gestión del Riesgo.	78
Organigrama de la Empresa	81
Cronograma	86
Fichas Técnicas	86

Codificación de los Equipos.....	93
Rutina de Mantenimiento	96
Hojas de Control de Fallas y Registro de Información.....	101
Plan Correctivo.....	103
Costos de Aplicación	104
Recursos.....	107
Plan de capacitación.....	109
KPI de Mantenimiento.....	111
Indicadores de Mantenimiento a Implementar.....	113
Tiempo Medio Entre Fallas	113
Tiempo Medio Para Reparación.....	113
Disponibilidad de Equipos	113
Fiabilidad.....	114
Hallazgos y Propuestas de Mejora.....	115
Costo de Mantenimiento.....	116
Servicios de Terceros.....	118
Problemas Comunes Identificados.....	118
Estrategias de Mejora.....	118
Conclusiones	120
Recomendaciones.....	121
Referencias Bibliográficas.....	122
Apéndice.....	124

Lista de Tablas

Tabla 1	<i>Tipo de mantenimiento.....</i>	27
Tabla 2	<i>Listado de máquinas de la empresa Lavacol SAS.....</i>	40
Tabla 3	<i>Inventario máquinas hidro lavadora Annovi Reverberi Kpro 1515.....</i>	41
Tabla 4	<i>Inventario máquinas hidro lavadora Annovi Reverberi KB-TSS.....</i>	41
Tabla 5	<i>Inventario máquinas hidro lavadora Karcher</i>	42
Tabla 6	<i>Inventario máquinas Espumadero</i>	42
Tabla 7	<i>Inventario máquinas Compresor.....</i>	43
Tabla 8	<i>Inventario máquinas Aspiradora Truper ASP 16X.....</i>	43
Tabla 9	<i>Inventario máquinas Aspiradora Truper ASP 12X.....</i>	44
Tabla 10	<i>Frecuencia de las acciones de mantenimiento.....</i>	46
Tabla 11	<i>Costo mantenimiento correctivo</i>	53
Tabla 12	<i>Valoración para análisis de criticidad en Lavacol SAS.....</i>	55
Tabla 13	<i>Hidro lavadora Annovi Reverberi Kpro 1515.....</i>	56
Tabla 14	<i>Hidro lavadora Annovi Reverberi KB-TSS</i>	57
Tabla 15	<i>Hidro lavadora Karcher.....</i>	58
Tabla 16	<i>Espumadero.....</i>	58
Tabla 17	<i>Compresor</i>	59
Tabla 18	<i>Aspiradora Truper ASP 16X</i>	59
Tabla 19	<i>Aspiradora Truper ASP 12X</i>	60
Tabla 20	<i>Valoración de la maquinaria</i>	61
Tabla 21	<i>Máquinas con prioridad 1</i>	67
Tabla 22	<i>Máquinas con prioridad 2</i>	67
Tabla 23	<i>Máquinas con prioridad 3.....</i>	68

Tabla 24 Partes comunes de cambio de hidrolavadora	74
Tabla 25 Partes comunes de cambio Espumadero	75
Tabla 26 Partes comunes cambio aspiradora.....	76
Tabla 27 Análisis DOFA	78
Tabla 28 Fase de la integración de gestión del riesgo en el plan de mantenimiento de Lavacol SAS.....	80
Tabla 30 Ficha técnica HL-01	87
Tabla 31 Ficha técnica HL-02	88
Tabla 32 Ficha técnica HL-03	89
Tabla 33 Ficha técnica ES-01.....	90
Tabla 34 Ficha técnica AS-01.....	91
Tabla 35 Ficha técnica AS-02.....	92
Tabla 36 Ficha técnica CO-01.....	93
Tabla 37 Codificación de los equipos.....	95
Tabla 38 Codificación maquinaria.....	96
Tabla 39 Plan de trabajo correctivo.....	104
Tabla 40 Costo mantenimiento Hidro lavadora	105
Tabla 41 Costo mantenimiento Espumadero	105
Tabla 42 Costo mantenimiento compresor.....	106
Tabla 43 Costo mantenimiento aspiradora.....	106
Tabla 44 Costo de recursos.....	108

Lista de Figuras

Figura 1 Descripción enfoque cualitativo	21
Figura 2 Descripción enfoque cuantitativo	22
Figura 3 Ubicación geográfica de Lavacol.....	33
Figura 4 Descripción del proceso.....	37
Figura 5 Planta Lavacol SAS	38
Figura 6 Rampas de lavado.....	39
Figura 7 Lavado de vehículos de carga pesada.....	39
Figura 8 Entrevista personal Lavacol	47
Figura 9 Diagrama de flujo procedimiento correctivo Lavacol SAS	49
Figura 10 Entrevista personal Lavacol	69
Figura 11 Falla de equipos según entrevista por trabajadores.....	70
Figura 12 Empleados que diagnosticaron falla en la hidro lavadora	71
Figura 13 Empleados que diagnosticaron falla en el compresor	72
Figura 14 Empleados que diagnosticaron falla en el Espumadero.....	73
Figura 15 Organigrama de funciones	82
Figura 16 Manual de funciones representante legal	83
Figura 17 Manual de funciones administrador.....	84
Figura 18 Manual de funciones jefe de patio - operador.....	85
Figura 19 Cronograma mantenimiento equipos Lavacol.....	86
Figura 20 Estructura para definir códigos de equipos	95
Figura 21 Rutina de mantenimiento diaria Hidrolavadora	97
Figura 22 Rutina mantenimiento diaria compresores.....	98
Figura 23 Rutina mantenimiento diaria espumador.....	99

Figura 24	<i>Rutina mantenimiento diaria aspiradora.....</i>	100
Figura 25	<i>Actividades de mantenimiento rutinario</i>	101
Figura 26	<i>Hoja de fallos.....</i>	102
Figura 27	<i>Orden de trabajo</i>	103
Figura 28	<i>Manual buenas practicas.....</i>	109
Figura 29	<i>Cronograma plan de capacitación.....</i>	110
Figura 30	<i>Formato de capacitación</i>	111
Figura 31	<i>Relación entre el objetivo empresarial y el indicador.....</i>	112

Lista de Apéndice

Apéndice A	<i>Manual uso Hidro lavadora</i>	124
Apéndice B	<i>Manual uso Compresor</i>	126
Apéndice C	<i>Manual uso Espumadero</i>	128
Apéndice D	<i>Manual uso Aspiradora</i>	129

Introducción

Lavacol SAS es una empresa pequeña del sector industrial que se dedica a los servicios especializados de limpieza, aseo, embellecimiento y desinfección de todo tipo de vehículos de carga y transporte, opera equipos con alta presión los cuales no cuentan con un programa de mantenimiento activo ya que se realizan los arreglos en el momento que se presenta la falla en los diferentes activos llevando a presentar molestias hacia los clientes en la hora de la entrega del vehículo

El concepto de mantenimiento en la industria ha experimentado una evolución significativa, trascendiendo de ser una actividad correctiva a una que es estratégica y preventiva. En este contexto, las empresas, particularmente en la industria colombiana, han comenzado a reconocer el papel fundamental del mantenimiento en la eficiencia operativa, la productividad y, en última instancia, la rentabilidad (Abella, 2004). A pesar de esta creciente conciencia, muchas organizaciones, incluida Lavacol SAS, han fracasado en implementar un enfoque estructurado de mantenimiento preventivo.

Este fracaso no sólo genera costos económicos, sino que también tiene implicaciones en la calidad del producto, la integridad de los empleados, el entorno medioambiental, y en cumplimiento de reglamentos. Fallas en la maquinaria o el equipo pueden llevar a interrupciones en la producción que tienen un efecto dominó en toda la cadena de suministro, aumentando los costos y reduciendo la eficiencia (Cock & Torres, 2018).

El mantenimiento preventivo, en contraposición al correctivo, no se trata sólo de 'arreglar' las cosas cuando algo sale mal. Más bien, se centra en evitar que las cosas salgan mal en primer lugar. Es un enfoque proactivo que requiere una inversión en tiempo, recursos y planificación. Según la metodología de las 5M para el transporte masivo de pasajeros, el diseño del plan de mantenimiento se basa en los pilares de Mano de obra, Máquinas, Materiales, Métodos y Medio

ambiente (Gaitan & Rubio, 2015). Al hacerlo, un programa bien ejecutado puede mejorar la confiabilidad de los equipos y reducir significativamente las paradas no planificadas.

Sin embargo, existe una confusión común en la literatura y en la práctica entre los "equipos críticos" y los "equipos importantes". Mientras que los equipos críticos son aquellos cuya falla tendría un impacto significativo en la producción y posiblemente en la seguridad, los equipos importantes son aquellos que, aunque necesarios, su falla no tendría un impacto tan devastador (Quiñones & Montenegro, 2020).

En Lavacol SAS, esta distinción es aún más pertinente. La falta de un plan de mantenimiento adecuado en la empresa se debe en parte a la falta de diferenciación entre los equipos críticos e importantes, lo que conduce a un enfoque reactivo en lugar de proactivo hacia el mantenimiento. Este enfoque reactivo no sólo es costoso, sino que también es arriesgado, ya que las fallas inesperadas pueden resultar en tiempo de inactividad, pérdida de ingresos y posiblemente en riesgos para la seguridad.

Por lo tanto, el objetivo principal de este trabajo es diseñar un plan de mantenimiento integral para Lavacol SAS que no solo aumente la disponibilidad de los equipos de la planta, sino que también mejore la eficiencia operativa y reduzca los costos. Este diseño implicará un análisis detallado de los equipos que han mostrado ser problemáticos, utilizando herramientas como el análisis de criticidad y la matriz de riesgo. A partir de este análisis, se generará una lista de equipos que requieren un enfoque prioritario en el mantenimiento preventivo. El plan resultante buscará conservar la calidad, la seguridad y la rentabilidad en todas las operaciones de la planta.

Descripción del Problema

Lavacol SAS es una pequeña empresa industrial que se especializa en limpiar, asear, embellecer y desinfectar vehículos de transporte y carga. Para llevar a cabo estas operaciones, la empresa utiliza equipos de alta presión. Aunque la tecnología de estos equipos es crucial para la ejecución efectiva y eficiente de los servicios de la empresa, en la actualidad no hay un programa de mantenimiento activo para los mismos. En lugar de esto, el método que utilizan es abordar los problemas en el momento que se presenta la falla lo cual se basa en un mantenimiento correctivo en el cual se atienden los problemas técnicos únicamente cuando se presentan fallas. Esta falta de un programa de mantenimiento estructurado tiene varias ramificaciones.

Primero, el enfoque reactivo de reparación tiene un efecto perjudicial sobre la continuidad del negocio. Cada vez que un equipo presenta una falla, la operación en curso debe detenerse, lo cual incide directamente en la productividad y, por lo tanto, en la rentabilidad de la empresa. Este tiempo de inactividad no planificado añade costos adicionales, ya que a menudo se requiere una intervención de emergencia que, por lo general, es más costosa que un mantenimiento planificado.

En segundo lugar, la ausencia de un plan de mantenimiento fiable se traduce en un riesgo para la reputación de Lavacol SAS. La calidad de los servicios de la empresa y su capacidad para cumplir con los plazos prometidos pueden verse seriamente afectadas si los equipos utilizados para ofrecer estos servicios no son fiables. Este nivel de incertidumbre puede disuadir a los clientes potenciales y existentes de hacer uso de los servicios de la empresa, lo cual podría tener un impacto negativo a largo plazo en la cuota de mercado de Lavacol SAS en este sector competitivo.

Adicionalmente, entre las fallas más comunes que se presentan en los equipos de Lavacol SAS, se encuentran problemas como el bloqueo del filtro, fugas de agua, presión irregular,

desgaste de aros, presostato defectuoso y rotura del cabezal del compresor. Estas fallas no solo son indicativas de la falta de mantenimiento, sino que también plantean serias preocupaciones sobre la seguridad en el lugar de trabajo. El funcionamiento defectuoso de los equipos puede ser peligroso para los empleados, lo cual añade una capa adicional de riesgo a la operación del negocio.

Un plan de mantenimiento bien estructurado puede abordar todos estos desafíos y convertirlos en oportunidades para mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y mejorar la reputación de la empresa en el mercado. A medida que las empresas del sector industrial continúan adoptando tecnologías más avanzadas, la necesidad de planes de mantenimiento efectivos se vuelve aún más crítica para mantenerse competitivo.

Así, la situación plantea un interrogante crítico que necesita ser abordado para asegurar el futuro de Lavacol SAS: ¿Puede un plan de mantenimiento preventivo mejorar indicadores de confiabilidad y disponibilidad de equipos usados en Lavacol SAS?

Justificación

La finalidad esencial de la investigación se centra en diseñar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de Lavacol SAS. Este enfoque preventivo surge como respuesta a las frecuentes averías que los equipos experimentan, incluyendo pero no limitándose a daños en mangueras, filtros defectuosos, salidas de correas, tornillos rotos y cortocircuitos. Estas fallas, visiblemente recurrentes, no solo obstaculizan la eficiencia operacional sino que también erosionan la confianza del cliente en la fiabilidad de los servicios ofrecidos por la empresa.

Lavacol trabaja en turnos es de 8 horas, lo que significa que cualquier avería mecánica o fallo en los equipos tiene un impacto directo y casi inmediato en la productividad y rentabilidad de la empresa, un fallo en la maquinaria no sólo afecta el turno en el cual ocurre sino que sus efectos se propagan a los turnos subsiguientes. La razón es que si una máquina está inoperable, los empleados programados para trabajar con ella durante el próximo turno se encontrarán imposibilitados de cumplir con sus tareas, resultando en un efecto dominó de pérdida de productividad. Este tipo de interrupciones no sólo incurre en costos directos, como la reparación del equipo y el tiempo de inactividad del empleado, sino también en costos indirectos, como la pérdida de confianza del cliente y la disminución potencial en la calidad del servicio.

Por lo tanto, el objetivo esencial de tener una maquinaria con una disponibilidad del 100% no es un lujo, sino una necesidad operativa para Lavacol SAS. Mantener la operatividad constante de los equipos es crucial, y aquí es donde la implementación de un programa de mantenimiento preventivo y predictivo cobra importancia vital. Un programa de este tipo ayudará a minimizar el tiempo de inactividad del equipo, maximizar la eficiencia operativa y, en última instancia, mejorar la rentabilidad y reputación de la empresa en un mercado competitivo.

Ahora bien, la evidencia de la necesidad de este plan se materializa tanto en el historial de reparaciones emergentes de los equipos como en el impacto directo que estas fallas tienen sobre los índices de productividad y rentabilidad. Por ejemplo, el tiempo y los recursos invertidos en reparaciones no planificadas suelen superar significativamente los que se requerirían para un mantenimiento preventivo organizado.

En cuanto a la importancia del estudio, esta no se limita a la mera identificación de los tipos y estrategias de mantenimiento aplicables. Su relevancia se extiende a demostrar cómo un plan de mantenimiento adecuado puede convertirse en una inversión estratégica que impulse la eficiencia y la rentabilidad de la empresa en el corto, mediano y largo plazo. Al aumentar la disponibilidad de los equipos y disminuir los costos asociados con las reparaciones imprevistas, la empresa no solo sería capaz de mejorar las condiciones laborales para los empleados sino también de ofrecer un servicio más confiable y, por ende, más atractivo para los clientes.

Por tanto, este proyecto no es simplemente un ejercicio teórico, sino que busca llevar a la práctica métodos que optimicen la vida útil de los activos de la organización. Estas optimizaciones tendrían el efecto de mejorar significativamente la calidad del servicio, lo que a su vez potenciaría la percepción del mercado sobre Lavacol SAS como un proveedor fiable y eficiente en su campo. Con este cambio de percepción y la consiguiente captación de más clientes satisfechos, la empresa estaría en una posición más favorable para ampliar su cuota de mercado y, en última instancia, sus márgenes de beneficio.

La investigación tiene el objetivo concreto de formular una propuesta para la implementación de un plan de mantenimiento preventivo que permita a Lavacol SAS mejorar notablemente en áreas cruciales como la disponibilidad de equipos, el desempeño operacional y la satisfacción del cliente. Este objetivo se alinea perfectamente con la meta de optimizar la vida

útil de los activos de la organización, garantizando que los recursos se utilicen de la manera más eficiente posible, lo que, a la larga, redundará en una mejora sustancial de la rentabilidad de la empresa.

Alcance

El alcance de este proyecto es integral, abarcando desde la fase de diagnóstico en la cual se va a inspeccionar con qué activos se cuenta, pasando por un análisis de criticidad con el cual podemos determinar la prioridad de cada máquina dentro de la operación hasta la implementación y evaluación de un plan de mantenimiento preventivo, con el objetivo final de transformar la cultura de mantenimiento en Lavacol SAS y mejorar sus indicadores de rendimiento y confiabilidad. Se trata, en resumen, de una iniciativa que busca optimizar el ciclo de vida de los activos de la empresa, reducir costos operativos y mejorar la calidad del servicio, en beneficio tanto de la organización como de sus clientes.

Los límites del proyecto están definidos por la propia infraestructura de Lavacol SAS; es decir, el plan se centrará exclusivamente en los equipos y procesos internos de la empresa. Esto implica una revisión exhaustiva de cada máquina y equipo, la identificación de puntos críticos y la posterior formulación de protocolos de inspección y mantenimiento, que tendrán una periodicidad determinada.

Dada la naturaleza universal de los problemas de mantenimiento en el sector industrial, este proyecto podría servir como un caso de estudio o una guía para otras empresas con desafíos similares. Se espera que los hallazgos puedan extrapolarse para beneficiar a organizaciones que mantengan perfiles de servicio parecidos y que enfrenten deficiencias en sus sistemas actuales de mantenimiento.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de la empresa Lavacol SAS para optimizar la disponibilidad de los equipos que intervienen en la operación.

Objetivos Específicos

Elaborar un diagnóstico de los activos actuales de la empresa, para determinar su estado operativo.

Realizar un análisis de criticidad de los equipos identificados en el diagnóstico para priorizar las intervenciones del mantenimiento.

Diseñar una propuesta para la implementación del programa de mantenimiento con base en la información recopilada de Lavacol SAS, definiendo las actividades a implementar para cumplir con el objetivo de mejorar la confiabilidad en los equipos.

Metodología

A través del tiempo se han generado diversas formas de llevar la investigación, sin embargo, desde el siglo pasado se han tomado dos enfoques que son más precisas para la investigación ahora, estas son: Investigación cualitativa y la Investigación cuantitativa, que con 5 estrategias similares que generan conocimiento. (Sampieri, Collado, & Lucio, 2014)

Enfoque Cualitativo de la investigación Utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación (Sampieri, Collado, & Lucio, 2014)

Descripción Enfoque Cualitativo

Figura 1

Descripción enfoque cualitativo



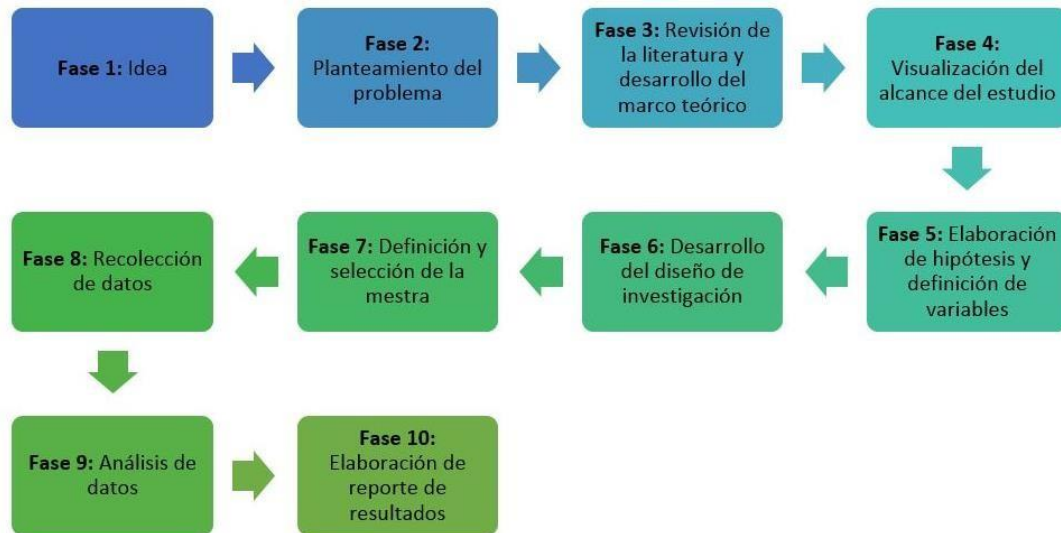
Fuente. Metodología de la investigación Hernández, Fernández y Baptista, 2014: 7

Enfoque Cuantitativo de la investigación Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías. (Sampieri, Collado, & Lucio, 2014).

Descripción enfoque Cuantitativo

Figura 2

Descripción enfoque cuantitativo



Fuente. Metodología de la investigación Hernández, Fernández y Baptista, 2014: 5

Para desarrollar este proyecto se decide tomar en cuenta el tipo descriptivo, ya que se busca describir el estado actual en que se encuentra el programa de mantenimiento y cómo se podría mejorar, recopilando datos con una metodología de análisis de datos cualitativos y cuantitativos, los cuales ayudan a identificar los problemas que presenta Lavacol SAS.

Marco de Referencia

Marco Conceptual

Confiabilidad. La confiabilidad se refiere a la probabilidad de que un componente, equipo o sistema funcione sin fallos durante un período de tiempo específico bajo condiciones establecidas (American Society for Quality, 2020).

Disponibilidad. Este término describe la capacidad de un componente, equipo o sistema para estar en un estado funcional cuando se necesita. La disponibilidad se calcula como una probabilidad y está estrechamente relacionada con la confiabilidad y mantenibilidad (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2018).

Equipos Críticos. Son aquellos cuya operación es esencial para el funcionamiento general de un sistema o empresa. Un fallo en estos equipos podría tener consecuencias significativas (U.S. Department of Energy, 2016).

Equipos Importantes: Estos equipos, aunque necesarios, no son críticos para la operación general. Un fallo en estos equipos tendría un impacto moderado en la empresa (U.S. Department of Energy, 2016).

Equipos Prescindibles. Son aquellos cuyo fallo tendría un impacto menor en la operación general de la empresa (U.S. Department of Energy, 2016).

Estrategia de Mantenimiento. Se refiere a la planificación y coordinación de diferentes tipos de mantenimiento para lograr un rendimiento óptimo del equipo o sistema (Moubray, 1997).

Mantenimiento. Es el conjunto de tareas destinadas a mantener o restaurar un objeto o sistema a un estado en el cual pueda realizar su función requerida (British Standards Institution, 2014).

Mantenimiento Correctivo. Este tipo de mantenimiento se realiza para corregir defectos o fallos en el equipo o sistema una vez que han ocurrido (Sifuentes, 2012).

Mantenimiento Preventivo. Implica la realización de tareas de mantenimiento en un equipo o sistema antes de que ocurra un fallo, para prevenir su ocurrencia (Tsang, 2002).

Mantenibilidad. Se refiere a la facilidad con la que un sistema o componente puede ser restaurado a su estado operativo después de un fallo (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2018).

Matriz de Riesgo. Es una herramienta utilizada para evaluar y priorizar riesgos según su probabilidad de ocurrencia y su impacto (Project Management Institute, 2017).

Plan de Mantenimiento: Documento que detalla el programa de mantenimiento necesario para asegurar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos y sistemas (Dhillon, 2002).

Marco Teórico

Lograr la detección y corrección oportuna de fallos y afectaciones en elementos y maquinaria a lo largo de su ciclo de vida representa una meta crucial en el ámbito del mantenimiento en cualquier empresa. No obstante, la idea de conseguir una maquinaria con máxima fiabilidad resulta un tanto utópica. Esto se debe a que cada componente de un equipo presenta modos de fallo distintos, influenciados por una variedad de factores como el número de horas de operación diarias, la intensidad de la carga de trabajo, la antigüedad del equipo y la calidad de los materiales con los que está fabricado.

Si no se llevan a cabo análisis de criticidad adecuados y rigurosos, la expectativa de vida útil de los equipos se puede ver drásticamente reducida, aumentando, por ende, el riesgo de fallos a medida que pasa el tiempo.

según (Rondon, 2021) El mantenimiento preventivo se fundamenta en una serie de labores o actividades planificadas que se llevan a cabo dentro de periodos definidos, se diseña con el objetivo de garantizar que los activos de las compañías cumplan con las funciones requeridas dentro del entorno de operaciones para optimizar la eficiencia de los procesos; para prevenir y adelantarse a las fallas de los elementos, componentes, máquinas o equipos; como también hace referencia a diferentes acciones, como cambios o reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc., realizadas en períodos de tiempos por calendario o uso de estos (tiempos dirigidos).

Concepto y Objetivos del Mantenimiento Industrial

El concepto de mantenimiento industrial abarca una serie de actividades sistemáticas que aseguran el óptimo funcionamiento y conservación de instalaciones, maquinaria y componentes en un ambiente productivo. Según Abella (2004), el mantenimiento es la supervisión continua y las acciones correctivas y preventivas destinadas a garantizar la regularidad operacional y la durabilidad de un sistema completo.

Entre los objetivos primordiales del mantenimiento industrial se encuentran:

Prevenir, mitigar y, cuando sea imprescindible, corregir defectos en productos o sistemas.

Atenuar la severidad de las fallas para minimizar el impacto en la producción y la calidad del producto.

Prevenir interrupciones no planificadas, reduciendo así el tiempo de inactividad de la maquinaria.

Fomentar un entorno laboral seguro para evitar accidentes e incidentes que puedan afectar al personal.

Garantizar que los activos de la empresa se mantengan en estados operativos seguros y predefinidos, de acuerdo con las especificaciones técnicas.

Optimizar el rendimiento financiero al reducir los costos asociados con reparaciones, tiempos de inactividad y pérdida de calidad.

Extender la vida útil de los equipos y activos, maximizando así el retorno sobre la inversión realizada en ellos.

En esencia, un programa de mantenimiento industrial bien ejecutado busca extender la vida útil de los activos, mantener un nivel de rendimiento óptimo durante su ciclo de vida y minimizar la frecuencia y el impacto de las fallas.

Misión del Mantenimiento

El mantenimiento industrial como parte integral de la producción, tiene como propósito garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos, y demás infraestructura empresarial, mediante programas de prevención y predicción de fallas, reparación de daños y mejoramiento continuo de sus condiciones operativas con la política de cero defectos, para cumplir sus cuatro objetivos fundamentales (Palencia, 2006)

Preservación de activos físicos. El objetivo es mantener una larga vida útil de los equipos de producción de acuerdo con las necesidades económicas mediante el desarrollo de las técnicas de gestión y mantenimiento más eficaces.

Disponibilidad de activos físicos. Desarrollando normas y procedimientos que maximicen de manera eficiente, segura y económica la disponibilidad técnica y operativa de los equipos según las necesidades de producción.

Gestión eficaz de los recursos. Mejorando los procesos, procedimientos y estándares que mejor faciliten el uso eficiente, eficaz y económico de todos los recursos tangibles e intangibles de la organización.

Desarrollo del talento humano. A través de programas de educación y capacitación continua, sistemas de competencias, gestión del desempeño y gestión global del conocimiento

Tipos de Mantenimiento

Existen diversos tipos de mantenimiento y elegir el que mejor se adapte a su aplicación depende de comparar el rendimiento y los beneficios obtenidos. A continuación se muestra una división de los diferentes tipos de mantenimiento. Los cuales se diferencian en su forma pero no en el resultado de disminución de costos (Gonzales)

Tabla 1

Tipo de mantenimiento

Tipo de mantenimiento	Forma
Mantenimiento correctivo	Una acción
Mantenimiento progresivo	Recomendación del fabricante
Mantenimiento Programado periódico Sistemático	Metodología
Mantenimiento con proyecto	Ingeniería de proyectos
Mantenimiento preventivo	Una filosofía
Mantenimiento predictivo	Una tecnología
Mantenimiento productivo	Una estrategia
Mantenimiento total	Un ideal

Nota. Esta tabla muestra los tipos de mantenimiento según su forma. *Fuente.*

Gonzales, Carlos Ramon Ingeniería de mantenimiento. Cap. III. UIS

Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento puede ser definido como la vigilancia y la asistencia del personal relacionado con el mantenimiento para conservar los equipos, maquinaria e instalaciones en condiciones óptimas de trabajo, por medio de inspecciones sistematizadas, la localización y reparación de los fallos, ya sean previos a su aparición y que se pueda transformar en una avería significativa¹

También se define al mantenimiento preventivo como el conjunto de actividades que tienen por objetivo prevenir o predecir las fallas en base a criterios establecidos de probabilidad de fallo. Mediante la ejecución de inspecciones este tipo de mantenimiento busca reducir la posibilidad normalmente generada por el desgaste de un elemento²

Es el conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que un sistema pueda seguir funcionando adecuadamente (no entra en falla)” (Villanueva, 2014) este tipo de mantenimiento se define como el enfoque básico de planificación y programación de la empresa, destinado a reducir los costos de mantenimiento al reemplazar o reparar piezas antes de que ocurra una falla. Las inspecciones periódicas son muy importantes para descubrir situaciones que conducen a fallas imprevistas, mantener la planta para contrarrestar los efectos antes mencionados, detectar fallas en una etapa temprana y corregirlas a tiempo. El mantenimiento preventivo interviene en el equipo aunque no esté funcionando mal.

Funciones del Mantenimiento

Albert Calderón postula dos funciones esenciales de mantenimiento para que toda empresa logre una buena gestión de este.

Función primaria. Son tareas que el departamento de mantenimiento debe realizar a diario. El primero es el mantenimiento de la fábrica, el segundo es la inspección y lubricación de equipos, el tercero es el mantenimiento de edificios

y activos, el cuarto es la gestión de la información de mantenimiento y el último es la renovación de la planta.

Función secundaria. Estas tareas requieren terminología y conocimientos especializados y deben llevarse a cabo con la ayuda de operadores y otras personas asociadas con el equipo o propiedad que se está reparando. El primero es la gestión del inventario de mantenimiento, el segundo es la seguridad de las instalaciones y el tercero es la eliminación de residuos. (Gaitan & Rubio, 2015)

Análisis de Criticidad

Los análisis de criticidad de los equipos o componentes permiten establecer relación entre:

Instalaciones

Sistemas

Equipos

Componentes de un equipo.

Y según Urrego Torres Juan Sebastián, Esto debe ser apoyado por la gerencia para tomar decisiones que consideren el impacto actual en la confiabilidad y sus riesgos, mejorar la gestión del mantenimiento e implementar mejoras y rediseños continuos.

A continuación, se presentará un glosario específico de los índices de criticidad:

Activo. recurso que tiene valor, un ciclo de vida y genera un flujo de caja.

Acción. ejecutar una tarea para solucionar una posible falla o problema.

Afectación. limitación a una condición para generar una aplicación.

Análisis de Criticidad de Modo de Falla y Efectos (FMECA, Failure, Mode, Effects and Criticaly Analysis) sistema que puede cuantificar el impacto y la frecuencia de las fallas de los componentes para establecer acciones de mantenimiento que tengan un impacto significativo en la funcionalidad, confiabilidad, capacidad de servicio, riesgo y costo general de los equipos asociados.

Causa de falla. circunstancias asociadas con el diseño, manufactura, instalación, uso y mantenimiento que hayan conducido a una falla.

Confiabilidad operacional. La sinergia de equipos, personal y procesos técnicos que garantizan que los sistemas técnicos complejos realicen las funciones requeridas en el momento dado y en condiciones operativas. Puede representarse mediante un indicador.

Consecuencia. resultado de los eventos, los modelos de cálculo deben considerar aspectos como seguridad, medio ambiente, costos de reparación e imagen corporativa.

Consecuencias de falla. Puede alterar líneas de producción enteras y provocar accidentes graves. La solución para evitar el comportamiento intencionado es muy sencilla. mantenimiento preventivo y predictivo y capacitación de operadores.

Criticidad. indicador que se usa para determinar el nivel de importancia de uno o más activos en un proceso de producción particular.

Defecto. causa inmediata de falla.

Riesgo. probabilidad de tener una pérdida se expresa como $R = P \times C$; Donde: R es el riesgo, P probabilidad de ocurrencia en un evento y C sus consecuencias (Torres, 2017).

Estado del Arte

En el año 2018, en la universidad ECCI de Bogotá, los autores Mariana Andrea Santander Pico y Andres Felipe Villegas Gómez desarrollaron el trabajo de grado titulado “propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de medición en la compañía RAYCO Ltda.” Donde consideran como pilar estratégico los objetos innovadores y de desarrollo, y para que la empresa ajuste sus servicios a un alto estándar de calidad, es necesario implementar procesos en la empresa que permitan alcanzar y concretar la plena satisfacción del cliente. Sobre su misión y visión (Pico & Gomez, 2018).

En el año 2018, en la universidad ECCI de Bogotá, los autores Nelson Enrique Gonzales Heredia y German Sanchez Sanchez desarrollaron el trabajo de grado titulado “propuesta de implementación de un programa de mantenimiento para la empresa entorno gráfico” donde ofrece a Entorno Grafico un plan de mantenimiento preventivo para el mantenimiento de máquinas, recursos y empleados relacionados con un buen mantenimiento, porque con un programa adecuado es posible alargar la vida de las máquinas, responsabilizarse con el medio ambiente, reducir costos, mejorar la calidad del producto y controlar el proceso. Además del mantenimiento de las máquinas, la empresa también está interesada en la calidad de los procesos de acuerdo con su política, encaminando a todos los empleados para lograr esos objetivos y fortalecer su desempeño en el sector de artes plásticas. (Heredia & Sanchez, 2018).

En el año 2018, en la universidad ECCI de Bogotá, los ingenieros Juan Pablo Cock y Alexander Torres desarrollaron el trabajo de grado para optar por el título de especialista en gerencia de mantenimiento “diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los activos en la línea de producción de soldadura en la empresa Roosevelt Electric” con lo cual este estudio describe la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para los activos que componen

los sistemas de la línea de producción de soldadura ROOSELVET Electric, la identificación de su criticidad y la aplicación de las técnicas necesarias para aumentar la disponibilidad de los equipos, reduciendo los costos de mantenimiento y aumentando la productividad de la empresa. (Cock & Torres, 2018).

En el año 2020, en la universidad Politécnica Salesiana, los autores Boris Andres Alarcon Quiñones y Denis Melissa Romero Montenegro desarrollaron el trabajo de grado titulado “diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de santa Helena” con este proyecto se logra realizar un plan de mantenimiento preventivo, donde la empresa espera reducir el porcentaje de mantenimiento correctivo porque significa retrasos en la producción, cambios en la calidad del producto final y daños graves en los equipos afectados. Pérdida de tiempo cuando llegan piezas para su reparación. Además, ofrecen una estructura organizativa para el departamento de atención que brinda apoyo y responde a los cuidados necesarios (Quiñones & Montenegro, 2020).

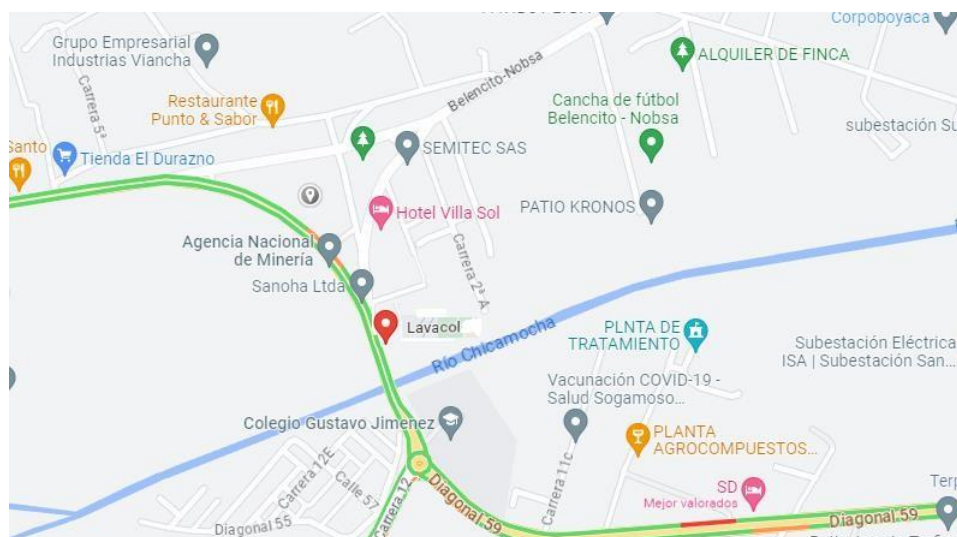
Información de la Empresa

Lavacol SAS es una empresa pequeña que está organizada por una sociedad de acción simplificada. Se ubica en el kilómetro 16 vía Duitama – Belencito se dedica a la industria automotriz de lavado y embellecimiento de vehículos de carga pesada. En este momento cuenta con 6 operadores que son los que se dedican al lavado de los vehículos y 1 administrador.

Ubicación Geográfica y Distribución

Figura 3

Ubicación geográfica de Lavacol



Fuente. Google Maps

Lavacol SAS está estratégicamente ubicada en el kilómetro 16 de la vía Duitama – Belencito, en la ciudad de Nobsa, en el departamento de Boyacá. Esta localización ha sido cuidadosamente seleccionada para facilitar el acceso a una variedad de clientes que requieren servicios de limpieza y mantenimiento para vehículos de carga pesada y extra dimensionada. La vía principal en la que se encuentra la empresa es una arteria de transporte crucial que conecta

diferentes partes de la región, lo que facilita el tráfico constante de vehículos que podrían requerir los servicios que ofrece Lavacol SAS.

Dicho esto, la ubicación no sólo sirve como un punto de acceso conveniente para los clientes, sino que también tiene implicaciones logísticas para la empresa. Estar situado en una vía principal reduce el tiempo y el costo asociados con la recepción de suministros y repuestos necesarios para las operaciones de mantenimiento y limpieza. Adicionalmente, la localidad ofrece un ecosistema empresarial que puede ser beneficioso para la empresa en términos de colaboraciones y alianzas estratégicas.

Por otro lado, si bien la ubicación geográfica presenta múltiples ventajas, también implica ciertos desafíos que la empresa debe enfrentar. Estos pueden incluir el alto costo del suelo y las instalaciones, así como la posibilidad de enfrentar competencia cercana dada la atracción que la ubicación podría tener para empresas similares.

La ubicación de Lavacol SAS en el kilómetro 16 de la vía Duitama – Belencito es una pieza fundamental tanto en la estrategia operacional como comercial de la empresa. Asegura un fácil acceso para los clientes, reduce los costos logísticos y posiciona a la empresa en un lugar estratégico que maximiza tanto las oportunidades como los desafíos en el mercado local y regional.

Misión

Lavacol SAS brinda servicios profesionales de embellecimiento y detallado de vehículos nuevos y usados con un personal capacitado e innovador y un trabajo en equipo constante, brindando a nuestros clientes el cuidado de vehículos particulares, de carga pesada, extra dimensionada y empresariales con total confianza. Con el respaldo de equipos y productos de calidad que optimizan las operaciones y minimizan los tiempos de servicio sin comprometer la

calidad, hemos diseñado un amplio portafolio de servicios especiales y exclusivos, caracterizados por el cuidado y el de su vehículo. Logrando así la máxima satisfacción del cliente a través de nuestros niveles de servicio. (Lavacol SAS).

Visión

Para el 2027, contaremos con un personal capacitado y socialmente responsable, totalmente comprometido con los objetivos organizacionales y seremos la empresa más confiable del mercado brindando servicios y soluciones de intermediación de vehículos a empresas involucradas en el mantenimiento de vehículos. Nuestra empresa está creciendo de manera sostenible y lista para resolver sus necesidades. (Lavacol SAS).

Valores Corporativos

Perseverancia. esfuerzo y fortaleza continúa para enfrentar retos y dificultades hasta lograr las metas deseadas.

Respeto. reconocimiento del valor de cada persona, aceptando los diferentes criterios dentro de la filosofía corporativa.

Ética. comportamiento adecuado según los parámetros de la organización y de la sociedad.

Calidad. asegurar los servicios, productos y procesos para satisfacer las necesidades de los clientes externos e internos.

Servicio. gestión integrada para atender y satisfacer los requerimientos de nuestros clientes externos e internos.

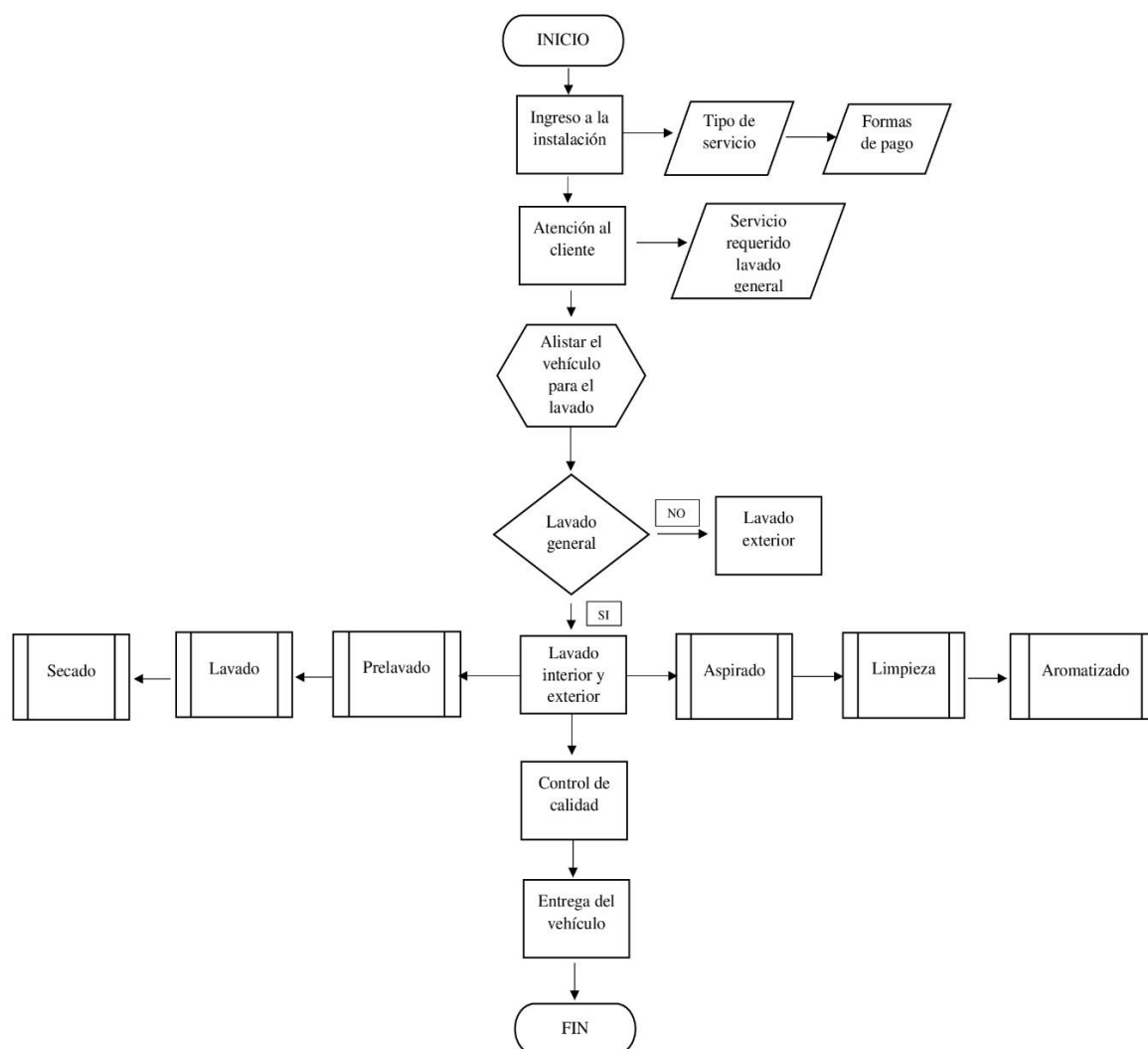
Productividad. resultado de la gestión, compromiso y eficiencia del equipo humano de LAVACOL S.A.S, que se refleja en la satisfacción del cliente, en las ventajas competitivas, en el posicionamiento en el mercado y en la rentabilidad. (Lavacol SAS).

Jornada de trabajo

La jornada laboral en Lavacol SAS es especialmente crítica debido al funcionamiento continuo de la empresa, que opera en tres turnos distintos las 24 horas del día, los 7 días de la semana. Esta estructura de turnos responde a las necesidades de una base de clientes diversa y demandante, que requiere servicios de lavado y mantenimiento de vehículos en horarios flexibles.

Descripción del Proceso

El flujo de la descripción del proceso desde la entrada hasta la salida del vehículo en Lavacol SAS se presenta a continuación

Figura 4*Descripción del proceso**Fuente. Autoría propia***Descripción de la Planta**

En la figura 5 se puede observar cómo está diseñada la planta de Lavacol SAS, la cual cuenta con un cárcamo y 2 entradas de lavado para carros de carga pesada donde se realiza el lavado exterior, y lavado de motor, y una cabina adicional separada por una pared que es donde se ubican los carros después del lavado exterior para su limpieza interior, lo cual nos ayuda a que

en este proceso no sean mojados los vehículos mientras otro continúa en el lavado exterior y a su lado derecho una cabina para recepción de la materia prima.

Figura 5

Planta Lavacol SAS



Fuente. Autoría propia

En la figura 6 se pueden evidenciar más de cerca las cabinas y el cárcamo donde se realiza el lavado exterior con sus respectivas rejillas para la recepción de lodos que genera cada lavada de los vehículos.

Figura 6

Rampas de lavado



Fuente. Autoría propia

En la figura 7 se observa un vehículo de carga pesada en una de las cabinas que se usan para el lavado exterior del vehículo y uno de los operarios realizando su labor diaria en el lavado de vehículos de carga pesada.

Figura 7

Lavado de vehículos de carga pesada



Fuente. Autoría propia

Maquinaria Utilizada

Hidro lavadora. son máquinas que eliminan el agua con gran fuerza mediante una lanza, lo que permite realizar el proceso de lavado de forma más eficiente, lo que reduce el tiempo de trabajo y ahorra el consumo de agua.

Espumadero. Los generadores de espuma son la forma más económica, sencilla y cómoda de aplicar detergentes en forma de espuma. Son ideales para limpieza y desinfección.

Compresor. máquina cuya función es aumentar la presión de un líquido.

Aspiradora. Se utiliza para recoger polvo y otras pequeñas suciedades, normalmente del suelo.

Inventario de Maquinaria

Tabla 2

Listado de máquinas de la empresa Lavacol SAS

Numero	Equipo	Cantidad
1	Hidro lavadora Annovi Reverberi Kpro 1515	1
2	Hidro lavadora Annovi Reverberi KB-TSS	1
3	Hidro lavadora Karcher	1
4	Espumadero Ferton	1
5	Compresor Truper	1
6	Aspiradora Truper ASP16X	1
7	Aspiradora Truper ASP12X	1

Nota. Esta tabla indica los activos con los que cuenta Lavacol SAS. *Fuente.* Autor

Tabla 3

Inventario máquinas hidro lavadora Annovi Reverberi Kpro 1515

Nombre	Hidro lavadora
Marca	Annovi 1
Modelo	Kpro 1515
Presión máxima	2200 psi
Motor	5 HP
Alimentación	trifásica
Voltaje	220 V
Unidades	1



Nota. Esta tabla muestra las características principales de la hidrolavadora Annovi Reverberi Kpro 1515. *Fuente.* Autor

Tabla 4

Inventario máquinas hidro lavadora Annovi Reverberi KB-TSS

Nombre	Hidro lavadora
Marca	Annovi 2
Modelo	KB-TSS
Presión máxima	2200 psi
Motor	5 HP
Alimentación	trifásica
Voltaje	220 V
Unidades	1



Nota. Esta tabla muestra las características principales de la hidrolavadora Annovi Reverberi KB-TSS. *Fuente.* Autor

Tabla 5*Inventario máquinas hidro lavadora Karcher*

Nombre	Hidrolavadora
Marca	Karcher
Modelo	K2
presión máxima	1600 psi
Potencia	1400 W
Alimentación	AC/DC
Voltaje	120 V
Unidades	1



Nota. Esta tabla muestra las características principales de la hidrolavadora Karcher. *Fuente.* Autor

Tabla 6*Inventario máquinas Espumadero*

Nombre	Espumadero
Marca	Ferton
Modelo	MQL80E
Tipo de alimentación	aire
Presión	1 a 4 bar
Agua	50 L
Capacidad	80 L
Unidades	1



Nota. Esta tabla muestra las características principales del espumadero. *Fuente.* Autor

Tabla 7*Inventario máquinas Compresor*

Nombre	Compresor
Marca	Truper
Modelo	R20
Potencia	3 hp
presión máxima	120 psi
Tipo	Bifásico
Capacidad	150 L
Unidades	1



Nota. Esta tabla muestra las características principales del compresor. *Fuente.* Autor

Tabla 8*Inventario máquinas Aspiradora Truper ASP 16X*

Nombre	Aspiradora
Marca	Truper 1
Modelo	ASP 16X
Potencia	-
presión máxima	-
Agua	-
Capacidad	16 gal
Unidades	1



Nota. Esta tabla muestra las características principales de la aspiradora ASP 16X. *Fuente.* Autor

Tabla 9*Inventario máquinas Aspiradora Truper ASP 12X*

Nombre	Aspiradora
Marca	Truper 2
Modelo	ASP 12X
Potencia	-
presión máxima	-
Agua	-
Capacidad	12 gal
Unidades	1



Nota. Esta tabla muestra las características principales de la aspiradora ASP 12X. *Fuente.* Autor

Análisis Organizacional del Proceso Actual de Lavacol SAS

Análisis Organizacional

Se realiza un diagnóstico por el equipo interno de Lavacol SAS utilizando una metodología que incluye entrevistas con empleados y revisión de documentos internos, con la cual se puede identificar que tiene carencias en documentos y manuales, por lo cual se necesita realizar una elaboración de estos para lograr dar un desarrollo a los objetivos planteados en este proyecto

Se debe tener en cuenta que actualmente Lavacol está sujeta únicamente a un sistema de mantenimiento correctivo, el cual es realizado prácticamente por sus operadores al momento de que una máquina falla

Las máquinas con las que cuenta Lavacol se pueden encontrar en la sección 8.8, la cual pertenece al inventario de máquinas y son fundamentales en su labor diaria, a las cuales se les debe establecer acciones de mantenimiento preventivo, considerando que a estas máquinas no se les generan tareas de mantenimiento preventivo, simplemente que se espera la falla de los mismos para que puedan ser reemplazados

Frecuencia de las Acciones de Mantenimiento

Las acciones de mantenimiento van ligadas con la frecuencia en la cual se realiza la acción, y se deben medir con la recurrencia con la que suelen presentarse los daños en las máquinas

Los siguientes datos se han obtenido mediante la experiencia de los operadores, ya que son ellos los que día a día trabajan con ellas y conocen los daños más frecuentes, considerando además que las fallas graves son las que producen un paro imprevisto de la máquina por

alrededor de 3 a 4 horas durante un periodo de 3 meses. La recopilación de datos se muestra en la tabla 10 y se realizó de forma presencial con los operadores, ya que Lavacol no cuenta con un sistema de mantenimiento donde reportar las fallas, por lo cual lo realizan de forma verbal al administrador. El compra el repuesto el cual presenta la falla se cambia y la máquina vuelve a operar

Tabla 10

Frecuencia de las acciones de mantenimiento

Máquina	Fallas graves
Hidro lavadora Kpro 1515	5
Hidro lavadora KB-TSS	3
Hidro lavadora Karcher	1
Espumadero Ferton	0
Compresor Truper	1
Aspiradora ASP16X	1
Aspiradora ASP12X	1

Nota. Esta tabla muestra la frecuencia del mantenimiento en un periodo de tres meses. *Fuente.*

Autor

Organización

Este diagnóstico fue realizado por el equipo interno de Lavacol SAS utilizando una metodología que incluyó entrevistas con empleados administrativos, ya que son los que manejan esta información.

Figura 8*Entrevista personal Lavacol*

	Entrevistas personal de lavacol
Nombre _____ Cargo _____	
Lavacol cuenta con manual de funciones y responsabilidades _____	
Lavacol cuenta con jerarquizacion organización escrita _____	
Lavacol cuenta con programa de seguridad y salud en el trabajo _____	
Lavacol cuenta con una planificacion de metas y objetivos _____	
Lavacol cuenta con asignacion de recursos _____	
Lavacol cuenta con control de insumos y repuestos _____	

Fuente. Autoría propia

Según las entrevistas realizadas al personal administrativo de Lavacol se determinó que la organización presenta las siguientes características:

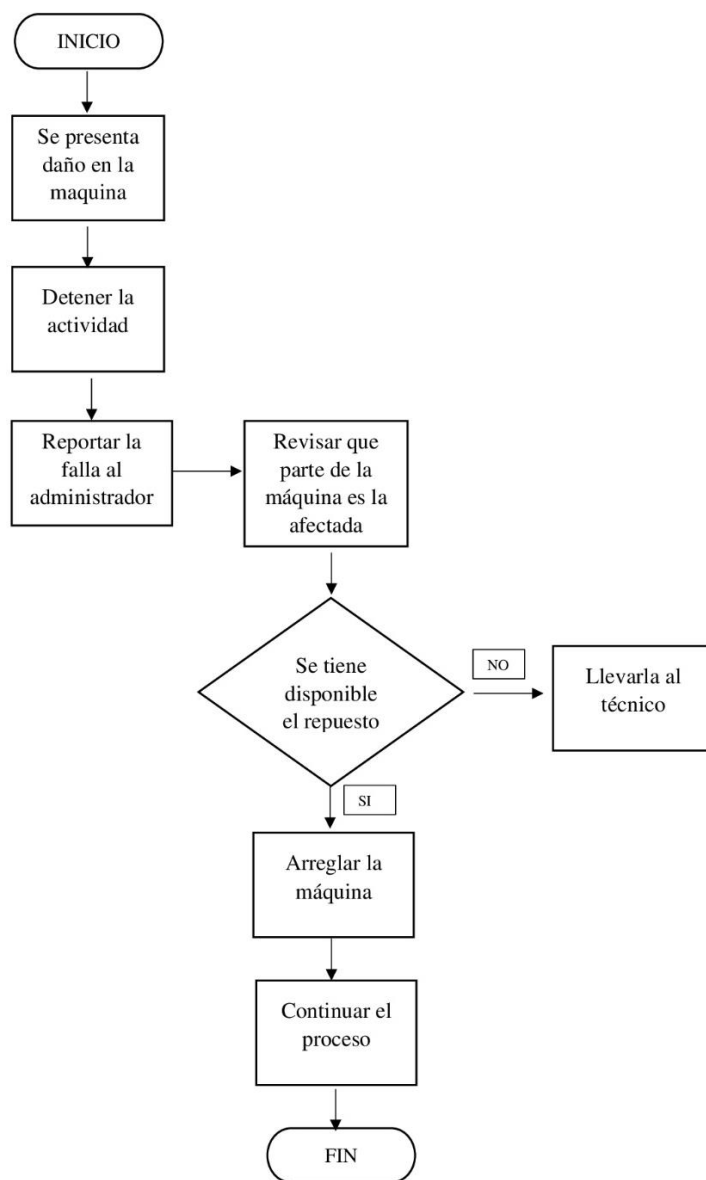
No cuentan con un Manual de funciones y responsabilidades para los cargos involucrados en el mantenimiento, incluyendo al jefe de planta, administración, operarios de máquinas y funcionarios de servicios generales.

A raíz de la implementación del programa de seguridad y salud en el trabajo, la empresa ha desarrollado formatos para la toma de información que llevarán a la creación de manuales de responsabilidades. Estos formatos abordarán temas como la identificación del cargo, misión del cargo, política del cargo, objetivos del cargo, responsabilidades específicas, funciones complementarias, proceso de comunicación, experiencia laboral y perfil del cargo.

Administración de Trabajos de Mantenimiento

Figura 9

Diagrama de flujo procedimiento correctivo Lavacol SAS



Fuente. Autoría propia

La gestión de las actividades de mantenimiento en Lavacol SAS es un ámbito que requiere una atención especializada para maximizar la eficiencia y minimizar los costos operativos. Esta sección se enfoca en evaluar y describir cómo se manejan actualmente las órdenes de trabajo, los requisitos y las solicitudes de trabajo, así como la planificación y gestión de las actividades de mantenimiento continuas.

Lavacol SAS actualmente lleva a cabo principalmente actividades de mantenimiento de tipo correctivo. Este enfoque se caracteriza por actuar sobre los equipos una vez que se han presentado problemas o fallas, en lugar de prevenir estas incidencias a través de un mantenimiento preventivo. Este enfoque ha resultado en la falta de un sistema de órdenes de trabajo que permita un seguimiento completo y detallado de las tareas ejecutadas, costos involucrados, análisis de las causas de las fallas y recomendaciones para evitar futuras incidencias.

Otra área de mejora identificada es que las tareas de mantenimiento como la revisión, lubricación y ajustes menores, que son realizadas por los operarios, no se programan de acuerdo con un sistema basado en las horas de funcionamiento de la maquinaria. Esto resulta en intervenciones de mantenimiento poco planificadas y posiblemente ineficientes, poniendo en riesgo la vida útil de los equipos y la seguridad del personal.

Cuando los operarios detectan anomalías o problemas con las máquinas, la comunicación al administrador se realiza de manera verbal. Esto no solo crea un canal de comunicación ineficiente, sino que también omite la importancia de tener registros escritos que puedan contribuir a futuras tareas de diagnóstico y prevención.

Actualmente, Lavacol SAS carece de procedimientos documentados que describan con claridad el objetivo, alcance, definiciones, responsabilidades, formatos y flujogramas para llevar a cabo un plan de mantenimiento efectivo. Este vacío en la documentación afecta la posibilidad

de establecer metas claras y medibles, lo que se traduce en una gestión de mantenimiento menos eficaz.

Un aspecto positivo a destacar es la actitud proactiva del personal cuando una máquina deja de funcionar. Existe un compromiso palpable para llevar a cabo reparaciones inmediatas, aunque esto sea una solución temporal y reactiva en lugar de preventiva.

En resumen, la administración de trabajos de mantenimiento en Lavacol SAS muestra varios aspectos que requieren intervención inmediata para mejorar la eficiencia y efectividad del departamento de mantenimiento. Aunque se aprecia la actitud proactiva del personal, es imperativo adoptar un enfoque más sistemático y planificado para asegurar la sostenibilidad a largo plazo de las operaciones de la empresa.

Planeación de Mantenimiento

La planificación y organización de las actividades de mantenimiento en Lavacol SAS revelan áreas que necesitan mejoras sustanciales. Aunque existen programas y procedimientos estandarizados, la ejecución carece de un enfoque estratégico. Es evidente que la gestión del mantenimiento en la empresa está actualmente enfocada en un modelo correctivo, lo que lleva a una serie de desafíos y riesgos asociados.

Es alarmante que las actividades de mantenimiento en la empresa estén mayormente relegadas a un enfoque correctivo. Esto implica que las máquinas y equipos se reparan o se reemplazan solo después de que han fallado o mostraron signos de desgaste, en lugar de prevenir fallos mediante una planificación cuidadosa y análisis predictivo. Esta situación se traduce en un riesgo elevado de paradas no programadas, lo que puede tener un impacto negativo tanto en la productividad como en los costos operativos.

La falta de una planificación de mantenimiento proactivo también genera incertidumbre y riesgos. Los operadores están en una posición comprometida porque no saben cuándo una

máquina puede fallar, interrumpiendo de esta manera su flujo de trabajo. Este enfoque reactivo crea un ambiente de incertidumbre que va más allá del personal de mantenimiento, afectando a todos los trabajadores que dependen de la maquinaria para completar sus tareas.

Además, entregar vehículos demasiado rápido sin considerar el estado ideal de las máquinas puede causar problemas de calidad y seguridad. Es decir, los trabajadores están más enfocados en la continuidad de la producción que en la integridad de las máquinas y, posiblemente, en la seguridad de ellos mismos.

La falta de una planificación de mantenimiento eficaz en Lavacol SAS es una preocupación que requiere atención inmediata. No solo pone en riesgo la eficiencia y la productividad de la empresa, sino que también representa un peligro potencial para la seguridad de los trabajadores.

Costos de Mantenimiento

Actualmente, Lavacol realiza un mantenimiento correctivo, el cual se realiza día a día dependiendo de qué daño se presente en los diferentes equipos que se usan en la actividad diaria, en la tabla 11 se presenta a continuación. Se realizó un estudio observatorio durante un periodo de 3 meses usando valores de los diferentes establecimientos que usan para comprar sus repuestos y este fue el resultado

Tabla 11*Costo mantenimiento correctivo*

	Costo mantenimiento correctivo
---	--------------------------------

Descripcion	Valor Total
kit mangueras alta presión	276000
manguera del termostato	27000
Filtro de entrada	80000
Embudo	85000
Mangueras Alta presión	65000
Tapón llenado de aceite	56000
Filtro de aire	17000
Carter	40000
Presostato	90000
Manguera Truper	114000
Kit adaptadores	165000
Filtro bolsa tela	84000
Total	\$ 1'099.000

Nota. Esta tabla muestra el costo de un mantenimiento correctivo en un periodo de tres meses.

Fuente. Autor

Análisis de Criticidad

En la empresa Lavacol SAS, el análisis de criticidad desempeña un papel importante para la programación de mantenimientos preventivos, optimización de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, así como para la toma de decisiones estratégicas. Este análisis se lleva a cabo mediante el uso de una tabla de criticidad y una matriz de análisis de riesgos. A través de estos instrumentos, se logra evaluar el impacto que lleva una falla en los equipos y las consecuencias en los procesos de la organización.

Para llevar a cabo una evaluación meticulosa de los equipos, se consideran cinco aspectos distintivos. Primero, se evalúa el grado de utilización del equipo dentro del proceso de producción. Este factor es especialmente relevante porque revela el impacto directo de una máquina en la eficiencia general del sistema. En el caso de Lavacol SAS, es imperativo tener en cuenta si existen equipos duplicados que puedan suplir las funciones de un equipo en caso de falla, y cómo este equipo en particular influye en la línea de producción.

Adicionalmente, el segundo aspecto que se pondera es la calidad. Aquí se examinan las pérdidas mensuales de producto que no cumplen con los requisitos de calidad mínimos. Este factor es vital para entender el alcance de las implicaciones que un equipo defectuoso puede tener en la integridad del producto final. No menos importante es el rol que el equipo juega en la calidad del producto, un elemento que podría tener consecuencias a largo plazo para la reputación de la empresa.

Por otro lado, en lo que respecta al mantenimiento, varios factores entran en juego. La frecuencia de las averías y el número de horas de inactividad al mes debido a estas averías son métricas cruciales para determinar la confiabilidad de un equipo. Además, el grado de especialización requerido para el mantenimiento del equipo también se considera, dado que esto puede afectar la disponibilidad de recursos y la eficiencia en la solución de problemas.

Aparte de estos puntos, hay que considerar la influencia que los equipos tienen en aspectos como el medio ambiente y la seguridad del equipo. La negligencia en estas áreas no solo podría resultar en sanciones regulatorias, sino que también podría comprometer la salud y la seguridad del personal, lo cual es inaceptable para cualquier organización. Todos estos factores se ponderan y valoran en una tabla integral, que sirve como herramienta de evaluación para la toma de decisiones. Es vital mencionar que estos valores son susceptibles de modificación, de acuerdo con las necesidades y requerimientos específicos de Lavacol SAS. Al final, lo que se busca es crear un sistema robusto que permita a la empresa realizar ajustes proactivos antes de que las fallas se conviertan en crisis, optimizando así la eficiencia y rentabilidad del negocio.

Tabla 12

Valoración para análisis de criticidad en Lavacol SAS

Item	Valor	5	4	2	1
Tasa de marcha		-	> 80%	50 - 80%	<50%
Instalación Auxiliar	Sin disponibilidad		Recurso alquilado	Recurso a stock	Equipo duplicado
Influencia en el resto de la instalación	sobre toda la instalación		Influencia importante	Influencia relativa	Paro del equipo
Costo de mantenimiento	-		>\$2.000.000	\$1.000.000 - \$ 2.000.000	< \$1.000.000
Número de horas de paro por fallo	-		> 3 horas	1 - 3 horas	< 1 hora
Grado de especialización	-		Especialista	Normal	Sin especialidad
Perdidas/mes por producto de baja calidad			> \$5.000.000	\$3.000.000 - \$ 5.000.000	< \$ 3.000.000
Influencia en la calidad del producto final	Decisiva		Importante	Sensible	Nula
Influencia de la avería sobre la seguridad	Riesgo mortal		Riesgo para la instalación	Influencia relativa	Sin influencia

Nota. Esta tabla muestra la valoración de criticidad la cual está sujeta a modificaciones por parte de Lavacol SAS. *Fuente.* Autor

Durante la evaluación de cada equipo utilizando la tabla 12, recibiremos un puntaje, este puntaje se evaluarán de la siguiente manera, los equipos con más de 30 puntos en todas las pruebas serán los más importantes para la empresa los cuales se consideran prioridad uno, si la sumatoria va de 20 a 29 puntos serán menos importantes, estos serán considerados de prioridad dos, si después del análisis su total va de 10 a 19 serán considerados prioridad tres, y los que obtengan un total menos a 10 serán considerados prioridad cuatro. El siguiente paso será examinar cada una de las máquinas de la empresa para determinar qué tipo de valor se asignará a cada una de ellas para determinar exactamente qué tipo de mantenimiento es el adecuado para cada máquina.

A continuación se realiza el análisis de los equipos de la planta

Tabla 13

Hidro lavadora Annovi Reverberi Kpro 1515

Factor	Puntuacion
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	5
Influencia en el resto de la instalación	4
Coste de mantenimiento	4
Número de horas de paro por fallo	4
Grado de especialización	2
Perdidas/mes de producto por baja calidad	4
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	2

Total	34
-------	----

Nota. Esta tabla muestra el análisis de criticidad para la hidrolavadora Annovi Reverberi Kpro-1515. *Fuente.* Autor

Tabla 14

Hidro lavadora Annovi Reverberi KB-TSS

Factor	Puntuación
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	5
Influencia en el resto de la instalación	4
Coste de mantenimiento	4
Número de horas de paro por fallo	4
Grado de especialización	2
Perdidas/mes de producto por baja calidad	4
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	2
Total	34

Nota. Esta tabla muestra el análisis de criticidad para la hidrolavadora Annovi Reverberi KB-TSS.

Fuente. Autor

Tabla 15*Hidro lavadora Karcher*

Factor	Puntuación
Tasa de marcha	2
Instalación Auxiliar	2
Influencia en el resto de la instalación	2
Coste de mantenimiento	1
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Perdidas/mes de producto por baja calidad	1
Influencia en la calidad del producto final	4
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	1
Total	17

Nota. Esta tabla muestra el análisis de criticidad para la hidrolavadora Karcher. *Fuente.* Autor

Tabla 16*Espumadero*

Factor	Puntuación
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	5
Influencia en el resto de la instalación	4
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	4
Grado de especialización	2
Perdidas/mes de producto por baja calidad	4
Influencia en la calidad del producto final	4
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	2

Total	31
-------	----

Nota. Esta tabla muestra el análisis de criticidad del espumadero. *Fuente.* Autor

Tabla 17

Compresor

Factor	Puntuación
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	5
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	4
Número de horas de paro por fallo	4
Grado de especialización	2
Perdidas/mes de producto por baja calidad	4
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	2
Total	35

Nota. Esta tabla muestra el análisis de criticidad para el compresor. *Fuente.* Autor

Tabla 18

Aspiradora Truper ASP 16X

Factor	Puntuación
Tasa de marcha	2
Instalación Auxiliar	5
Influencia en el resto de la instalación	4
Coste de mantenimiento	1
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Perdidas/mes de producto por baja calidad	4

Influencia en la calidad del producto final	4
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	1
Total	25

Nota. Esta tabla muestra el análisis de criticidad para la aspiradora Truper ASP 16X. *Fuente.* Autor

Tabla 19

Aspiradora Truper ASP 12X

Factor	Puntuación
Tasa de marcha	2
Instalación Auxiliar	5
Influencia en el resto de la instalación	4
Coste de mantenimiento	1
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Perdidas/mes de producto por baja calidad	4
Influencia en la calidad del producto final	4
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	1
Total	25

Nota. Esta tabla muestra el análisis de criticidad para la aspiradora Truper ASP 12X. *Fuente.* Autor

En la tabla 20 la cual se presenta a continuación se da un resumen de la valoración de la máquina de la empresa LAVACOL SAS, con esta valoración se tienen las prioridades al momento de realizar el mantenimiento de la máquina, conociendo que maquina es más crítica al momento de su respectivo mantenimiento

Tabla 20*Valoración de la maquinaria*

Maquina	Puntaje	Prioridad
Hidro lavadora Annovi Reverberi Kpro 1515	34	Prioridad 1
Hidro lavadora Annovi Reverberi KB-TSS	34	Prioridad 1
Hidro lavadora Karcher	17	Prioridad 3
Espumadero	31	Prioridad 1
Compresor	35	Prioridad 1
Aspiradora Truper ASP 16X	25	Prioridad 2
Aspiradora Truper ASP 12X	25	Prioridad 2

Nota. Esta tabla muestra el resumen de la prioridad de las máquinas según su criticidad. *Fuente.*

Autor

En Lavacol SAS, el análisis de criticidad es un proceso clave para optimizar la eficiencia y rentabilidad de la empresa. Se realiza mediante una tabla de criticidad y una matriz de análisis de riesgos, evaluando el impacto potencial de fallas en los equipos y sus consecuencias en los procesos de negocio. Este análisis meticuloso contempla diversos aspectos, incluyendo el grado de utilización del equipo en el proceso de producción, la calidad y las pérdidas de producto, la fiabilidad y mantenimiento del equipo, y su influencia en aspectos medioambientales y de seguridad.

La tabla de criticidad que se utiliza en Lavacol SAS es una herramienta integral para la toma de decisiones. Se basa en una serie de factores clave que se ponderan y valoran, considerando las necesidades específicas de la empresa. Esta tabla permite a Lavacol SAS realizar ajustes proactivos antes de que las fallas en los equipos se conviertan en crisis.

Utilizando la tabla de criticidad, se evalúa cada equipo en función de varios criterios. Estos incluyen la tasa de marcha (o el porcentaje de tiempo que el equipo está en funcionamiento), la disponibilidad de instalaciones auxiliares (como recursos alquilados o

equipos duplicados), la influencia del equipo en el resto de la instalación, el costo de mantenimiento, el número de horas de paro debido a fallos, el grado de especialización requerido para su mantenimiento, las pérdidas mensuales debido a productos de baja calidad, la influencia del equipo en la calidad del producto final, y la influencia de una avería del equipo sobre la seguridad o el medio ambiente.

Cada uno de estos criterios se puntúa en una escala de 1 a 5, siendo 5 el valor más alto. Por ejemplo, si un equipo tiene una tasa de marcha superior al 80%, se le asignaría un valor de 5 en ese criterio. Si un equipo tiene una instalación auxiliar como un equipo duplicado, también recibiría una puntuación alta en ese criterio.

Una vez evaluados todos los criterios, se suman las puntuaciones para obtener un total. Este total determina la prioridad de mantenimiento de cada equipo. En nuestro ejemplo, los equipos con un total de más de 30 puntos se consideran de prioridad uno, lo que indica que son críticos para la operación de la empresa. Los que suman entre 20 y 29 puntos son de prioridad dos, mientras que los que obtienen entre 10 y 19 puntos son de prioridad tres. Los equipos con menos de 10 puntos se consideran de prioridad cuatro, lo que indica que son menos críticos.

Por ejemplo, si una hidro lavadora tiene una alta tasa de marcha, instalaciones auxiliares adecuadas, una influencia significativa en el resto de la instalación, un costo de mantenimiento razonable, pocas horas de paro por fallo, un grado de especialización moderado, pérdidas mensuales aceptables por productos de baja calidad, una gran influencia en la calidad del producto final y un riesgo mínimo en términos de seguridad podría obtener una puntuación total alta. Esto significaría que es un equipo crítico para Lavacol SAS y, por lo tanto, debe ser mantenido con alta prioridad.

Este sistema de puntuación y priorización es esencial para que Lavacol SAS gestione de manera eficaz sus recursos y esfuerzos de mantenimiento. Al identificar y priorizar los equipos

más críticos, la empresa puede asegurarse de que los recursos se asignen de manera eficiente, reduciendo el riesgo de paradas no planificadas y maximizando la productividad.

Además, este análisis de criticidad no es estático. Se revisa y actualiza periódicamente para reflejar los cambios en el entorno operativo, las condiciones del equipo y las estrategias de negocio. Esto asegura que la empresa pueda adaptarse a las nuevas circunstancias y mantener un alto nivel de eficiencia y seguridad en sus operaciones.

En resumen, el análisis de criticidad en Lavacol SAS es un proceso integral que ayuda a la empresa a mantener sus equipos en óptimas condiciones, garantizar la seguridad, minimizar los riesgos medioambientales y optimizar la eficiencia y rentabilidad del negocio. A través de este proceso, Lavacol SAS puede asegurarse de que está tomando decisiones informadas y estratégicas sobre el mantenimiento de sus equipos, lo que es fundamental para el éxito a largo plazo de la empresa.

Una vez que se ha evaluado cada equipo con la tabla de valoración, es esencial comprender cómo estos resultados influyen en las decisiones estratégicas y operativas de la empresa. La clasificación de los equipos en diferentes niveles de prioridad tiene implicaciones directas en la planificación del mantenimiento, la asignación de recursos y la gestión de riesgos.

Los equipos clasificados como Prioridad 1, aquellos con puntajes superiores a 30, son críticos para las operaciones de la empresa. Estos equipos requieren una atención especial y una gestión proactiva para asegurar su funcionamiento óptimo. En términos prácticos, esto podría significar inspecciones más frecuentes, mantenimiento preventivo regular y rápida respuesta a cualquier señal de mal funcionamiento. La inversión en estos equipos es vital, ya que su falla podría resultar en paradas significativas de producción, pérdida de calidad del producto o incluso riesgos de seguridad.

Por otro lado, los equipos de Prioridad 2 y 3, aunque menos críticos, aún requieren un mantenimiento adecuado y monitoreo regular. Los equipos de Prioridad 2, con puntajes entre 20 y 29, pueden no ser esenciales para la operación continua, pero su falla aún podría tener un impacto moderado en la producción o la calidad. Los equipos de Prioridad 3, con puntajes entre 10 y 19, podrían ser menos esenciales, pero aun así contribuyen al proceso general y su eficiencia. Estos equipos pueden tener programaciones de mantenimiento menos rigurosas, pero no deben ser descuidados.

Los equipos de Prioridad 4, aquellos con puntajes menores a 10, pueden considerarse no críticos. Sin embargo, esto no implica que deban ser ignorados. La gestión de estos equipos puede enfocarse en un mantenimiento reactivo, interviniendo solo cuando se presenten fallas, dada su menor influencia en las operaciones generales de la empresa.

La gestión de riesgos es otro aspecto crucial influenciado por el análisis de criticidad. Los equipos con altos riesgos asociados, especialmente aquellos que pueden causar daños ambientales o riesgos para la seguridad, requieren una vigilancia constante. Incluso si su puntaje total no los coloca en la Prioridad 1, su impacto en la seguridad y el medio ambiente puede requerir medidas especiales de manejo y mantenimiento. Esto incluye protocolos de seguridad mejorados, capacitación especializada para el personal que los maneja, y un monitoreo más estricto para detectar cualquier signo de mal funcionamiento que pueda conducir a situaciones peligrosas.

Además, el análisis de criticidad en Lavacol SAS no es un proceso estático. Se adapta y evoluciona con los cambios en el entorno de producción, la introducción de nueva tecnología, y las variaciones en las demandas del mercado. Esto significa que la tabla de criticidad se revisa periódicamente para reflejar la situación actual de la empresa, asegurando que los criterios y las ponderaciones sigan siendo relevantes y efectivos para la toma de decisiones.

La revisión periódica de la tabla de criticidad también permite a Lavacol SAS adaptarse a los cambios en las condiciones de operación. Por ejemplo, si un equipo que previamente era considerado no crítico se vuelve esencial debido a cambios en la línea de producción o en las preferencias del mercado, su puntuación y prioridad pueden ser ajustadas en consecuencia. De manera similar, un equipo que alguna vez fue vital para las operaciones puede disminuir en prioridad si se introduce una tecnología más nueva y eficiente.

Este proceso dinámico y adaptable asegura que Lavacol SAS mantenga una visión actualizada de su infraestructura y esté preparada para responder de manera eficiente y efectiva a cualquier desafío que surja. Al priorizar los equipos según su criticidad, la empresa puede asignar sus recursos de manera más efectiva, optimizando tanto los costos como el tiempo, y minimizando los riesgos de interrupciones en la producción.

El análisis de criticidad también juega un papel crucial en la planificación a largo plazo de Lavacol SAS. Al entender qué equipos son críticos y cuáles son menos esenciales, la empresa puede planificar inversiones futuras, actualizaciones de equipos, y la eventual eliminación o reemplazo de maquinaria obsoleta. Esto no solo mejora la eficiencia operativa y la calidad del producto, sino que también ayuda a Lavacol SAS a mantenerse competitiva en un mercado en constante cambio.

En Lavacol SAS, la aplicación del análisis de criticidad no solo se limita a la priorización y el mantenimiento de los equipos, sino que también se extiende a la gestión integral de la operatividad y la planificación estratégica de la empresa. Este enfoque holístico garantiza que todos los aspectos de la producción y la gestión de riesgos estén alineados con los objetivos globales de la organización.

La implementación efectiva de este análisis tiene un impacto significativo en la eficiencia operativa de Lavacol SAS. Al enfocarse en los equipos críticos, la empresa puede asegurarse de

que su línea de producción funcione sin interrupciones mayores, lo cual es esencial para mantener la continuidad del negocio y satisfacer las demandas de los clientes. Además, al gestionar proactivamente el mantenimiento de estos equipos, Lavacol SAS puede prevenir fallos imprevistos que podrían resultar en costosos tiempos de inactividad y pérdidas de producción.

La gestión de riesgos es otro aspecto crucial que se ve reforzado por el análisis de criticidad. Al identificar los equipos que presentan mayores riesgos, ya sea por su potencial de fallas o por su impacto en la seguridad y el medio ambiente, Lavacol SAS puede tomar medidas preventivas. Esto incluye la implementación de procedimientos de seguridad más estrictos, la realización de auditorías regulares y la inversión en capacitación para el personal. Estas acciones no solo protegen la infraestructura de la empresa, sino que también salvaguardan la salud y seguridad de los empleados, un aspecto que es de suma importancia para la organización.

Además, el análisis de criticidad facilita una mejor planificación financiera. Al conocer cuáles equipos requieren más atención y recursos, Lavacol SAS puede asignar su presupuesto de manera más efectiva, asegurando que los fondos se utilicen donde más se necesiten. Esto es especialmente importante en un entorno empresarial donde los recursos son limitados y deben ser manejados con cuidado para maximizar el retorno de la inversión.

Otra ventaja importante de este enfoque es la capacidad de responder de manera ágil a los cambios en el entorno empresarial. En un mercado en constante evolución, la capacidad de adaptar rápidamente las operaciones y la infraestructura es crucial para mantener la competitividad. El análisis de criticidad proporciona a Lavacol SAS una visión clara de sus capacidades operativas y la flexibilidad para ajustar su enfoque según las necesidades cambiantes del mercado.

Finalmente, el análisis de criticidad contribuye al desarrollo sostenible de la empresa. Al enfocarse en la eficiencia, la seguridad y la reducción de riesgos, Lavacol SAS no solo mejora su

rendimiento operativo, sino que también promueve prácticas empresariales responsables. Esto no solo mejora la reputación de la empresa, sino que también asegura su viabilidad a largo plazo en un mundo donde la sostenibilidad se ha convertido en un aspecto cada vez más crítico para el éxito empresarial. El análisis de criticidad en Lavacol SAS es una herramienta vital que impulsa la eficiencia operativa, la gestión de riesgos, la planificación financiera y estratégica, la adaptabilidad y la sostenibilidad. Al integrar este análisis en todas las facetas de su operación, Lavacol SAS se asegura de mantener una ventaja competitiva en el mercado y de operar de manera responsable y sostenible, garantizando así su éxito continuado en el futuro.

A continuación se presenta unas tablas resumen sobre las maquinas que tienen mayor grado de prioridad de acuerdo al análisis de criticidad realizado donde nos indica cuales son las maquinas más fundamentales para el proceso que lleva Lavacol

Tabla 21

Máquinas con prioridad 1

Maquina	Prioridad
Hidro lavadora Annovi Kpro 1515	1
Hidro lavadora Annovi KB-TSS	1
Espumadero	1
Compresor	1

Nota. Esta tabla muestra las máquinas con prioridad 1 según análisis de criticidad. *Fuente.* Autor

Tabla 22

Máquinas con prioridad 2

Maquina	Prioridad
Aspiradora Truper ASP 16X	2
Aspiradora Truper ASP 12X	2

Nota. Esta tabla muestra las máquinas con prioridad 2 según análisis de criticidad. *Fuente.* Autor

Tabla 23*Máquinas con prioridad 3*

Maquina	Prioridad
Hidro lavadora Karcher	3

Nota. Esta tabla muestra las máquinas con prioridad 3 según análisis de criticidad. *Fuente.* Autor

Entrevistas a Empleados de Lavacol

Teniendo en cuenta el análisis de criticidad y la prioridad que tiene cada máquina se realizó una encuesta con los trabajadores de Lavacol para tener una visión sobre las condiciones en las que ellos se encuentran a la hora de abordar un mantenimiento correctivo, que es lo que los operadores han venido realizando al mismo tiempo saber cuáles son las máquinas que según ellos, son las que mayor inconveniente han presentado en su jornada laboral.

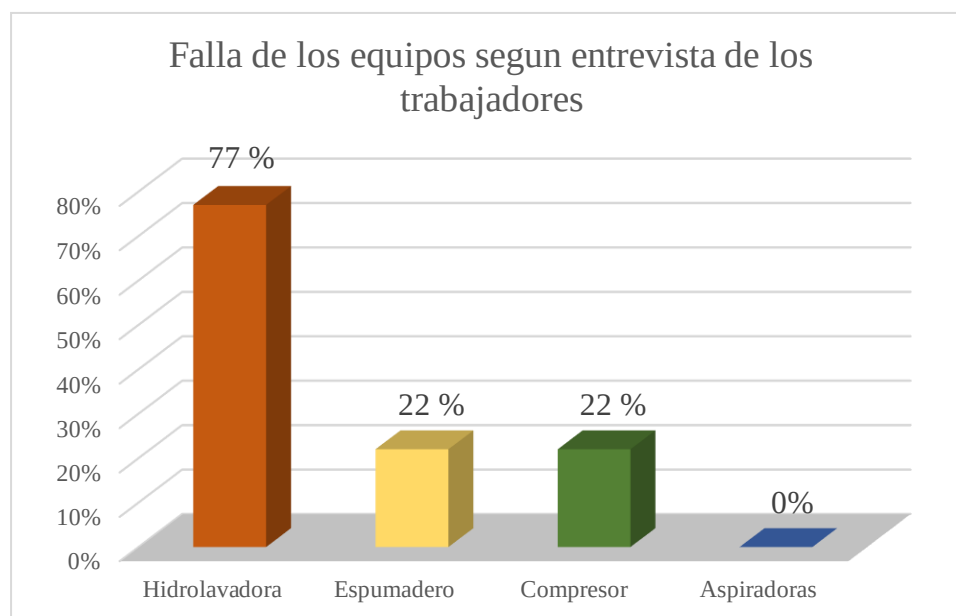
Figura 10*Entrevista personal Lavacol*

	Entrevistas personal de lavacol
Nombre _____ Cargo _____ Tiene conocimiento en mantenimiento mecanico y electrico _____ _____ _____ Con que frecuencia tiende a consultar manuales o esquemas para resolver un problema _____ _____ _____ De que manera la inspeccion del equipo le ayudo a detectar el problema _____ _____ Cual es el equipo que mas le ha presentado fallas _____ _____ _____	

Fuente. Autoría propia

Figura 11

Falla de equipos según entrevista por trabajadores



Fuente. Grafica elaborada a partir de las entrevistas realizadas según la Figura 10. Autoría propia

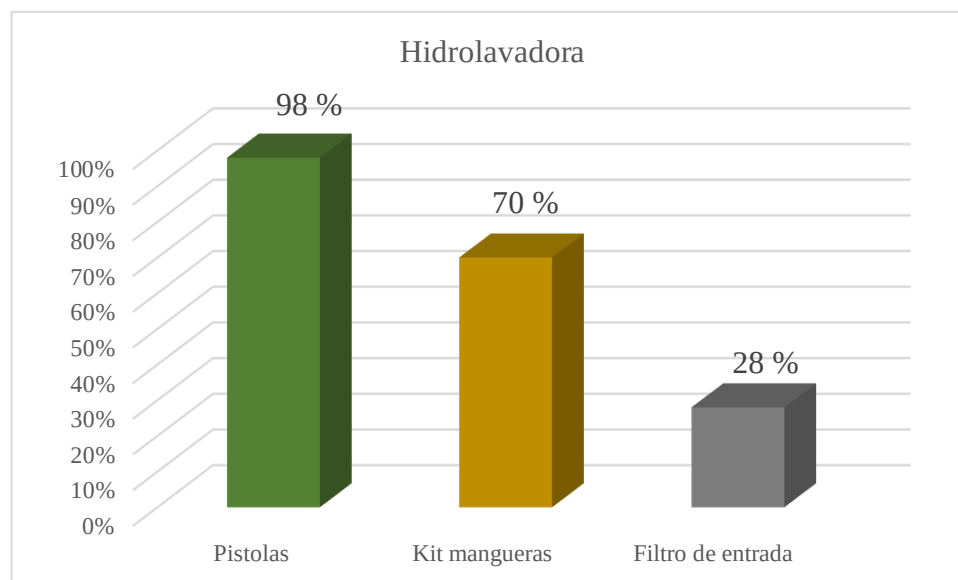
Según las entrevistas que se realizaron al personal que labora en Lavacol SAS, se puede evidenciar que el equipo que mayor presenta fallas es la hidrolavadora, lo cual es de suma importancia, ya que es un equipo de prioridad 1 y es vital garantizar la operatividad de este, ya que si falla este equipo la producción se para totalmente, por lo cual requiere atención prioritaria.

A continuación presento un resumen de las fallas de cada equipo por el personal que labora en Lavacol

En la figura 12 se puede evidenciar que el 98% de los operadores, la parte de la hidrolavadora que más necesita realizar cambio, son las pistolas. El 70% indicó que el kit de mangueras y el 28% relacionó que los filtros de entrada necesitan un cambio frecuente para que esté completamente operativa al usar una máquina con prioridad 1

Figura 12

Empleados que diagnosticaron falla en la hidro lavadora

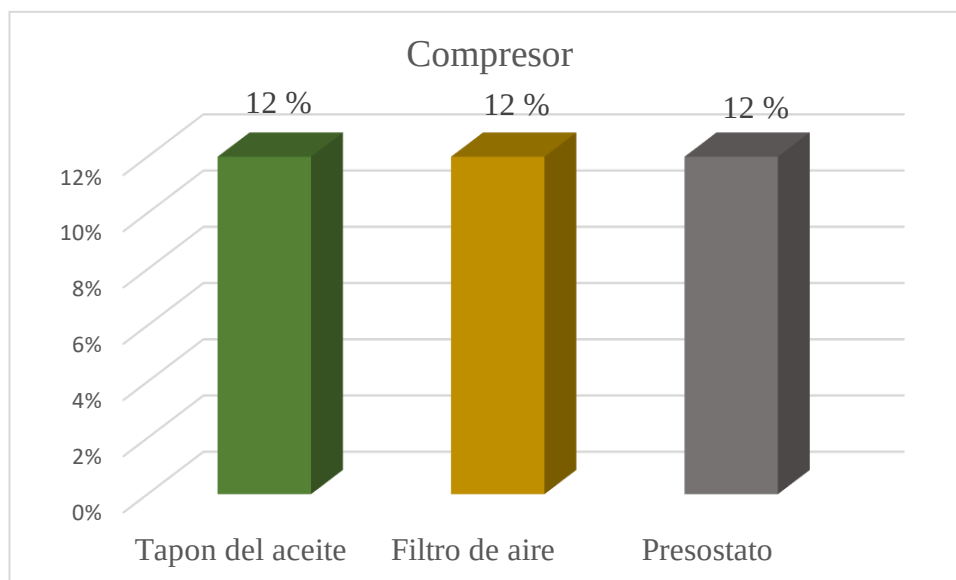


Fuente. Grafica elaborada a partir de las entrevistas realizadas según la Figura 10. Autoría propia

En la figura 13, según la entrevista realizada a los operadores, se pueden observar las fallas más frecuentes que se diagnosticaron al compresor, el cual es una máquina que se encuentra en una prioridad 1, lo cual es indispensable que se encuentre en estado optimo. Se encontró que un 12% en el tapón de aceite, 12% en el filtro de aire y 12% en el presostato, siendo estos los repuestos más cambiados por los operadores

Figura 13

Empleados que diagnosticaron falla en el compresor



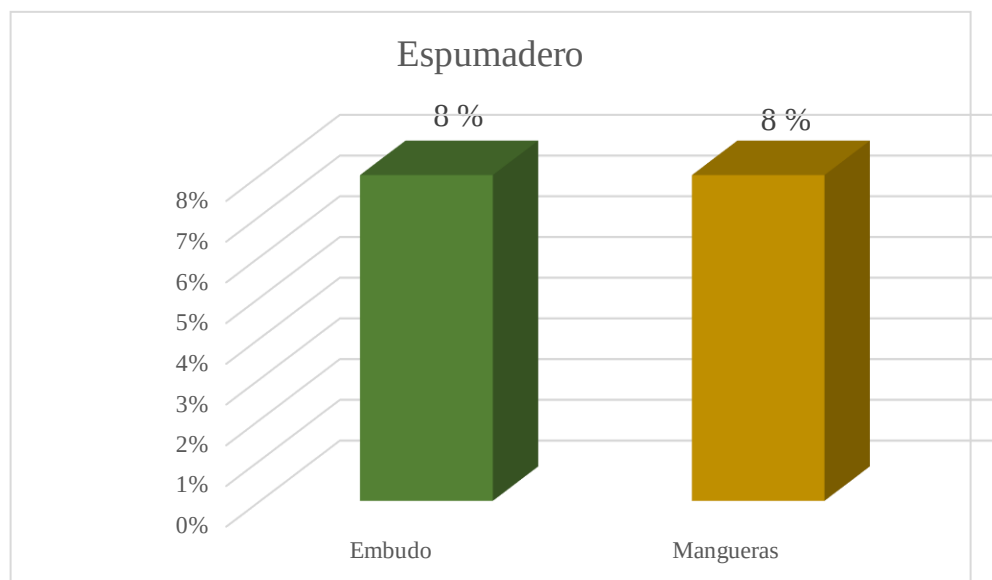
Fuente. Grafica elaborada a partir de las entrevistas realizadas según la Figura 10. Autoría propia

En la figura 14, se encuentran las fallas más comunes que se encuentran en el espumadero. Es una máquina también de prioridad 1, donde el 8% de la falla la presenta el embudo y otro 8% para las mangueras que se encuentran en la máquina.

Estas máquinas requieren de un mantenimiento preventivo, ya que son vitales en la operación cotidiana de Lavacol, por lo cual, si alguna sufre alguna avería, se tendría que parar la producción diaria hasta resolver la falla

Figura 14

Empleados que diagnosticaron falla en el Espumadero



Fuente. Grafica elaborada a partir de las entrevistas realizadas según la Figura 10. Autoría propia

Se realiza un trabajo práctico en diferentes sitios de reparación de las máquinas usadas en Lavacol para conocer por parte de expertos en estos equipos cuáles son las partes más comunes que se les deben cambiar a las máquinas analizadas para que Lavacol pueda tener un stock de estos repuestos en caso de que se identifique la falla y el cambio se pueda realizar de manera inmediata

En la tabla 24 se encuentran los cambios más comunes que se les realizan a las hidrolavadoras con su respectiva fotografía de la parte a cambiar, las cuales son el filtro de entrada, pistola, tapón de combustible no ventilado, manómetro, conjunto de válvulas y termostato.

Tabla 24*Partes comunes de cambio de hidrolavadora*

Partes comunes de cambio hidrolavadora		
Filtro de entrada	Pistola	Tapón de combustible no ventilado
		
Manómetro	Conjunto de válvulas	Termostato
		

Nota. Esta tabla muestra los repuestos comunes que se le deben cambiar a la hidrolavadora para su buen funcionamiento. *Fuente.* Autor

En la tabla 25 se encuentran las partes comunes de cambio del espumadero las cuales se basan en el embudo y las mangueras es de vital importancia tener un stock de estos elementos ya que son partes que pueden sufrir averiar en cualquier momento por la presión que se maneja en las mangueras

Tabla 25*Partes comunes de cambio Espumadero*

Espumadero	
Embudo	Mangueras
	

Nota. Esta tabla muestra los repuestos comunes que se le deben cambiar al espumadero para su buen funcionamiento. *Fuente.* Autor

En la tabla 26 encontramos las partes de la aspiradora, las cuales son comunes realizar cambios, ya sea por desgaste o por roturas de las partes, ya que estas en gran parte son de material plástico y por el trabajo de lavacol se considera de tráfico pesado para este tipo de repuestos. Se recomienda tener un stock, ya que son partes esenciales de esta máquina y su reemplazo no requiere necesariamente de personal capacitado para realizar dicha actividad. Acá encontramos las mangueras, boquillas de piso, filtro de sólido, filtro de líquidos, difusor de ruido y boquilla de soplar

Tabla 26
Partes comunes cambio aspiradora

Partes comunes de cambio aspiradora		
Mangueras	Boquilla de piso	Filtro de solidos
		
Filtro de líquidos	Difusor de ruido	Boquilla de soplar
		

Nota. Esta tabla muestra los repuestos comunes que se le deben cambiar a la aspiradora para su buen funcionamiento. *Fuente.* Autor

Plan de Mantenimiento

Para desarrollar un programa de mantenimiento preventivo es necesario establecer tres pilares básicos, entre ellos el fortalecimiento del departamento de mantenimiento, los métodos de mantenimiento preventivo y el mantenimiento preventivo de cada máquina y/o equipo.

En Lavacol SAS, el desarrollo de un plan de mantenimiento efectivo es crucial para garantizar la operatividad óptima de sus equipos y la continuidad de sus operaciones. Basándose en el análisis de criticidad previamente detallado, la empresa puede elaborar un plan de mantenimiento que no solo responde a las necesidades inmediatas de los equipos, sino que también se alinea con los objetivos a largo plazo de la organización.

Fortalecimiento del Departamento de Mantenimiento

Para desarrollar un plan de trabajo eficaz, es necesario planificar cada área que necesita mejora, así la metodología que se va a implementar, para que cualquier proyecto previsto tenga éxito.

Un aspecto fundamental del plan de mantenimiento es la programación y planificación de las actividades. En Lavacol SAS, se deben establecer cronogramas detallados para cada equipo, teniendo en cuenta su criticidad, historial de fallos, y el impacto de posibles paradas en la producción. Esto incluye la definición de intervalos para inspecciones, reemplazos de piezas, actualizaciones y reparaciones. La programación también debe ser flexible para adaptarse a situaciones imprevistas, como averías no programadas o cambios en la demanda de producción.

Significado de Planeación de Mantenimiento

La planificación estratégica es una herramienta de gestión que ayuda a guiar y dirigir sus metas y objetivos. Para los departamentos de mantenimiento, es importante que todas las partes

involucradas conozcan el trabajo y estén comprometidas con el mantenimiento. implementación de este plan.

Análisis DOFA.

Tabla 27

Análisis DOFA

DOFA	
Debilidades	Oportunidades
Falta de mantenimiento a los equipos	Capacitación permanente
Falta de planificación	Nuevas metodologías en métodos de
Falta de manuales de los equipos	mantenimiento
Escaso control de mantenimiento	Aumento de vehículos
Deficiente stock de repuestos	Disposición de los trabajadores para nuevos
Poco personal de mantenimiento	aprendizajes y/o procesos
Fortalezas	Amenazas
Ubicación del lavadero	
Proyección empresarial	Alza en precios de máquinas, repuestos y
Apoyo de administración	mantenimiento
Algunos operadores conocen bien las	Falta reportar las fallas cotidianas
máquinas y están en la capacidad de corregir	Asignación de recursos
algunas fallas que presentan	

Nota. Esta tabla muestra el análisis de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de Lavacol SAS. *Fuente.* Autor

Integración de la Gestión del Riesgo.

En el desarrollo del plan de mantenimiento en Lavacol SAS se centra en la integración de la gestión de riesgos, un elemento esencial para garantizar una operación segura y eficiente. Este

enfoque implica evaluar y mitigar los riesgos asociados con el fallo de los equipos, en función de su criticidad y el impacto potencial en la producción, la seguridad y el medio ambiente.

la empresa adopta un enfoque proactivo para identificar posibles riesgos antes de que se materialicen en problemas reales. Esto implica analizar las causas raíz de los fallos anteriores y utilizar esos datos para prevenir situaciones similares en el futuro. Por ejemplo, si un equipo crítico ha tenido fallos recurrentes, se investiga a fondo para determinar si estos se deben a problemas inherentes al diseño del equipo, prácticas de mantenimiento inadecuadas, o posiblemente a la obsolescencia de los componentes.

Una vez identificados los riesgos, se desarrollan estrategias para mitigarlos. Esto puede incluir la implementación de mejoras en el equipo, la revisión de los procedimientos de mantenimiento, o la inversión en nuevas tecnologías o capacitación. Por ejemplo, si un equipo presenta un riesgo elevado de causar un accidente ambiental, Lavacol SAS podría invertir en sistemas de seguridad mejorados o en la formación de su personal para manejar adecuadamente ese equipo.

La gestión de riesgos también implica la implementación de medidas de contingencia para los equipos críticos. Esto significa tener planes en lugar para responder rápidamente en caso de fallos, minimizando así el tiempo de inactividad y sus impactos negativos. En el caso de Lavacol SAS, esto podría traducirse en tener equipos de respaldo disponibles o acuerdos con proveedores para obtener repuestos de manera expedita.

La formación continua del personal es una parte integral de la gestión de riesgos en el plan de mantenimiento. Lavacol SAS invierte en programas de capacitación regular para su personal de mantenimiento, asegurándose de que estén al tanto de las mejores prácticas y tecnologías más recientes. Esto no solo mejora la capacidad del equipo para realizar

mantenimientos eficientes, sino que también fomenta una cultura de seguridad y prevención de riesgos en toda la organización.

Finalmente, la revisión y actualización periódica del plan de mantenimiento es esencial para mantener su relevancia y efectividad. Lavacol SAS revisa regularmente su plan para asegurarse de que refleje los cambios en las condiciones operativas, las nuevas tecnologías disponibles, y las lecciones aprendidas de las experiencias anteriores. Este enfoque dinámico asegura que la empresa no solo mantenga sus equipos en óptimas condiciones, sino que también mejore continuamente sus procesos de mantenimiento y gestión de riesgos.

Tabla 28

Fase de la integración de gestión del riesgo en el plan de mantenimiento de Lavacol SAS

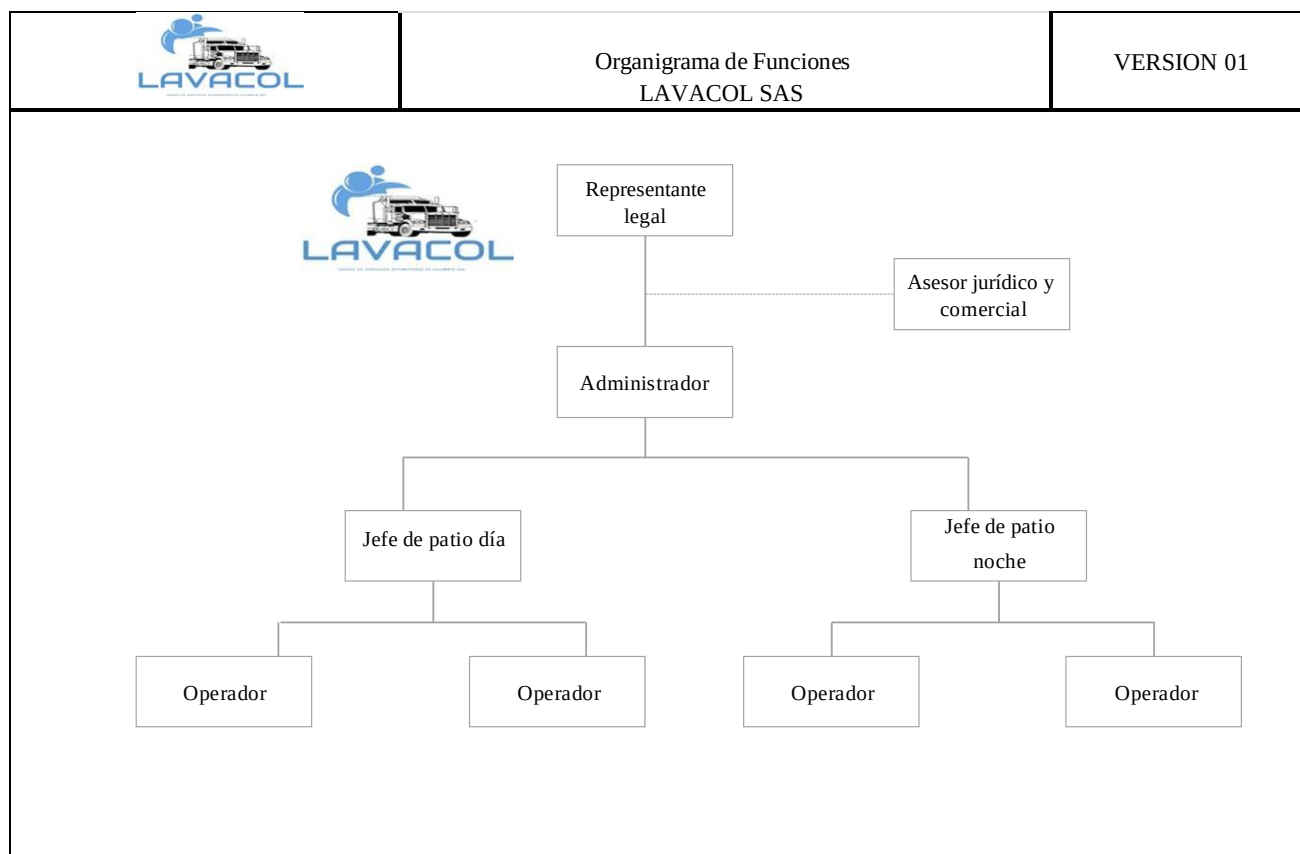
Fase	Actividad	Objetivo	Implementación
Identificación de Riesgos	Análisis de causas de fallos anteriores	Prevenir la repetición de fallos	Revisión de historiales de mantenimiento y fallos
Evaluación y Mitigación de Riesgos	Desarrollo de estrategias para reducir riesgos	Minimizar el impacto de fallos potenciales	Mejoras en equipo, revisión de procedimientos, inversión en tecnología
Medidas de Contingencia	Planificación para respuesta rápida a fallos	Reducir tiempo de inactividad y sus impactos	Preparación de equipos de respaldo, acuerdos con proveedores
Documentación	Registro detallado de mantenimiento y fallos	Facilitar análisis retrospectivos y ajustes en estrategias	Mantenimiento de registros históricos y bases de datos actualizadas

Formación del Personal	Capacitación continua en mejores prácticas y tecnologías	Mejorar la eficiencia y cultura de seguridad	Programas regulares de formación y actualización de habilidades
Colaboración con Proveedores	Trabajo conjunto con proveedores de equipos	Asegurar la calidad y disponibilidad de repuestos	Acuerdos de nivel de servicio y gestión de inventarios
Implementación de Tecnologías	Uso de monitoreo en tiempo real y análisis predictivo	Anticipar fallos y realizar mantenimientos preventivos	Incorporación de sistemas avanzados de monitoreo y diagnóstico
Revisión y Actualización	Revisión periódica del plan de mantenimiento	Mantener la relevancia y efectividad del plan	Análisis de cambios operativos, tecnológicos y lecciones aprendidas

Nota. Esta tabla muestra las actividades, objetivos e implementación de la gestión del riesgo de Lavacol SAS. *Fuente.* Autor

Organigrama de la Empresa

Para la asignación de funciones nos basamos en los cargos de las personas que laboran en Lavacol, y con este se realiza la propuesta de asignación para el cronograma de mantenimiento. En este cronograma de asignaron funciones al personal que labora en la empresa, específicamente de lavado y embellecimiento que es donde se está realizando el plan de mantenimiento.

Figura 15*Organigrama de funciones**Fuente.* Autoría propia

A continuación se presenta la asignación para funciones de mantenimiento.

Figura 16*Manual de funciones representante legal*

	MANUAL DE FUNCIONES LAVACOL SAS	VERSION 01
MANUAL DE FUNCIONES REPRESENTANTE LEGAL I. IDENTIFICACION DEL CARGO NOMBRE DEL CARGO Representante Legal AREA Comercial DEPENDENCIA JERANQUICA NA II. DESCRIPCION DEL CARGO Es el encargado de orientar, dirigir, ejecutar, gestionar y planear las directrices, buscando estrategias y políticas para cumplir las metas trazadas por la empresa III. DESCRIPCION DE FUNCIONES Verificar el inventario de los implementos que cuenta la empresa Crear actualizar y comunicar planes de mantenimiento Suministrar los recursos necesarios para realizar las diferentes actividades Gestionar el mantenimiento de las maquinas Impartir instrucciones al personal Organizar presupuesto de mantenimiento Garantizar que el mantenimiento se realice de acuerdo a su cronograma Verificar actividades relacionadas con SST IV. REQUISITOS EDUCACION Ingeniero industrial, administrador de empresas o representante legal EXPERIENCIA 2 años en cargos similares APTITUDES Excelente calidad humana y trato interpersonal		

Fuente. Autoría propia

Figura 17*Manual de funciones administrador*

	MANUAL DE FUNCIONES LAVACOL SAS	VERSION 01
MANUAL DE FUNCIONES ADMINISTRADOR I. IDENTIFICACION DEL CARGO NOMBRE DEL CARGO Administrador AREA Administrativa DEPENDENCIA JERANQUICA Representante legal II. DESCRIPCION DEL CARGO Es el encargado de planificar, organizar, direccionar y controlar todas las actividades de la empresa para lograr los objetivos mediante el uso eficiente de recursos III. DESCRIPCION DE FUNCIONES - Supervisar las labores de mantenimiento - Supervisar los tiempos del cronograma de mantenimiento - Organizar la disponibilidad de recursos para mantenimiento - Realizar inventario de activos - Coordinar logistica de actividades - Gestionar de forma eficaz y eficiente las labores de mantenimiento - Predecir los problemas de mantenimiento - Revisar repuestos que se necesitan cambiar - Garantizar el cumplimiento de las normas de SST IV. REQUISITOS EDUCACION Ingeniero industrial, administrador de empresas o afines EXPERIENCIA 2 años en cargos similares APTITUDES Excelente calidad humana y trato interpersonal		

Fuente. Autoría propia

Figura 18*Manual de funciones jefe de patio - operador*

	MANUAL DE FUNCIONES LAVACOL SAS	VERSION 01
MANUAL DE FUNCIONES JEFE DE PATIO - OPERADOR I. IDENTIFICACION DEL CARGO NOMBRE DEL CARGO Operador AREA ,Produccion DEPENDENCIA JERANQUICA Administrador II. DESCRIPCION DEL CARGO Es la persona encargada de planificar y llevar a cabo la produccion y la prestación de los servicios a civiles bajo condiciones controladas III. DESCRIPCION DE FUNCIONES Controlar adecuadamente los recursos Lavado de vehiculos de carga pesada Inspecciones visuales a la máquina que va a operar Limpieza diaria a las máquinas usadas Engrasar y medir aceite a las máquinas Realizar reporte de las máquinas que presenten falla Velar por el correcto uso de los equipos Manejo adecuado de insumos Garantizar el cumplimiento de las normas de SST IV. REQUISITOS EDUCACION Bachiller EXPERIENCIA 1 años en cargos similares, curso de alturas vigente APTITUDES Excelente calidad humana y trato interpersonal		

Fuente. Autoría propia

Cronograma

Se propone el siguiente cronograma para inspección visual y mantenimiento general a Lavacol con el fin de empezar a contar con un historial de mantenimientos de fallas lo cual va a ser de gran utilidad ya que se va a tener un soporte más claro de cuáles son los principales repuestos que se debe tener a la hora de que se presente un inconveniente con alguna maquina y así evitar pérdidas en la operación

Figura 19

Cronograma mantenimiento equipos Lavacol

			Cronograma mantenimiento equipos							Version 01		
Equipo	Accion a ejecutar	Encargado	Lunes	martes	miercoles	jueves	viernes	sabado	domingo	3 meses	6 meses	Annual
Hidro lavadora	Rutina diaria de mantenimiento	Operador										
Hidro lavadora	Mantenimiento general	Administrador										
Compresor	Rutina diaria de mantenimiento	Operador										
Compresor	Mantenimiento general	Administrador										
Espumador	Rutina diaria de mantenimiento	Operador										
Espumador	Mantenimiento general	Administrador										
Aspiradoras	Rutina diaria de mantenimiento	Operador										
Aspiradoras	Mantenimiento general	Administrador										
Aprobado por _____			Fecha _____									

Fuente. Autoría propia

Fichas Técnicas

Para llevar a cabo el plan de mantenimiento preventivo se requiere de unas fichas técnicas de cada equipo que está presente en la producción de Lavacol. Esta ficha debe contener los datos más sobresalientes de cada uno de los equipos que conformas la planta

Tabla 29*Ficha técnica HL-01*

Datos del equipo		Código	HL-01
Descripción	Hidrolavadora		
Marca	Annovi Reverberi		
Modelo	Kpro 1515		
Año de uso	2020		
Posee manual	si		
peso	28 kg		
Color	Azul - plateado		
Potencia motor	5 HP		
presión	2200 psi		
Voltaje	220 V		
Criticidad	Prioridad 1		

Accesorios: Manguera de detergente, boquilla regulable, toma para acople rápido, manguera de alta presión, pistola, lanza, tapón de trabajo o medidor de aceite

Repuestos comunes: Filtro de entrada, pistola, boquilla de rotación, kit de reparación del diafragma, tapón de combustible no ventilado, poleas, manómetro, conjunto de válvulas, ensamblaje del inyector, termostato

Nota. Esta tabla muestra ficha realizada a la hidrolavadora Annovi Reverberi Kpro 1515. *Fuente.*

Autor

Tabla 30*Ficha técnica HL-02*

Datos del equipo		Código	HL-02
Descripción	Hidro lavadora		
Marca	Annovi Reverberi		
Modelo	KB-TSS		
Año de uso	2019		
Posee manual	si		
peso	30 kg		
Color	Naranja - gris		
Potencia motor	3 HP		
presión	1900 psi		
Voltaje	220 V		
Criticidad	Prioridad 1		



Accesorios: Manguera de detergente, boquilla regulable, toma para acople rápido, manguera de alta presión, pistola, lanza, tapón de trabajo o medidor de aceite

Repuestos comunes: Filtro de entrada, pistola, boquilla de rotación, kit de reparación del diafragma, tapón de combustible no ventilado, poleas, manómetro, conjunto de válvulas, ensamblaje del inyector, termostato

Nota. Esta tabla muestra ficha realizada a la hidrolavadora Annovi Reverberi KB-TSS. *Fuente.*

Autor

Tabla 31*Ficha técnica HL-03*

Datos del equipo		Código	HL-03
Descripción	Hidro lavadora		
Marca	Karcher		
Modelo	K2		
Año de uso	2019		
Posee manual	si		
peso	5,9 kg		
Color	amarilla		
Potencia conexión	1400 wats		
presión	110 psi		
Voltaje	110 V		
Criticidad	Prioridad 3		



Accesorios: Pistola de alta presión, lanza pulverizadora de chorro, manguera de alta presión, filtro de agua integrado, conector para manguera de riesgo

Repuestos comunes: pistola de alta presión, repuesto de conexión, manguera de alta presión.

Nota. Esta tabla muestra ficha realizada a la hidrolavadora karcher. *Fuente.* Autor

Tabla 32*Ficha técnica ES-01*

Datos del equipo		Código	ES-01
Descripción	Espumadero		
Marca	Ferton		
Modelo	MQL80E		
Año de uso	2019		
Posee manual	si		
Tipo de alimentación	aire		
Color	azul		
Capacidad	80 l		
peso	25 kg		
detergente recomendado	300 ml		
Voltaje	110 V		
Criticidad	Prioridad 1		

Accesorios: embudo, mangueras

Repuestos comunes: embudo, mangueras

Nota. Esta tabla muestra ficha realizada al espumadero. *Fuente.* Autor

Tabla 33*Ficha técnica AS-01*

Datos del equipo		Código	AS-01
Descripción	Aspiradora		
Marca	Truper		
Modelo	ASP 16X		
Año de uso	2021		
Posee manual	si		
Nivel de ruido	85 dB		
Color	azul - plateado		
Capacidad	16 gal		
peso	10.8 kg		
Potencia	6.5 HP		
Voltaje	110 V		
Criticidad	Prioridad 2		

Accesorios: Manguera con seguro ajustable, boquilla de piso, modos de extensión, adaptador, difusor de ruido, filtro de cartucho para sólidos, filtro de espuma para líquidos, boquilla de soplar

Repuestos comunes: mangueras, adaptadores, filtros

Nota. Esta tabla muestra ficha realizada a la aspiradora ASP 16X. *Fuente.* Autor

Tabla 34*Ficha técnica AS-02*

Datos del equipo		Código	AS-02
Descripción	Aspiradora		
Marca	Truper		
Modelo	ASP 12X		
Año de uso	2019		
Posee manual	si		
Nivel de ruido	85 dB		
Color	verde - plateado		
Capacidad	12 gal		
peso	10.8 kg		
Potencia	6.5 HP		
Voltaje	110 V		
Criticidad	Prioridad 2		

Accesorios: Manguera con seguro ajustable, boquilla de piso, modos de extensión, adaptador, difusor de ruido, filtro de cartucho para sólidos, filtro de espuma para líquidos, boquilla de soplar

Repuestos comunes: mangueras, adaptadores, filtros

Nota. Esta tabla muestra ficha realizada a la aspiradora ASP 12X. *Fuente.* Autor

Tabla 35*Ficha técnica CO-01*

Datos del equipo		Código	CO-01
Descripción	Compresor		
Marca	Truper		
Modelo	R20		
Año de uso	2019		
Posee manual	si		
Velocidad	3450 rpm		
Color	azul		
Capacidad	120 l		
peso	73 kg		
Potencia	4 HP		
Voltaje	220 V		
Criticidad	Prioridad 1		

Repuestos comunes: tapón de llenado de aceite, filtro de aire, cárter, motor, presostato

Nota. Esta tabla muestra ficha realizada al compresor. *Fuente.* Autor

Una vez realizado las fichas técnicas de cada máquina de Lavacol, donde obtenemos información importante de cada equipo elaboramos el modelo para el historial de fallas

Codificación de los Equipos

El primer paso es identificar cada máquina. Este paso es muy importante ya que cada equipo va a contar con un código único con el cual va a ser nombrado de ahora en adelante.

Para realizar la codificación de un equipo se puede realizar de dos maneras

Sistema de codificación no significativa o codificación alfanumérica: son los que asignan un número o código a cada equipo, pero este código no aporta mayor información solo nos facilita la forma de ubicar al equipo

Sistema de codificación inteligente o codificación numérica: este tipo es lo contrario al anterior, ya que la codificación aporta información significativa de la máquina

La ventaja de usar un sistema de codificación no significativo se da en la simplicidad del código, ya que este se puede dar por cuatro dígitos con los que se puede identificar todos los equipos de la empresa las cuales vamos a empezar por los equipos destinados a la producción y más adelante se podrá optar por incluir también los equipos de la parte administrativa, tomando como ventaja que Lavacol es una empresa pequeña y no hay gran número de maquinaria por lo cual se puede recordar a que código corresponde cada máquina

A continuación, se muestra información útil que debe contener el código de un ítem.

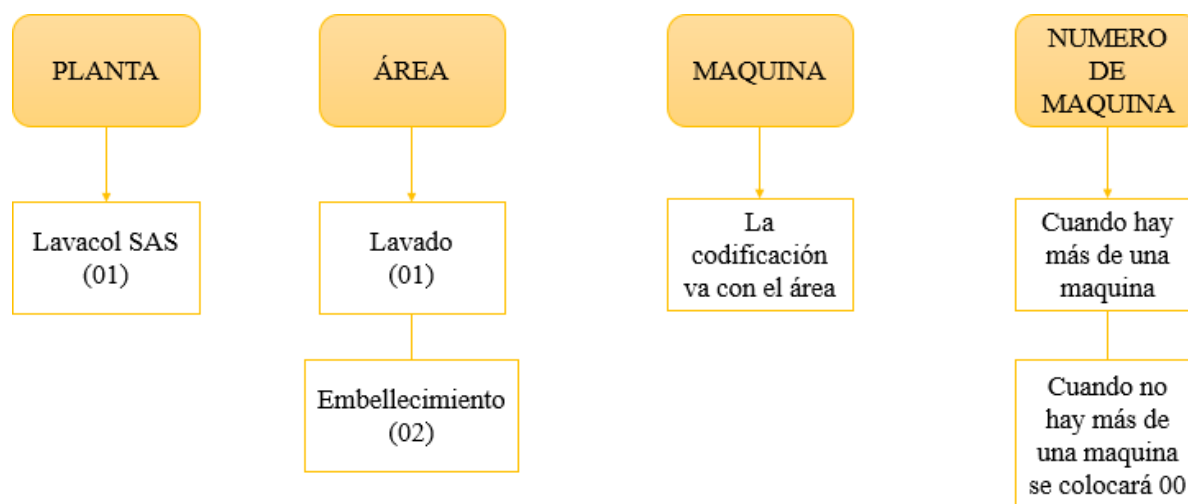
Planta a la que pertenece.

Área a la que pertenece dentro de la planta.

Tipo de equipo.

Figura 20

Estructura para definir códigos de equipos



Fuente. Autoría propia

Tabla 36

Codificación de los equipos

Lavado			Embellecimiento		
Abreviatura	Maquina	Código	Abreviatura	Maquina	Código
HL	Hidro lavadora Kpro 1515	01	AS	Aspiradora ASP 16X	01
HL	Hidro lavadora KB-TSS	02	AS	Aspiradora ASP 12X	02
HL	Hidro lavadora Karcher,	03			
ES	Espumadero	04			
CO	Compresor Avanz	05			

Nota. Esta tabla muestra la codificación realizada a los activos de Lavacol SAS teniendo en cuenta su ubicación en la planta. *Fuente.* Autor

Tabla 37*Codificación maquinaria*

Codificación de la maquinaria

CODIGO ALFANUMÉRICO	MAQUINA	MARCA
HL-01	Hidro lavadora Kpro 1515	Annovi Reverberi
HL-02	Hidro lavadora KB-TSS	Annovi Reverberi
HL-03	Hidro lavadora K2	Karcher
ES-04	Espumadero	Ferton
CO-05	Compresor	Avanz
AS-01	Aspiradora ASP16X	Truper
AS-02	Aspiradora ASP12X	Truper

Nota. Esta tabla muestra la codificación realizada con su código alfanumérico. *Fuente.* Autor

Rutina de Mantenimiento

Las rutinas de mantenimiento son la base de un programa de mantenimiento preventivo exitoso, ya que se tiene la agrupación de varias trabajos que se realizan simultáneamente en una fecha o medición determinada. Estas rutinas nos sirven para tener una visión clara de las condiciones que están los equipos día a día y así poder crear ordenes de trabajo en caso tal de que algún equipo lo requiera y no tener que parar la operación en caso tal de que la maquina falle de un momento a otro

Las rutinas a continuación se realizarán de forma diaria antes de iniciar la actividad laboral diaria ya que se basa en una inspección visual la cual nos va a ser de gran ayuda para

poder reportar alguna falla de una manera formal y así iniciar a llevar un adecuado historial de mantenimiento sobre las diferentes fallas que presenta cada maquina

Figura 21

Rutina de mantenimiento diaria Hidrolavadora

	Rutina de mantenimiento	Version 01									
Area <u>Lavado</u> Fecha <u>8-ene-23</u> Sistema <u>Mecanico Electrico</u> Maquina <u>Hidrolavadoras</u> Frecuencia <u>Diario</u> Actividad <u>Rutina diaria de mantenimiento</u> Herramientas a utilizar Llaves Destornillador Medidad de seguridad Utilizar los EPPS Apagar el equipo y todo el sistema electrico Procedimiento 1. Inspeccion visual regular: para identificar posibles daños o fallas 2. Mangueras y conexión: verificar el estado de las mangueras y las conexiones para asegurarse que esten en buen estado y no presenten fugas. Si reporta alguna manguera floja reportela de inmediato para su remplazo 3. Inspeccion de boquillas, limpiarlas si estan obstruidas, si estan desgastadas reportar para su cambio 4. Verificar los filtros y tamices de la hidrolavadora y asegurarse que esten limpios 5. Realizar una inspeccion visual al motor y el sistema electrico y asegurarse que los cables y conexiones no presenten deterioro 6. limpiar la hidrolavadora al iniciar la actividad diaria con el fin de evitar acumulacion de suciedad 7. Antes de limpiarla asegurese que este desconectada del toma corriente para garantizar su seguridad 8. verificar los filtros de la hidrolavadora y lavarlos con agua limpia en caso de que presentes obstruccion TRAZABILIDAD DEL DOCUMENTO <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">CONTROL DE CAMBIOS</th> </tr> <tr> <th style="width: 33%;">FECHA</th> <th style="width: 33%;">VERSION</th> <th style="width: 33%;">CAMBIO</th> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> Aprobado por _____ Fecha _____			CONTROL DE CAMBIOS			FECHA	VERSION	CAMBIO			
CONTROL DE CAMBIOS											
FECHA	VERSION	CAMBIO									

Fuente. Autoría propia

Figura 22*Rutina mantenimiento diaria compresores*

	Rutina de mantenimiento	Version 01									
Area <u>Lavado</u> Fecha <u>8-ene-23</u> Sistema <u>Mecanico Electrico Maquina Compresor</u> Frecuencia <u>Diario</u> Actividad <u>Rutina diaria de mantenimiento</u> Herramientas a utilizar Llaves Destomillador Medidas de seguridad Utilizar los EPPS Apagar el equipo y todo el sistema electrico Procedimiento 1. Verifique el nivel de aceite de la bomba y la contaminacion en ella 2. Drene el agua en el tanque 3. Verifique que el compresor no vibre de manera excesiva 4. Revise que la unidad no tenga fugas de aire 5. verifique el filtro en caso que se requiera cambio reportelo 6. Compuebe la tension de las correas 7. Revise las valvulas de seguridad TRAZABILIDAD DEL DOCUMENTO <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">CONTROL DE CAMBIO</th> </tr> <tr> <th style="width: 33%;">FECHA</th> <th style="width: 33%;">VERSION</th> <th style="width: 33%;">CAMBIO</th> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> Aprobado por _____ Fecha _____			CONTROL DE CAMBIO			FECHA	VERSION	CAMBIO			
CONTROL DE CAMBIO											
FECHA	VERSION	CAMBIO									

Fuente. Autoría propia

Figura 23*Rutina mantenimiento diaria espumador*

	Rutina de mantenimiento	Version 01						
Area <u>Lavado</u> Fecha <u>8-ene-23</u> Sistema <u>Mecanico Electrico Maquina Espumador</u> Frecuencia <u>Diario</u> Actividad <u>Rutina diaria de mantenimiento</u> Herramientas a utilizar Llaves Destomillador Medidas de seguridad Utilizar los EPPS Apagar el equipo y todo el sistema electrico Procedimiento Es indispensable que despues de terminar el turno el equipo sea lavado completamente con agua, tanto en su interior como en su exterior Adicional se debe cargar el estanque hasta la mitad de agua limpia y hacerla funcionar con aire para lavar los circuitos internos TRAZABILIDAD DEL DOCUMENTO <table border="1" style="margin: 10px auto; width: 80%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">FECHA</th> <th style="width: 33%;">VERSION</th> <th style="width: 33%;">CAMBIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> Aprobado por _____ Fecha _____			FECHA	VERSION	CAMBIO			
FECHA	VERSION	CAMBIO						

Fuente. Autoría propia

Figura 24*Rutina mantenimiento diaria aspiradora*

	Rutina de mantenimiento	Version 01									
Area <u>Lavado</u> Fecha <u>8-ene-23</u> Sistema <u>Mecanico Electrico Maquina Aspiradora</u> Frecuencia <u>Diario</u> Actividad <u>Rutina diaria de mantenimiento</u> Herramientas a utilizar Llaves Destomillador Medidad de seguridad Utilizar los EPPS Apagar el equipo y todo el sistema electrico Procedimiento 1. Limpieza del tanque: es parte fundamental de la rutina diaria se debe realizar con un paño suave y evitar el uso de sustancias abrasivas 2. limpieza del filtro: lavar con agua limpia el filtro quitando las obstrucciones solididad que pueda presentar 3. limpieza del ventilador: este elemento es de plastico por lo cual se debe tener cuidado ya que puede fracturarse con facilidad. Despues de terminar su turno laboral debe dejarlo limpio Nota: si observa alguna anomalia con el equipo reportela TRAZABILIDAD DEL DOCUMENTO <table border="1" style="margin: 10px auto; width: 80%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">CONTROL DE CAMBIO</th> </tr> <tr> <th style="width: 33%;">FECHA</th> <th style="width: 33%;">VERSION</th> <th style="width: 33%;">CAMBIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> Aprobado por _____ Fecha _____			CONTROL DE CAMBIO			FECHA	VERSION	CAMBIO			
CONTROL DE CAMBIO											
FECHA	VERSION	CAMBIO									

Fuente. Autoría propia

En la figura 25, se crea un formato el cual corresponde a una inspección que debe realizar cada operador antes de iniciar su actividad diaria, donde se va a indicar por escrito si los equipos a usar están en estado operativo o si, por el contrario, presenta alguna falla, su debida descripción para llevar un control inventariado de las fallas que presenta cada maquina

Figura 25*Actividades de mantenimiento rutinario*

	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO RUTINARIO LAVACOL SAS	VERSION 01														
A que maquinas realizo inpeccion visual <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">Hidro lavadora Kpro 1515</td> <td style="width: 60%;"> </td> </tr> <tr> <td>Hidro lavadora RKA4G30N</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Hidro lavadora K2</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Espumadero</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Compresor</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Aspiradora ASP16X</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Aspiradora ASP12X</td> <td> </td> </tr> </table> Tiene un funcionamiento correcto Si No La parte externa del equipo se encuentra en buen estado Si No Las condiciones de limpieza son las adecuadas Si No Se necesita cambiar alguna pieza para su correcto funcionamiento Si No Revisado por _____ Fecha _____			Hidro lavadora Kpro 1515		Hidro lavadora RKA4G30N		Hidro lavadora K2		Espumadero		Compresor		Aspiradora ASP16X		Aspiradora ASP12X	
Hidro lavadora Kpro 1515																
Hidro lavadora RKA4G30N																
Hidro lavadora K2																
Espumadero																
Compresor																
Aspiradora ASP16X																
Aspiradora ASP12X																

*Fuente. Autoría propia***Hojas de Control de Fallas y Registro de Información**

Con la elaboración de una hoja de control de fallas se pretende crear un historial de daños de las máquinas recopilando información útil para que Lavacol pueda planificar medidas preventivas según las necesidades de cada máquinas

En este historial de información se quiere recopilar información sobre el tiempo que se tardó en realizar dicha reparación, que tipo de repuesto se cambió, persona que realizó la reparación, en que parte de la maquina se presentó el daño (eléctrico, hidráulico, mecánico).

Adicional a este historial se creará un formato donde se llevará a cabo toda la información de la maquina inspeccionada la cual va a contar con algunos parámetros como la causa de falla, efectos, repuestos necesarios

Figura 26

Hoja de fallos

 CONTROL DE FALLOS							
Maquina							
Marca							
Fecha	Grupo	Parte revisada	Hora		Trabajo realizado	Observaciones o especificaciones	Responsable
			Inicio	Fin			

Fuente. Autoría propia

Figura 27*Orden de trabajo*

		ORDEN DE TRABAJO INFORME DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO LAVACOL SAS				VERSION 01			
Tipo de mantenimiento		Preventivo ☐				Correctivo ☐			
Fecha de realizacion _____		Area _____							
Tipo de maquina _____		Numero de maquina _____							
Descripcion del problema _____ _____ _____									
Solucion del problema _____ _____ _____									
Repuestos usados por tipo de mantenimiento									
	Descripcion						Cantidad		
1									
2									
3									
Ejecucion del mantenimiento									
NUMERO	HORA						RESPONSABLE		
	FECHA SOLICITUD		INICIO		FIN				
Observaciones y recomendaciones _____ _____ _____									
Nombre supervisor _____					FIRMA _____				

Fuente. Autoría propia

Plan Correctivo

Este plan correctivo se va a realizar como una medida de emergencia, donde se va a poder restaurar el equipo para dejarlo en condiciones operativas a través de un orden de tareas

Tabla 38*Plan de trabajo correctivo*

Maquina	Plan correctivo	Tiempo de ejecución
Hidro lavadora Kpro 1515	Revisar circuitos eléctricos Limpiar las obstrucciones de la boquilla	Actividad diaria antes de iniciar su labor diaria
Hidro lavadora KB- TSS	Limpiar y cambiar el filtro de agua cuando sea necesario Vaciar la hidro lavadora antes de guardarla	
Hidro lavadora Karcher	El lugar de almacenaje debe estar protegido y seco	
Compresor	Revisar kit de válvula termostática	Actividad diaria antes de iniciar su labor diaria
	Revisar kit de la válvula de aspiración	
	Revisar kit de la válvula de presión mínima	
	Revisar kit de la electroválvula	
Espumador	Utilizar aire limpio y libre de humedad	Actividad diaria antes de iniciar su labor diaria
	Enjuagar la unidad con agua limpia	
	Pasar agua limpia por la unidad después de cada uso	
	Mantener la válvula abierta para liberar presión residual	
Aspiradora	Cambiar la bolsa o limpiar el interior cuando se llene	Actividad diaria antes de iniciar su labor diaria
	Revisar el filtro y cambiarlo periódicamente	
	Revisar los cables y sistemas eléctricos	

Nota. Esta tabla muestra el plan de mantenimiento correctivo que se debería realizar a cada activo de Lavacol SAS. *Fuente.* Autor

Costos de Aplicación

Los costos del plan de mantenimiento preventivo para Lavacol SAS se llevarán a través de un sistema tradicional teniendo en cuenta su prioridad a través del análisis de criticidad realizado.

Tabla 39*Costo mantenimiento Hidro lavadora*


Costo mantenimiento Hidro lavadora			
Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Pistola	3	57000	171000
kit mangueras alta presión	3	276000	828000
manguera del termostato	3	27000	81000
Filtro de entrada	3	80000	240000
Mano de obra	1	250000	250000
Total			\$1'570.000

Nota. Esta tabla muestra el costo del mantenimiento preventivo para las hidrolavadoras según el cronograma propuesto. *Fuente.* Autor

Tabla 40*Costo mantenimiento Espumadero*


Costo mantenimiento Espumadero			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Embudo	1	85000	85000
Mangueras Alta presión	1	65000	65000
Mano de obra	1	120000	120000
Total			\$ 270.000

Nota. Esta tabla muestra el costo del mantenimiento preventivo para el espumadero según el cronograma propuesto. *Fuente.* Autor

Tabla 41*Costo mantenimiento compresor*


Costo mantenimiento compresor			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Tapón llenado de aceite	1	56000	56000
Filtro de aire	1	17000	17000
Carter	1	40000	40000
Presostato	1	90000	90000
Mano de obra	1	180000	180000
Total			\$ 383.000

Nota. Esta tabla muestra el costo del mantenimiento preventivo para el compresor según el cronograma propuesto. *Fuente.* Autor

Tabla 42*Costo mantenimiento aspiradora*


Costo mantenimiento Aspiradora			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Manguera Truper	2	114000	228000
Kit adaptadores	2	165000	330000
Filtro bolsa tela	2	84000	168000
Mano de obra	1	50000	50000
Total			\$ 776.000

Nota. Esta tabla muestra el costo del mantenimiento preventivo para las aspiradoras según el cronograma propuesto. *Fuente.* Autor

Recursos

Para realizar las diferentes tareas de mantenimiento se debe contar con unos activos físicos los cuales proporciona Lavacol a sus empleados donde se establece una serie de actividades que garanticen el funcionamiento eficiente de los equipos involucrados en el proceso productivo de Lavacol SAS y asegurar un proceso más eficiente de mantenimiento de los equipos.

Todo esto se logra mediante la realización de actividades programadas (mantenimiento preventivo y de rutina), podemos mencionar actividades como lubricación de motores, inspecciones y pequeñas tareas repetitivas

Para las actividades rutinarias se necesita contar con las personas involucradas en el proceso operarios, jefe de patio los cuales son los encargados de reportar anomalías que presenten las maquinas

Se realizará capacitación anual a los operadores con el fin de que tengan conceptos claros sobre funcionamiento de máquinas su correcto y buen funcionamiento para así evitar desgaste de maquina por uso inadecuado

Tabla 43*Costo de recursos*

 Costo recursos		
Herramienta	Función	Costo
Curso de operación y mantenimiento básico preventivo	Capacitación al personal para uso adecuado de maquinas	\$ 213.000
Juego de destornilladores	Son empleados para retirar los tornillos que mantienen fija una tapa exterior	\$ 81.000
Juego de brochas	Herramienta importante ya que permite remover la suciedad del alguna pieza eléctrica	\$ 50.000
Juego de pinzas	Herramienta indispensable en cualquier actividad rutinaria de mantenimiento ya que sirven para sujetar o apretar	\$ 130.000
Llave de tubo	Herramienta indispensable en actividades diarias de trabajo	\$ 80.000
Juego de llaves fijas	Herramienta indispensable ya que ayuda a soltar o apretar piezas	\$ 215.000
Computador	Equipo indispensable para llevar en formato digital toda la información requerida	\$2.500.000
Total		\$3.269.000

Nota. Esta tabla muestra el costo de los recursos que se van a dar con la implementación del plan de mantenimiento. *Fuente.* Autor

Plan de capacitación

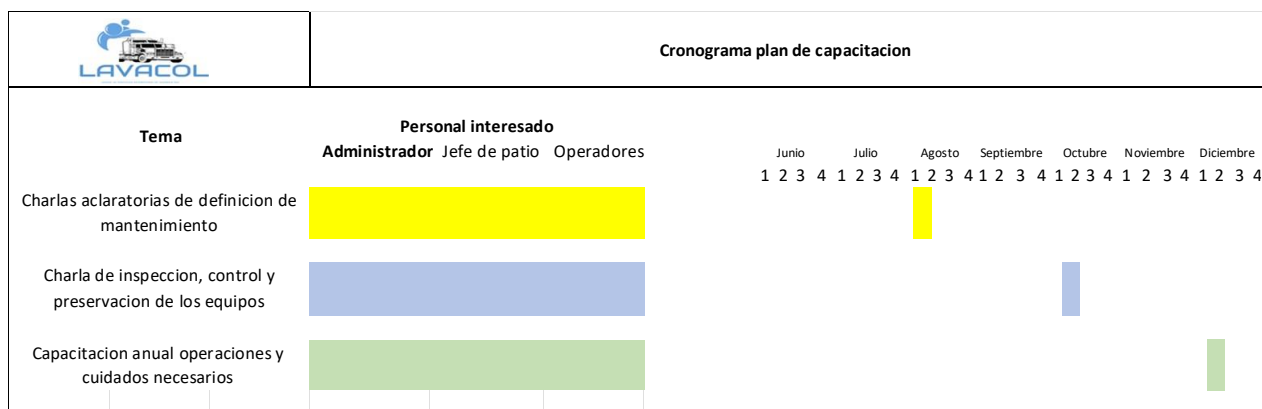
Queriendo resaltar en el sector industrial en el que se ubica Lavacol se desea llevar a cabo un manual de buenas prácticas con el cual va a lograr grandes resultados en el desarrollo de su labor ayudando a minimizar errores y garantizando el éxito de la empresa

Figura 28

Manual buenas practicas

	MANUAL BUENAS PRACTICAS LAVACOL SAS	VERSION 01
A quien va dirigido <u>Va dirigido a los operadores, jefe de patio y administrador que labora en Lavacol SAS</u> Recursos <u>Los empleados se les asignara diferentes dias anuales para realizar capacitaciones sobre buenas practicas en el trabajo asi como se les capacitara en matenimiento industrial</u> Tiempo <u>Las capacitaciones se realizaran cuando los equipos con prioridad 1 entren a su mantenimiento preventivo</u> Aprobado por _____ Fecha _____		

Fuente. Autoría propia

Figura 29*Cronograma plan de capacitación*

Fuente. Autoría propia

Adicionalmente se realizó un formato de asistencia, el cual debe ser diligenciado cada vez que se realiza cada charla o capacitación, a continuación, se presenta el formato.

Figura 30*Formato de capacitación*

	FORMATO CAPACITACION LAVACOL SAS	
Fecha _____ Hora inicio _____ Hora Fin _____ Tema tratar _____ Capacitador _____		
Asistentes	Area	
OBJETIVOS Y CRITERIOS DE LA CAPACITACION		

*Fuente. Autoría propia***KPI de Mantenimiento**

Un indicador es una expresión cuantitativa o cualitativa que se establece por la relación entre dos o más variables, y se conoce por registrar la información necesaria para medir y evaluar los retrasos o avances de los procesos u objetivos de una organización o empresa

Por lo tanto, cuando se habla de gestión es porque tiene que ver con administrar o establecer acciones concretas, de esta manera los gerentes de proyectos tienen como finalidad la progresividad y materialización de las actividades o trabajos programados.

Figura 31

Relación entre el objetivo empresarial y el indicador



Fuente. sistema de control de procesos empresariales por medio de indicadores de gestión.

Luzardo; Vásquez, 2010

Para la optimización del plan de mantenimiento a través de la gestión del riesgo en la planta de Lavacol S.A.S se establecen cuatro indicadores, tiempo medio entre fallas, tiempo medio de reparación, disponibilidad de equipos, fiabilidad. Con los cuales se busca determinar si el cumplimiento del mantenimiento es coherente con la meta establecida previamente, este tipo de indicadores se concentran en establecer el cumplimiento del mantenimiento programado, por lo

que facilita la medición del grado en el que la meta del mantenimiento ha sido cumplida teniendo en cuenta los plazos y los costos presupuestados.

Indicadores de Mantenimiento a Implementar

Tiempo Medio Entre Fallas

Relación entre el producto del número de equipos por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas en esos equipos en el periodo observado.

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo actividad total}}{\textit{Numero de averias}}$$

Este índice debe ser usado para equipos que son reparados después de la ocurrencia de una falla.

Tiempo Medio Para Reparación

Relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de equipos con falla y el número total de fallas detectadas en esos equipos, en el periodo observado.

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo total de reparacion}}{\textit{Numero de paradas}}$$

Este índice debe ser usado, para equipos en los cuales el tiempo de reparación es significativo con relación al tiempo de operación.

Disponibilidad de Equipos

Relación entre la diferencia del número de horas del periodo considerado (horas calendario) con el número de horas de intervención por el personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo por tiempo o por estado, mantenimiento correctivo y otros servicios) para cada equipo observado y el número total de horas del periodo considerado.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas totales}}$$

La disponibilidad de un equipo representa el porcentaje del tiempo en que quedó a disponibilidad del órgano de operación para desempeñar su actividad.

Fiabilidad

La mejora de la fiabilidad de la maquinaria repercute directamente en la productividad de la empresa, ya que permite más tiempo de uso y reducción de costos en la sustitución de un equipo

$$\text{Fiabilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas parada por mantenimiento no programado}}{\text{Horas totales}}$$

Hallazgos y Propuestas de Mejora

La gestión de la información en Lavacol SAS es un área que claramente necesita atención. Actualmente, la empresa no tiene un sistema informático robusto para manejar y analizar la información relacionada con el mantenimiento de sus máquinas. Lo único que está documentado son los costos asociados con cada máquina, incluyendo la mano de obra, los materiales, los repuestos y otros costos indirectos.

La gestión de información es crítica para cualquier plan de mantenimiento. Proporciona una visión estructurada y detallada del estado de las máquinas, permite una asignación más eficiente de los recursos y ayuda en la toma de decisiones. Además, un buen sistema de información también puede automatizar muchos procesos, minimizar errores humanos y proporcionar métricas para evaluar la eficacia del plan de mantenimiento.

Para Lavacol SAS, implementar un sistema de información manual sería un primer paso significativo en la dirección correcta. Un sistema de este tipo debe ser aprobado, aceptado y validado por todas las partes involucradas para garantizar su eficacia. Una vez en marcha, el sistema permitiría la recopilación estructurada de datos sobre las máquinas y su mantenimiento, lo que podría transformarse en insights valiosos para la toma de decisiones.

Estos son algunos de los beneficios que un sistema informático podría aportar a la empresa:

Trazabilidad. Registrar históricamente cada acción de mantenimiento realizada en cada máquina.

Optimización de Costos. Análisis detallado de los costos, lo que podría llevar a la identificación de áreas para el ahorro.

Planificación Mejorada. Capacidad para planificar el mantenimiento preventivo basado en datos históricos y actuales.

Responsabilidad. Facilita la asignación y el seguimiento de las responsabilidades.

Análisis de Desempeño. Evaluación del rendimiento de las máquinas y del personal de mantenimiento.

Conformidad Regulatoria. Facilita la adhesión a normativas y estándares de calidad y seguridad.

Un sistema de información bien estructurado y validado podría revolucionar la manera en que Lavacol SAS aborda el mantenimiento de sus activos. Con una visión más clara y datos más precisos, la empresa estaría mejor posicionada para tomar decisiones informadas que contribuyan a la optimización de los recursos, la reducción de costos y, en última instancia, la mejora de la eficiencia operativa.

Costo de Mantenimiento

En Lavacol SAS, la información sobre los costos de mantenimiento se centraliza y sistematiza en el departamento de contabilidad. Estos costos se asignan según órdenes de producción mensuales y varían según las fallas que cada máquina presente durante ese período. Aunque este método proporciona algún nivel de rastreabilidad, carece de profundidad analítica para optimizar los costos de mantenimiento a largo plazo.

Entender los costos asociados con el mantenimiento de la maquinaria no es simplemente un ejercicio contable; es crucial para la planificación estratégica y la toma de decisiones informadas. Al descomponer estos costos en componentes como mano de obra, materiales, tiempo de inactividad de la máquina, y otros factores, se puede identificar áreas para mejorar la eficiencia y reducir los gastos.

Componentes del Costo de Mantenimiento

Mano de Obra. Salarios y beneficios para el personal de mantenimiento.

Materiales y Repuestos. Costo de las piezas y materiales necesarios para las reparaciones.

Costos Indirectos. Tiempo de inactividad de la máquina, costos operativos adicionales, y costos administrativos.

Depreciación de Equipos. Costo de la disminución del valor de la máquina con el tiempo.

Estrategias de Optimización

Análisis de Tendencias. Monitorizar las tendencias en los costos de mantenimiento puede revelar patrones que indiquen problemas subyacentes en ciertas máquinas o sistemas, permitiendo intervenciones proactivas.

Mantenimiento Predictivo. Implementar un programa de mantenimiento predictivo puede minimizar los costos de mantenimiento correctivo, que suelen ser más elevados.

Establecer KPIs. Key Performance Indicators como el costo de mantenimiento por unidad de producción pueden ofrecer insights valiosos para la gestión.

Capacitación de Personal. Un personal bien capacitado puede realizar las tareas de mantenimiento más eficientemente, reduciendo así los costos de mano de obra.

Negociación con Proveedores. Mantener una buena relación con proveedores de piezas y servicios puede ofrecer oportunidades para reducir costos.

Para que Lavacol SAS pueda optimizar su gestión de costos de mantenimiento, es imperativo que vaya más allá del simple rastreo contable de estos gastos. Debe adoptar un enfoque más analítico y estratégico, que incluya el análisis de tendencias, la implementación de mantenimiento predictivo y la formación continua de su personal. De esta forma, no solo se minimizarán los costos, sino que también se mejorará la eficiencia y la eficacia de todo el sistema de mantenimiento.

Servicios de Terceros

La administración, selección y control de los servicios de empresas calificadas para mantenimiento, es un objetivo fundamental para reducir costos y contar con personal técnico calificado. El Mantenimiento realizado a los equipos de Lavacol es con el personal propio a excepción de cuando presentan una falla de la parte eléctrica. No hay procedimientos definidos de contratación con terceros, que incluyan parámetros de selección, contratación, garantías.

Problemas Comunes Identificados

Interrupciones No Planificadas. Ocasionadas por fallas que podrían haber sido anticipadas con un diagnóstico adecuado.

Escasez de Actividades Preventivas. Problemas en la producción ocurren debido a la falta de planificación y de actividades de mantenimiento preventivo.

Falta de Registros o Documentación. No hay una hoja de vida detallada de las máquinas, lo que dificulta la identificación de patrones de fallo y soluciones efectivas.

Costos Inesperados. La falta de planificación lleva a reparaciones ocasionales y costos de horas extra.

Frecuencia de Averías. Cada semana se reportan averías, muchas de las cuales podrían haberse evitado con un mantenimiento adecuado.

Estrategias de Mejora

Implementación de Técnicas de Monitoreo. Utilizar herramientas y software para el monitoreo constante de variables de máquinas.

Planificación Preventiva. Establecer un programa de mantenimiento preventivo basado en el diagnóstico preciso de la condición de las máquinas.

Documentación. Mantener registros detallados de todas las actividades de mantenimiento, repuestos usados y condiciones en las que se efectuaron las reparaciones.

Capacitación. Los operarios deberían recibir capacitación en técnicas básicas de diagnóstico y en el uso de herramientas de monitoreo.

Revisión de Procesos. Establecer procesos de comunicación más efectivos entre los operarios y el equipo de mantenimiento, para asegurar que los problemas sean atendidos prontamente.

La necesidad de avanzar desde métodos de diagnóstico rudimentarios a técnicas más sofisticadas es imperante en Lavacol SAS. Implementar un sistema robusto de diagnóstico y mantenimiento preventivo no solo mejorará la eficiencia y longevidad de las máquinas, sino que también redundará en mejoras significativas en la productividad y la rentabilidad de la empresa.

Conclusiones

Se ha llegado a la conclusión durante el desarrollo del presente trabajo de que la creación de esta propuesta de mantenimiento será beneficiosa y tendrá un impacto significativo en la industria del lavado de vehículos de carga pesada porque será una propuesta eficiente que mejorará significativamente la fiabilidad y el rendimiento de sus equipos, además de que también ha establecido estándares elevados en la gestión de recursos y la minimización del impacto ambiental.

El análisis de criticidad ayudó a determinar y priorizar las tareas de mantenimiento preventivo que requieren mayor atención por parte del personal técnico, teniendo en cuenta la función de cada equipo en la línea de producción y realizando siempre la documentación adecuada para retroalimentar los procesos, especialmente en casos de fallas recurrentes.

El plan de mantenimiento de Lavacol SAS es un ejemplo sobresaliente de cómo una gestión meticulosa y proactiva puede conducir a mejoras significativas en el rendimiento operativo y la sostenibilidad. La empresa ha establecido un modelo que otras pueden seguir, demostrando que con la planificación adecuada, la ejecución diligente y un compromiso con la mejora continua, es posible alcanzar la excelencia operativa al tiempo que se mantiene un firme compromiso con la responsabilidad ambiental.

Recomendaciones

Es esencial llevar a cabo retroalimentaciones a corto y mediano plazo para verificar los resultados del programa de mantenimiento preventivo y, en caso de que sea necesario modificar los ciclos de acuerdo con las pautas de operación en producción, es necesario evaluar el programa con el fin de realizar un mejoramiento continuo.

Se requiere capacitar al representante legal y al administrador en las prácticas relacionadas con la planificación, programación, coordinación, control y evaluación de las actividades propias de sus funciones, como gerentes de mantenimiento de la empresa, para dar continuidad a la gestión de mantenimiento que se da inicio con esta propuesta.

Es crucial dar a los trabajadores la relevancia y la importancia adecuada a sus solicitudes de mantenimiento, ya que son ellos los que laboran día a día con las máquinas de vital importancia para la empresa.

Referencias Bibliográficas

- Abella, M. B. (2004). Mantenimiento industrial.
- Cock, J. P., & Torres, A. (2018, Junio 24). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los activos en la línea de producción de soldadura en la empresa Roosevelt Electric. Universidad ECCI. <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/2861>
- Gaitan, A. O., & Rubio, E. L. (2015). Diseño del plan de mantenimiento basado en la metodología de las 5M para un sistema de transporte masivo de pasajeros. Bogotá: Universidad ECCI.
- Gonzales, C. R. (s.f.). Ingeniería de mantenimiento. Bucaramanga: UIS.
- Heredia, N. E., & Sanchez, G. S. (2018, Febrero 16). Propuesta de implementación de un programa de mantenimiento para la empresa entorno gráfico. Universidad ECCI. <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/2535>
- Navarro Elola, L. (1997). Gestión integral de mantenimiento. Barcelona: Marcombo Boixareu Editores.
- Palencia, O. G. (2006). El mantenimiento general. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Pico, M. A., & Gomez, A. F. (2018, Marzo 11). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de medición en la compañía Rayco LTDA. Universidad ECCI. <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/2637?show=full>
- Quiñones, B. A., & Montenegro, D. M. (2020, Abril 15). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de Santa Helena. Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20080>

Róndon, F. A. (2021). *Conceptos Generales En La Gestion del Mantenimiento Industrial*.

Bucaramanga : Ediciones USTA.

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2014). Metodologia de la investigación.

Metodologia de la investigación. Colombia: MCGRAW-HILL.

Torres, J. S. (2017). Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para equipos de la línea

de perforación de la empresa Cimentaciones de Colombia LTDA. Bogotá: Universidad

Santo Tomás.

Villanueva, E. D. (2014). Productividad en el mantenimiento industrial.

Apéndice

Apéndice A

Manual uso Hidro lavadora

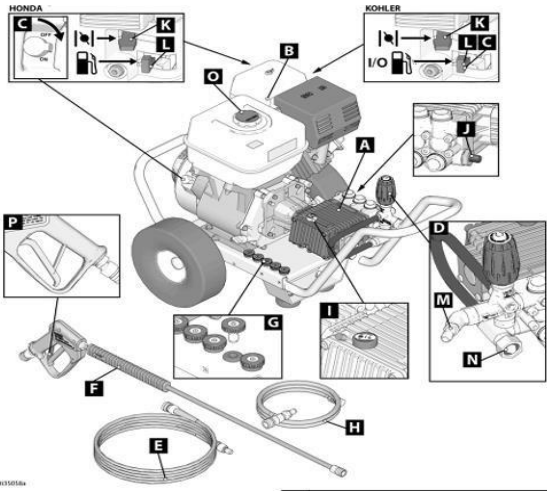
	Manual uso Hidrolavadora	Version 01
---	--------------------------	------------

Manipulacion segura

1. el usuario debe utilizar el equipo de forma coorrecta. Debe tener en cuenta las situaciones locales y respetar las personas del entorno a la hora de trabajar con el aparato
2. Antes del servicio, comprobar si estan dañados los componentes importantes, como la manguera de alta presion, la pistola pulverizadora y los dispositivos de seguridad
3. los chorros de alta presion pueden ser peligrosos si se usan indebidamente. No dirija el chorro hacia personas animales o equipamiento electrico activo
4. No dirija el chorro de alte presion hacia uno mismo o hacia otros para limpiar ropa o calzado

Identificación de componentes

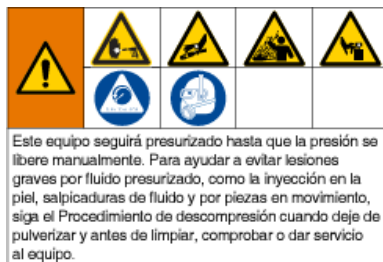
Modelos de transmisión directa



A. Bomba de agua
B. Motor
C. Interruptor de ENCENDIDO/APAGADO
D. Descargador
E. Manguera de lavado de alta presion
F. Pistola
G. Boquillas
H. Manguera de inyeccion de sustancias quimicas
I. Tapa del aceite de la bomba
J. Valvula de alivio termico
K. Obturador
L. Valvula de combustible
M. Salida de alta presion
N. Entrada de baja presion
O. Tapa de la gasolina
P. Seguro del gatillo

PROCEDIMIENTO DE DESCOMPRESION

Siga el procedimiento de descompresion siempre que vea este simbolo



1. Ponga el seguro del gatillo
2. Apague la unidad
3. Apague el suministro del agua. Apague el suministro de agua y desconecte la conexión del agua
4. Quite el seguro del gatillo
5. Dispare la pistola para liberar presión
6. Ponga el seguro del gatillo
7. si sospecha que la boquilla de pulverización o la manguera pueden estar obstruidas o que la presión no se ha liberado completamente
 - a. muy lentamente, conecte dos veces la manguera de la lavadora para aliviar la presión
 - b. Desconecte completamente la manguera, la pistola y la boquilla
 - c. Despeje la obstrucción en la manguera o la boquilla

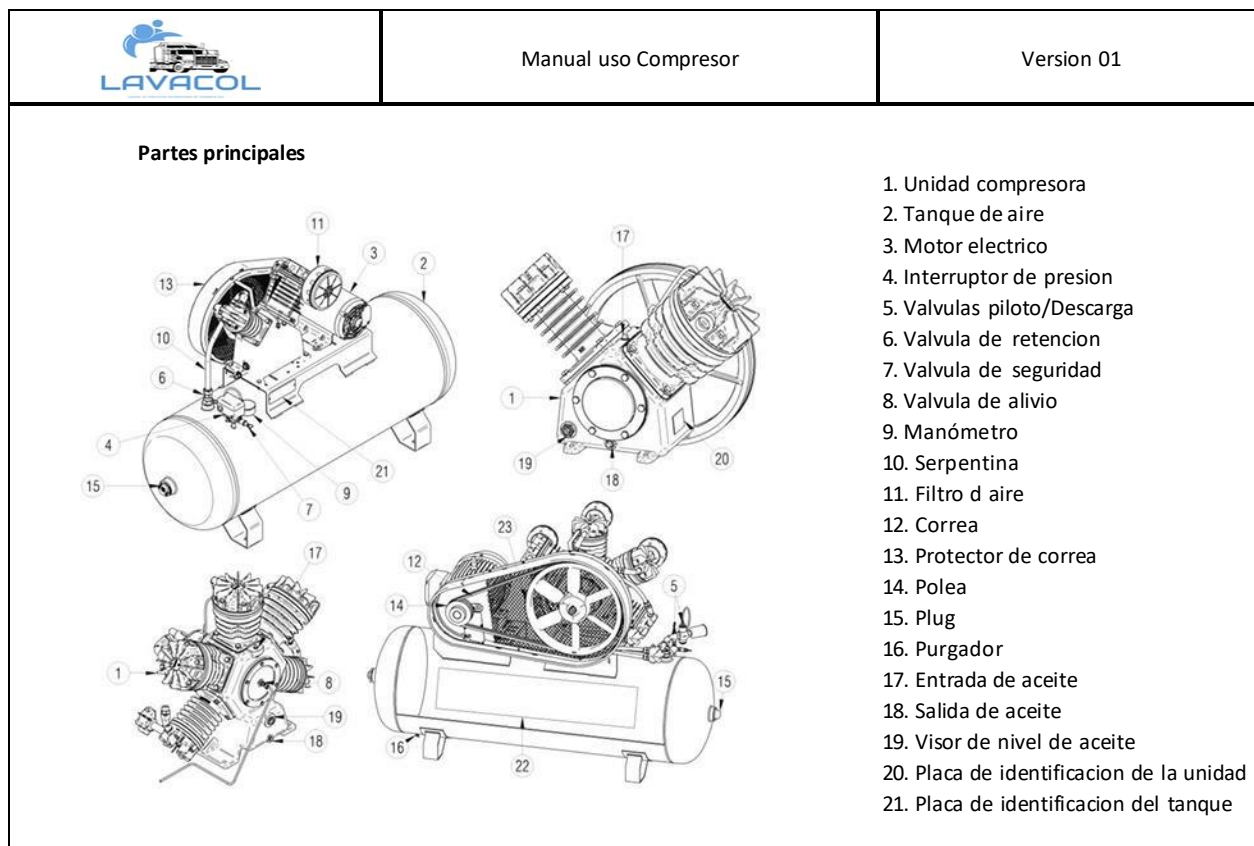
Aprobado por _____

Fecha _____

Fuente. Autoría propia

Apéndice B

Manual uso Compresor



PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE

- A. Verifique el nivel de aceite, que debe estar en el centro de la mirilla
- B. Selle con el sello de rosca las salidas laterales del deposito de aire
- C. Abra completaente el registro de aire que esta cerca del interruptor denpresion
- D. Encienda el compresor con la palanca del interruptor y verifique la direccion de rotacion del volante de su compresor
- E. Deje que el compresor funcione durante aproximadamente 10 minutos para permitir una lubricacion homogenea
- F. Cierre completamente la valvula de salida de aire para que el compresor llene completamente el deposito de aire, seguido del manometro, tan pronto como indique la presion maxima

Presión Máxima (psi o lbf/puF)	Presión Mínima (psi o lbf/puF)
120	80
140	100
175	135

- G. Abra la valvula de salida de aire para liberar el aire comprimido dentro del deposito hasta que el manómetro alcance la presion maxima
- H. Verificar el funcionamiento de la valvula de seguridad
- I. Abra la valvula para vaciar totalmente el deposiro de aire y luego cierrelo
- J. Su compresor ahora esta listo para funcionar normalmente

Aprobado por

Fecha

Fuente. Autoría propia

Apéndice C

Manual uso Espumadero

	Manual uso Espumadero	Version 01
Recomendaciones de uso 1. Utilizar solamente aire limpio y seco. El aire debe filtrarse y estar libre de humedad o la duracion de la bomba delante de la unidad disminuira. Si es necesario, instale el secador de aire opcional 2. Enjugar la unidad con agua limpia durante 5 minutos cuando cambie de producto alcalino a acido o de acido a alcalino 3. Pasar por un galón de agua limpia por la unidad despues de cada uso. Con la válvula abierta, opere la unidad hasta por el tubo de descarga que el galon de agua haya atravesado la unidad y haya salido 4 Desconectar la linea de aire y deje escapar la presion que haya quedado en el sistema manteniendo la válvula en posicion abierta 5. Cerra la valvula cuando haya escapado del sistema toda la presion Aprobado por _____ Fecha _____		

Fuente. Autoría propia

Apéndice D

Manual uso Aspiradora

	Manual uso Aspiradora	Version 01
 1. Empuñadora de empuje 2. Enganche de cierre 3. Interruptores 4. Cable de alimentacion 5. Camara filtrante 6. Boca de empalme del tubo de aspiracion 7. Ruedas pivotantes 8. Ruedas fijas 9. Cubierta del motor 10. Manija CICLO DE TRABAJO 1. Asegurese de que el enchufe de alimentacion este correctamente conectado a la toma de corriente 2. Asegurese de que el tubo flexible este regularmente conectado y bloqueado en la boca de aspiracion al efecto 3. Asegurese de que el cable de alimentacion y el eventual cable de prolongacion utilizado estén integros, en perfecto estado de conservacion 4. Bloquear el aspirador mediante el seguro al efecto 5. Empuñar la extremidad del tubo flexible con el accesorio de aspiracion 6. Presionar el pulsador start e iniciar la aspiracion 7. Para parar el aspirador hay que presionar el pulsador de Stop Aprobado por _____ Fecha _____		

Fuente. Autoría propia