

**Propuesta de Mejora del Sistema de Gestión de Mantenimiento en la  
Empresa Transportliquidos S.A.S**



Julián David Lozano Tafur, Yuly Andrea Ortiz Hernández  
Abril 2022

Universidad Antonio Nariño  
Facultad de Ingeniería Industrial  
Programa Ingeniería Industrial

**Propuesta de Mejora del Sistema de Gestión de Mantenimiento en la  
Empresa Transportlíquidos S.A.S**

Julián David Lozano Tafur, Yuly Andrea Ortiz Hernández  
Abril 2022

Universidad Antonio Nariño  
Facultad de Ingeniería Industrial  
Programa Ingeniería Industrial

**Notas del autor**

Julián David Lozano Tafur, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad  
Antonio Nariño, Villavicencio.

Yuly Andrea Ortiz Hernández, Facultad de Ingeniería Industrial,  
Universidad Antonio Nariño, Villavicencio.

El proyecto de tesis de grado tuvo colaboración de Transportlíquidos S.A.S

**Nota de Aceptación**

Nombre y firma jurado 1

---

Nombre y firma jurado 2

---

Nombre y firma Comité Trabajo de Grado

---

## **Dedicatoria**

### **Julián David Lozano Tafur**

Esta tesis se la dedico a mi padre José De Jesús Lozano, a mi madre Jazmín Tafur, mis hermanos Sebastián y Nicolás Lozano y a mi pareja Katerine Betancourt Sánchez, quienes con su comprensión, consejos y apoyo han sido mi atalaya en momentos difíciles, por mostrarme que nunca es suficiente y que siempre debo aspirar más, a nunca conformarme y al esforzarme para alcanzar mis metas, que no importa donde llegue siempre ser la misma persona y a no olvidar de dónde vengo, siempre sabiendo que no es lo que yo quiera sino lo que Dios tenga destinado para mí. También a mis futuros hijos, para que sepan que desde hace mucho tiempo los amaba incluso antes de tenerlos y que este logro también fue pensando en ellos.

### **Yuly Andrea Ortiz Hernández**

Este gran logro se lo dedico en especial a mi hijo Juan Andrés Lesmes Ortiz quien se convirtió en mi mayor motivación para no desfallecer aun en los momentos y procesos más difíciles, a mi madre Gloria Elisa Hernández Velásquez, a mi hermana Deisy Yurley Ortiz Hernández, a mi esposo Henry Ariel Solano García y a mi hija María paz Solano Ortiz, quienes hicieron parte de este camino, algunos desde el inicio y otros al final, pero todos cruzaron por los valles y desiertos de mi mano y jamás me soltaron, por ende, no llegue sola a la meta llegue con todos ellos, mis grandes amores.

## **Agradecimientos**

### **Julián David Lozano Tafur**

Agradezco a todas las personas que me han apoyado y que han puesto su granito de arena (profesores, docentes, amigos y compañeros) para mejor como persona y profesional.

### **Yuly Andrea Ortiz Hernández**

Primeramente, doy gracias a Dios por permitirme cumplir con este logro tan importante, a mis docentes y compañeros quienes compartieron su tiempo, conocimiento y sabiduría, convirtiéndose en los pilares fundamentales que me han permitido llegar donde estoy.

También agradecemos a los directivos de la empresa objeto del presente trabajo, por brindarnos su confianza y permitirnos indagar al interior de sus procesos.

## Resumen

El fin de la presente investigación es el planteamiento de una propuesta de mejora para el sistema de gestión de mantenimiento en la empresa Transportliquidos S.A.S, se lleva a cabo en tres etapas: un diagnóstico que pone en contexto la situación actual del área de mantenimiento e identifica las oportunidades de mejora; un análisis de información, con el cual se evalúa el área de mantenimiento y se establecen los aspectos a mejorar. Transportliquidos S.A.S, es una empresa dedicada al transporte de líquidos, principalmente de hidrocarburos y sus derivados, donde su principal cliente es Ecopetrol, para la prestación de este servicio cuenta con una flota de 44 tractocamiones de carga pesada tipo sistema, los cuales son administrados en su sede en Villavicencio Meta, sede en la cual se lleva a cabo la gestión de mantenimiento de los mismos, la empresa cuenta con una sede en Sabaneta Antioquia desde la cual se maneja la parte contable y gerencia general. Dentro de los resultados obtenidos se encontró que, aunque la empresa no cuenta con un taller de mantenimiento, es necesaria la implementación de varias herramientas de gestión como: un sistema de gestión de compras, un tablero de control, la implementación de planes de mantenimiento por vehículo y un direccionamiento hacia la implementación de una metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM). La propuesta incluye una clara descripción de cómo debe ser la implementación de esta metodología a través de la ejemplificación de su propio proceso de gestión de mantenimiento.

***Palabras Clave:*** Mantenimiento, Confiabilidad, Gestión, Sistema, Implementación.

## **Abstract**

The purpose of this research is to propose an improvement proposal for the maintenance management system in the company Transportliquididos S.A.S, it was carried out in three stages: a diagnosis that puts the current situation in the maintenance area into context and identifies opportunities for improvement; an analysis of information, with which the maintenance area is evaluated and the aspects to be improved are established. Transportliquididos S.A.S, is a company dedicated to the transport of liquids, mainly hydrocarbons and their derivatives, where its main client is Ecopetrol, for the provision of this service it has a fleet of 44 system-type heavy-duty trucks, which are managed in its headquarters in Villavicencio Meta, headquarters in which the management of their maintenance is carried out, the company has a headquarters in Sabaneta Antioquia from which the accounting and general management are handled. Among the results obtained, it was found that although the company does not have a maintenance workshop, it is necessary to implement several management tools such as: a purchasing management system, a control panel, the implementation of maintenance plans per vehicle. and a direction towards the implementation of a reliability centered maintenance (RCM) methodology. The proposal includes a clear description of how the implementation of this methodology should be through the example of its own maintenance management process.

**Keywords:** Maintenance, Reliability, Management, System, Implementation.

## Tabla de contenido

<b>Resumen</b> .....	<b>xviii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>xix</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>Problema de Investigación</b> .....	<b>4</b>
<i>Descripción del Problema</i> .....	6
<i>Formulación del Problema</i> .....	7
<b>Justificación</b> .....	<b>8</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>10</b>
<i>Objetivo General</i> .....	10
<i>Objetivo Específicos</i> .....	10
<b>Marco de Referencia</b> .....	<b>11</b>
<i>Antecedente</i> .....	11
Artículos Científicos en inglés.....	11
Internacionales.....	13
Nacionales.....	17
<i>Marco Teórico</i> .....	19
El Mantenimiento y su Evolución .....	20
Modelo de Gestión de Mantenimiento.....	21
Sistema de Gestión.....	21
Objetivos de la Gestión del Mantenimiento: .....	21
Funciones de la Gestión del Mantenimiento Industrial .....	22
Tipos de Mantenimiento .....	23
Mantenimiento Correctivo.....	23
Mantenimiento Preventivo.....	24
Mantenimiento Predictivo.....	24
Mantenimiento Programado.....	24
Mantenimiento Autónomo.....	25
Mantenimiento Rutinario .....	25
Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).....	25
Implantación del RCM en la Empresa.....	26
<i>Paso 1: Seleccionar un Analysis RCM de Activos.</i> Es necesario definir qué criterios se debe utilizar para seleccionar el activo, teniendo en cuenta el grado de criticidad del activo para las operaciones, sus costes de reparación en el pasado y sus costes de mantenimiento preventivo anteriores.....	26
<i>Paso 2: Describir las Funciones del Sistema para el Activo Seleccionado</i> .....	26
<i>Paso 3: Definir los Modos de Fallo</i> .....	26
<i>Paso 4: Evaluar las Consecuencias del Fallo</i> .....	26
<i>Paso 5: Determinar una estrategia de mantenimiento para cada modo de fallo</i> .....	27
<i>Paso 6: Aplicar la Estrategia y Realizar Revisiones Periódicas</i> .....	27
Análisis de Modo y Efecto de Fallas (FMEA).....	28
Maintenance Qualification Survey (MQS) .....	28
Vínculos entre Producción y Mantenimiento.....	28
Percepción del Mantenimiento por la Gerencia.....	29
Percepción del Mantenimiento por el Departamento de Mantenimiento.....	29
Disponibilidad.....	29
Costos de Mantenimiento.....	29
Preparación del Trabajo.....	29
Planificación, Programación y Ejecución.....	30
Manejo de Repuestos.....	30
Personal.....	30
Recursos.....	30



Adiestramiento.....	30
<i>Marco Conceptual</i> .....	30
<i>Marco Geográfico</i> .....	33
<i>Marco Legal</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Diseño Metodológico</b> .....	<b>36</b>
<i>Tipo y Enfoques de Investigación</i> .....	36
Variables de Medición.....	37
Recolección y Análisis de Datos.....	38
Observación.....	38
Encuesta.....	38
Cuestionario de evaluación MQS.....	39
Validez.....	39
Unidad de Estudio o Muestra.....	39
<i>Fases y Actividades Metodológicas</i> .....	39
Realizar una Recolección de Información Para el Análisis Diagnóstico del Estado Actual del Sistema de Gestión de Mantenimiento en la Empresa Transportliquidos S.A.S.....	39
Etapa 2. Análisis de la Información Recopilada del Estado Actual de la Gestión de Mantenimiento de Transportliquidos S.A.S.....	40
Etapa 3 Plantear una Propuesta de Mejora para la Gestión de Mantenimiento en la Empresa Transportliquidos S.A.S.....	41
<b>Desarrollo del Proyecto</b> .....	<b>42</b>
<i>Diagnóstico del estado Actual del Sistema de Gestión de Mantenimiento en la Empresa Transportliquidos S.A.S</i> .....	42
Inspección Física del Área de Mantenimiento de la empresa Transportliquidos S.A.S.....	43
Ambiente Laboral.....	43
Condiciones Laborales.....	44
Equipo de Seguridad.....	44
Comunicación con el Área Administrativa de Mantenimiento.....	44
Control de los Equipos.....	44
Resultados de la Encuesta Aplicada al Personal de Mantenimiento de la Empresa Transportliquidos S.A.S.....	44
Caracterización del Personal Entrevistado.....	45
Caracterización del Área de Mantenimiento de la Empresa Transportliquidos S.A.S.....	47
<i>Analizar la Información Recopilada del Estado Actual de la Gestión de Mantenimiento de Transportliquidos S.A.S Mediante Herramientas de Ingeniería</i> .....	49
Diagnóstico de la Valoración del Estado Actual del Área de Mantenimiento Utilizando el Cuestionario MQS.....	49
Análisis MQS Total.....	50
Criticidad de las Rutas de Inspección.....	52
Manejo de la Información.....	53
Situación del Estado Actual de Mantenimiento.....	55
Antecedentes del Costo de Mantenimiento.....	58
Efectividad del mantenimiento actual.....	60
<i>Plantear una Propuesta de Mejora para el Área de Gestión de Mantenimiento en la Empresa Transportliquidos S.A.S</i> .....	64
Indicadores de Gestión para el Sistema de Mantenimiento de la Empresa Transportliquidos S.A.S.....	66
Análisis de Modo y Efecto de Fallo AMEF.....	68
<b>Conclusiones</b> .....	<b>74</b>
<b>Recomendaciones</b> .....	<b>76</b>
<b>Lista de referencias</b> .....	<b>78</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>85</b>

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1.</b> Marco Legal .....	34
<b>Tabla 2.</b> Variables de Estudio .....	37
<b>Tabla 3.</b> Antigüedad del personal de Mantenimiento en la Empresa Transportliquidos S.A.S... 45	45
<b>Tabla 4.</b> Criterio de Valoración MQS .....	50
<b>Tabla 5.</b> Analisis MQS Total .....	50
<b>Tabla 6.</b> Criticidad De las Rutas de Inspección .....	52
<b>Tabla 7.</b> Manejo de la Información .....	54
<b>Tabla 8.</b> Situación del Estado Actual de Mantenimiento.....	56
<b>Tabla 9.</b> Antecedentes del Costo de Mantenimiento.....	58
<b>Tabla 10.</b> Efectividad del Mantenimiento Actual .....	60
<b>Tabla 11.</b> Actividades del Proceso de Gestión de Mantenimiento .....	68
<b>Tabla 12.</b> Modos de Falla y Efecto .....	69

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Tecnicas Empleadas en el CMR.....	25
<b>Figura 2.</b> Mapa Geográfico Transportliquidos S.A.S .....	34
<b>Figura 3.</b> Toma de Información a Personal de Mantenimiento en Transportliquidos S.A.S.....	43
<b>Figura 4.</b> Analisis Total de Mantenimiento .....	51
<b>Figura 5.</b> Criticidad de las Rutas de Inspección.....	53
<b>Figura 6.</b> Manejo de la Información .....	55
<b>Figura 7.</b> Situación del estado Actual de Mantenimiento.....	57
<b>Figura 8.</b> Antecedentes del Costo de Mantenimiento .....	60
<b>Figura 9.</b> Efectividad del Mantenimiento Actual.....	61
<b>Figura 10.</b> Diagrama Causa y Efecto .....	63
<b>Figura 11.</b> Fases para la Implementación del CMR en Transportliquidos S.A.S .....	65
<b>Figura 12.</b> Criterio de Valoración de Severidad de Efecto .....	70
<b>Figura 13.</b> Criterio de Valoración de Ocurrencia .....	71
<b>Figura 14.</b> Criterio de Valoración para la detección de Fallas .....	72
<b>Figura 15.</b> Criterio de Valoración NPR .....	72
<b>Figura 16.</b> Ejemplo de Implementación de AMEF para Transportliquidos S.A.S.....	73

## **Introducción**

El mantenimiento industrial es todo el grupo de acciones que se requieran para conseguir un adecuado desempeño de la infraestructura, maquinaria y equipos, así como las diferentes áreas de trabajo que tienen los establecimientos industriales, de igual manera está incluido los trabajos de arreglo e inspección que permiten un funcionamiento óptimo y una situación de sostenimiento de los métodos de producción.

Cuando se requiere eficiencia y rentabilidad por parte de las empresas, es necesario asegurarse de que todos los equipos están funcionando de manera óptima, asegurando el buen desarrollo de las actividades misionales de la misma, para ello es necesario llevar a cabo una buena gestión del mantenimiento de sus activos, especialmente aquellos que hacen parte de su planta productiva; dentro de esta gestión de mantenimiento existen planes de mantenimiento, los cuales son esenciales para prolongar la vida útil de los activos y evitar sobrecostos en mantenimiento de la planta productiva.

La empresa Transportliquidos S.A.S es una empresa dedicada al transporte de carga líquida, para lo cual cuenta con una flota de vehículos tracto camiones tipo cisterna; la empresa no cuenta con un área de taller de mantenimiento propio; sin embargo, si tienen un departamento de mantenimiento definido, el cual se encarga de la inspección de los vehículos, programación de mantenimientos preventivos basados en la indicación por kilometraje establecido por el fabricante, atención de mantenimiento correctivo, gestión de órdenes de trabajo de mantenimiento, manejo de la información de mantenimiento y análisis de la misma. La sede Villavicencio de Transportliquidos S.A.S actualmente tiene sobredemanda de vehículos, por

tanto, la labor del recurso humano encargada del área de mantenimiento centra sus funciones en mantener la operatividad de los vehículos y mantener la información de la misma actualizada para lo cual cuentan con una base tecnológica de registro de información.

Para Transportliquidos S.A.S es indispensable mantener en óptimo estado a cada uno de los vehículos, que hacen parte de su operatividad normal, así como mejorar su ciclo de vida, al contar con una buena capacidad para operar sus vehículos y hacer un buen uso de sus bienes, con un costo bajo. Por esta razón el presente trabajo de investigación plantea un diagnóstico del sistema actual de mantenimiento con el fin de identificar puntos de mejora para una posterior propuesta que permita la consecución de este objetivo estratégico, marcando directrices que permitan una buena gestión y un sistema de monitoreo y control para su mejora continua.

La empresa Transportliquidos sede Villavicencio cuenta para la prestación de sus servicios con una flota de cuarenta y cuatro (44) tracto camiones de los cuales cuarenta y uno (41) son tipo cisterna y tres con volcó y la sede en sabaneta Antioquia, en la cual se lleva a cabo el manejo de toda la parte contable y gerencia general de la organización.

La presente investigación se lleva a cabo en la sede de Villavicencio ya que es en esta en la cual se lleva a cabo la gestión del mantenimiento de la flota; teniendo en cuenta que gran parte del aseguramiento de la calidad del servicio de la empresa depende del buen funcionamiento de los vehículos y este a su vez depende de la buena gestión del mantenimiento de la empresa. Para proponer una mejora se realiza un análisis diagnóstico de la misma a través de herramientas de auditoría que permiten poner en contexto el estado actual del área, un análisis de esta información y la que el departamento suministra del sistema de información y formatos que manejan para la gestión del mantenimiento de los vehículos.

Una vez realizado este análisis se proponen herramientas y metodologías de gran utilidad para la empresa que permiten una mejor estructuración de los procesos y procedimientos que se están llevando a cabo en el presente para recomendar posibles acciones de mejora futuras basados en la trazabilidad de la información que se ha venido llevando en el área de mantenimiento.

## **Problema de Investigación**

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función de mantenimiento ha pasado por varias etapas, en los inicios de la revolución eran los propios operarios quienes se encargaban de las reparaciones de los equipos; conforme se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción, las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos (Herrera Olguín, 2018).

De los inicios de la revolución a la actualidad el enfoque de la gestión del mantenimiento a cambiado pasando de ser un mantenimiento reactivo a un mantenimiento preventivo en la segunda revolución industrial y predictivo en la tercera; desde este enfoque en lugar de arreglar averías, las empresas intentan predecirlas y de esta manera minimizar los riesgos y costos asociados a ello con estos cambios de enfoque en la gestión del mantenimiento también se han creado nuevos modelos, métodos y herramientas que han contribuido en gran manera con el control y seguimiento de los recursos en el área. (Poor P., Zenisek D., & Basl J.,2019)

En Colombia es común que las empresas cuenten con un departamento o área de mantenimiento propio, en las cuales se atienden servicios de mantenimiento que corresponden a las averías que se presentan en su área de producción, como mantenimientos correctivos es decir cuando ya se ha presentado la falla y el preventivo como parte del seguimiento de las políticas de uso del fabricante de los equipos, esto ocurre en una gran variedad de industrial en lo que concierne a su parque automotor, maquinaria industrial etc.; solo las grandes empresas en Colombia han empezado a utilizar tendencias como: Mantenimiento Productivo Total (TPM),

mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), Justo a tiempo (JIT) y demás filosofías enmarcadas en el mantenimiento moderno. (García Raya, 2016)

El mantenimiento por lo general es manejado por ingenieros en la mayoría mecánicos o de producción, pero con enfoques muy técnicos con lo cual la parte de administración, gestión y control no se aplica conceptualmente como se debería hacer y como consecuencia el departamento de mantenimiento ha creado uno de los mayores rubros en la industria actual (García Sierra Julio & Mendoza Valencia, 2019)

En la actualidad los mercados se han tornado más competitivos a nivel de productos, servicios y procesos; solo sobrevive el que produzca más y a mejores precios, a las industrias esto las ha llevado a tener más en cuenta el mantenimiento de las máquinas, y se ha creado la necesidad de plantear la gestión del mantenimiento de una manera más eficiente en la que ya no se espera una inhabilidad del activo por mantenimiento correctivo y se tiene un mantenimiento más provisorio. (Sarria López, 2016)

La topografía en Colombia hace que las empresas del sector transporte enfrentan grandes desafíos para la prestación de sus servicios ya que, debido al mal estado de las vías, la variedad de los terrenos, largas trayectorias y vías de difícil acceso hacen que se utilicen una gran cantidad de recursos, reduciendo sus ingresos netos, dentro de los recursos invertidos por estas razones, quizás los más importantes están en el mantenimiento de sus vehículos. (Villegas Arenas, 2016)

El desarrollo de toda empresa depende del funcionamiento de sus equipos y del personal que labora en ella; de manera que para elaborar productos o prestar servicios de alta calidad y competitivos en el mercado, es necesario reducir problemas en los equipos, ya que se puede presentar problemas durante los procesos, como suele ocurrir en la industria de la



manufactura, manifestándose en defectos en el producto, que llegan afectar directamente la buena calidad y eficiencia de la empresa. (Buelvas Díaz & Martínez Figueroa, 2014)

El mantenimiento preventivo en las empresas, generalmente se realiza en periodos de tiempo predispuestos, o teniendo en cuenta los puntos de vista predeterminados, los cuales fueron proyectados para disminuir la posibilidad de daño o disminución de la capacidad operativa de las máquinas, debe llevarse a cabo, al menos, cada seis meses, dependiendo del tiempo y las condiciones de uso de cada equipo, se debe tener en cuenta que es necesario realizarlo, cuando el equipo está en buenas condiciones, y antes de que ocurra una falla, la falta de mantenimiento o un mantenimiento inadecuado puede provocar situaciones peligrosas, accidentes y/o incapacidades por enfermedades laborales en los operarios (García Sierra Julio & Mendoza Valencia, 2019)

La empresa Transportliquidos S.A.S tiene como función misional ser especialista en el transporte de hidrocarburos y sus derivados; están comprometidos en ofrecer fiabilidad a sus usuarios, proveedores, trabajadores y público, se fundamentan en actitudes de responsabilidad hacia la seguridad, salud ocupacional y protección del medio ambiente, buscando el confort de toda la empresa, por ello cumplen con la normatividad para estar certificados en las normas ISO 90001, 140001 y 450001.

### **Descripción del Problema**

Transportliquidos S.A.S es una empresa de transporte de carga líquida, la sede Villavicencio en la cual se basa el presente estudio, está conformada por las siguientes áreas: gestión humana, HSEQ, el área gerencial y el área de mantenimiento, la cual a su vez se subdivide en coordinación de tráfico, análisis de operaciones y área de inspección; toda el área de mantenimiento está a cargo de un director de mantenimiento.

El área de inspección se encuentra dentro de las instalaciones de la sede, allí arriban los tractocamiones para ser revisados mensualmente con lista de chequeo y realizar tareas simples de mantenimiento como lo pueden ser calibraciones, cambios de aceite entre otros. La empresa cuenta con muy buenos proveedores de servicio de mantenimiento y han logrado tener un muy buen manejo de la operatividad de los tractocamiones y dar cumplimiento a los clientes incluso cuando se enfrentan a mantenimientos correctivos en medio de la prestación de un servicio que requiere la más mínima demora a causa de los términos de vencimiento de la guía de movilización de los vehículos.

El personal de mantenimiento ha centrado sus esfuerzos en la operatividad de los vehículos y una reducción de costos en los rubros que representan mayor porcentaje de costo, como lo son las llantas, los lubricantes y el consumo de combustible. Desde la creación de la empresa el área de mantenimiento siempre ha estado a cargo de la misma persona quien tiene una experiencia de más de diez años en el área de mantenimiento ya que siempre ha estado vinculado con el transporte de carga pesada y este tipo de vehículos; con base en esta experiencia el director del área de mantenimiento con ayuda de asesoría externa ha venido estructurando el área a un sistema de funcionamiento que ha dado muy buenos resultados en cuanto al cumplimiento al cliente; sin embargo estos procedimientos no están documentados ni tampoco tienen unos índices de control de eficiencia establecidos que permitan un monitoreo y mejoramiento en la gestión del área.

### **Formulación del Problema**

¿Cómo mejorar el sistema de gestión de mantenimiento en Transportliquidos S.A.S para controlar la gestión de operación de mantenimiento, optimizar el análisis de información y la reducción de costos en el área?

## **Justificación**

Actualmente, es importante para las empresas industriales el óptimo manejo dado a la gestión de mantenimiento, porque no sólo se ofrece que los activos estén disponibles, al igual que las herramientas de mejora continua, a través de planes que integren herramientas de seguimiento y control que permitan la optimización de los recursos con los que cuentan las compañías. Con la mejora del plan de mantenimiento de Transportliquidos S.A.S, se hará un gran aporte a la empresa ya que la función misional de la empresa es el transporte de carga, para lo cual es indispensable la confiabilidad de sus vehículos, para con estos a su vez asegurar la confiabilidad del servicio prestado por la empresa, asegurar la correcta operatividad de los tracto camiones; proponer la implementación de mejoras al sistema de mantenimiento que actualmente tiene la empresa, para controlar la gestión de operaciones de mantenimiento, optimizara el análisis de información y reducirá los costos en el área de mantenimiento.

La adecuada gestión del sistema de mantenimiento en una empresa genera grandes beneficios, no se presentan accidentes laborales, hay mayor seguridad para los trabajadores que laboran en ese proceso, evita que se presenten pérdidas por detecciones que no se han programado; cuando se ha establecido un buen plan de mantenimiento, se ahorra recursos económicos, se mejora la seguridad, el servicio es continuo y se disminuye los tiempos inactivos, hay aumento de la eficiente energía y se mejora la productividad de los activos en uso al alargar su servicio, así pues con la reestructuración y/o mejora del plan de mantenimiento de la empresa se mejora la operatividad, su rendimiento frente a los costos que se generan durante la operación, aumentando así la posibilidad de operatividad de los vehículos, reduciendo costos de óptimo funcionamiento, mejorando así el rendimiento económico de la empresa.

La falta de control sobre los procesos de mantenimiento en empresas de transporte de carga pesada es una problemática muy común, esta puede deberse a múltiples factores, con el desarrollo de los objetivos planteados en la presente investigación, se pretende diagnosticar las causas a las cuales se debe esta problemática en la empresa, estableciendo a su vez un grado de criticidad en el estado actual de su sistema de Gestión de mantenimiento, mediante herramientas de recolección de datos, análisis y evaluación debidamente adaptadas y validadas en otras investigaciones y por personal del área de mantenimiento de la empresa.

Además de hacer un gran aporte a la empresa, con la presente investigación se documenta un proceso de evaluación de sistema de mantenimiento fácilmente aplicable a otras empresas, la metodología planteada y los pasos lógicos de la misma en su conjunto constituyen en sí misma una herramienta confiable en la auditoria de sistemas de gestión de mantenimiento para empresas de transporte de carga pesada, ya que las herramientas usadas en la misma han sido adaptadas y validadas para este tipo de empresas.

## Objetivos

### Objetivo General

Realizar una propuesta de mejora del sistema de gestión de mantenimiento en la empresa transportes Transportliquididos S.A.S

### Objetivo Específicos

- Realizar un diagnóstico del estado actual del sistema de gestión de mantenimiento en la empresa Transportliquididos S.A.S.
- Analizar la información recopilada del estado actual de la gestión de mantenimiento de Transportliquididos S.A.S mediante herramientas de Ingeniería.
- Plantear una propuesta de mejora para el área de gestión de mantenimiento en la empresa Transportliquididos S.A.S.

## Marco de Referencia

### Antecedente

#### *Artículos Científicos en inglés*

(Sokolovskij & Skerlic, 2020) Análisis de problemas de mantenimiento de camiones pesados. Se realizó un análisis en términos de optimización de costos, apoyo a la toma de decisiones y mejorar las competencias de mantenimiento de los empleados, el análisis subraya la falta de investigación en el campo estudiado y destaca la brecha científica en el desarrollo de enfoques metodológicos para mejorar las competencias de los conductores de camiones como entidades importantes en el proceso de detección y eliminación de problemas técnicas; por lo tanto, el análisis de los problemas de mantenimiento de camiones pesados sirve como soporte empírico para la mejora de los procesos de mantenimiento en la industria abordada también como en la logística

(Sokolovskij & Skerlic, 2020). Mantenimiento de camiones pesados: un estudio internacional sobre conductores de camiones. Se realizó un estudio internacional sobre una muestra de 249 camioneros, para determinar cómo el mantenimiento en empresas de transporte afecta el papel de los conductores de camiones pesados en el mantenimiento de la flota, se basó en el modelo SEM desarrollado, se determinó que la construcción una infraestructura de mantenimiento eficiente en las empresas de transporte permite la participación activa de los camioneros en la empresa. Por lo tanto, los resultados representan una pauta importante para mejorar el mantenimiento en el transporte de este tipo de empresas.

(Qiang, Songjie, & Bo, 2012). Un método inteligente de toma de decisiones de mantenimiento basado en la condición de la flota basado en agentes múltiples. Se propone un método inteligente de toma de decisiones de mantenimiento basado en reglas heurísticas y de

agentes múltiples, se analiza el proceso de mantenimiento basado en condiciones dentro de una flota de Aéreo naves (cada uno con uno o más módulos reemplazables en línea) basado en múltiples umbrales de mantenimiento, para ello, se establece una estructura de modelo de 2 capas que contiene la negociación del host y la negociación independiente, y se proponen las reglas heurísticas aplicadas a la toma de decisiones de mantenimiento global y local. Finalmente, los resultados de la simulación indican que este método puede mejorar la disponibilidad de la flota, cumplir con las demandas de la misión, racionalizar la utilización de los recursos de soporte y brindar soporte para la toma de decisiones de mantenimiento en línea entre una flota orientada a la misión. Este trabajo representa un aporte en como cumplir con el mantenimiento.

(Raposo, Torres farihna, Pais, & Galar, 2021). Un Modelo Integrado de Dimensionamiento de la Flota de Reserva basado en la Política de Mantenimiento. El documento analiza estos temas y presenta un modelo global que integra la política de planificación de mantenimiento, basado en un modelo de monitoreo de condición, indicadores clave de mantenimiento (KPI) de mantenimiento y un modelo de ciclo de vida económico. El artículo presenta algunos resultados basados tanto en consideraciones teóricas como en datos reales de una flota urbana de un país europeo, este trabajo aporta parte de la metodología empleada para el desarrollo del presente trabajo.

(Herrera Galán & Martínez Delgado, 2017) Auditoría de gestión aplicada al departamento de mantenimiento en instalaciones hospitalarias. Esta investigación se hizo en cinco instituciones hospitalarias, para evaluar como llevaban a cabo la función de mantenimiento y mostrar cual era el factor crítico obtenido durante la auditoría de gestión, el resultado fue el recurso humano, para identificar dicho factor, se aplicó encuestas a Directores y jefes de

departamento, así como a empleados de los centros, como técnica para recoger datos, se empleó herramientas para el control como la espina de pescado y tormenta de ideas, se encontraron varias falencias entre ellas, los inconvenientes de tecnología, disponibilidad de activos, asociados a la falta de recursos, pero el origen de los problemas es la mala gestión del personal encargado del área de mantenimiento, en este trabajo se aplican varias herramientas de ingeniería.

### ***Internacionales***

(Manzano Vera, 2019) Plan de mejora en procesos de mantenimiento para flota de vehículos pesados. Se realiza un análisis de los diferentes procesos dentro de la Gestión de Mantenimiento Mecánico Automotriz en flota de vehículos pesados que se

Están desarrollando en la actualidad para poder determinar aquellos aspectos que se hacen falta o que se pudieran mejorar dentro de mencionados procesos, donde se concluye que los procesos de Mantenimiento Mecánico para Flota de Vehículos Pesados, deben ser siempre efectivos y eficaces y sobre todo operativos para minimizar al máximo los tiempos muertos o perdidos y aprovechar al máximo todos los recursos que posee la empresa o taller en cuanto a la infraestructura, a los materiales, al factor humano y los recursos financieros, sin descuidar nunca la calidad del servicio, la satisfacción y expectativas del cliente y respetando sobre todo a las personas y a la naturaleza; este trabajo aporta todos los criterios a tener en cuenta dentro del plan de mantenimiento.

(Fonseca López, 2016) “Propuesta de plan de mantenimiento de la flota de camiones volquetes y recolectoras de basura Freightliner de la Alcaldía de Managua en el periodo comprendido 2015-2016”. Se realizó un análisis estadístico de las actividades realizadas en el taller de mantenimiento de los volquetes, de acuerdo al número de fallas, demoras y disponibilidad de los mismos; donde se evidenció el no cumplimiento de la disponibilidad de la



flota en un 95%, el plan de mantenimiento se basó en el análisis de fallas, lo cual proporcionó de manera indirecta como están los equipos en cuanto a sus sistemas mecánicos, potencia y motor, con lo cual se evita la contaminación y acabado de los mismos, lo cual detecta el periodo de cambio de repuestos asociados a cualquier daño. Este trabajo aporta el análisis estadístico realizando, el cual sirve de guía para el presente trabajo que se está realizando.

(González Guzmán, 2016). “Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa La tercer s.a.c”. Se realizó una propuesta para el programa de mantenimiento, iniciando con la observación de la tarjeta de activo de los equipos, en ella se encuentra todos los mantenimientos realizados, cambios de partes. El resultado que se obtiene, es el desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo, que garantice la confiabilidad de los equipos o seguridad de funcionamiento, y por supuesto el aumento de la capacidad de los equipos para funcionar en un instante determinado y aumentar la capacidad de operar sin producir daños materiales como laborales, este trabajo aporta el cómo desarrollar un programa de mantenimiento.

(Peña, 2016). “Diseño de un plan de mantenimiento de la flota de vehículos asignados a los vendedores que cubren el sector oeste de la zona metropolitana de Caracas, pertenecientes a una empresa de alimentos de consumo masivo”. Se propone un plan de mantenimiento para facilitar el funcionamiento y garantizar la disponibilidad de los vehículos, este se basó en cómo están internamente los vehículos en cuanto a fallas y repuestos. En términos generales, en la investigación se logró la elaboración de todas las fichas técnicas, rutinas de mantenimiento y el análisis de los costos asociados, alcanzado cada uno de los objetivos planteados, aporta el presente trabajo sobre la importancia de determinar las fallas para elaborar o estructurar un programa de mantenimiento.

(Díaz Cavero, 2015) Propuesta de gestión de mantenimiento para una flota de transporte terrestre. Se plantea reducir los costos de la empresa optimizando el uso de recursos de terceros a través del aumento en la disponibilidad de las maquinarias pertenecientes a la organización, en consecuencia, se planificarán los mantenimientos preventivos a realizar a las maquinarias con el objetivo de reducir las horas de mantenimiento correctivo; para ello, se definirán los responsables de las actividades dentro del área, los procedimientos a realizar de mantenimiento preventivo y correctivo al igual que los indicadores de trabajo a gestionar y por último se evaluará el impacto económico que tendrá en la empresa en un tiempo de 3 años; el presente trabajo presenta una forma de reducir costos a través de la tercerización, la cual se puede tener en cuenta para el desarrollo del presente trabajo.

(Reinoso Massa, 2020) Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento en la empresa industrias St-Pasal. El enfoque de este proyecto para la empresa Industrias ST-PASAL se centra en la necesidad que tiene de contar con un plan de gestión de mantenimiento, no solamente por obligación, sino para reducir las paradas en la producción y retrasos en entrega de producto terminado a sus clientes; por tal motivo es fundamental que cuenten con una proposición de un plan de gestión de mantenimiento, para la prevención de los riesgos laborales y un mejor manejo de los equipos e insumos, el aporte de este trabajo es la metodología para elaborar el plan de gestión de mantenimiento.

(Villanueva Elera, 2020) “Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento y logística para incrementar la rentabilidad de una empresa de transporte de carga en la ciudad de Trujillo”. Se propone la implementación de herramientas y métodos de la ingeniería industrial para hacer frente a esta problemática. Se desarrollan herramientas de gestión de mantenimiento cuyo producto es un plan de mantenimiento preventivo; ingeniería de métodos, con el fin de lograr un

mejor abastecimiento a través del método de Weber; simulación a través de Solver; investigación de operaciones con la clasificación ABC de los repuestos para actividades de mantenimiento; y la gestión de recursos humanos, con el fin de mejorar el clima organizacional; este trabajo aporta las herramientas a implementar dentro de la estructura de un programa de mantenimiento.

(León Carranza, 2020) “Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento y aplicación de herramientas logísticas y de gestión de procesos para reducir los costos operacionales en el área de mantenimiento de la empresa Servicios Santa Gabriela S.A.C”. Se utilizó la investigación aplicada y se realizó al área de mantenimiento, la herramienta utilizada fue el diagrama Ishikawa para determinar las causas raíz de los problemas, notándose los costos altos del área de mantenimiento y las tres áreas subalternas identificadas son: organización, mano de obra y maquinaria; luego se priorizó al 80% de las causas utilizando el Diagrama de Pareto; para posteriormente identificar las herramientas de gestión de mantenimiento, logísticas y de gestión de procesos, con el objetivo de dar solución al problema planteado, es decir disminuir costos de operación de la empresa, en un 41.31% . De este trabajo se tiene en cuenta la metodología implementada para la identificación de problemas.

(Barco Sandoval, 2017) “Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la empresa tejidos global s.a.c. del distrito de ate vitarte, lima, 2017”. “Para la realización de esta investigación se tomaron 17 máquinas circulares textiles y se analizó su producción diaria de tejido, observando así su eficiencia y eficacia, para ello se tomó como muestra el total de la población durante un lapso de 30 días, los datos obtenidos se analizaron con el programa estadístico SPSS, arrojando como resultado una mejora de la productividad en un 22.23% e incremento del tiempo de producción de la jornada diaria, lo cual es competitivo si se considera como mantenimiento preventivo. Como conclusión se obtuvo que se acepta la

hipótesis general, por tanto, la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la productividad en la empresa Tejidos Global S.A.C. del distrito de Ate Vitarte, Lima, 2017; este trabajo permite observar la metodología empleada durante la realización del trabajo y cómo aplicarla en el presente trabajo.

(Cabanilla & León Plascencia, 2020) “Propuesta de mejora de las áreas de mantenimiento y logística para reducir los costos operativos en la empresa agro transportes Gonzales S.R.L”. En esta propuesta, se inició con un diagnóstico para conocer la situación de la organización, revelando que los vehículos tienen poca disponibilidad debido a que no existe el mantenimiento preventivo, solo correctivo, lo cual trae como gastos de dinero, con la propuesta de mejora se logró reducir los costos operativos, la pérdida mensual de dinero, la disponibilidad de máquina promedio se incrementó. Este trabajo aportó la importancia del programa de mantenimiento.

### *Nacionales*

(Alvarez & Natalia, 2017). Diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para el montacargas HYSTER 02 y el tracto camión KENWORTH T800 de la comercializadora el forraje S.A. Se realizó una evaluación respecto a los 8 pilares de Mantenimiento Total Productivo (TMP), con el fin de ver que tan familiarizada se encontraba la empresa con esta metodología, los resultados arrojados fueron negativos, por lo cual se desarrolló un plan de mantenimiento preventivo, donde se establecieron características para operar y conservar los equipos, es de anotar no se tenían registros, documentos, ni métodos aplicados para el mantenimiento de equipos, por ello se realizó un análisis con la información de cada uno de los equipos y se establecieron indicadores, para ello se usaron herramientas como la técnica de identificación de problemas, stock de almacén, formatos, cronogramas de mantenimiento,

procedimientos e instructivos de trabajo y costos de mantenimiento. Este trabajo muestra una metodología a implementar.

(C & E, 2017) “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la llenadora rotativa de la línea de producción de salsa a base de tomate y ketchup de la empresa Alimentos Garmi C.A.” Se desarrolló un diseño no experimental, de campo, descriptivo y proyectivo, la recolección de datos se realizó mediante la observación directa, cuestionario, guía de entrevista y revisión documental. Para ello, se identificó condiciones y componentes de la máquina llenadora, procesos operativos de la línea de producción, al igual que fallas con mayor ocurrencia durante el último semestre de 2015 y el primer trimestre de 2016, donde se destaca la asociada a la no elevación de gato mecánico con una frecuencia de 17 para éste último periodo. El presente trabajo muestra la metodología para la detección de fallas y es un aporte para el presente trabajo

(Iglesias Rojas & Ortiz Pérez, 2017) Sistema de planeación, programación y control de la prestación de servicios de mantenimiento en la empresa Renault RS. Se realizó diagnóstico de la situación problema de la empresa, que arrojó como resultado altos índices de entregas no conformes y pérdida de clientes potenciales a causa de espacios ocupados por vehículos retrasados en la entrega pactada con el cliente por demoras en los procesos, se realizó un análisis estadístico de la información con el fin de determinar los procesos cuello de botella, de los cuales se evidenció que los servicios de cambio de aceite, cambio de correas de repartición, mantenimiento de frenos y mantenimiento general se encontraban en esta categoría, razón por la cual se enfocó el proyecto en buscar solución e implementar mejoras en dichos procesos, el proyecto muestra la metodología que se utilizó y se puede aplicará en el presente trabajo.

(Franco marulanda, 2017) “Plan de mantenimiento preventivo para vehículos de movimiento de tierra del municipio de Santa Rosa de Cabal”. Se diseñó el plan de

mantenimiento preventivo L.E.M, en él se elaboraron instructivos, donde se detalla de manera explícita actividades a realizar como cambio de partes, reparaciones y lubricación para cada máquina, las actividades están distribuidas en un tablero de control con una frecuencia calendario según el uso de la máquina, se puede adaptar para el presente trabajo la metodología usada en esta referencia.

(Correa, 2020) “Actualización del sistema de gestión de mantenimiento correspondiente al área carrocería de la empresa Metrosinú del departamento de Córdoba”. Para ello se diseñó un plan de gestión de mantenimiento teniendo en cuenta los daños que más se presentan y los horarios; con ello se garantiza la utilización de repuestos necesarios, personal requerido en las reparaciones diarias. Al actualizar el sistema de gestión de mantenimiento, se logró actividades de mejora en los procesos de mantenimiento y reparación, para que los vehículos en el taller demoren menos tiempo, de este trabajo el aporte es la reducción de costos la cual puede ser aplicada en la presente estructuración del plan de mejora.

### **Marco Teórico**

Para (González, s.f.), el mantenimiento se inició a implementar a principios del siglo XIX, luego de iniciada la Revolución Industrial, pero se realizaba un mantenimiento correctivo total, es decir se esperaba que ocurriese alguna avería para repararla, con lo cual los costos resultaban altos por el largo tiempo de paro que era sometida la máquina, los costos del mantenimiento industrial pueden estar alrededor de un 30% a un 60% de los costos operativos, de allí la incidencia sobre los resultados económicas de las empresas.

Cada vez más las empresas tienen mucha competencia tanto a nivel nacional como internacional, por lo cual la demanda de producto o servicios debe ser más eficiente y en el menor tiempo posible, por ello, es importante contar con equipos que realicen la menor

cantidad de paradas y reparaciones innecesarias, de allí que el mantenimiento ya no sea un gasto innecesario, sino una herramienta estratégica de la cual depende el éxito de las organizaciones. (Barco Sandoval, 2017)

### ***El Mantenimiento y su Evolución***

Realizando un recorrido por la evolución que ha tenido el mantenimiento y según (González, s.f.), los departamentos de mantenimiento preventivo surgen durante la Primera Guerra Mundial, debido a la capacitación que tuvo el personal de mantenimiento, al enviarlos a los laboratorios de prevención para evitar fallas; en la Segunda guerra Mundial se sistematizó los trabajos de mantenimiento preventivo.

Sobre la década del 50 William Edward Deming incursionó en la industria japonesa el Control Estadístico de Calidad, donde el criterio de la empresa comienza con el proveedor y termina en el cliente, de allí se creó el mantenimiento productivo para obtener calidad y cantidad de producto, al tiempo cuidar las máquinas. (González, s.f.)

En 1960, se generó el mantenimiento enfocado en la confiabilidad por la necesidad de mantener naves en vuelo. (Mancuzo, 2020), en 1970 se crea el Software Sistema Computarizado para la administración de Mantenimiento, CMMS, centrado en resolver la administración del área de mantenimiento. (Toro, 2020), en el año 1971. Se involucra a todo el personal de la empresa en la ejecución de todo tipo de mantenimiento apoyándose en los círculos de calidad y Seiichi Nakajima crea el Mantenimiento Productivo Total (BSG Instituto, s.f.)

En 1980 El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad fue modificado hacia la Optimización del Mantenimiento Planificado (PMO). Enfoque hacia la confiabilidad = RCM Enfoque hacia los costos = PMO. (Mancuzo, 2020), desde el año 2005 hasta el día de hoy se maneja la filosofía de la conservación (preservación y mantenimiento). (González, s.f.)

### ***Modelo de Gestión de Mantenimiento***

Un modelo de gestión de mantenimiento, se puede definir como un diseño dinámico secuencial que describe cómo gestionar y optimizar de manera real y continúa todos los procesos y acciones que se deben llevar a cabo en el proceso de gestión, teniendo en cuenta las restricciones que puedan afectar la eficiencia, eficacia y mejora continua del mismo. (Correa, 2020)

(BSG Instituto, s.f.) Para definir el modelo de organización a implementar en una empresa, se debe tener en cuenta las características de la empresa; así como un análisis de la influencia de cada equipo en los resultados de la empresa, para luego destinar más recursos en los equipos que influyen en dicho rendimiento; de igual manera se debe conocer consumo y stock de materiales que se emplean en mantenimiento; y si es necesario aumentar la disponibilidad de los equipos, no hasta el máximo posible, sino hasta el punto en que la indisponibilidad no interfiera en el Plan de Producción.

### ***Sistema de Gestión***

La norma ISO 9000, define a un sistema de gestión de una organización como un conjunto de elementos relacionados o que interactúan para establecer la política y los objetivos, con el fin de lograr dichas metas.

(Crespo & Viveros, 2013) proponen 7 etapas que como mínimo debe tener un modelo de gestión de mantenimiento: análisis de la situación actual, jerarquización de equipos, análisis de puntos débiles, diseño de planes de mantenimiento óptimos, programación del mantenimiento, evaluación y control de la ejecución de mantenimiento y análisis del ciclo de vida

### ***Objetivos de la Gestión del Mantenimiento:***



Según Palma tejada, (2017) los objetivos del sistema de administración de mantenimiento son:

- Disminuir las reducciones del tiempo de producción ocasionado por la deficiencia de los equipos logrando así aumentar la disposición de los equipos a través del mantenimiento planificado.
- Alargar la vida útil de la infraestructura, máquinas y demás instalaciones disminuyendo su deterioro, minimizando las pérdidas por paradas de producción.
- Se garantiza la seguridad de los trabajadores a través de la supervisión y el mantenimiento constante de las instalaciones como calderas, compresores y equipos de manipulación de materiales, etc.
- Disminuir el costo total de mantenimiento, a través de los costos de reparaciones, mantenimiento preventivo y los costos de inventario unidos con los repuestos y materiales requeridos para el mantenimiento.

### ***Funciones de la Gestión del Mantenimiento Industrial***

Para (Palma tejada, 2017), las funciones importantes de la gestión del mantenimiento por parte del jefe de mantenimiento y sus técnicos se pueden resumir de la siguiente manera:

- Desarrollar normas, procedimientos y estándares de mantenimiento para el equipo de mantenimiento de la empresa.
- Planificar trabajos de mantenimiento teniendo en cuenta el concepto de las áreas de producción correspondiente.

- Realizar reparaciones, rectificar o revisar máquinas e infraestructura para aumentar la disponibilidad y la eficiencia operativa.
- Realizar la inspección programada, donde se incluya revisión del aceite lubricante y ajustes de maquinaria y equipo de la planta.
- Documentar y mantener registros de cada actividad que se realice en el mantenimiento (es decir, reparaciones, recambios), revisiones, mejorando así la confianza, disponibilidad y mantenimiento.
- Ejecutar inspecciones periódicas de equipos e instalaciones para determinar condiciones adjuntas con los fallos y los stop de producción.
- Realizar un listado de inventario de las piezas utilizadas como repuesto y materiales requeridos para el mantenimiento.
- Anticipar gastos de mantenimiento y realizar un presupuesto, para tener en cuenta los gastos de mantenimiento estén acordes a lo presupuestado.
- Seleccionar y capacitar personal que realizará las labores de mantenimiento con el fin que ejecuten trabajos con eficacia y efectividad en la planta de producción.
- Asegurar el seguimiento adecuado del inventario de piezas de repuesto y demás insumos requeridos.

### ***Tipos de Mantenimiento***

**Mantenimiento Correctivo.** Su soporte radica en acciones no planeadas que aparecen durante las actividades realizadas, las cuales son reportadas por áreas de mantenimiento, es necesario tener personas capacitadas que intervengan en los defectos encontrados, el proceso no

se puede detener, se originarían pérdidas. Si la máquina se sigue trabajando con las fallas, se puede dañar el equipo. Esto es aceptable en muy pocos casos y es posible que se prefiera para equipos de bajo costo y pequeñas consecuencias de falla. (Reinoso Massa, 2020)

**Mantenimiento Preventivo.** Son pasos planificados con anterioridad y se realizan para atacar el origen de los daños potenciales, aquí se recolecta información, asignándole valor, mejorando planes y haciendo análisis, con lo cual se optimizan frecuencias, para aumentar la confianza y disposición de los equipos, al aumentar o prolongar la vida útil de ellos; es planificada a través de reuniones con los responsables del área de mantenimiento. En este mantenimiento se incluyen indicadores para mantener un control sobre todas las acciones que se vayan a llevar a cabo o al contrario valorar y analizar las que ya se efectuaron. (Reinoso Massa, 2020)

**Mantenimiento Predictivo.** Se mejora a lo que respecta al mantenimiento preventivo, por usarse el rendimiento real del equipo, teniendo en cuenta cuando se debe dar el mantenimiento, se deben conocer variables como temperatura, vibración y consumo de energía, así como personal capacitado que utilice medios tecnológicos y con amplios saberes en matemática, física y teoría técnica. Es muy eficiente y se utiliza generalmente en aquellos equipos donde el costo de falla es elevado, los métodos más comunes son el conocimiento de los equipos, las inspecciones visuales, la medición de temperaturas, control de lubricación y corrosión. (Reinoso Massa, 2020)

**Mantenimiento Programado.** En esta etapa se programan todas las tareas relacionadas con las estrategias que van de la mano con los tiempos de producción de la empresa, su objetivo es señalar cuándo se deben realizar las actividades de mantenimiento, según el proceso, por ejemplo, se programan para periodos semanales, mensuales o anuales. (Reinoso Massa, 2020)

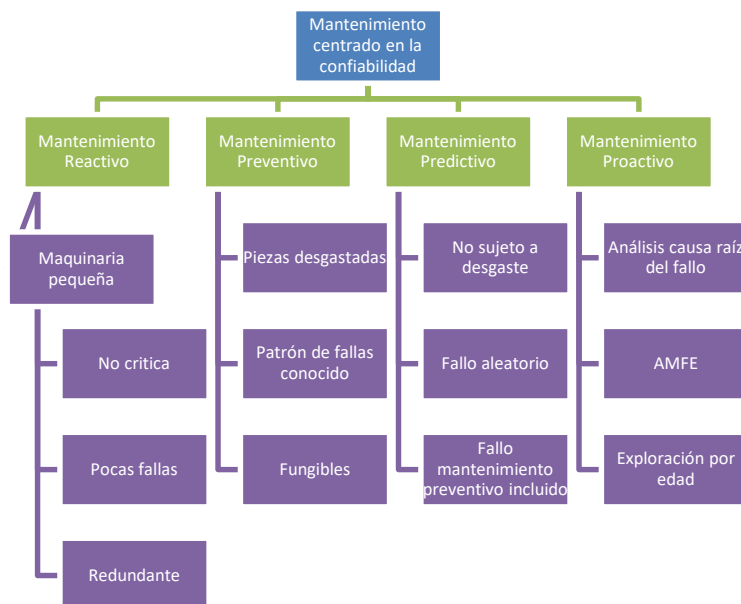
**Mantenimiento Autónomo.** Responsabiliza del mantenimiento mínimo a los operarios de los equipos, cada operario debe tener el conocimiento técnico para lograr darle mantenimiento parcial o total a su máquina, esto ayudará a aumentar la vida útil de los equipos y a disminuir los trabajos que deban realizar los técnicos o ingenieros a cargo del departamento de mantenimiento, dándoles más tiempo para dedicarse a otras labores y a su vez requiriendo menos personal técnico según las necesidades de la empresa (Reinoso Massa, 2020).

**Mantenimiento Rutinario.** Es el que comprende actividades tales como: lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración u otras; su frecuencia de ejecución es hasta periodos semanales, generalmente, es ejecutado por los mismos operarios de los sistemas y su objetivo es mantener y alargar la vida útil de dichos sistemas operativos, lo cual evita su desgaste. (Reinoso Massa, 2020)

**Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).** Es un método eficiente utilizado para caracterizar las posibles causas que se presenten en caso de un daño en el sistema al utilizar la relación de causa - efecto, se emplean técnicas como el mantenimiento reactivo, preventivo, predictivo y proactivo todos juntos de manera que se aumente la confiabilidad de las máquinas, lo cual hará que funcione de forma constante durante su ciclo de vida, como se observa en la figura 1; cuando se utilizan técnicas centradas en la confiabilidad, se pretende ir más allá de la identificación de fallos para incrementar una herramienta significativa y valiosa para elaborar acciones de mejora del mantenimiento (Campos López, Tolentino Eslava, Toledo Velásquez, & Tolentino Eslava, 2018).

**Figura 1.**

### Técnicas Empleadas en el RCM



Nota: Obsérvese todos los mantenimientos que incluye el mantenimiento centrado en la confiabilidad

**Implantación del RCM en la Empresa.** Para la implantación del RCM en cualquier organización debe realizarse los siguientes seis (6) pasos:

**Paso uno: Seleccionar un Análisis RCM de Activos.** Es necesario definir qué criterios se debe utilizar para seleccionar el activo, en este paso se contempla que tan crítico es su estado y como afecta a la empresa, así como sus costos de reparación que se hayan invertido anteriormente y los costos de mantenimiento preventivo.

**Paso dos: Descripción de las Funciones del Sistema para el Activo Seleccionado.** Se debe saber sus entradas y salidas, por pequeñas que sean.

**Paso tres: Definir los Modos de Fallo.** Comprende las diversas maneras en que se puede afectar el sistema.

**Paso cuatro: Evaluar las Consecuencias del Fallo.** Analizar que sucede en caso de alguna falla, si falla un activo se originan problemas de seguridad y no hay un rendimiento óptimo para la empresa. Para este cuarto paso se puede utilizar métodos, entre ellos:

- Análisis de Modos de Fallo y Efectos (AMFE): Método que evalúa el impacto de una falla, pero identificando como y cuando puede fallar un proceso.
- Análisis de Modo de Falla, Efectos y Criticidad (AMFEC): Va más allá y crea relaciones entre los modos de fallo, los efectos y las causas.
- Análisis de Peligros y Operatividad (HAZOPS): Analiza los procesos e identifica los problemas que pueden ser riesgo para el personal y los activos y dirige toda la supervisión de los procedimientos operativos estándar.
- Análisis del Árbol de Fallas (FTA): Herramienta gráfica se utiliza para evaluar el riesgo y la causa raíz de una falla a nivel de sistema.
- Inspección Basada en Riesgo (RBI): Proceso para tomar decisiones se utiliza para mejorar los planes de inspección y analizar equipos industriales, como tuberías, recipientes a presión e intercambiadores de calor.

***Paso cinco: Determinar una estrategia de mantenimiento para cada modo de fallo.*** Es necesario seleccionar un curso de acción a seguir para cada modo de fallo crítico que se presente, con una viabilidad técnico económica. Cuando no es factible aplicar una estrategia seleccionada para un modo de fallo determinado, es necesario volver al sistema para modificar las fallas.

Cuando hay modos de fallo no considerados como críticos se considera incluirlos en una estrategia de Mantenimiento Al Fallo (RTF) también llamado Run To Failure o funcionamiento hasta el fallo, lo cual se basa en no programar actividades de mantenimiento o revisión hasta que se produzca el fallo de la máquina.

***Paso 6: Aplicar la Estrategia y Realizar Revisiones Periódicas.*** Si se desea que el programa de RCM sea eficiente, hay que colocar en práctica las indicaciones dadas en el paso 5, puesto que las revisiones periódicas ayudan a mejorar los sistemas y el rendimiento.

**Análisis de Modo y Efecto de Fallas (FMEA).** Según Montilla, C., Arroyave, J., & Silva C., (2007) Es una herramienta básica del RCM, que identifica los modos de fallas de las partes de un equipo, o sistema, impacto y frecuencia con la que se presentan, de esta manera se podrán agrupar por orden de importancia, donde se especifican las actividades de mantenimiento para las áreas que generan un mayor impacto económico, con el fin de reducirlas, mitigarlas o eliminarlas. Los pasos necesarios para el desarrollo del Análisis de Modos y Efectos de Falla (FMEA) son: definir los equipos a evaluar, identificar las funciones de cada equipo, determinar las fallas funcionales, determinar los modos de fallas, determinar los efectos de fallas. Es una ventaja potencial del FMEA, que sea dinámica, porque se recolecta y clasifica información acerca de los productos, procesos y del sistema en general.

**Maintenance Qualification Survey (MQS).** Cuestionario basado en una Metodología de Auditoría Semicuantitativa elaborado por ABS – Reliability and Risk Group JBFA Training, el cual permite auditar de manera cuantitativa las áreas de mantenimiento donde se requiere mayor atención, se identifican los puntos débiles, se caracterizan las acciones correctivas, las cuales ayudan al responsable de mantenimiento a establecer objetivos y necesidades, está compuesto por 386 preguntas distribuidas en 12 factores, los cuales se detallan a continuación:

**Vínculos entre Producción y Mantenimiento.** Para establecer estos vínculos se realiza una encuesta enfocada al Líder de Operaciones/Producción, donde se evalúa la Función Mantenimiento bajo la perspectiva de Operación/Producción, permite la comunicación entre ambos departamentos, tiene en cuenta la perceptiva del preventivo y la participación en las labores de mantenimiento.

**Percepción del Mantenimiento por la Gerencia.** El encuestado es el gerente de la Organización, por ser el jefe de la unidad en estudio; se evalúa si se ha estructurado el Departamento de Mantenimiento y por ende la organización como tal.

**Percepción del Mantenimiento por el Departamento de Mantenimiento.** La encuesta se realiza al jefe de Mantenimiento, para evaluar si hay Programa de Mantenimiento Preventivo, y cuál es el Sistema de Información y su punto de vista frente a la realización del mantenimiento.

**Disponibilidad.** La encuesta se realiza al jefe del área o Líder de Mantenimiento, se evalúa desde una función de mantenimiento que puede obtener toda la información necesaria para calcular este indicador, que determina la probabilidad de que un activo cumpla con su cometido en un momento dado, bajo ciertas condiciones, es uno de los indicadores de desempeño más importantes para medir la gestión del mantenimiento.

**Costos de Mantenimiento.** Para esta área, la encuesta se centró en los gerentes de mantenimiento, donde se evalúa cómo a través de la función de mantenimiento es posible obtener toda la información necesaria para calcular este indicador, y definirlo “como una suma de dinero, por todos los recursos involucrados relacionados con la gestión transparente de activos”, y por lo tanto es uno de las medidas financieras más importantes para medir la gestión del mantenimiento.

**Preparación del Trabajo.** Para esta área, la encuesta se centró en los gerentes de mantenimiento. En él, todo lo relacionado con la preparación de actividades antes de la implementación, revisión histórica de intervenciones, análisis de sistemas de información, propuestas de mejora, programa de prevención, disponibilidad de repuestos y disponibilidad de documentación técnica.



**Planificación, Programación y Ejecución.** Para esta área, la encuesta se centró en los gerentes de mantenimiento. En él se evalúan las etapas de planificación, programación e implementación del mantenimiento.

**Manejo de Repuestos.** Para esta área, la encuesta se centró en los gerentes de mantenimiento. Se evalúa todo lo relacionado con disponibilidad de repuestos, presencia de catálogo, importación y exportación de materiales, listado de repuestos, proveedores, entre otros. ¿Quién hace qué en la organización? Para esta área, centre la encuesta en la persona responsable del mantenimiento. Las responsabilidades se evalúan a nivel de mantenimiento ya nivel de seguridad.

**Personal.** Para esta área, la encuesta se centró en los gerentes de mantenimiento. En él se evalúa todo lo relacionado con la gestión de los recursos humanos, como la jornada laboral, el número de empleados, la motivación, etc.

**Recursos.** Para esta área, la encuesta se centró en los gerentes de mantenimiento. En él se evalúa todo lo relacionado con documentación técnica, infraestructura y herramientas de trabajo.

**Adiestramiento.** Para esta área, la encuesta se centró en los gerentes de mantenimiento. En él se evalúa todo lo relacionado con el programa de formación y la eficacia de la formación, entre otras cosas.

### **Marco Conceptual**

A continuación, se definen los términos a utilizar dentro de la propuesta de mejora del sistema de gestión de mantenimiento.

**Accesorio:** se puede decir que es cualquier cosa que sea parte de una máquina o sistema, una adición a una máquina o sistema y, cuando se define, el producto primario o subproducto.

Los accesorios pueden ser: arandelas, tuercas, tornillos, fusibles, resistencias, integrados, u otros. (Pérez Rondón, 2021)

**Ciclo de Vida:** Tiempo durante el cual un bien o activo conserva su capacidad de operación, y se tiene en cuenta desde el inicio cuando se adquiere el activo, hasta el final al momento de sustituirlo. (Pérez Rondón, 2021)

**Componente o Pieza:** Es un dispositivo que puede ser parte de un circuito eléctrico, electrónico o mecánico. Ejemplos de componentes o piezas: engranaje, polea, rodamiento, correa, rotor eléctrico, amplificador, acoplador electrónico, batería, cables, correas, bandas y otros. (Pérez Rondón, 2021)

**Confiabilidad:** Se puede definir, como la capacidad de una máquina, equipo o sistema para cumplir funciones específicas o requeridas, bajo condiciones de operación dadas, en un tiempo o período determinado. (Pérez Rondón, 2021)

**Disponibilidad:** Esta es una función que le permite calcular el porcentaje de tiempo que un dispositivo o equipo está disponible para realizar la función para la que fue diseñado y construido. Esto no implica necesariamente que esté operando o funcionando, sino que se encuentra en óptimas condiciones de operar. (Pérez Rondón, 2021)

**Equipo:** Se puede definir como el conjunto de máquinas necesarias para lograr un objetivo. Ejemplo: equipo de transporte de cereal; está compuesto por elevadores de cangilones, roscas transportadoras y tuberías. (Pérez Rondón, 2021)

**Evento de Falla:** aquella situación que se puede presentar anómala de carácter técnico detectada en un equipo. (Pérez Rondón, 2021)

**Falla:** situación dada, afectando la capacidad de un equipo, de cumplir su función. (Pérez Rondón, 2021)

**Función:** Es todo aquello que la empresa, espera que el equipo cumpla con sus estándares de diseño y de desempeño. (Pérez Rondón, 2021)

**Inspección:** Actividades que se realizan en el mantenimiento preventivo, usando rutas definidas con cierta periodicidad y corta duración en el momento de revisar el equipo, máquina, donde normalmente se utilizan instrumentos de medición o los sentidos del ser humano, para verificar el buen funcionamiento del equipo, sin provocar que esto genere pararlo. (Pérez Rondón, 2021)

**Lubricación:** actividades de mantenimiento preventivo, donde se adiciona un lubricante, con el objetivo de minimizar el contacto entre dos superficies, evitando así su desgaste. (Pérez Rondón, 2021)

**Mantenibilidad:** Es la facilidad de realizar tareas de mantenimiento en un equipo o máquina, para así devolver a sus condiciones de operación en el menor tiempo posible, utilizando procedimientos definidos. (Pérez Rondón, 2021)

**Mantenimiento:** Todas las actividades que deben ser desarrolladas en orden lógico, con el propósito de conservar en condiciones de operación segura, efectiva y económica, los equipos de producción, herramientas y demás activos físicos, de las diferentes instalaciones de una empresa. (Oliveiro,2012)

**Mantenimiento en parada:** Acciones que se realizan solamente cuando el equipo o máquina está detenido o está en reposo. (Pérez Rondón, 2021)

**Máquina:** Es una combinación de piezas de materiales resistentes que tienen movimientos definidos y son capaces de transmitir o transformar energía. (Pérez Rondón, 2021)

**Mecanismos:** Es una combinación de piezas de materiales resistentes, cuyas partes tienen movimientos relativos restringidos. (Pérez Rondón, 2021)

**Parámetro:** Se considera como la variable por medir o cuantificar. • **Pronóstico:** es el análisis de los síntomas de daños, para predecir la condición futura del equipo y su vida útil restante. (Pérez Rondón, 2021)

**Parada general:** Situación en la que, a un conjunto de activos, se les realiza periódicamente una serie de revisiones, reparaciones, mejoras, cambios, etc., y donde estas actividades están concertadas con los departamentos interesados y, por supuesto, están también programadas por un tiempo definido. (Pérez Rondón, 2021)

**Sistema de gestión:** Se puede definir como un conjunto de etapas unidas en un proceso continuo, herramienta de control, planificación, organización y automatización que permite trabajar ordenadamente una idea hasta lograr mejoras y su continuidad. (Evaluandoerp.com, s.f.)

### **Marco Geográfico**

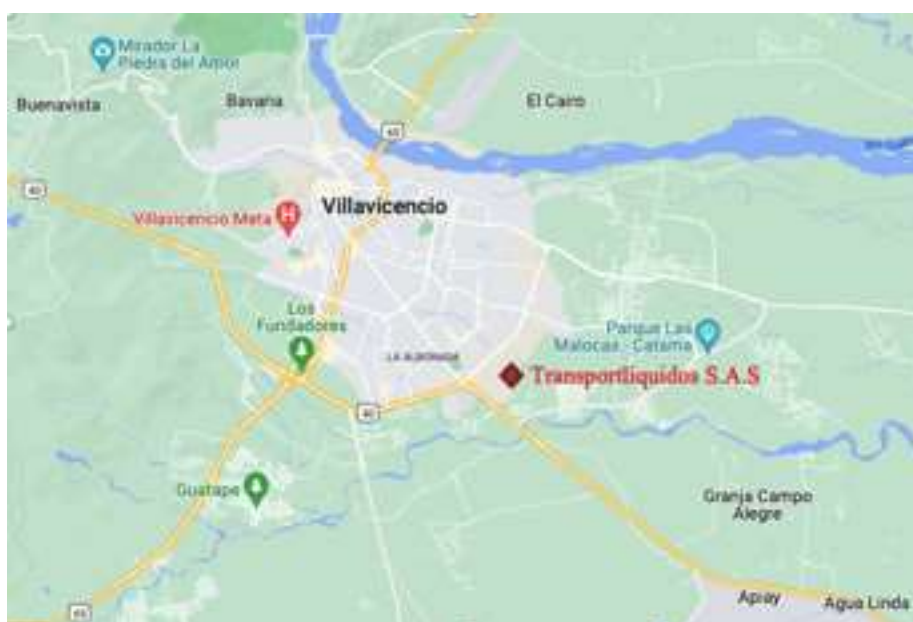
El presente proyecto se desarrollará en el departamento del meta, específicamente en la ciudad de Villavicencio la cual limita al norte con los municipios de Restrepo y el calvario, al oriente con Puerto López, al sur con Acacías y San Carlos de Guaroa, y al occidente con Acacías y el Departamento de Cundinamarca, localizándose la empresa en el barrio Santa Helena, uno de los 235 barrios con los que cuenta la ciudad. La ciudad de Villavicencio cuenta con una población urbana de 452.472 habitantes, en el año 2017 contaba con una población de 506.000

El comercio es el sector más dinámico, debido que a través de Villavicencio se canaliza hacia Bogotá y otras ciudades del interior la mayoría de productos agropecuarios, agroindustriales del llano, como también todos los productos y subproductos de hidrocarburos extraídos de la región, siendo denominada la despensa de Colombia (Turismo Villavicencio, 2019).

La empresa Transportliquidos S.A.S se encuentra ubicada sobre el anillo vial de la ciudad de Villavicencio a la altura de la central de abastos, esta ubicación permite un fácil acceso para los vehículos de la empresa, por ser una avenida principal por la cual ingresan a la ciudad una gran cantidad de vehículos de carga con productos del interior de la Orinoquia del país.

## Figura 2.

*Mapa Geográfico Transportliquidos S.A.S*



Nota: Adaptado de Google Maps, Ubicación Transportliquidos S.A.S, (<https://www.google.com/maps/@4.1268475,-73.5725674,13.47z>)

El estado colombiano organiza y ordena la nación con normas establecidas por las diferentes ramas del poder público; para este caso se mencionan resoluciones, leyes relacionadas con el desarrollo del presente trabajo y se constituyen en el soporte de este. Trabajo. La tabla No. 1 muestra el marco legal relacionado con los planes de mantenimiento.

## Tabla 1.

*Marco Legal.*

<b>Norma</b>	<b>Entidad que emite</b>	<b>Descripción</b>
<b>Ley 769 de 2002</b>	Poder público- Rama legislativa	Regula la circulación de peatones, conductores, motociclistas, ciclistas agentes de tránsito y vehículos en la vía pública.
<b>Decreto 1809 de 1990</b>	Ministerio de obras públicas y transportes – Predicante de la republica	Por el cual se introducen reformas al código nacional de tránsito terrestre.
<b>Resolución 004100 de 2004</b>	Ministerio de Tránsito y Transporte	Se establece los límites de pesos y dimensiones de los vehículos de transporte terrestre automotor de carga para su operación.
<b>NTC-ISO 9001: 2015</b>	Elaborada y difundida por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).	Estándar internacional publicado por ISO (International Organización foro Standardization) para establecer de manera efectiva un Sistema de Gestión de la Calidad.
<b>NTC-ISO 9002: 2015</b>	Elaborada y difundida por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).	Modelo para asegurar la calidad en la producción, la instalación y el servicio.
<b>ISO 13374</b>	Organization for Standardization (ISO)	Monitoreo de condición y diagnóstico de máquinas
<b>Norma UNE EN 13306:2018</b>	Pautas oficiales, creadas por los organismos gubernamentales	Terminología del mantenimiento.
<b>Norma UNE EN 15341:2008</b>	Normalización española	Mantenimiento. Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento.
<b>NB 12017 2013</b>	Norma Boliviana	Sistemas de Gestión de Mantenimiento
<b>Normas IRIM</b>	Estándares de referencia que sirven de guía a responsables de Mantenimiento para llevar a cabo su trabajo de forma óptima.	Serie 100, serie 2000, serie 4000.
<b>ANSI TAPPI TIP 0305-34: 2008</b>	American National Standards Institute – ANSI	Protocolo imprescindible en cualquier departamento de Mantenimiento, enseña de manera práctica, cómo crear y mantener una checklist con información vital para un correcto mantenimiento.
<b>Ley 336 de 20 de 1996</b>	Congreso de Colombia	Disposiciones generales para los modos de transporte. Capítulo Primero. Reposición de equipos.

<b>Norma</b>	<b>Entidad que emite</b>	<b>Descripción</b>
<b>GTC 20</b>	Elaborada y difundida por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).	Cuestionario tipo de evaluación de una empresa de mantenimiento
<b>GTC 62</b>	Elaborada y difundida por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).	Establece las definiciones que se utilizan en el área de mantenimiento en plantas industriales

Fuente: Propia

## **Diseño Metodológico**

### **Tipo y Enfoques de Investigación**

La investigación es Aplicada (Tamayo Tamayo, 2006), no se orienta hacia la conformación de teoría; en este caso se confronta la teoría con la realidad, para generar cambios conducentes a realizar mejoras, se soluciona problemas que existen, a través de la teoría del mantenimiento buscando la disponibilidad de los tracto camiones.

La investigación corresponde al método descriptivo, (Mejía Jervis, 2020), donde se especifican e identifican propiedades, características y rasgos del objeto de estudio, para este caso todos los esfuerzos apuntan a describir como mejorar la efectividad del área de mantenimiento de la empresa Transportliquidos S.A.S.

El nivel de esta investigación es de tipo correlacional, no solamente busca identificar y caracterizar las variables de gestión de mantenimiento, calidad de servicio y sus dimensiones; sino que además determina la relación existente entre ellas; así mismo hasta donde se abaraca con el desarrollo del estudio y los niveles a indagar en cada aspecto del fenómeno estudiado. (Hernández, Fernández, & Batista, 2010)

Para Dávila Newma, (2006), el método que se utilizó fue el deductivo, dado que se parte de la observación, donde se plantean premisas teniendo en cuenta los resultados y se infieren conclusiones del estado en que se encuentra actualmente el área de mantenimiento y proponer su mejora.

De acuerdo con la intención de los investigadores, el diseño es no experimental, es decir no requieren la manipulación de variables, solo se recopila información sobre su estado natural. Según (Hernández, Fernández, & Batista, 2010) se pueden definir como: gráficas estructuradas de un proyecto que no solo involucran las interrogantes formuladas, sino principalmente trazan la ruta que se debe seguir en el trabajo de medición de las variables, como se pretende en este trabajo la información se recolectará del área de mantenimiento de la empresa.

### ***Variables de Medición***

Para la conformación del sistema de variables de este trabajo, se utilizarán los objetivos específicos como determinante en la obtención de las variables de estudio, la siguiente tabla No. 2 muestra las variables a analizar.

**Tabla 2.**

*Variables de estudio.*

<b>Nombre</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Operatividad del activo</b>	Interviniente	Función de un activo o sistema dentro de un periodo de tiempo establecido y para un logro determinado
<b>Confiabilidad del activo</b>	Interviniente	Expectativa del tiempo en el que el equipo está en plena actividad.
<b>Gestión de mantenimiento</b>	Independiente	Serie de actividades para los activos y recursos de una empresa, donde se controla objetivos, costes, tiempos, recursos y se asegura el cumplimiento de estándares



Nombre	Clasificación	Descripción
<b>Retraso del mantenimiento</b>	Independiente	Actividades descritas dentro del procedimiento de mantenimiento que se encuentran en espera o ejecución.

Nota: En esta tabla se observa las variables a tener en cuenta. Fuente propia

### ***Recolección y Análisis de Datos***

Dentro de las técnicas que se utilizaron para la elaboración de esta investigación se tiene:

#### ***Observación***

Técnica basada en estudiar cuidadosamente el fenómeno, acontecimiento o suceso, recibir información e inspeccionar; es una base elemental en todo el desarrollo del estudio (García, 2014), en ella se respalda el observador para lograr un importante número de información de la empresa Transportliquidos S.A.S por la relación directa con la realidad y problemática que ocurre, para ello se usara un formato de observación (Ver anexo A).

#### ***Encuesta***

Se llevará a cabo con el Gerente de la empresa, el director, el coordinador y los auxiliares del área de mantenimiento, con el objeto de adjuntar más información base para la evaluación del sistema de mantenimiento con base en el cuestionario MQS (Ver anexo B), al tomar este cuestionario de la fuente referida en pie de página del mismo, se tiene en cuenta una adecuación de forma, adaptada a la estructura y necesidad del presente trabajo y de fondo teniendo en cuenta que al ser una empresa de transportes y no estar los activos objeto de mantenimiento dentro de la misma empresa, se percibe falta de comunicación y perdida de información concerniente al área; por tanto se incluyen preguntas para la obtención de dicha información; además se complementa la sección inicial del cuestionario con preguntas para la caracterización de la persona encuestada, a fin de poner en contexto la conformación del recurso humano que está involucrado con el área.

### ***Cuestionario de evaluación MQS***

Con este cuestionario se valoran de forma numérica las áreas de mantenimiento que requieren mayor atención ya que está basado en una metodología semicuantitativa. Para la presente investigación se tienen en cuenta una serie de preguntas distribuidas en seis aspectos generales, como caracterización y sectorización de la organización, criticidad de las rutas de inspección, manejo de la información sobre los equipos, situación del estado del mantenimiento actual, antecedentes de costos de mantenimiento, efectividad del mantenimiento actual (Ver Anexo C):

### ***Validez***

Los instrumentos a utilizar son la lista de chequeo y la encuesta, los cuales serán validados por un Ingeniero mecánico de la empresa de Transportliquidos S.A.S

### ***Unidad de Estudio o Muestra***

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizó un muestreo no probabilístico, es decir no se escogerá al azar el objeto o fenómeno de estudio por tanto la muestra es equivalente a los siete (7) colaboradores del área de mantenimiento y el gerente de la empresa, para un total de ocho (8) personas que se encuentran involucradas con el área objeto de investigación.

### ***Fases y Actividades Metodológicas***

Para dar respuesta a la problemática planteada, se diseñan tres etapas que corresponden al desarrollo de los tres objetivos específicos.

### ***Realizar una Recolección de Información Para el Análisis Diagnóstico del Estado Actual del Sistema de Gestión de Mantenimiento en la Empresa Transportliquidos S.A.S.***

La etapa de diagnóstico se basa en el conocimiento y análisis de los procesos que se llevan a cabo en el área de mantenimiento, para ello se realizan las siguientes actividades:

Visita al área de mantenimiento, es decir recorrido por las instalaciones donde funciona el área de mantenimiento y con una ficha de observación, se hacen las respectivas anotaciones observadas (Anexo A).

Encuestas dirigidas al personal de la empresa que intervienen en forma directa con el área de mantenimiento las cuales se distribuyen de la siguiente manera: Gerente de la empresa, director de mantenimiento y auxiliares del área de mantenimiento (Anexo B), estas permiten poner en contexto la situación actual de mantenimiento de la empresa y tener una base de evaluación del mismo. Cabe resaltar que, aunque la encuesta es dirigida y registrada por el investigador los cuestionarios son llenados en un medio digital (formulario de Google) para una mayor agilidad en la toma de la información y eficiencia en el análisis. Las respuestas obtenidas por parte del personal son dadas de forma cualitativa, estas respuestas son llevadas a una valoración numérica según los criterios de evaluación de la metodología MQS, esta valoración numérica es promediada para obtener una única valoración por pregunta y esta valoración es llevada al MQS para el análisis por aspecto, dimensión y general, cuyo resultado permite conocer de forma numérica el estado de las diversas áreas de mantenimiento, así como las que requieren mayor atención y la identificación de puntos débiles.

### ***Etapa 2. Análisis de la Información Recopilada del Estado Actual de la Gestión de Mantenimiento de Transportelíquidos S.A.S.***

Con la información recolectada se obtienen los resultados gráficos por cada dimensión individual planteada en el MQS, se identifican las áreas que requieran atención y/o con posibilidades de mejora, para la elaboración del nuevo plan de gestión que permita ayudar de manera eficiente en la gestión de mantenimiento de la empresa, una vez identificadas las áreas

con mayor deficiencia según el MQS se analiza la información extraída de la base de datos del sistema utilizado en el área de mantenimiento de la empresa y demás información suministrada por el personal del área para corroborar los resultados de la evaluación.

Para el análisis de los resultados obtenidos de la evolución MQS se usan como apoyo una tabla de análisis de diagnóstico (Anexo G), la cual permite una mejor visualización de los resultados de la evaluación; los resultados de este análisis son llevados a un diagrama de Ishikawa con el fin de identificar los puntos a corregir para el mejoramiento del sistema.

### ***Etapas 3 Plantear una Propuesta de Mejora para la Gestión de Mantenimiento en la Empresa Transportliquidados S.A.S***

A partir de los resultados de la aplicación de los cuestionarios basados en el MQS, el análisis de la evaluación del mismo, la lista de chequeo y la determinación de las oportunidades de mejora, se plantea una estrategia para la gestión de mantenimiento en la empresa Transportliquidados S.A.S que mejore los aspectos con falencias en el sistema actual de mantenimiento y contribuya con la optimización del mismo en su conjunto y por consiguiente un aumento de la productividad de la empresa.

## **Desarrollo del Proyecto**

### **Diagnóstico del estado Actual del Sistema de Gestión de Mantenimiento en la Empresa**

#### **Transporliquidados S.A.S.**

Luego de una entrevista con el gerente de la empresa donde se le explica la metodología del trabajo a realizar, se le exponen las herramientas a utilizar y el a su vez hace una validación de las mismas, se establece un cronograma de trabajo (Anexo D) en el cual se establecen las tareas a realizar en la empresa, los tiempos proyectados para las mismas y las herramientas y/o información requerida. Se concreta una reunión de socialización con el personal del área de mantenimiento donde se les explica la metodología de evolución y se procede a entrevistarlos uno a uno, en esta entrevista se les aplica la encuesta y a petición del mismo personal se toman algunas sugerencias de cada uno para tenerlas en cuenta en el análisis de la información; Cabe aclarar que las entrevistas se realizaron en orden ascendente jerárquicamente, hubo buena disposición del personal y buen acceso a información complementaria como los son: listas de chequeo, rutinas de inspección y una descarga de 8 meses de información del sistema información manejado por la empresa, lo cual permitió corroborar información y un mejor análisis.

**Figura 3.**

*Toma de Información a personal de Mantenimiento en Transportliquidos S.A.S*



NOTA. Fuente propia.

### ***Inspección Física del Área de Mantenimiento de la empresa Transportliquidos S.A.S***

Dentro de la recolección de datos se realiza la observación del área de mantenimiento teniendo en cuenta la zona de inspección de los vehículos ya que es en esta donde se realizan las únicas tareas de mantenimiento por parte de la empresa. y se obtienen los siguientes resultados:

**Ambiente Laboral.** al ser un área no cerrada a un costado del ingreso a las oficinas administrativas de la empresa se observa constantemente personal ajeno a las operaciones de la empresa dentro del área de inspección; sin embargo, durante las tres visitas no programadas a la planta no se observa indisciplina del personal. No es un espacio cerrado por lo cual cuenta con buena ventilación natural, iluminación natural y suficiente iluminación artificial para la atención de aquellas contingencias que en algunos casos requieren de la extensión de la jornada laboral, el área es limpia y ordenada dentro de lo que implica el trabajo con equipos y herramientas que

están en constante contacto de grasas y lubricantes; sin embargo los pisos de esta área no cuentan con ningún tipo de asfalto y/o concreto, no hay un sistema de desagüe de escorrentías y se observa un poco de humedad a pesar de que en esta área el terreno es más alto.

**Condiciones Laborales.** No hay sillas o mesas que soporten herramientas, si hay maquinaria y equipo adecuado y suficiente para efectuar las inspecciones y los servicios.

**Equipo de Seguridad.** Las personas en esta área no cuentan con gabachas, ni tapabocas; sin embargo, tienen un uniforme acorde al trabajo que desempeñan, tienen tapones auditivos y zapatos de acuerdo a su labor y al terreno en el que se encuentran laborando.

**Comunicación con el Área Administrativa de Mantenimiento.** El personal auxiliar de mantenimiento está en constante comunicación con sus superiores, recibiendo ordenes de trabajo y autorizaciones concernientes con las mismas, con tiempos oportunos para darle continuidad a los trabajos en los vehículos, no se presentan discusiones o polémicas entre el personal y muestran una gran destreza en la zona de trabajo.

**Control de los Equipos.** Los auxiliares de mantenimiento realizan inspecciones preoperacionales a los equipos al empezar la jornada de trabajo, aunque se detienen los equipos ante la presentación de una falla de los mismos, se cumple con el servicio de mantenimiento en el momento ya que la zona está rodeada de distintos talleres proveedores de servicios de la empresa y suplen la necesidad inmediata. Los quipos presentan un deterioro normal respecto a la antigüedad que tienen, no presentan oxido, ni desgaste de piezas, sus partes están completas y manejan repuestos de buena calidad. En general la apariencia física de los equipos es buena, aunque su vida útil esta por mitad.

***Resultados de la Encuesta Aplicada al Personal de Mantenimiento de la Empresa***

***Transportliquidados S.A.S***

**Caracterización del Personal Entrevistado.** La sede Villavicencio de Transportliquidos S.A.S es liderada desde un cargo gerencial cuyos objetivos son generar resultados al inversionista y la satisfacción del cliente; cabe resaltar que la persona entrevistada en el cargo al momento de realizar la presente investigación, lleva menos de un año en este cargo, de profesión contador con una amplia experiencia en grandes empresas, líder de equipos de trabajo y manejo de personal.

El área de mantenimiento está a cargo de un director de mantenimiento cuyo máximo nivel educativo es técnico; sin embargo su formación académica no incluye conocimientos de mantenimiento, es la persona de mayor antigüedad en la empresa ya que se encuentra a cargo del área de mantenimiento desde la conformación de la misma; es quien ha implementado todos cambios que se han llevado a cabo durante el crecimiento de la empresa por tanto conoce y controla todos los procesos que se llevan a cabo dentro del área; esta persona tiene a su cargo seis (6) personas, un (1) coordinador de tráfico, un (1) analista de operaciones, tres (3) auxiliares de mantenimiento y un (1) mecánico. La tabla 3, Muestra la antigüedad del personal de mantenimiento en la empresa.

**Tabla 3.**

*Antigüedad del personal de Mantenimiento en la empresa Transportliquidos S.A.S*

Antigüedad	Cargo
Menos de 1 año	Auxiliar de mantenimiento 1
De 1 a 3 años	Analista de Operaciones Coordinador de Trafico auxiliar de Mantenimiento 3 Mecano
De 3 a 5 años	Auxiliar de Mantenimiento 2
Más de 5 años	Director de Mantenimiento



Fuente propia

Dentro de las tareas asignadas por el director del área de mantenimiento a cada uno de sus colaboradores se encuentran las siguientes:

**Coordinador de tráfico:** Es la persona encargada de la programación y supervisión de las tareas de mantenimiento, además de la asignación de servicios a cada uno de los vehículos, a su vez es quien se encarga de generar los informes concernientes al área de mantenimiento solicitados por la gerencia.

**Analista de operaciones:** Esta persona es la encargada de la supervisión y el registro del desgaste de piezas de los vehículos, con el fin de analizar con el coordinador la disposición de las mismas frente a una reparación o posible cambio, a su vez es quien realiza y evaluó los trayectos recorridos por los vehículos para el análisis y la determinación del combustible consumido por servicio y de esta manera establecer las estaciones de servicio autorizadas para el re tanqueo de los mismos.

**Auxiliar de mantenimiento 1:** Es la persona encargada de la recepción de fallas por parte de los conductores, la emisión de las ordenes de trabajo y el registro de la información de la misma en el sistema de la empresa, una vez se ha llevado a cabo el cierre de la labor de mantenimiento.

**Auxiliar de mantenimiento 2, auxiliar de mantenimiento 3 y el mecánico:** son las personas encargadas de la inspección de los vehículos, son quienes confirman o no los trabajos solicitados por los conductores y adicionan a la orden de trabajo las demás que consideren pertinentes; además los auxiliares 2 y 3 son las personas que se encargan del seguimiento de la orden de trabajo una vez el vehículo es atendido por el proveedor de prestación de servicios de

mantenimiento y el arribo de algunos de los repuestos solicitados por los mismos cuando el proveedor de partes no los lleva hasta el taller.

En cuanto a la formación académica de este personal se obtuvo que el coordinador de tráfico, el auxiliar de operaciones, el mecánico y el auxiliar de mantenimiento 3 son tecnólogos, el auxiliar de mantenimiento 2 es bachiller y el auxiliar de mantenimiento 1 es profesional administrador de empresas; sin embargo, la única persona que manifiesta haber recibido conocimientos de mantenimiento o mecánica automotriz dentro de su formación académica es el mecánico.

### **Caracterización del Área de Mantenimiento de la Empresa Transportliquidos S.A.S.**

Transportliquidos S.A.S sede Villavicencio es una empresa con una estructura organizacional definida y documentada; las áreas que la conforman son: gerencia, dirección de mantenimiento y logística, dirección de HSEQ y gestión humana, la parte contable de la empresa está centralizada en la sede de Sabaneta Antioquia.

La empresa cuenta con un departamento de mantenimiento definido, sin embargo este no cuenta con un área como taller para gestionar los servicios de mantenimiento en su totalidad, la localización de la empresa es un lugar estratégico con más de 4 talleres aledaños para vehículos de carga pesada, en los cuales tercerizan estos servicios de mantenimiento y en el taller más cercano cuentan con autorización del propietario para realizar tareas simples de mantenimiento como inspección, engrases y ajustes de pernos y tuercas con insumos de la empresa y los cuales no generan costos de servicio.

Según el gerente manifiesta aun no tener conocimiento de toda la información que está o no documentada en la empresa ya que antes de su llegada, este cargo no existía y sus responsabilidades estaban a cargo del director de mantenimiento; también se indago a cerca del

conocimiento que tenía sobre la plataforma estratégica de la empresa, a lo cual manifiesta que en las reuniones con los inversionistas están claros los objetivos solicitados de cada sede, pero no es de su conocimiento si está o no documentada la plataforma estratégica.

A cerca de un sistema de gestión de compras, tanto el gerente como el director de mantenimiento manifiestan que no se maneja dentro de la empresa y que tampoco cuenta el área de mantenimiento con un almacén de repuestos y por tanto no existe un inventario documentado; sin embargo, Transtporliquidados S.A.S es quien suministra los insumo y repuestos a los proveedores de servicios, para estos elementos cuentan con otros proveedores de los cuales tampoco manejan una base de datos, más estos tienen una amplia antigüedad como proveedores de la empresa y con todos tanto servicios como repuestos e insumos manejan una cartera de crédito.

En cuanto a si la empresa cuenta con una gestión por procesos, el gerente manifiesta que si esta implementada y documentada, sin embargo en el área de mantenimiento se observa falta de claridad y duda en la toma de decisiones frente a los procedimientos como lo son el de gestión de las ordenes de trabajo (Anexo E), el cual es un proceso que inicia con el reporte de fallas por parte del conductor para abrir una orden de trabajo hasta el cierre de la misma luego de la prestación del servicio de mantenimiento. Las inspecciones cuentan con unas rutinas de mantenimiento por kilometraje (Anexo F) definidas por su principal cliente Ecopetrol, sin embargo, no existe una parada programada del vehículo para la realización de las mismas y generalmente se realizan durante los cambios de aceite, el cumplimiento de estas rutinas está sujeto al tiempo que tiene el vehículo según guía de movilización, dándole prioridad a la operación.

## **Analizar la Información Recopilada del Estado Actual de la Gestión de Mantenimiento de Transportliquidos S.A.S Mediante Herramientas de Ingeniería**

Para esta segunda etapa del desarrollo de la investigación se analizan las respuestas de los cuestionarios aplicados al personal que interviene con el área de mantenimiento, los temas son abordados de lo general a lo particular, calificando cada dimensión y de acuerdo a esto se puede observar dentro de esta dimensión cual es el aspecto relevante y por qué según la calificación del aspecto, de acuerdo a la valoración de las respuestas a las preguntas de los cuestionarios aplicados.

Como apoyo para el análisis de esta información se usó como herramienta una tabla de diagnóstico (Anexo G), gracias al indicador de semáforo esta tabla ofrece una ruta crítica de los puntos que requieren mayor atención, de manera que aunque se pueden observar aspectos y dimensiones bien implementadas la marcación color amarillo indica que es un punto de atención por encontrarse en límites inferiores de valoración, de igual manera con aquellos aspectos y dimensiones que aunque su estado es regular se muestra una marcación color rojo que indican estar en el límite inferior de valoración; las marcaciones color verde son aspectos y dimensiones que se encuentran bien implementados y presentan una buena base de información documentada que permite realizar un seguimiento confiable.

### ***Diagnóstico de la Valoración del Estado Actual del Área de Mantenimiento Utilizando el Cuestionario MQS***

Teniendo en cuenta las respuestas cualitativas de valoración dadas por las personas que intervienen de una u otra manera con el área de mantenimiento, estas respuestas se codifican a una valoración numérica que permite realizar el análisis cuantitativo bajo un criterio de

valoración y los resultados se exponen a continuación. En la tabla 4 se describe el criterio de valoración que se tiene en cuenta para el análisis del cuestionario:

**Tabla 4.**

*Criterio de Valoración MQS*

Puntaje	Valoración
1,0 a 1,6	Aspecto con Deficiencias
1,7 a 3,3	Aspecto Regular
3,4 a 5	Aspecto Bien Implementado

Fuente: Técnicas de Auditoría aplicadas en los procesos de Gestión del Mantenimiento y de la Confiabilidad.

**Análisis MQS Total.** Con una valoración de 3,57 la dimensión de criticidad de las rutas de inspección se encuentra Bien implementado, el manejo de la información sobre los equipos con una valoración de 3,10 se encuentra en el límite superior de valoración; sin embargo su estado es regular, el estado de mantenimiento actual con una valoración de 3,46 se encuentra bien implementado, los antecedentes de costo de mantenimiento con una valoración de 3,70 se encuentra bien implementados, la efectividad del mantenimiento actual con una valoración de 2,93 se encuentra regular (Tabla 5).

**Tabla 5.**

*Análisis MQS Total*

Dimensión	Valoración	Estado
Criticidad de las Rutas de Inspección	3,57	BIEN IMPLEMENTADO
Manejo de la Información	3,10	REGULAR
Estado del Mantenimiento Actual	3,46	BIEN IMPLEMENTADO

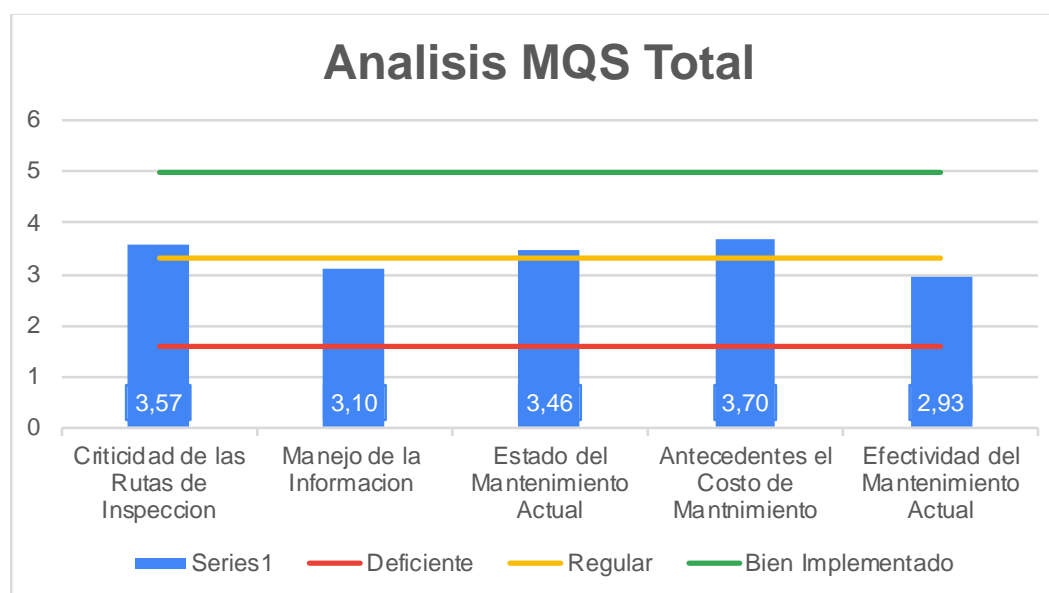
Antecedentes el Costo de Mantenimiento	3,70	BIEN IMPLEMENTADO
Efectividad del Mantenimiento Actual	2,93	REGULAR

Fuente: Propia

Como se puede apreciar en la figura número 4, ninguna de las dimensiones se encuentra por debajo del límite con deficiencias y si bien en general la evaluación arroja un sistema bien implementado, es a causa de que tres de sus dimensiones promedian esta valoración; sin embargo, estas tres dimensiones se encuentran en el límite inferior del campo óptimo de implementación lo cual indica que hay puntos por mejorar, lo cual se ajusta a la realidad observada y manifestada por los entrevistados donde se evidencia falta de estructuración y análisis de la información disminuyendo la efectividad del mantenimiento actual. Las dos dimensiones que se encuentran en estado regular demandan una intervención inmediata que permita optimizar el sistema en su conjunto para lo cual se analiza dimensión por dimensión.

**Figura 4.**

#### *Análisis total de Mantenimiento*



*Nota.* fuente propia.

**Criticidad de las Rutas de Inspección.** Se tiene que el aspecto de sectorización de los vehículos con un puntaje de 2,96 se encuentra regular, el aspecto de criticidad de los vehículos con un puntaje de 3,29 aun cuando en el límite inferior, se encuentra bien implementado y el aspecto del dimensionamiento de los tiempos de mantenimiento con un puntaje de 4,48 se encuentra bien implementado (Tabla 6).

**Tabla 6.**

*Criticidad de las Rutas de Inspección*

Aspecto	Valoración	Estado
Sectorización de los vehículos	2,96	REGULAR
Criticidad de los vehículos	3,29	BIEN IMPLEMENTADO
Dimensionamiento de los tiempos de mantenimiento	4,48	BIEN IMPLEMENTADO

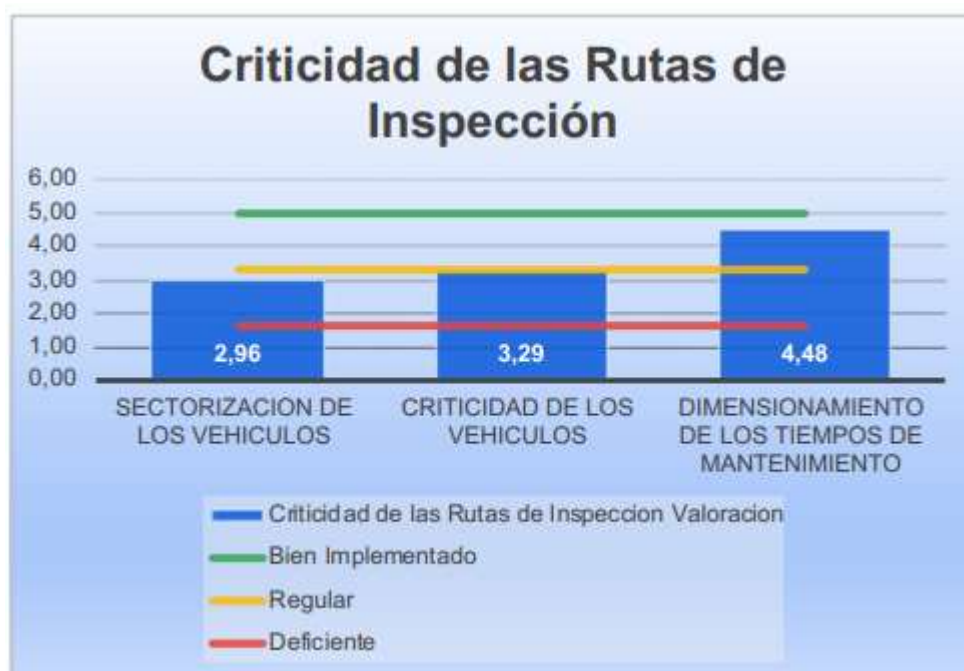
Fuente: Propia

La figura 5 muestra una buena valoración en el aspecto de dimensionamiento de los tiempos de mantenimiento, apoyados en la información suministrada por los colaboradores se puede deducir que los resultados son debido a que si bien no existe una sectorización de los vehículos, la identificación por placas permite una buena identificación de los mismos y codificación de la información de cada uno, la empresa cuenta con procedimientos de mantenimiento que se llevan a cabo según las rutinas suministradas por su principal proveedor Ecopetrol, pero no hay una confiabilidad del cumplimiento de las mismas y estas rutinas en si no constituyen los procedimientos para llevar a cabo un buen plan de mantenimiento; el sistema digital de manejo de información con el que cuenta la empresa permite el registro de tiempos de mantenimiento sin embargo este no se está haciendo de forma adecuada, la empresa tiene buen

control sobre el registro de kilometraje de los vehículos y de esta manera se tiene control de desgaste de partes en base a especificaciones del fabricante.

**Figura 5.**

*Criticidad de las Rutas de Inspección.*



*Nota.* fuente propia

**Manejo de la Información.** En lo que respecta al manejo de la información del área de mantenimiento dentro de la empresa se observa lo siguiente: la información sobre los vehículos con un puntaje de 3,13 se encuentra regular, la información sobre el mantenimiento con un puntaje de 3,77 se encuentra bien implementado, la información sobre el manejo de los recursos



con un puntaje de 2,38 se encuentra regular, la información sobre los indicadores con un puntaje de 3,12 se encuentra regular y la información sobre el manejo de personal con un puntaje de 3,10 se encuentra regular (Tabla 7).

**Tabla 7.**

*Manejo de la Información.*

<b>Aspecto</b>	<b>Valoración</b>	<b>Estado</b>
Sobre los vehículos	3,13	REGULAR
Sobre el mantenimiento	3,77	BIEN IMPLEMENTADO
Sobre el manejo de los recursos	2,38	REGULAR
Sobre indicadores	3,12	REGULAR
Sobre el manejo del personal	3,10	REGULAR

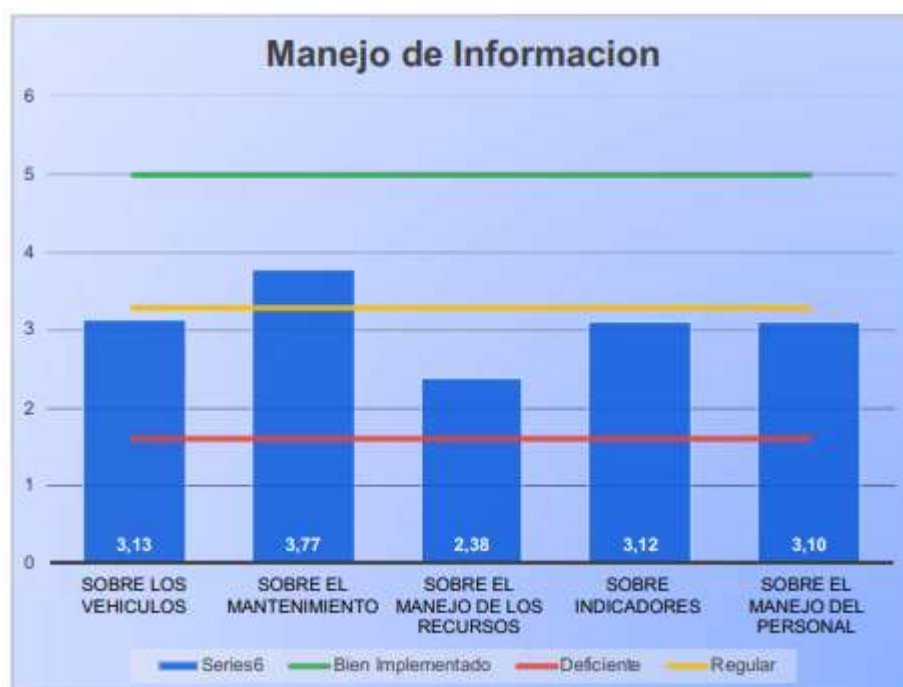
Fuente: Propia

En la figura 6 se puede observar, que respecto al manejo de la información el aspecto mejor implementado es concerniente a la información de mantenimiento, esto debido a que el sistema digital de registro de información con el que actualmente cuenta el área, tiene suficientes campos de ingreso de información, los cuales a su vez se apoyan con las ordenes de trabajo de los mantenimientos que se realizan, en esta dimensión el aspecto que requiere de una mayor atención es la información concerniente al manejo de los recursos, puesto que si bien las ordenes de trabajo especifican los materiales e insumos requeridos en cada una, estos están siendo

ingresados al sistema de una forma no discriminada, lo cual no permite una sistematización eficiente de la información para la realización de análisis de costos de los mismos y proyecciones de aprovisionamiento. Respecto a los demás aspectos hacen falta indicadores de control, restructuración de los formatos de órdenes de trabajo de una manera que permita un mejor registro de los tiempos de gestión y responsables de cada tarea.

**Figura 6.**

*Manejo de la Información.*



*Nota.* fuente propia

**Situación del Estado Actual de Mantenimiento.** Los resultados de la valoración del estado actual de mantenimiento en el aspecto de la integración del personal de operaciones con el área de mantenimiento con un puntaje de 3,29 en el límite superior se encuentra regular, en

cuanto a la programación de las tareas de mantenimiento con un puntaje de 4,71 se encuentra bien implementado, el aspecto de antecedentes para programar el mantenimiento se encuentra bien implementado con un puntaje de 3,75 y la generación de índices de control y retroalimentación se encuentra regular con un puntaje de 2,09 (Tabla 8).

**Tabla 8.**

*Situación del Estado Actual de Mantenimiento.*

<b>Aspecto</b>	<b>Valoración</b>	<b>Estado</b>
Integración del personal de operaciones	3,29	REGULAR
Programación de las tareas de mantenimiento	4,71	BIEN IMPLEMENTADO
Antecedentes para programar el mantenimiento	3,75	BIEN IMPLEMENTADO
Generar índices de control y retroalimentación	2,09	REGULAR

Fuente: Propia

La figura número 7 permite observar el estado actual de mantenimiento y la mejor valoración en implementación, se observa en el aspecto de la programación de las tareas de mantenimiento; esta valoración se le atribuye a la inspección preoperacional realizada por los conductores, esta inspección es realizada en base a un check list (Anexo H) que arroja el sistema de información y se maneja a través de una aplicación desde el celular enlazado vía internet directamente a la base de información del sistema en la empresa, lo cual para este aspecto en específico es bueno; sin embargo esta lista de chequeo es muy extensa y el personal administrativo manifiesta que no es eficiente una vez que no hay confiabilidad de la información

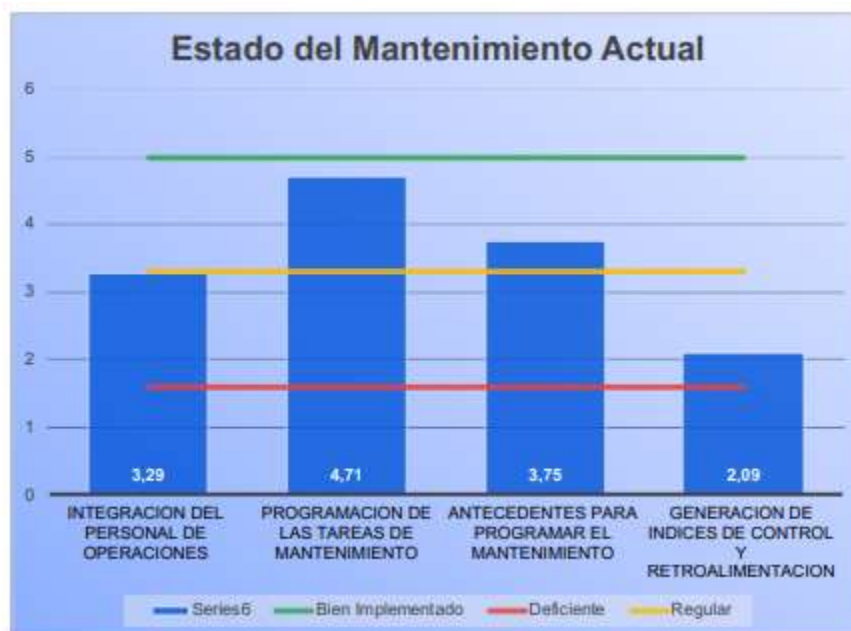
registrada, ya que se han evidenciado fallas en servicios de mantenimiento que no han sido reportadas en estos preoperacionales.

En esta dimensión el aspecto con menor valoración es la generación de índices de control y retroalimentación; al indagar por control de tiempos en la gestión de mantenimiento el personal manifiesta ser diligente y efectivo con el manejo de los tiempos, ya que generalmente se realizan mantenimientos en medio de la prestación de servicios al cliente, los cuales están sujetos a una guía de movilización, con un tiempo limitado de autorización de operación en ese servicio; sin embargo lo que hace que esta valoración sea tan baja es la falta de registro de estos tiempos, lo cual no permite la generación y/o el control de los mismos.

De acuerdo al criterio de valoración MQS esta dimensión se encuentra "bien implementada", los conductores si están integrados al sistema, aunque su valoración se encuentra en el límite inferior (3,46), pero falta registro de información tanto en formatos actualizados como en el sistema de información que permita la generación de índices de seguimiento y control.

**Figura 7.**

### Situación del Estado Actual de Mantenimiento



Nota. fuente propia

**Antecedentes del Costo de Mantenimiento.** Para valorar la dimensión que corresponde a los antecedentes del costo de mantenimiento se tienen en cuenta únicamente las respuestas del gerente, el director del área de mantenimiento y el coordinador de tráfico, quienes son las personas encargadas de gestionar el presupuesto que corresponde a esta área, en esta dimensión el aspecto de análisis de remplazo de equipos con un puntaje de 4,10 se encuentra bien implementado, el análisis de remplazo de la falla o grupo de partes con un puntaje de 3,90 se encuentra bien implementado, el análisis para saber si implementar un mantenimiento propio o tercerizado con un puntaje de 3,20 se encuentra regular y el análisis de la evolución de los costos con un puntaje de 3,60 se encuentra bien implementado (Tabla 9).

**Tabla 9.**

*Antecedentes del Costo de Mantenimiento.*

Aspecto	Valoración	Estado
---------	------------	--------

Análisis de remplazo de equipos	4,10	BIEN IMPLEMENTADO
Análisis de remplazo la falla o grupo de partes	3,90	BIEN IMPLEMENTADO
Análisis para mantenimiento propio o tercerizado	3,20	REGULAR
Análisis de la evolución de los costos	3,60	BIEN IMPLEMENTADO

Fuente: Propia

La figura 8 permite observar que los antecedentes del costo de mantenimiento es la dimensión mejor implementada de la gestión del mantenimiento en Transportliquidos S.A.S; esto debido a que se registran en el sistema de información todos los costos de mantenimiento que se generan con cada orden de trabajo y el sistema a su vez permite la descarga de esta información y tener unos índices iniciales de control, se habla de índices iniciales, ya que aún falta discriminar más los costos en el sistema, para poder mejorar los indicadores de seguimiento y control que permitan realizar tareas de gestión como: gestión de compra adecuada, proyección de costos, proyección de consumo de servicios, proyección de consumo de repuestos, entre otros que constituyan el mejor soporte para la toma de decisiones. El único aspecto con una baja valoración es el análisis frente a evaluar si es más rentable subcontratar o tener un taller para los servicios de mantenimiento, en lo cual tanto el personal como el gerente de la empresa indicaron no haber realizado análisis alguno y no estar interesados en hacerlo ya que no consideran que contar con esta área sea un aporte a la función misional de la empresa, los directivos consideran esto como una inversión de mayores recursos para el mismo beneficio, sucede lo mismo con la posibilidad de contar con un inventario de repuestos de mantenimiento, manifiestan estar abiertos a recibir inventario en consignación para el consumo pero no consideran rentable tener un stock de repuestos, ya que tienen muy buenos proveedores con quienes se aprovisionan rápidamente.

**Figura 8.**

*Antecedentes del Costo de Mantenimiento.*



*Nota.* fuente propia

**Efectividad del mantenimiento actual.** Por último se evalúa la efectividad del mantenimiento actual; la valoración de sus aspectos arrojan los siguientes resultados: programación de las actividades de mantenimiento con un puntaje de 1,70 se encuentra regular, la administración de los trabajos de mantenimiento con un puntaje de 4,01 se encuentra bien implementado, en cuanto a los procedimientos de mantenimiento con un puntaje de 3,70 se encuentra bien implementado, en el manejo de las relaciones humanas con un puntaje de 2,91 se encuentra regular y en cuanto al manejo de repuestos y herramientas con un puntaje de 2,33 se encuentra regular (Tabla 10).

**Tabla 10.**

*Efectividad del mantenimiento actual.*

Aspecto	Valoración	Estado
Programación de actividades	1,70	REGULAR
Administración de trabajos	4,01	BIEN IMPLEMENTADO
Procedí. para el mantenimiento	3,70	BIEN IMPLEMENTADO
Manejo de relaciones humanas	2,91	REGULAR
Manejo de repuestos y herramientas	2,33	REGULAR

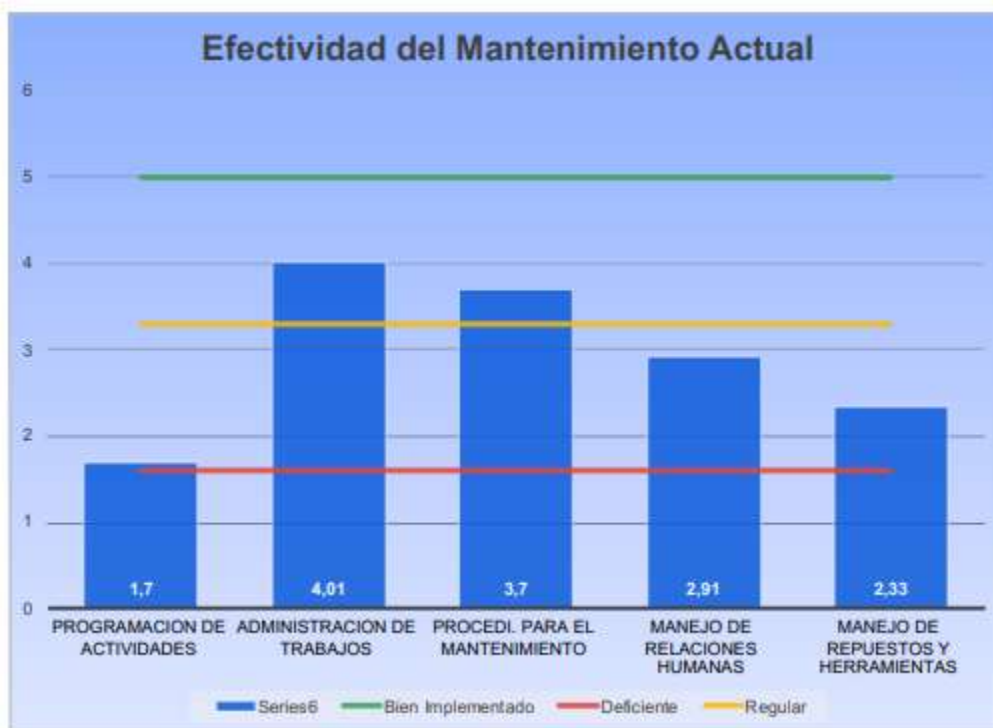
Fuente: Propia

La figura 9 permite ver la efectividad del mantenimiento actual de Transportliquidos S.A.S, la evaluación de esta dimensión se traduce en saber si todos los aspectos evaluados en las dimensiones anteriores están o no dando resultados frente la forma como se está llevando a cabo la gestión del mantenimiento, la respuesta es sí, el mantenimiento está siendo efectivo, la gráfica muestra que hay una buena administración de trabajos y siguen procedimientos ordenados para las labores de mantenimiento, los aspectos que se ven bajos en la gráfica respecto a las líneas de medición de implementación es porque si bien el mantenimiento está siendo efectivo, aún no está siendo lo suficientemente eficiente, falta registro de información y una reingeniería de los procesos de gestión de mantenimiento que estén enmarcados en un plan estratégico empresarial, que aporte a la consecución de los objetivos estratégicos de la empresa.

**Figura 9.**



*Efectividad del Mantenimiento Actual.*



*Nota.* fuente propia

Para la identificación de los puntos a mejorar en la gestión del sistema de mantenimiento de la empresa Transportliquidos S.A.S se traduce la ruta crítica marcada por la tabla de análisis en un diagrama de Ishikawa (Figura 10). En esta se toma como problema central el hecho de que si bien el sistema de gestión de mantenimiento está siendo efectivo, aun puede ser más eficiente con la potenciación de puntos claves que podrían mejorar su eficiencia, un ejemplo de esto es la programación de actividades de mantenimiento que según la evaluación MQS se encuentra en el límite inferior de ser un aspecto regular a deficiente, las causas de esto en la inexistencia de un plan de mantenimiento por vehículo, la falta de documentación y estandarización de procedimientos para la atención de diferentes tipos de mantenimiento y la falta de formatos de seguimiento y control que permitan el registro de la información en cada etapa del proceso.

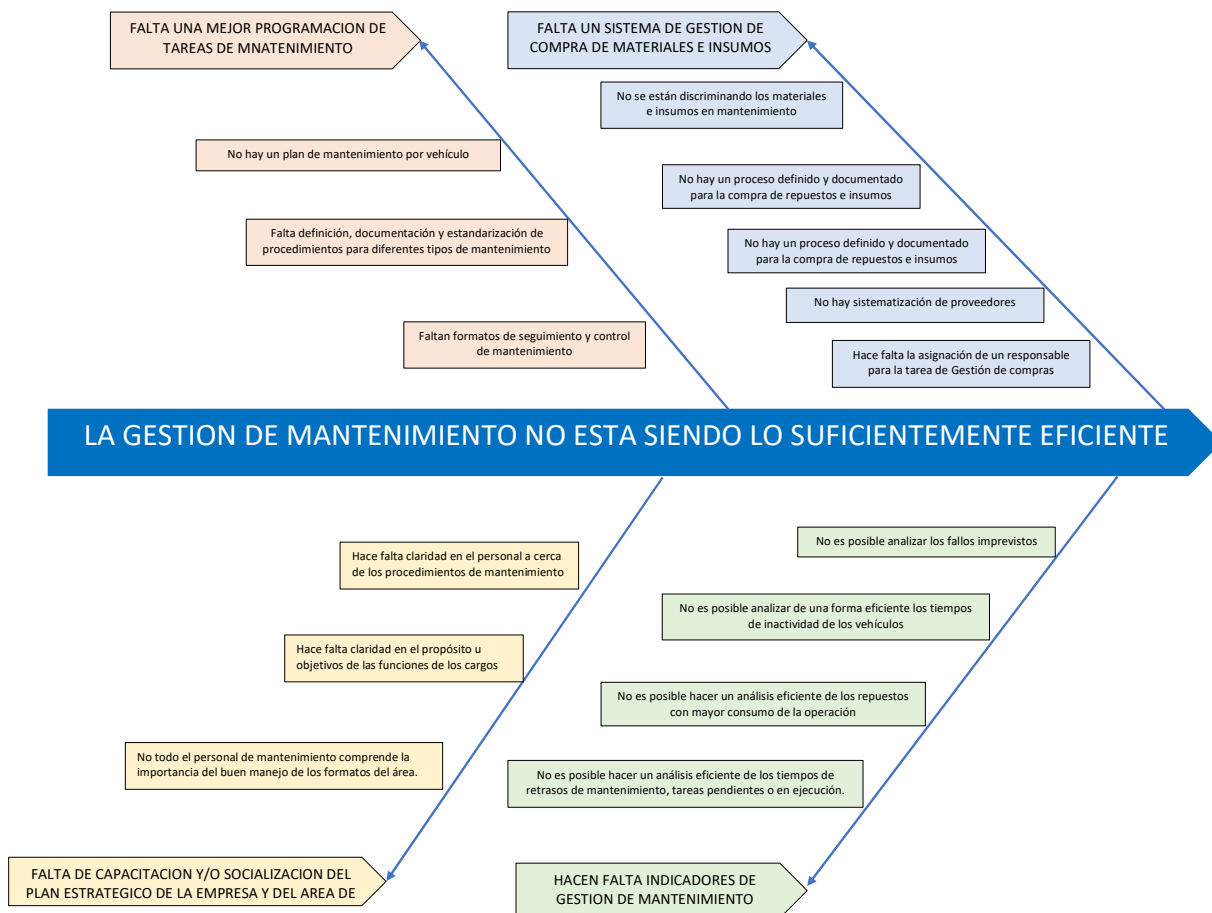
El manejo de repuestos y herramientas es una dimensión con valoración baja, en esta se evidencia una oportunidad de mejora frente a la implementación de un sistema de gestión de compras que permita un mejor manejo de la información, de los procedimientos de compra, mayor agilidad en el análisis de proveedores y con todo esto una reducción de costos.

Actualmente la empresa se encuentra certificada con las ISO 9001, 14001 y 45001 y las capacitaciones y socializaciones al personal han sido enfocadas en darle cumplimiento a estas normas, el personal del área de mantenimiento tiene claras las funciones de sus puestos de trabajo y las tareas a realizar para dar cumplimiento en los mismos, teniendo en cuenta las indicaciones de cumplimiento de las normas; sin embargo el personal de mantenimiento manifiesta no tener claros los objetivos a alcanzar dentro del área y así mismo la ruta que los conduzca a ellos, ante la falta de un plan estratégico empresarial no hay una socialización del mismo al personal o un análisis del avance en la consecución del mismo.

Hay una evidente falta de indicadores de control, por tanto, no es posible analizar la tasa de fallos imprevistos, no es posible analizar los tiempos de inactividad de los vehículos o los tiempos de mantenimiento, entre otros muchos indicadores que permitirían una mayor eficiencia del sistema de mantenimiento.

**Figura 10.**

*Diagrama Causa y Efecto.*



*Nota.* fuente propia.

## **Plantear una Propuesta de Mejora para el Área de Gestión de Mantenimiento en la Empresa Transportliquidos S.A.S**

Partiendo del análisis del diagrama de Ishikawa, lo cual es el compilado de todo el análisis de las distintas herramientas usadas en el presente trabajo, se plantean acciones de

mejora inmediata que ayudan en gran manera en la toma de control sobre los procesos llevados a cabo en la gestión del sistema de mantenimiento de la empresa Transportliquidos S.A.S, sin embargo se considera que la empresa debe comenzar un proceso de direccionamiento de su sistema de gestión de mantenimiento hacia la metodología RCM, la cual proporciona objetivos claros para cada una de los subsistemas, haciendo más fácil al recurso humano la realización de sus tareas y llevando el área de mantenimiento a un mayor control de sus recursos y un estado de mejoramiento continuo (Campos López, Tolentino Eslava, Toledo Velásquez, & Tolentino Eslava, 2018).

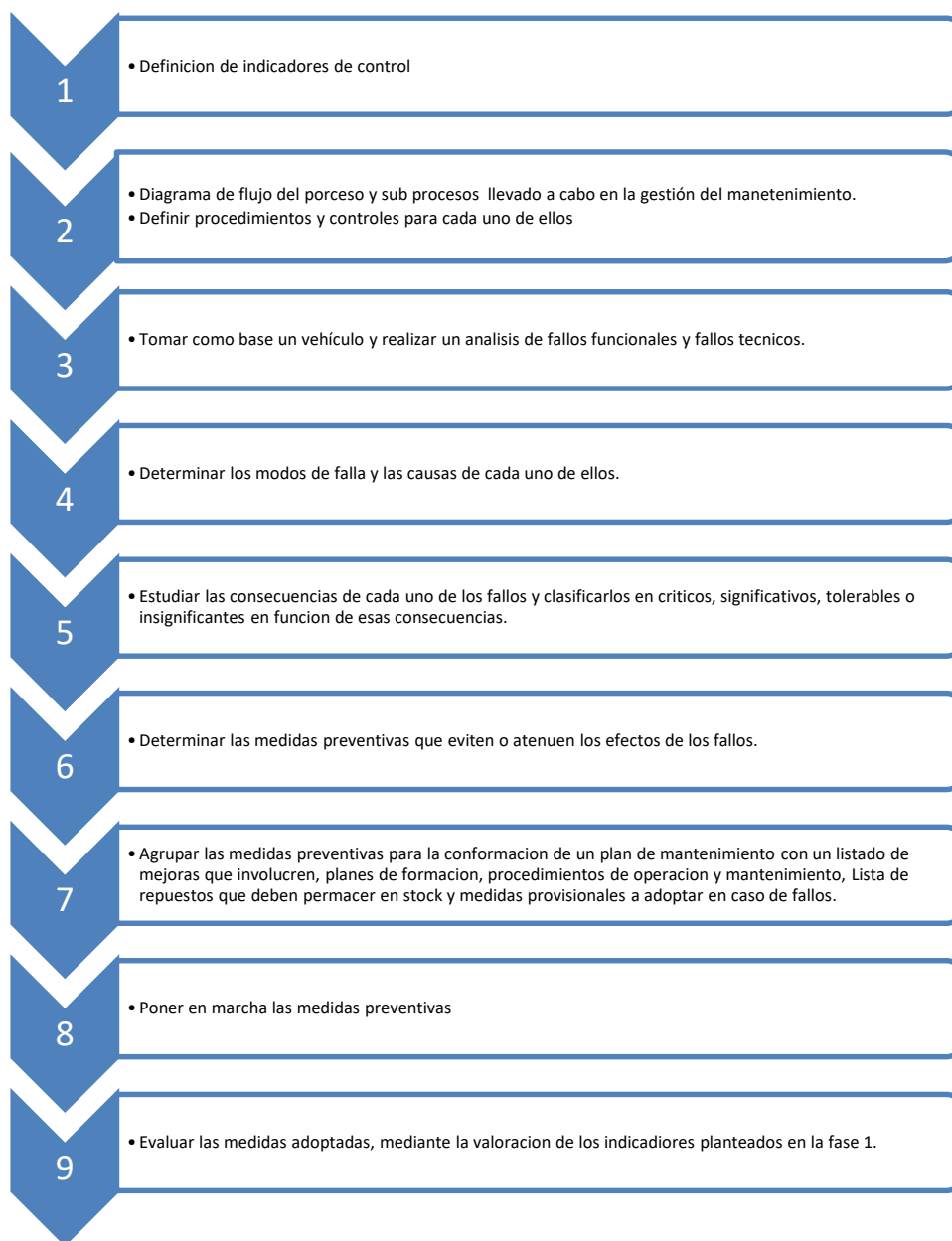
A continuación, se describen los principales beneficios que obtendría la empresa con la implementación de esta metodología.

- Mejorar la comprensión del funcionamiento de sus vehículos
- Analizar todas las posibilidades de fallo de sus vehículos y desarrollar mecanismos que traten de evitarlos, ya sean producidos por causas intrínsecas al propio equipo o por actos personales.
- Determina una serie de acciones que permitan garantizar una alta disponibilidad de los vehículos. (Poveda y Martínez, 2012)

Se considera que la empresa se encuentra en el sector indicado y cuenta con los recursos necesarios para llevar un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) de sus vehículos; el sistema de registro de información digital que maneja la empresa, proporciona la información necesaria para el manejo de las herramientas técnicas que se usan en la implementación de esta metodología, a continuación se describen las fases que se deben llevar a cabo en la empresa para la implementación de la metodología (figura 11).

**Figura 11.**

### *Fases para la Implementación de RCM en Transportliquidos S.A.S*



*Nota.* fuente propia.

### ***Indicadores de Gestión para el Sistema de Mantenimiento de la Empresa Transportliquidos S.A.S***

Dentro de las acciones de mejora necesarias para potenciar el sistema de gestión de mantenimiento en la empresa está la implementación de un tablero de control, lo ideal sería

manejar un Balance Scorecard también conocido como cuadro de mando integral, este permite estructurar los objetivos estratégicos de la organización y ponerlos a prueba según una serie de indicadores que evalúan el desempeño de todas áreas. Para el caso del área de mantenimiento, la implementación de un tablero de control como acción de mejora inmediata, optimizara el seguimiento y control de la productividad de sus procesos; este tablero permite generar información pertinente para una acertada toma de decisiones, genera alertas tempranas para asegurar la consecución de las metas, aumenta la transparencia y la confiabilidad del área, evalúa el desempeño del área y en general aumenta la eficiencia del sistema. (Kaplan y Norton, 2007)

Es necesario la evaluación minuciosa de los procesos y subprocesos del área de mantenimiento tal como lo indica la fase dos (2) de la Implementación del RCM (figura 11), Una vez se conocen a profundidad los procesos y recursos que intervienen en la gestión del sistema de mantenimiento es importante definir los indicadores que harán parte del tablero de control.

Entre los principales indicadores para la gestión del mantenimiento se encuentra el Downtime, conocido como tiempo de inactividad del equipo; esta métrica es un complemento directamente relacionado al modelo de gestión RCM, ya que al igual que esta metodología monitorea y evalúa la fiabilidad del activo. (Amendola L, 2003)

Otros de los indicadores que contribuyen con el control de la buena gestión del mantenimiento es el backlog, el cual se traduce como el retraso del mantenimiento y representa la acumulación de actividades pendientes o en ejecución y El MTBF conocido como el indicador de confiabilidad, el cual mide la tasa de fallos no previstos, teniendo en cuenta solo aquellos que causan Downtime. Aunque existen otros indicadores recomendados para el apoyo del modelo RCM que dan muy buenos resultados a la hora de evaluar el modelo de gestión, la implementación de estos tres brinda un soporte muy útil a la hora de tomar decisiones, planificar

acciones y mejorar de manera continua el rendimiento del área de mantenimiento. (Amendola L, 2003)

### ***Análisis de Modo y Efecto de Fallo AMEF.***

Existen tres tipos de AMEF; de sistema, de proceso y de diseño, para la gestión del sistema de mantenimiento de la empresa Transportliquidos S.A.S se debe implementar un AMEF de sistema que permita asegurar la operatividad de los vehículos, en este caso no hay una sectorización de los vehículos, ya que toda la flota corresponde a camiones con similitud de fallos al tratarse de el mismo tipo y cumplir la misma función. Si bien los tres tipos de AMEF difieren en su uso y en el enfoque de evaluación los pasos para su consecución son iguales en los tres. (Luna, Mosquera, Suarez, & Mendoza, 2020)

1. Determinar el producto o proceso a analizar: Para el caso de Transportliquidos se recomienda el análisis de los modos de fallo de un vehículo. Para mostrar un ejemplo claro de la implementación de AMEF se toma el proceso de gestión de mantenimiento y los modos de fallo que se han venido identificando en el diagnostico ya realizado.
2. Se divide el vehículo en sistemas y se realiza un listado de ellos. Para este ejemplo se lista el proceso de gestión de mantenimiento.

### **Tabla 11.**

*Actividades del Proceso de Gestión de Mantenimiento.*

<b>Actividades del proceso</b>	
<b>1</b>	Inspección preoperacional de los vehículos por parte del conductor
<b>2</b>	Programación de mantenimiento

- 3 Recepción de fallas del vehículo en el área de coordinación de mantenimiento
- 4 Emisión de Orden de Trabajo OT. Con presuntas fallas a revisar
- 5 Inspección de las presuntas fallas del vehículo por parte del personal mecánico de la empresa.
- 6 Aprobación de OT con fallas reales del vehículo
- 7 Ingreso de vehículo al taller
- 8 Supervisión de las tareas de mantenimiento a realizar
- 9 solicitud de repuestos a coordinación de mantenimiento
- 10 Cotización de repuestos con proveedores
- 11 Solicitud de respuestas
- 12 Arribo de repuestos al taller
- 13 Salida del vehículo del taller
- 14 Solicitud de facturas de los proveedores de repuestos y de servicios
- 15 Cierre de la OT
- 16 Ingreso de la información de mantenimiento al sistema de información digital

Fuente: Propia

3. Se describe la función de cada parte del sistema, en este caso de cada actividad del proceso.
4. Se determina los posibles modos de falla de cada parte del sistema
5. Se listan los efectos de los potenciales modos de falla (Tabla 11)

**Tabla 12.**

*Modos de Falla y Efecto.*

ACTIVIDADES	MODO DE FALLA	EFECTO
Inspección preoperacional de los vehículos por parte del conductor	No se realiza la rutina de inspección completa	los vehículos presentan fallas en los sistemas que debieron detectarse en los preoperacionales
Programación de mantenimiento	No se cumplen los tiempos de mantenimiento programados	Las piezas del vehículo sufren un mayor desgaste
Recepción de fallas del vehículo en el área de coordinación de mantenimiento	La información que llega a coordinación es incorrecta	Demoras en la digitación de la información en la OT
Emisión de Orden de Trabajo OT. Con presuntas fallas a revisar	Sistema de emisión des energizado o inactivo no se puede imprimir	Demoras en la emisión de la OT
Inspección de las presuntas fallas del vehículo por parte del personal mecánico de la empresa.	El encargado de la inspección no cree necesarios todos los pasos de la rutina de mantenimiento Falta de llenado de la orden de trabajo en el lugar de inspección u/o marcación de la lista de	Paso por alto de fallas graves del vehículo Olvido de información necesaria para registro en el sistema



ACTIVIDADES	MODO DE FALLA	EFECTO
	chequeo de la rutina de mantenimiento	
Aprobación de OT con fallas reales del vehículo	La OT está mal diligenciada o ilegible	No ingreso de información importante en el sistema
Ingreso de vehículo al taller	La información que llega a coordinación es incorrecta Proveedores de mantenimiento con sobrecupo de vehículos	Ingreso de información incorrecta en el sistema Demoras con las tareas de mantenimiento a realizar
Supervisión de las tareas de mantenimiento a realizar	Director de mantenimiento con exceso de trabajo y demora en la aprobación	Demoras en iniciar las tareas de mantenimiento y por ende el tiempo de inoperatividad del vehículo
solicitud de repuestos a coordinación de mantenimiento	Encargado de la tarea con exceso de trabajo	Demoras en iniciar las tareas de mantenimiento y por ende el tiempo de inactividad del vehículo
Cotización de repuestos con proveedores	Proveedores no responden solicitudes Encargado de la tarea con exceso de trabajo	Demoras en iniciar las tareas de mantenimiento y por ende el tiempo de inactividad del vehículo Demoras en iniciar las tareas de mantenimiento y por ende el tiempo de inactividad del vehículo
Solicitud de respuestas	Proveedores no responden solicitudes	Demoras en iniciar las tareas de mantenimiento y por ende el tiempo de inactividad del vehículo
Arribo de repuestos al taller	Los proveedores de respuestas no los llevan al taller	Demoras en iniciar las tareas de mantenimiento y por ende el tiempo de inactividad del vehículo
Salida del vehículo del taller	Demora del conductor del vehículo	Aumento de inactividad del vehículo
Solicitud de facturas de los proveedores de repuestos y de servicios	Los proveedores envían remisiones mas no facturas	Demoras en el ingreso de la información en el sistema
Cierre de la OT	No se registró la hora de salida del vehículo del taller Las facturas tardan en llegar a la empresa	Ingreso de tiempos incorrectos en el sistema Demoras en el ingreso de la información al sistema
Ingreso de la información de mantenimiento al sistema de información digital	Demoras en la revisión y aprobación de la OT por parte del director	Demoras en el ingreso de la información al sistema
Análisis de los indicadores de gestión	No hay discriminación de repuestos de mantenimiento No hay registro de tiempos de mantenimiento	Imposibilidad de análisis y proyecciones Imposibilidad de análisis

Fuente: Propia

- Se asigna un grado de severidad de cada efecto; es la consecuencia de que la falla ocurra. Se asigna un valor de 1 a 10 donde 1 es consecuencia sin efecto y 10 es consecuencia grave (figura 12).

**Figura 12.**

### *Criterio de Valoración de Severidad de efecto*

Gravedad	Criterio	Valor
Muy Baja	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observaría un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable.	2-3
Moderada	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema.	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10.	9-10

*Nota.* Adaptado de *Severidad de las fallas*, Luna, Mosquera, Suarez, & Mendoza, 2020.

- Se asigna grado de ocurrencia de cada modo de falla, la ocurrencia es la probabilidad de que la falla ocurra. (Luna, Mosquera, Suarez, & Mendoza, 2020)

### **Figura 13.**

### *Criterio de Valoración de Ocurrencia*

Frecuencia	Criterio	Valor
Muy Baja	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

*Nota.* Adaptado de *probabilidad de ocurrencia de las fallas*, Luna, Mosquera, Suarez, & Mendoza, 2020.

Se describen los controles de detección existentes para cada modo de falla

- Se asigna grado de detección; es decir la probabilidad de que la falla sea detenida antes de causar daños graves en el sistema, para el caso de un vehículo sería el paro no programado del vehículo. En este caso el criterio de valoración también

es de 1 a 10, sin embargo 1 se asigna para el control que con certeza detectará la falla y 10 el control que no la detecta (Figura 14).

**Figura 14.**

*Criterio de valoración para detección de fallas*

Detectabilidad	Criterio	Valor
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9-10

*Nota.* Adaptado de *valoración de detección de las fallas*, Luna, Mosquera, Suarez, & Mendoza, 2020.

El siguiente paso es calcular el número prioritario de riesgo NPR, este número tiene un criterio de valoración el cual indicara el nivel de riesgo de los modos de falla y priorizarlos en la toma de acciones de control. El criterio de valoración es el siguiente:

**Figura 15.**

*Criterio de valoración NPR*

NUMERO PRIORITARIO DE RIESGO	
NO EXISTE RIESGO	0
RIESGO BAJO	1 124
RIESGO MEDIO	125 499
RIESGO ALTO	500 1000
<b>NPR= OCURRENCIA*SEVERIDAD*DETECCION</b>	

*Nota.* Adaptado de *valoración de numero prioritario de riesgo*, Luna, Mosquera, Suarez, & Mendoza, 2020.

Una vez obtenido el NPR se asignan las acciones de control que se consideren para reducir los riesgos, se incluyen en el plan de mantenimiento y luego de un tiempo considerable de implementación se valora nuevamente la severidad, la ocurrencia y el nivel de detección del

control para obtener nuevamente el NPR y evaluar la efectividad de las acciones de mejora implementadas.

En el anexo I, se puede apreciar el AMEF completo realizado para el proceso de gestión de mantenimiento de Transportliquidos S.A.S donde se asignan los controles que se considera pertinente implementar para la mejora del sistema de gestión de mantenimiento, dentro de estos nuevos controles para contribuir con la disminución del NPR están: la implementación de un tablero de control para el área, un sistema de gestión de compras, la reingeniería del proceso de gestión de órdenes de trabajo, la actualización de formatos de seguimiento y control, la implementación y socialización de un plan estratégico empresarial y la implementación de planes de mantenimiento por vehículo.

El RCM tiene inmersa dentro de su metodología la estrategia de mejora continua del círculo de Deming o ciclo PHVA, (planear, hacer, verificar y actuar); se planea al realizar el análisis del NPR y asignar las medidas de control necesarias, se toman las acciones necesarias y se verifica al volver a evaluar el NPR con los nuevos controles asignados para la toma de decisiones que permitan seguir optimizando el sistema.

La implementación de esta estrategia de mejora continua, asegura a Transportliquidos S.A.S su competitividad, calidad de sus procesos y una reducción de costos y fallas del sistema, al optimizar su productividad y eliminar sus riesgos, cabe resaltar que la implementación tanto de la metodología RCM como de la herramienta AMEF debe hacerse teniendo en cuenta cada vehículo y los subsistemas de los mismos tal como lo muestra la figura 16, asegurando la confiabilidad de estos activos y en base a esto estructural tanto los procesos del área como lo planes de mantenimiento para el mismo.

**Figura 16.**

### Ejemplo de Implementación de AMEF para Transportliquidos S.A.S

VEHICULO	SISTEMA	MODO DE FALLA	EFEECTO	SEVERIDAD	OCURRENCIA	CONTROLES EXISTENTES	NIVEL DE DETECCION	NPR	NUEVOS CONTROLES
Vehículo 1	Sistema 1 ( Sistema de frenos)	la válvula de retención no estanca, de modo que el aire escapa de nuevo al compresor.	Una vez parado el motor, la presión en los depósitos de aire cae con rapidez	II	10		10	100	Cambio de Marca de Válvula de Retención
	Sistema 2								
	Sistema ...								
Vehículo 2	Sistema 1 ( Sistema de frenos)								
	Sistema 2								
	Sistema ...								
Vehículo...	Sistema 1 ( Sistema de frenos)								
	Sistema 2								
	Sistema ...								

Filtrar las periodicidad del mismo modo de fallas, sujeto a la severidad del riesgo y asignar controles

Incluir controles en el plan de mnatenimiento

Luego de un tiempo considerable reevaluar la ocurrencia para analizar un nuevo NPR y de esta manera implementar una mejora continua

Como ya se mencionó el sistema de información digital manejado por la empresa, permite el registro y la sistematización de la información necesaria tanto para alimentar la herramienta como para hacer seguimiento de la misma, la discriminación de la información contenida en la ordenes de trabajo permite la calificación de la severidad y la ocurrencia de los modos de falla de cada vehículo y con el seguimiento de esta ocurrencia se puede verificar la efectividad de los controles asignados para la disminución del riesgo, teniendo en cuenta que através de las herramientas evaluativas de la presenta investigación se evidencia que existe un desaprovechamiento de análisis de la información.

### Conclusiones

Transportliquidos S.A.S es una empresa con una sobredemanda de servicios lo cual obliga al área de mantenimiento a gestionar su plan de gestión de mantenimiento en base a los

tiempos de operación, dándole prioridad a la misma y logrando salvaguardar la seguridad de los vehículos y de sus conductores; sin embargo, ante la falta de indicadores de gestión no hay un control total sobre la inversión de recursos que se hace en el área para la gestión de mantenimiento.

Para la presente investigación se toma información inicialmente al personal operativo y luego a la parte directiva y gerencial impidiendo que haya una retención o sesgo de información por directriz de cargos de niveles superiores, evitando ponerlos sobre aviso de la información que se requiere del área.

Al entrevistar uno a uno el personal de mantenimiento de la empresa, se pudo observar en algunos casos sobrecarga laboral, la metodología de evaluación de la presente investigación no incluye una dimensión que evalúe funciones o puestos de trabajo, ya que se enfoca netamente en el flujo de proceso de mantenimiento, la observación de los puestos de trabajo se hace en base a lo observado en las visitas y la entrevista abierta que se logra con cada uno de las personas encuestadas.

La empresa actualmente no está llevando un plan de mantenimiento general debidamente estructurado y ajustado en la previsión de las necesidades del área, tampoco tienen un plan de mantenimiento estructurado por vehículo, que permita monitorear la trazabilidad del mantenimiento y tener siempre un estado actualizado y fiable de todos los subsistemas que los integran, actualmente la empresa centra sus actividades de mantenimiento en mantenimiento correctivo y algunas actividades preventivas de acuerdo a especificaciones del fabricante, por el momento y para la cantidad de vehículos que integran su flota de servicio esta forma de gestión les ha dado resultados efectivos, pero hay una gran probabilidad de que los procesos se salgan de

control ante el crecimiento de la flota vehicular que se requiere para atender la sobredemanda de servicios.

La presente investigación llevo a cabo la evaluación del área de mantenimiento desde dos enfoques distintos, uno en un nivel general abarcando integralmente el sistema de gestión de mantenimiento incluyendo la parte gerencial de la organización y el otro con un enfoque en el proceso de gestión de órdenes de trabajo de mantenimiento lo cual engloba a su vez prácticamente todas las actividades de mantenimiento realizadas por la empresa, ya que no cuentan con un taller propio y externalizan los servicios de mantenimiento, para cada caso se usaron herramientas de evaluación distintas, para una la metodología MQS y para la otra la herramienta AMFE respectivamente y los resultados en ambos casos señalan las mismas necesidades; la falta de control de sus procesos, falta de manejo y análisis de información, falta de estructuración de sus procesos y sujeto a evaluación financiera un sistema de gestión de compras y manejo de inventarios que pueda llegar a reducir costos y a optimizar los tiempos de respuesta en mantenimiento.

Por último, el talento humano que integra el área de mantenimiento en Transportliquidos S.A.S, es un personal comprometido con un gran aprecio por su función dentro de la empresa, se encontró una percepción colaborativa, con deseos de aportar y crecer dentro la empresa; sin embargo desde el área directiva se observa no tener una estrategia clara en cuanto a la mejor forma de optimizar sus recursos, el día a día de la operación es tan demandante que no hay cabida para el análisis completo de la información y una planeación con enfoque de mejora continua.

## **Recomendaciones**

Dentro de las acciones de mejora para la empresa Transportliquidos S.A.S se recomienda la implementación de la metodología RCM para la gestión de su sistema de mantenimiento, la implementación de esta metodología requiere de la valoración de sistemas y aspectos claves del área y en general la implementación de controles y monitoreo de los mismos, para el seguimiento y validación de la efectividad de la metodología en sí, se sugiere al área administrativa de Transportliquidos S.A.S, la subcontratación de este servicio de implementación o en su defecto la contratación de un profesional ajeno a la empresa, para evitar sesgos en la evaluación y en los controles a aplicar.

Es muy importante para cualquier empresa fijar objetivos claros tanto estratégicos como por área, para el área de mantenimiento de Transportliquidos S.A.S tener conocimiento de un horizonte claro hacia lo que se visiona como empresa le permitirá estructurar una hoja de ruta hacia ese objetivo y el planteamiento de esta hoja de ruta genera en cada puesto de trabajo la necesidad de trabajar en pro del alcance de metas que contribuyan en el alcance de esa visión.

Para una adecuada medición del cumplimiento de objetivos es de gran importancia el manejo de indicadores claros que se relacionen directamente con el alcance de los objetivos estratégicos de la organización, la mejor herramienta para hacer esto posible es la implementación de un balance scorecard cuya metodología de implementación integra todas las áreas de la empresa de una manera lógica

Si bien el talento humano del área de mantenimiento de la empresa es un personal comprometido con el buen funcionamiento de los procesos que le corresponde a cada uno, se sugiere a los líderes de área una mayor integración del personal, mediante reuniones en las cuales se analice el cumplimiento de metas y se realicen proyecciones de área donde se defina la asignación de recursos y mejor manejo de los mismos.



En miras a la implementación de un mantenimiento centrado en la confiabilidad de sus vehículos, se le recomienda a la empresa empezar a gestionar un plan de mantenimiento por vehículo que le permita, un monitoreo de la confiabilidad de cada uno, ya que estos a su vez son los que definen la confiabilidad y la calidad del servicio brindado al cliente.

### **Lista de referencias**

- Álvarez, T., & Natalia, M. (2017). *Diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para el montacargas Hyster 02 y el tracto camión Kenworth T800 de la comercializadora el forraje S.A. Santiago de Cali: UAO.*
- Amendola, L. (2003). *Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión del mantenimiento. Departamento de Proyectos de Ingeniería Universidad Politécnica de Valencia.*
- American Psychological Association. (2010). *Manual de Publicaciones de la American Psychological Association* (6 ed.). (M. G. Frías, Trad.) México, México: El Manual Moderno.
- Barco Sandoval, D. T. (2017). *Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la empresa tejidos Global SAC del distrito de Ate Vitarte. Lima: Universidad Cesar vallejo.*
- BSG Instituto. (s.f.). Obtenido de <https://bsginstitute.com/SubArea/Gestión-del-Mantenimiento>
- Buelvas Díaz, C. E., & Martínez Figueroa, K. J. (2014). *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L&L. Barranquilla: Universidad Autónoma del Caribe.*
- C, S., & E, J. (2017). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la llenadora rotativa de la línea de producción de salsa a base de tomate y kétchup de la empresa Alimentos Garmi C.A. Cagua: Escuela de procesos industriales.*
- Cabanilla, K. L., & León Plascencia, J. J. (2020). *Propuesta de mejora de las áreas de mantenimiento y logística para reducir los costos operativos en la empresa agro transportes Gonzales s.r.l. Trujillo: Universidad privada del Norte.*

- Campos López, O., Tolentino Eslava, G., Toledo Velásquez, M., & Tolentino Eslava, R. (2018). *Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos*. Zacatenco: Escuela Superior de Ingeniería.
- Correa, Y. A. (2020). *Actualización del sistema de gestión de mantenimiento correspondiente al área carrocería de la empresa Metrosinú del departamento de Córdoba*. Montería: Universidad de Córdoba.
- Crespo, A., & Viveros, P. (2013). *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo*. Ingeniare.
- Díaz Cavero, T. J. (2015). *Propuesta de gestión de mantenimiento para una flota de transporte terrestre*. Perú: Universidad Peruana de ciencias aplicadas.
- Evaluandoerp.com*. (s.f.). Obtenido de <https://www.evaluandoerp.com/software-erp/sistema-de-gestión/>
- Fonseca López, J. E. (2016). *Propuesta de plan de mantenimiento de la flota de camiones volquetes y recolectoras de basura Freightliner de la Alcaldía de Managua en el periodo comprendido 2015-2016*. Managua: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Franco Marulanda, R. A. (2017). *Plan de mantenimiento preventivo para vehículos de movimiento de tierra del municipio de Santa Rosa de Cabal*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- García Raya, R. M. (2016). *Mantenimiento productivo total (TPM) aplicado a una máquina formadora de camisas exotérmicas*. Cuautitlán: UNAM.

- García Sierra Julio, C. C., & Mendoza Valencia, J. (2019). *Importancia del mantenimiento, aplicación a una industria textil y su evolución en eficiencia. 3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 17.
- González Guzmán, J. L. (2016). *Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa La tercer S.A.C.* Chiclayo: Universidad Católica de Santo Toribio de Mogrovejo.
- González, I. (s.f.). *Predictiva 21*. Obtenido de <https://predictiva21.com/el-mantenimiento-y-su-evolucion/>
- Hernández, S., Fernández, C., & Batista, L. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Herrera Galán, M., & Martínez Delgado, E. (2017). *Auditoría de gestión aplicada al departamento de mantenimiento en instalaciones hospitalarias*. Scielo, 6.
- Herrera Olgún, J. I. (2018). *Propuesta de mejora del plan de mantenimiento en equipos frigoríficos de Cencosud*. Viña del mar: Universidad Técnica Federico Santamaría.
- Iglesias Rojas, J. F., & Ortiz Pérez, J. J. (2017). *Sistema de planeación, programación y control de la prestación de servicios de mantenimiento en la empresa Renault RS*. Bogotá: Universidad Libre.
- Kaplan R & Norton D, (2007). *Usar el Balanced Scorecard como un Sistema de Gestión Estratégica*. Harvad Business School.
- León Carranza, M. F. (2020). *Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento y aplicación de herramientas logísticas y de gestión de procesos para reducir los costos operacionales en el área de mantenimiento de la empresa Servicios Santa Gabriela S.A.C.* Cuenca: Universidad Privada del Norte.

Luna D, Mosquera M, Nancy Suarez, & Mendoza J, Popayán, (2020). F. U. IMPORTANCIA DE LA HERRAMIENTA AMEF EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES.

Mancuzo, G. (17 de septiembre de 2020). *Compara Software*. Obtenido de

<https://blog.comparasoftware.com/evolucion-del-mantenimiento/>

Manzano Vera, M. S. (2019). *Plan de mejora en procesos de mantenimiento para flota de vehículos pesados*. Ecuador: UIDE.

Mejía Jervis, T. (27 de agosto de 2020). *Lifeder*. Obtenido de

<https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>

Montilla, C., Arroyave, J., & Silva, C. (2007). *Caso de aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad, RCM, Previa existencia de mantenimiento preventivo*. Scientia et Technica año XII, N°37.

Palma tejada, V. (2017). *Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento para instituciones educativas, caso Ugel- Chumbivilcas- Cusco*. Arequipa: Universidad nacional de San Agustín.

Peña, I. C. (2016). *Diseño de un plan de mantenimiento de la flota de vehículos asignados a los vendedores que cubren el sector oeste de la zona metropolitana de Caracas*, Use the

"Insert Citation" button to add citations to this document.

*pertenecientes a una empresa de alimentos de consumo masivo*. Caracas: UCAB.

Pérez Rondón, F. A. (2021). *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial*.

Bucaramanga: Universidad Santo Tomás.

Poveda Guevara, A & Martínez Lozano Ing. E, (2012). *Aplicación de la metodología de*

*mantenimiento centrado en confiabilidad para el desarrollo de planes de mantenimiento*.

Guayaquil Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).

- Poor P., Zenisek D., & Basl J. (2019) *Historical Overview of Maintenance Management Strategies: Development from Breakdown Maintenance to Predictive Maintenance in Accordance with Four Industrial Revolutions*. IEOM Society international.
- Qiang, F., Songjie, L., & Bo, S. (2012). *Un método inteligente de toma de decisiones de mantenimiento basado en la condición de la flota basado en agentes múltiples*. *Revista internacional de pronóstico y gestión de la salud*, 5.
- Raposo, H., Torres farihna, J., Pais, E., & Galar, D. (2021). *Un Modelo Integrado de Dimensionamiento de la Flota de Reserva basado en la Política de Mantenimiento*. *Researchgate*, 4.
- Reinoso Massa, P. F. (2020). *Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento en la empresa Industrias ST-PASAL*. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Sarria López, A. F. (2016). *Desarrollo e implementación de rutinas de manetnimiento preventivo para las áreas de vulcanización y ensamble en lla industria Icollantas S.A. bajo el entorno AS400*. Santiago de Cali: UAO.
- Sokolovskij, E., & Skerlic, S. (2020). *Análisis de problemas de mantenimiento de camiones pasados*. *Scientific journal of maritime research*, 8.
- Tamayo Tamayo, M. (2006). *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa.
- Toro, R. (13 de Julio de 2020). Obtenido de <https://www.fractal.com/es/mantenipedia/evolucion-del-mantenimiento>
- Turismo Villavicencio (19 de 04 de 2019). Información General. Recuperado de Instituto de Turismo de Villavicencio: [http://www.turismovillavicencio.gov.co/site/index.php?option=com\\_content&view=article&id=150&Itemid=722](http://www.turismovillavicencio.gov.co/site/index.php?option=com_content&view=article&id=150&Itemid=722)

Villanueva Elera, B. R. (2020). *Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento y logística para incrementar la rentabilidad de una empresa de transporte de carga en la ciudad de Trujillo*. Trujillo: Universidad privada del Norte.

Villegas Arenas, J. C. (2016). *Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa Manfer S.R.L. contratistas generales*. Arequipa: Universidad Católica de San Pablo.

## Anexos

## Anexo. A. Guía de observación

<b>Formato de Guia de Observación utilizado para el diagnostico del sistema de mantenimiento</b>			
<b>DATOS GENERALES:</b>			
Nombre del Observador : _____			
Nombre del Área: _____			
Turno de Operación: _____			
N° de Observación: _____			
<b>Ambiente Laboral de la Planta</b>			
1. Elementos de distracción para el operador			
a. Interrupción del Personal Ajeno		Si ___	No ___
b. Cambios de Bloques		Si ___	No ___
c. Indisciplina del personal		Si ___	No ___
d. Otros _____			
2. Ventanas amplias		Si ___	No ___
3. Iluminación natural		Suficiente ___	insuficiente ___
4. Iluminación artificial		Suficiente ___	insuficiente ___
5. Limpieza del área		Si ___	No ___
6. Humedad abundante		Si ___	No ___
<b>Condiciones de Laborales</b>			
1. Silla, mesas		Si ___	No ___
2. Maquinarias Optimas		Si ___	No ___
3. Equipos Completo		Si ___	No ___
<b>Equipo de Seguridad</b>			
1. Gabachas		Si ___	No ___
2. Tapones auditivos		Si ___	No ___



3. Boquillas				Si__		No__
4. Zapatos armónico				Si__		No__
<b>Indicaciones Área de Mantenimiento</b>						
1. Notificación de Fallos al instante				Si__		No__
2. Cumple con las indicaciones del personal de mantenimiento				Si__		No__
3. Frecuentes discusiones y polémicas				Si__		No__
4. Destreza en la zona de trabajo.						
<b>Control de los Equipos</b>						
1. Revisión del equipo antes de funcionar				Si__		No__
2. Cumple con los estándares de servicio				Si__		No__
3. Detención del equipo ante una falla				Si__		No__
4. Estado del equipo						
a. Presencia de Oxido						
b. Desgaste de piezas						
c. Piezas Completas						
d. Repuestos de buena calidad						
5. Apariencia física del equipo						
a. Excelente						
b. Buena						
c. Malas						
6. Vida Útil del Equipo						
a. Completa						
b. La mitad						
c. Última fase						

*Anexo. B. Encuesta para la Evaluación del Sistema de Mantenimiento Bajo Metodología Maintenance Qualification Survey (MQS)*

**Evaluación del Sistema de mantenimiento bajo metodología Maintenance Qualification Survey (MQS)**

Formulario dirigido al área Gerencial de la empresa y jefe de mantenimiento con el fin de recabar la información necesaria para la determinación de oportunidades de mejora al sistema de mantenimiento de la empresa.

**Nombre de la empresa:**

**Nombre del auditor:** Andrea Ortiz

**CARACTERIZACIÓN DEL ENCUESTADO**

Nombre \_\_\_\_\_

Cargo dentro de la empresa \_\_\_\_\_

-Tiempo laborando en la empresa

- Menos de 1 año
- Entre 1 y 3 años
- Entre 3 y 5 años
- Mas de 5 años

-Nivel educativo

- Básica primaria
- Bachiller
- Técnico/Tecnólogo
- Profesional
- Postgrado

**CARACTERIZACION DE LA EMPRESA**

Este tipo de información es fundamental para el análisis, porque de acuerdo a esta información serán recomendadas las medidas de mejoramiento para el sistema de mantenimiento.

-Posee la empresa departamento/área de mantenimiento

- Si
- No
- No sabe

- Numero de turnos por jornada de trabajo en el área de mantenimiento.

- Uno
- Dos

- Numero de colaboradores en el área de mantenimiento. Cuantos por turno si los hubiera.

\_\_\_\_\_.

¿Cuenta la empresa una estructura organizacional?

- Si
- No
- No sabe

-Enumere las áreas/departamentos que hay actualmente definidas en la empresa.

\_\_\_\_\_

-De que área/departamento depende jerárquicamente el departamento/área de mantenimiento.

\_\_\_\_\_

- ¿Tienen proveedores de servicio de mantenimiento?

- Si
- No
- No sabe

- ¿Qué tipo de mantenimiento es contratado con proveedores?

\_\_\_\_\_

- ¿Cómo clasifica el mantenimiento que se esta llevando actualmente en la empresa? Elija la cantidad de opciones que considere.

- Correctivo (Dado al vehículo una vez presentada la falla e inhabilidad del mismo)
- Preventivo (Acciones llevadas a cabo para prevenir las fallas)
- Predictivo (Uso de técnicas y herramientas especializadas de medición)
- Programado (Aquel que se hace en base al kilometraje y especificaciones del fabricante)
- Autónomo (Realizado a criterio del conductor)
- Rutinario (Inspección, lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración u otras diaria o semanal)
- No definido

- ¿Cuenta el departamento/área de mantenimiento con una bodega de repuestos?

- Si
- No
- No sabe

- ¿De qué área/departamento depende la bodega?

- Mantenimiento
- Administrativa
- Otra, Cual: \_\_\_\_\_

- Satisfacción del abastecimiento en bodega

- Bueno
- Regular
- Malo

### CRITICIDAD DE LAS RUTAS DE INSPECCIÓN

Esta segunda etapa del análisis es importante porque con esta información recopilada se podrán realizar planes para la ejecución de las tareas de mantenimiento.

+

*Marque con una X un criterio por cada fila de preguntas	Ninguno	Alguno	Todos
¿Tienen los vehículos sectorizados de acuerdo a algún criterio? (Tipo de carga, rutas de transporte etc.)			
¿Tienen clasificados por algun codigo sus vehiculos?			
¿Tiene clasificado sus vehiculos según su criticidad ante una falla?			

¿Puede cuantificar la incidencia de la falla de un vehículo sobre otro(s)?			
¿Tiene identificados los vehículos según su criticidad para la prestación de un servicio?			
¿Tiene identificado los riesgos para el operario en la falla de un vehículo?			
¿Llevan un registro de los kilómetros recorridos por servicio?			
¿Tiene estipulado la cantidad de kilómetros estándares para el mantenimiento de los vehículos?			
¿Tiene calculado el volumen de trabajos de mantenimiento que puede hacer?			
<p>¿En la prestación de un servicio se requiere de la articulación de dos o más vehículos?</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p><input type="radio"/> No sabe</p>			

<b>MANEJO DE LA INFORMACIÓN SOBRE LOS VEHICULOS</b>			
Con toda la información recopilada en esta etapa con respecto a los equipos y del manejo de los recursos, se puede lograr una mejor planificación del mantenimiento de estos y así darle una mayor confiabilidad al cumplimiento de las tareas asignadas al departamento de mantenimiento.			
*Marque con una X un criterio por cada fila de preguntas	Ninguno	Alguno	Todos
¿Posee los catálogos e información técnica de todos los vehículos?			
¿Posee fichas de inventario para cada vehículo?			
¿Tiene procedimientos de trabajos de mantenimiento establecidos?			
¿Posee cada vehículo un programa de trabajos de mantenimiento?			
¿Posee registros de los mantenimientos para cada vehículo?			
¿Tiene registros de tiempo de cada mantenimiento realizado?			
¿Tiene un registro de la disponibilidad de repuestos en bodega?			
¿Tiene clasificado su stock de repuestos por algún criterio?			
¿Tiene un registro de los implementos usados para el mantenimiento?			
¿Sabe cuál es la tasa de fallas de cada vehículo?			
¿Puede determinar la confiabilidad de cada vehículo?			
¿Tiene clasificados a los proveedores de partes y piezas?			
¿Tiene registros de los operarios que trabajan en los vehículos?			
¿Tiene un programa de capacitación completo implementado?			
¿Tiene información precisa para llevar índices de control de eficiencia?			

¿Sabe la razón de costos entre mantenimiento y costo total del servicio?			
¿Puede medir la desviación entre el costo real y el costo presupuestado de mantenimiento?			
¿Lleva un control de gastos de mantenimiento por vehículo?			
¿Lleva un control estadístico de los gastos de mantenimiento por vehículo?			
¿Puede definir el tamaño del inventario en bodega de repuestos para una disponibilidad del vehículo?			
¿Sabe dónde es más rentable subcontratar servicios de mantenimiento que trabajar con recursos propios?			
¿Puede definir las políticas de mantenimiento en base a los costos alternativos?			

### EFFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL

Este aspecto es muy importante puesto que para la mejor gestión de un sistema de mantenimiento debe haber una buena utilización de los recursos y es necesario tener un referente de medición de la efectividad del manejo de los mismos.

*Marque con una X un criterio por cada fila de preguntas	Nada	Algo	Bastante
¿Sabe cuál es la relación de paros pro-gramados y paros imprevistos?			
¿Se lleva un control del estado de avance de las órdenes de trabajo (O.T.)?			
¿Conoce el lapso de tiempo medio entre el aviso de la falla y la emisión de la OT?			
¿Conoce el tiempo medio de aprobación de una orden de trabajo?			
¿Tiene definidos los procedimientos para realizar el mantenimiento preventivo?			
¿Tiene definidos los procedimientos para enfrentar el mantenimiento correctivo?			
¿Sabe cuál es la relación de trabajos pendientes y trabajos programados?			
¿Sabe cuál es la relación de tiempo extra y tiempo para trabajos programados?			
¿Tiene definido el punto de equilibrio de la cantidad de repuestos en bodega?			
¿Tiene definidos procesos y procedimientos para la realización de tareas de mantenimiento?			
*Marque con una X un criterio por cada fila de preguntas	Buena	Regular	Mala
¿Cómo es la relación entre los conductores y el personal de mantenimiento?			
¿Cómo es la actitud de la administración superior hacia el mantenimiento?			
¿Cómo es la colaboración de los departamentos relacionados con el mantenimiento?			
¿Considera que el nivel de capacitación es acorde a la tecnología del equipamiento?			
¿Cómo considera el nivel de rotación del personal de mantenimiento?			

### SITUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE MANTENIMIENTO

Con esta información se podrá realizar de mejor forma el análisis del sistema actual y poder identificar oportunidades de mejora, para realizar propuestas de optimización al sistema de mantenimiento.

*Marque con una X un criterio por cada fila de preguntas	Nunca	Algunas veces	Siempre
¿Se realiza una inspección pre operacional a los vehículos todos los días cuando se encuentran en medio de la prestación de un servicio?			
¿Los conductores de los vehículos realizan tareas simples de mantenimiento?			
¿Se mantiene una bitácora de mantenimiento diaria?			
¿Se sabe cuánto tiempo se requiere para hacer el diagnóstico de una falla?			
¿Sabe cuánto es el tiempo de abastecimiento para cada grupo de repuestos?			
¿Sabe exactamente el número de trabajos pendientes por periodo?			
¿Tiene control sobre las horas extras necesarias para terminar trabajos de mantenimiento?			
¿Tiene algún criterio para dar prioridad en la ejecución de trabajos?			
¿Tiene un registro de trabajos de emergencia y programados?			
¿Tiene cuantificado el tiempo de producción perdido por fallas?			
¿Tiene cuantificado el tiempo que se demora en hacer efectivo el mantenimiento?			
¿Mantiene un control sobre el tiempo empleado en reparaciones?			
¿Compara el tiempo real con el tiempo estipulado en las órdenes de trabajo?			

### ANTECEDENTES DEL COSTO DE MANTENIMIENTO

En base a estos costos se plantean políticas del sistema de mantenimiento y se toman decisiones de reemplazos de equipos y manejo de las bodegas de repuestos.



*Marque con una X un criterio por cada fila de preguntas	Nada	Algo	Bastante
¿Sabe en qué año adquirió cada uno de sus vehículos?			
¿Sabe el valor de adquisición de cada uno de sus vehículos?			
¿Tiene definida la tasa de depreciación de cada vehículo?			
¿Sabe con exactitud cuál es el costo de los repuestos en cada vehículo?			
¿Sabe con exactitud cuál es el costo de pérdida de producción por falla?			
¿Sabe con exactitud cuál es el costo de la mano de obra de mantenimiento?			
¿Evalúa anualmente el reemplazo de los vehículos a su cargo?			

¿Son suficientes las herramientas y equipos de trabajo para el mantenimiento?			
---	--	--	--

\*Este mismo formato de encuesta es aplicado a los operarios del área mantenimiento con la inclusión de algunas preguntas en la caracterización del encuestado y la exclusión de otras en la parte de evolución de sistema de mantenimiento de la empresa

**Preguntas de Inclusión**

- ¿Cantidad de personas a cargo dentro del área de mantenimiento?
  - o 0 personas
  - o 1 5 Personas
  - o Mas de 5 Personas
  
- Esta su formación educativa relacionada con mecánica y/o mantenimiento.
  - o Si
  - o No
  - o No sabe

**Preguntas de Exclusión**

Se excluye toda la sección de preguntas que conciernen a costos.

*Anexo. C. Evaluación de Sistema de Mantenimiento bajo Metodología (MQS)*

**Evaluación de sistema de mantenimiento bajo metodología Maintenance Qualification Survey (MQS):**

**Identificación y caracterización de la empresa.**

Compilación de datos para la identificación y caracterización de la empresa:

**A1.** Nombre de la empresa:

**A2.** Fecha de la auditoria:

**A3.** Nombre del Auditor:

**A4.** Nombre del Gerente de Mantenimiento:

**A5.** Clase de equipamiento y número equipos involucrados en cada clase:

**1. Estándar:**

**2. Diseño especial:**

**3. Específico:**

**A6.** Posee Depto. de Mantenimiento:

**A7.** Número de turnos de la jornada:

**A8.** Número de personal de mantenimiento en:

**1. Primer turno:**

**2. Segundo turno:**

**3. Tercer turno:**

**Total:**

**A9.** Dependencia del Depto. de Mantenimiento:

**1. Jerarquía Propia**

**2. Dependencia Producción.**

**3. Sin Organización.**

**A10.** Realización del Mantenimiento Contratista:

**1. Operarios.**

**2. Equipo Especialistas.**

**3. No hay mantenimiento.**

**A11.** Cómo clasifica el mantenimiento:

**1. Correctivo.**

**2. Preventivo.**

**3. Sintomático.**

**4. Otro tipo.**

**A12.** Posee bodega de repuestos:

**SI**

**NO**

**A13.** Dependencia de la bodega:

**1. Mantenimiento.**

**2. Producción.**

**3. Otra.**

**A14.** Satisfacción del abastecimiento

**1. Bueno**

**2. Regular**



### 3. Malo

#### Criticidad de las rutas de inspección.

	Valoración
B1. ¿Tienen los vehículos sectorizados de acuerdo a algún criterio? (Tipo de carga, rutas de transporte etc.)	
B2. ¿Tiene identificados por algún código sus vehículos?	
B3. ¿Tiene clasificado sus vehículos según su criticidad ante una falla?	
B4. ¿Puede cuantificar la incidencia de la falla de un vehículo sobre otro(s)?	
B5. ¿En la prestación de un servicio se requiere de la articulación de dos o mas vehículos?	
B6. ¿Tiene identificados los vehículos según su criticidad para la prestación de un servicio?	
B7. ¿Tiene identificado los riesgos para el operario en la falla de un vehículo?	
B8. ¿Llevan un registro de los kilómetros recorridos por servicio?	
B9. ¿Tiene estipulado la cantidad de kilómetros estándares para el mantenimiento de los vehículos?	
B10. ¿Tiene calculado el volumen de trabajos de mantenimiento que puede hacer ?	

Fuente: *Técnicas de Auditoría aplicadas en los procesos de Gestión del Mantenimiento y de la Confiabilidad.*

[www.confiabilidadoperacional.com](http://www.confiabilidadoperacional.com)

#### Manejo de la información sobre los equipos.

	Valoración
C1. ¿Posee los catálogos e información técnica de todos los vehículos?	
C2. ¿Posee fichas de inventario para cada vehículo?	
C3. ¿Tiene procedimientos de trabajos de mantenimiento establecidos?	
C4. ¿Posee cada vehículo un programa de trabajos de mantenimiento?	
C5. ¿Posee registros de los mantenimientos para cada vehículo?	
C6. ¿Tiene registros de tiempo de cada mantenimiento realizado?	
C7. ¿Tiene un registro de la disponibilidad de repuestos en bodega?	
C8. ¿Tiene clasificado su stock de repuestos por algún criterio?	
C9. ¿Tiene un registro de los implementos usados para el mantenimiento?	
C10. ¿Sabe cuál es la tasa de fallas de cada vehículo?	
C11. ¿Puede determinar la confiabilidad de cada vehículo?	
C12. ¿Tiene clasificados a los proveedores de partes y piezas?	
C13. ¿Tiene registros de los operarios que trabajan en los vehículos?	
C14. ¿Tiene un programa de capacitación completo implementado?	
C15. ¿Tiene información precisa para llevar índices de control de eficiencia?	

Fuente: *Técnicas de Auditoría aplicadas en los procesos de Gestión del Mantenimiento y de la Confiabilidad.*

[www.confiabilidadoperacional.com](http://www.confiabilidadoperacional.com)

#### Situación del estado actual del Mantenimiento.

	Valoración
D1. ¿Se realiza una inspección pre operacional a los vehículos todos los días cuando se encuentran en medio de la prestación de un servicio?	
D2. ¿Los conductores de los vehículos realizan tareas simples de mantenimiento?	
D3. ¿Se mantiene una bitácora de mantenimiento diaria?	
D4. ¿Se sabe cuánto tiempo se requiere para hacer el diagnóstico de una falla?	
D5. ¿Sabe cuánto es el tiempo de abastecimiento para cada grupo de repuestos?	

D6. ¿Sabe exactamente el número de trabajos pendientes por período?	
D7. ¿Tiene control sobre las horas extras necesarias para terminar trabajos de mantenimiento?	
D8. ¿Tiene algún criterio para dar prioridad en la ejecución de trabajos?	
D9. ¿Tiene un registro de trabajos de emergencia y programados?	
D10. ¿Tiene cuantificado el tiempo de producción perdido por fallas?	
D11. ¿Tiene cuantificado el tiempo que se demora en hacer efectivo el mantenimiento?	
D12. ¿Mantiene un control sobre el tiempo empleado en reparaciones?	
D13. ¿Compara el tiempo real con el tiempo estipulado en las órdenes de trabajo?	

Fuente: Técnicas de Auditoría aplicadas en los procesos de Gestión del Mantenimiento y de la Confiabilidad.

[www.confabilidadoperacional.com](http://www.confabilidadoperacional.com)

#### Antecedentes del costo del Mantenimiento.

	Valoración
E1. ¿Sabe en qué año adquirió cada uno de sus vehículos?	
E2. ¿Sabe el valor de adquisición de cada uno de sus vehículos?	
E3. ¿Tiene definida la tasa de depreciación de cada vehículo?	
E4. ¿Sabe con exactitud cuál es el costo de los repuestos en cada vehículo?	
E5. ¿Sabe con exactitud cuál es el costo de la mano de obra de mantenimiento?	
E6. ¿Sabe con exactitud cuál es el costo de pérdida de producción por falla?	
E7. ¿Evalúa anualmente el reemplazo de los vehículos a su cargo?	
E8. ¿Sabe la razón de costos entre mantenimiento y costo total del servicio?	
E9. ¿Puede medir la desviación entre el costo real y el costo presupuestado de mantenimiento?	
E10. ¿Lleva un control de gastos de mantenimiento por vehículo?	
E11. ¿Lleva un control estadístico de los gastos de mantenimiento por vehículo?	
E12. ¿Puede definir el tamaño del inventario en bodega de repuestos para una disponibilidad del vehículo?	
E13. ¿Sabe dónde es más rentable subcontratar servicios de mantenimiento que trabajar con recursos propios?	
E14. ¿Puede definir las políticas de mantenimiento en base a los costos alternativos?	

Fuente: Técnicas de Auditoría aplicadas en los procesos de Gestión del Mantenimiento y de la Confiabilidad.

[www.confabilidadoperacional.com](http://www.confabilidadoperacional.com)

#### Efectividad del mantenimiento actual.

	Valoración
F1. ¿Sabe cuál es la relación de paros programados y paros imprevistos?	
F2. ¿Se cumple el programa de trabajos programados de mantenimiento?	
F3. ¿Se lleva un control del estado de avance de las órdenes de trabajo (O.T.)?	
F4. ¿Conoce el lapso de tiempo medio entre el aviso de la falla y la emisión de la OT?	
F5. ¿Conoce el tiempo medio de aprobación de una orden de trabajo?	
F6. ¿Tiene definidos los procedimientos para realizar el mantenimiento preventivo?	
F7. ¿Tiene definidos los procedimientos para enfrentar el mantenimiento correctivo?	
F8. ¿Sabe cuál es la relación de trabajos pendientes y trabajos programados?	
F9. ¿Sabe cuál es la relación de tiempo extra y tiempo para trabajos programados?	
F10. ¿Cómo es la relación entre los conductores y el personal de mantenimiento?	

F11. ¿Cómo es la actitud de la administración superior hacia el mantenimiento?	
F12. ¿Cómo es la colaboración de los departamentos relacionados con el mantenimiento?	
F13. ¿Considera que el nivel de capacitación es acorde a la tecnología del equipamiento?	
F14. ¿Cómo considera el nivel de rotación del personal de mantenimiento?	
F15. ¿Son suficientes las herramientas y equipos de trabajo para el mantenimiento?	
F16. ¿Tiene definido el punto de equilibrio de la cantidad de repuestos en bodega?	

*Fuente: Técnicas de Auditoría aplicadas en los procesos de Gestión del Mantenimiento y de la Confiabilidad.*

[www.confabilidadoperacional.com](http://www.confabilidadoperacional.com)

Anexo. D. Cronograma de Plan de trabajo en Empresa Transportliquidos S.A.S



Actividad	FECHAS	EMPRESA		HERRAMIENTAS
Presentacion de la propuesta	2-ABRIL-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprovacion de la propuesta</li> <li>Aprovacion del cronograma</li> <li>Autorizaciones de ingreso</li> </ul>		Presentacion y Formatos de recoleccion de datos a validar
Recoleccion de informacion	3-ABRIL-2022 9-ABRIL-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disponibilidad de la informacion</li> <li>Disponibilidad del personal</li> </ul>	Siguiendo metodlogia MQS	Sistema de informacion de mantenimiento si lo hubiera, formatos usados en el area e informacion relevante ( costos)
Analisis de informacion	10-ABRIL-2022 16-ABRIL-2022			
Confirmacion de datos (Eventual)	10-ABRIL-2022 22-ABRIL-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disponibilidad de la informacion</li> <li>Disponibilidad del personal</li> </ul>		
Entrega de propuesta de mejora	22-MAYO-2022 30-MAYO-2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disponibilidad de tiempo de reunion</li> </ul>		Informe



¡La calidad la construimos entre todos!

Fuente: Propia



## Anexo. F. Rutina de Mantenimiento por Kilometraje de Transportliquidados S.A.S

### Rutina de Mantenimiento

#### Datos de la rutina

Nombre: RUTINA 1,2,3,5,8,12  
 Código:  
 Observaciones:  
 Tipo: Secuencial  
 Activo: SI

- Trabajos de la Rutina
- Repuestos de la Rutina

Trabajo: Digite palabras clave y ENTER...  
 Cantidad: 1  
 Observaciones:

	Trabajo	Cant.	
	FILTRO AIRE	1	Ver Repuestos
	MANTENIMIENTO ADMISION	1	Ver Repuestos
	INSPECCION TURBO	1	Ver Repuestos
	TORQUE SOPORTES MOTOR	1	Ver Repuestos
	INSPECCION SISTEMA DIRECCION	1	Ver Repuestos
	INSPECCION GENERAL FRENOS CABEZOTE	1	Ver Repuestos
	RODAJAS	1	Ver Repuestos
	CRUCETAS CARDAN	1	Ver Repuestos
	TORQUEAR MUELLES TRASEROS	1	Ver Repuestos
	BUJES Y PASADORES	1	Ver Repuestos
	TORQUE MUELLES TANDEM	1	Ver Repuestos
	CAMBIO DE FRENOS TANQUE	1	Ver Repuestos
	INSPECCION FRENOS EJE DELANTEROS	1	Ver Repuestos
	MTTO CAMARAS	1	Ver Repuestos
	ALINEAR TRAILER	1	Ver Repuestos
	ALINEAR DIRECCION	1	Ver Repuestos
	REVISION NEUMATICA	1	Ver Repuestos
	"INSPECCION MOTOR ""ANALISIS SYGNUM"" 2"	1	Ver Repuestos
	INSPECCION GENERAL FRENOS TANQUE 2	1	Ver Repuestos
	CAMBIAR ACEITE DE MOTOR	1	Ver Repuestos
	FILTRO TRAMPA DE COMBUSTIBLE	1	Ver Repuestos
	"INSPECCION MOTOR ""ANALISIS SYGNUM""	1	Ver Repuestos
	FILTRO DE COMBUSTIBLE	1	Ver Repuestos
	NIVELES ACEITE DIFERENCIAL DELANTERA	1	Ver Repuestos
	NIVELES ACEITE DIFERENCIAL TRASERA	1	Ver Repuestos
	"SISTEMA ELECTRICO GENERAL ""BOMBILLERIA""	1	Ver Repuestos
	INSPECCION GENERAL FRENOS TANQUE	1	Ver Repuestos
	REVISAR FULES	1	Ver Repuestos
	MANTENIMIENTO ARNESES Y SENSORES	1	Ver Repuestos
	INSPECCION FAN CLUTCH	1	Ver Repuestos
	"REVISION DE SENSORES ""REFRIGERANTE, ACEITE MOTOR""	1	Ver Repuestos
	REVISAR TERMINALES DIRECCION	1	Ver Repuestos
	BUJES Y BALANCINES DELANTEROS	2	Ver Repuestos
	INSPECCION CAJA DE VELOCIDADES	1	Ver Repuestos
	INSPECCION EMBRAGUE	1	Ver Repuestos
	LLANTAS DELANTERAS	2	Ver Repuestos
	REGULADOR DE AIRE	1	Ver Repuestos
	CAMARAS DE AIRE	1	Ver Repuestos

		CAMBIO VALVULINA DIFERENCIAL DELANTERA	1		Ver Repuestos
		CAMBIO DE FRENOS CABEZOTE	1		Ver Repuestos
		CAMBIO VALVULINA DIFERENCIAL TRASERA	1		Ver Repuestos
		FILTRO AGUA	1		Ver Repuestos
		CAMBIAR SOPORTES DE MOTOR	1		Ver Repuestos
		REVISAR BRAZOS DIRECCION	1		Ver Repuestos
		REVISAR CAÑA CAJA DIRECCION	1		Ver Repuestos
		BUJES CENTROS VIGAS	1		Ver Repuestos
		BUJES PUNTAS VIGAS	1		Ver Repuestos
		POLEAS Y CORREAS SISTEMA REFRIGERACION	1		Ver Repuestos
		REPARAR BOMBA AGUA	1		Ver Repuestos
		REPARACION DIFERENCIAL DELANTERA	1		Ver Repuestos
		EJES DIFERENCIAL DELANTERA	1		Ver Repuestos
		REPARACION DIFERENCIAL TRASERA	1		Ver Repuestos
		EJES DIFERENCIAL TRASERA	1		Ver Repuestos

Asociar A

Origen  Digite palabras clave y ENTER...

Cantidad

Observaciones

		Nombre Repuesto	Costo Uni.	Cant.	Total	Nombre Trabajo
		FILTRO DE AIRE	\$0,00	1	\$0,00	FILTRO AIRE
		RODAJAS	\$0,00	2	\$0,00	RODAJAS
		ACEITE MOBIL HDEO 15W40 CK 4	\$0,00	12	\$0,00	CAMBIAR ACEITE DE MOTOR

Fuente: Transporliquidos S.A.S

Anexo. G. Tabla de Análisis.

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO EN TRANSPORTLIQUIDOS S.A.S										
MODELO ESTANDAR DE CONTROL INTERNO			Puntaje por Pregunta	Interpretación	Puntaje por Aspecto	Interpretación	Puntaje por Dimension	Interpretación	Puntaje del Sistema	Interpretación
CRITICIDAD DE LAS RUTAS DE INSPECCION	SECTORIZACION DE LOS VEHICULOS	¿Tienen los vehículos sectorizados de acuerdo a algún criterio? (Tipo de carga, rutas de transporte etc)	1,80	REGULAR	2,96	REGULAR	3,57	BIEN IMPLEMENTADO	3,35	BIEN IMPLEMENTADO
		¿Tiene identificados por algún código sus vehículos?	4,11	BIEN IMPLEMENTADO						
	CRITICIDAD DE LOS VEICULOS	¿Tiene procedimientos de trabajos de mantenimiento establecidos?	2,75	REGULAR	3,29	REGULAR				
		¿Posee cada vehículo un programa de trabajos de mantenimiento?	3,80	BIEN IMPLEMENTADO						
		¿Tiene registros de tiempo de cada mantenimiento realizado?	4,42	BIEN IMPLEMENTADO						
		¿Posee registros de los mantenimientos para cada vehículo?	2,20	REGULAR						
	DIMENSIONAMIENTO DE LOS TIEMPOS DE MANTENIMIENTO	¿Llevan un registro de los kilómetros recorridos por servicio?	5,00	ERROR	4,47	BIEN IMPLEMENTADO				
		¿Tiene estipulado la cantidad de kilómetros estándares para el mantenimiento de los vehículos?	4,20	BIEN IMPLEMENTADO						
		¿Tiene calculado el volumen de trabajos de mantenimiento?	4,20	BIEN IMPLEMENTADO						
		¿Sabe en qué año adquirió cada uno de sus vehículos?	3,00	REGULAR						
MANEJO DE LA INFORMACION	SOBRE LOS VEHICULOS	¿Sabe el valor de adquisición de cada uno de sus vehículos?	4,20	BIEN IMPLEMENTADO	3,13	REGULAR				
		¿Sabe con exactitud cuál es el costo de los repuestos en cada vehículo?	2,20	REGULAR						
		¿Tiene procedimientos de trabajos de mantenimiento establecidos?	3,80	BIEN IMPLEMENTADO						
	SOBRE EL MANTENIMIENTO	¿Posee registros de los mantenimientos para cada vehículo?	5,00	BIEN IMPLEMENTADO	3,77	BIEN IMPLEMENTADO				
		¿Tiene registros de tiempo de cada mantenimiento realizado?	2,50	REGULAR						
		¿Tiene un registro de la disponibilidad de repuestos en bodega?	1,00	CON DEFICIENCIAS						
	SOBRE EL MANEJO DE LOS RECURSOS	¿Tiene clasificado su stock de repuestos por algún criterio?	1,00	CON DEFICIENCIAS	2,38	REGULAR				
		¿Tiene un registro de los implementos usados para el mantenimiento?	2,50	REGULAR						
		¿Tiene clasificados a los proveedores de partes y piezas?	5,00	BIEN IMPLEMENTADO						
		¿Sabe cuál es la tasa de fallas de cada vehículo?	3,50	BIEN IMPLEMENTADO						
	SOBRE INDICADORES	¿Puede determinar la confiabilidad de cada vehículo?	3,30	BIEN IMPLEMENTADO	3,12	REGULAR				
		¿Tiene información precisa para llevar índices de control de eficiencia?	2,25	REGULAR						
		¿Tiene registros de los operarios que trabajan en los vehículos?	4,00	BIEN IMPLEMENTADO						
	SOBRE EL MANEJO DEL PERSONAL	¿Tiene un programa de capacitación completo implementado?	2,20	REGULAR	3,10	REGULAR				
		¿Se realiza una inspección pre operacional a los vehículos todos los días cuando se encuentran en medio de la prestación de un servicio?	5,00	BIEN IMPLEMENTADO						
	ESTADO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL	INTEGRACION DEL PERSONAL DE OPERACIONES	¿Los conductores de los vehículos realizan tareas simples de mantenimiento?	1,57	CON DEFICIENCIAS	3,29	REGULAR			
¿Se maneja una bitácora de mantenimiento diaria?			4,71	BIEN IMPLEMENTADO						
PROGRAMACION DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO		¿Sabe cuánto tiempo se requiere para hacer el diagnóstico de una falla?	3,50	BIEN IMPLEMENTADO	3,76	BIEN IMPLEMENTADO				
		¿Sabe cuánto es el tiempo de abastecimiento para cada grupo de repuestos?	3,40	BIEN IMPLEMENTADO						
		¿Sabe exactamente el número de trabajos pendientes por período?	3,40	BIEN IMPLEMENTADO						
		¿Tiene algún criterio para dar prioridad en la ejecución de trabajos?	4,70	BIEN IMPLEMENTADO						
GENERACION DE INDICES DE CONTROL Y RETROALIMENTACION		¿Tiene control sobre las horas extras necesarias para terminar trabajos de mantenimiento?	2,50	REGULAR	2,09	REGULAR				
		¿Tiene un registro de trabajos de emergencia y programados?	3,20	REGULAR						
		¿Tiene cuantificado el tiempo de producción perdido por fallas?	1,66	CON DEFICIENCIAS						
		¿Tiene cuantificado el tiempo que se demora en hacer efectivo el mantenimiento?	1,85	REGULAR						
		¿Mantiene un control sobre el tiempo empleado en reparaciones?	2,20	REGULAR						
		¿Compara el tiempo real con el tiempo estipulado en las órdenes de trabajo?	1,40	CON DEFICIENCIAS						
ANTECEDENTES DEL COSTO DE MANTENIMIENTO		ANALISIS DEL REPLAZO DE EQUIPO	¿Sabe en qué año adquirió cada uno de sus vehículos?	5,00	BIEN IMPLEMENTADO	4,10	BIEN IMPLEMENTADO			
			¿Sabe el valor de adquisición de cada uno de sus vehículos?	4,20	BIEN IMPLEMENTADO					
			¿Sabe el valor de adquisición de cada uno de sus vehículos?	3,80	BIEN IMPLEMENTADO					
			¿Sabe con exactitud cuál es el costo de los repuestos en cada vehículo?	3,40	BIEN IMPLEMENTADO					
	ANALISIS DE REPLAZO DE PARTE O GRUPO DE PARTES	¿Sabe con exactitud cuál es el costo de pérdida de utilidad por falla?	1,80	REGULAR	3,90	BIEN IMPLEMENTADO				
		¿Sabe con exactitud cuál es el costo de la mano de obra de mantenimiento?	5,00	BIEN IMPLEMENTADO						
		¿Sabe la razón de costos entre mantenimiento y costo total del servicio?	3,80	BIEN IMPLEMENTADO						
		¿Sabe dónde es más rentable subcontratar servicios de mantenimiento que trabajar con recursos propios?	2,20	REGULAR						
	ANALISIS PARA MANTENIMIENTO PROPIO TERCERIZADO	¿Puede definir las políticas de mantenimiento en base a los costos alternativos?	4,20	BIEN IMPLEMENTADO	3,20	REGULAR				
		¿Puede medir la desviación entre el costo real y el costo presupuestado de mantenimiento?	3,40	BIEN IMPLEMENTADO						
ANALISIS DE LA EVOLUCION DE LOS COSTOS	¿Lleva un control de gastos de mantenimiento por vehículo?	5,00	BIEN IMPLEMENTADO	3,60	BIEN IMPLEMENTADO					
	¿Lleva un control estadístico de los gastos de mantenimiento por vehículo?	5,00	BIEN IMPLEMENTADO							
	¿Puede definir el tamaño del inventario en bodega de repuestos para una disponibilidad del vehículos?	1,00	CON DEFICIENCIAS							
	¿Sabe cuál es la relación de paros programados y paros imprevistos?	1,86	REGULAR							
EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL	PROGRAMACION DE ACTIVIDADES	¿Se cumple el programa de trabajos programados de mantenimiento?	2,14	REGULAR	1,70	REGULAR				
		¿Sabe cuál es la relación de trabajos pendientes y trabajos programados?	1,80	REGULAR						
		¿Sabe cuál es la relación de tiempo extra y tiempo para trabajos programados?	1,00	CON DEFICIENCIAS						
		¿Se lleva un control del estado de avance de las órdenes de trabajo (O.T.)?	4,60	BIEN IMPLEMENTADO						
	ADMINISTRACION DE TRABAJOS	¿Conoce el lapso de tiempo medio entre el aviso de la falla y la emisión de la OT?	3,57	BIEN IMPLEMENTADO	4,01	BIEN IMPLEMENTADO				
		¿Conoce el tiempo medio de aprobación de una orden de trabajo?	3,86	BIEN IMPLEMENTADO						
		¿Tiene definidos los procedimientos para realizar el mantenimiento preventivo?	3,80	BIEN IMPLEMENTADO						
	PROCEDI. PARA EL MANTENIMIENTO	¿Tiene definidos los procedimientos para realizar el mantenimiento preventivo?	3,80	BIEN IMPLEMENTADO	3,70	BIEN IMPLEMENTADO				
		¿Cómo es la relación entre los conductores y el personal de mantenimiento?	3,00	REGULAR						
	MANEJO DE RELACIONES HUMANAS	¿Cómo es la actitud de la administración superior hacia el mantenimiento?	3,22	REGULAR	2,91	REGULAR				
¿Cómo es la colaboración de los departamentos relacionados con el mantenimiento?		3,00	REGULAR							
¿Considera que el nivel de capacitación es acorde a la tecnología del equipamiento?		3,00	REGULAR							
¿Considera que el nivel de capacitación es acorde a la tecnología del equipamiento?		2,33	REGULAR							
Satisfacción del abastecimiento en bodega		3,20	REGULAR							
MANEJO DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS	¿Tiene definido el punto de equilibrio de la cantidad de repuestos en bodega?	1,06	CON DEFICIENCIAS	2,33	REGULAR					
	¿Son suficientes las herramientas y equipos de trabajo para el mantenimiento?	2,78	REGULAR							



## Anexo. H. Preoperacional Mulas Transportliquidos S.A.S

### Aprobada

Criticas 0 Rechazado 3,66% (3)  
Aprobadas 79 Total 82

#### Datos de la Inspección

**Fecha:** 12/abr./2022 08:26 a.m. **Fecha Siguiete:** 13/abr./2022 08:26 a.m.  
**Odómetro:** 164.512 **Odómetro Siguiete chequeo:** -  
**Horómetro:** - **Horómetro Siguiete chequeo:** -  
**Conductor:** FERNANDO OSSA  
**Creado Por:** FERNANDO OSSA **Fecha Creación:** 12/abr./2022 08:33 a.m. **Fuente:** mobile  
**Fecha Inicio:** 12/abr./2022 08:26 a.m. **Fecha Finalización:** 12/abr./2022 08:33 a.m. **Duración:** 7m  
**Centro de Costos:** - **Ciudad:** - **Grupos:** -  
**Comentario:** -

#### Datos del Vehículo

**Vehículo:** ETT128-R67647 **Marca:** KENWORTH **Línea:** T800  
**Medición Actual:** 164.512 km [12/abr./2022] **Horómetro Actual:** -No Definido- **Tipo:** Motor: (CUMMIS ISX15 EURO IV T800 450 1000)

#### Datos del Checklist Anterior

**Número:** 11867 **Fecha:** 11/abr./2022 07:12 a.m. **Estado:** Aprobada  
**Odómetro:** 164.185 **Horómetro:** -

#### REVISIÓN DE CABINA

Novedad	Comentario Novedad	Calificación
Estado De Espejos	verificar desde la parte interna y externa de la cabina el estado de los espejos.	BUENO - Aprobado
Estado Vidrio Panoramico		BUENO - Aprobado
Estado Vidrio Parte Trasera Cabina		BUENO - Aprobado
Estado De Limpia Vidrios		BUENO - Aprobado
Estados De Las Chapas Puertas		BUENO - Aprobado
Estado De Los Estribos		BUENO - Aprobado
Estado Silla Conductor		BUENO - Aprobado
Estado Del Cinturón De Seguridad		BUENO - Aprobado
Estado Del Conjunto		BUENO - Aprobado
Salud	SE ENCUENTRA EN ÓPTIMAS CONDICIONES DE SALUD PARA MANEJAR SU VEHICULO	1. SI - Aprobado
Covid-19	CUENTA CON EL KIT DE BIOSEGURIDAD Y DESINFECCION DEL VEHICULO	1. SI - Aprobado
Acceso A La Cabina	LAS PARTES DISEÑADAS POR EL FABRICANTE COMO PUNTO DE ACCESO A LA CABINA SE ENCUENTRAN EN OPTIMAS CONDICIONES	1. SI - Aprobado
Políticas	DECLARA QUE ES CONSIENTE DE QUE NO ESTA PERMITIDO CONSUMIR ALCOHOL O SUSTANCIAS	1. SI -

PSICOACTIVAS ANTES, DURANTE Y DESPUES DE REALIZAR EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS Y DERIVADOS Aprobado

## SISTEMA DE EMERGENCIA Y DOCUMENTOS

Novedad	Comentario Novedad	Calificación	Comentario
Cuenta Con Conos		1. SI - Aprobado	
Cuenta Con Tacos De Madera		1. SI - Aprobado	
Cuenta Con Extintores	3 UNIDADES	VIGENTE - Aprobado	
Soat		VIGENTE - Aprobado	
Tecnomecanica		VIGENTE - Aprobado	
Póliza Hidrocarburos		VIGENTE - Aprobado	
Póliza Todo Riesgo		VIGENTE - Aprobado	
Certificado Hidrostática		VIGENTE - Aprobado	
Certificado Qing Ping		VIGENTE - Aprobado	
Certificado Quinta Rueda		VIGENTE - Aprobado	
Tablas De Aforo		VIGENTE - Aprobado	
Certifica Líneas De Vida		VIGENTE - Aprobado	pendiente para modificar.
Certificado Espesores		VIGENTE - Aprobado	
Tarjeta De Propiedad Cabezote		VIGENTE - Aprobado	
Tarjeta De Propiedad Trailer		VIGENTE - Aprobado	
Documentos Conductor	CUENTA CON SEGURIDAD SOCIAL, ARL, CURSOS VIGENTES Y VACUNAS	VIGENTE - Aprobado	
Tarjeta Bancolombia		BUENO - Aprobado	

## SISTEMA ELECTRONICO MOTRIZ

Novedad	Calificación
Revision Estacionarias	BUENO - Aprobado
Luces Medias	BUENO - Aprobado
Luces Altas	BUENO - Aprobado
Luces De Reverso	BUENO - Aprobado
Estado Pito Reverso	BUENO - Aprobado
Estado Pito Cuidad	BUENO - Aprobado
Estado Luces Estroboscópicas	BUENO - Aprobado
Estado Conector 7 Vidas	BUENO - Aprobado

## NIVEL DE FLUIDOS

Novedad	Calificación	Comentario
Aceite Motor	FULL - Aprobado	Soportes del motor para cambio.
Refrigerante	FULL - Aprobado	
Hidráulico Dirección	FULL - Aprobado	Pendiente para cambio de filtro.
Diferencial 1	FULL - Aprobado	
Diferencial 2	FULL - Aprobado	

Transmisión	FULL - Aprobado	Niveles tomados por el área de mantenimiento de la empresa petrolíquidos transmisión y diferenciales.
Agua Limpia Brisas	FULL - Aprobado	

### REVISION SUSPENSION CABEZOTE

Novedad	Calificación
Bombona Porosa	2. NO - Aprobado
Bombona Estallada	2. NO - Aprobado
Hoja Partida	2. NO - Aprobado
Tornillo Central Roto	2. NO - Aprobado
Amortiguadores En Buen Estado	1. SI - Aprobado
Llantas Con Labrado Apropiado	1. SI - Aprobado

### REVISIÓN FRENOS CABEZOTE

Novedad	Calificación
Ruedas Para Cambiar Freno	2. NO - Aprobado

### REVISIÓN ESTADO DE LLANTAS CABEZOTE

Novedad	Comentario Novedad	Calificación
Pastillas De Frenos Despegadas	recuerde que la presión de las llantas para cabezote es 110	2. NO - Aprobado
Llanta Con Filtración De Aire		2. NO - Aprobado
Rin Con Fisuras		2. NO - Aprobado
Totalidad De Tuercas Y Pernos		1. SI - Aprobado
Fugas De Aceite En Rodamientos		2. NO - Aprobado

### REVISIÓN TRAILER

Novedad	Comentario Novedad	Calificación	Comentario
Llantas Con Labrado Apropiado 2		1. SI - Aprobado	
Llanta Estallada		2. NO - Aprobado	
Hoja Rota		2. NO - Aprobado	
Tornillo Central Roto 2.		2. NO - Aprobado	
Rueda Para Cambio De Freno		2. NO - Aprobado	
Estado De Iluminación Trailer		BUENO - Aprobado	
Patines De Apoyo Y Porta Repuestos		BUENO - Aprobado	
Guardapolvos Trailer		REGULAR - Aprobado	
Sistema Retráctil Y Levanta Eje		BUENO - Aprobado	
Avisos Y Señalización Reglamentaria		BUENO - Aprobado	
Barrera Anti Empotramiento		BUENO - Aprobado	Defensa de la cisterna en estado.
Estado De Pastillas De Frenado		BUENO - Aprobado	
Presión Adecuada De Aire		BUENO - Aprobado	
Kit De Contingencia	CUENTA CON KIT DE CONTINGENCIA O DERRAME DE HIDROCARBUROS	1. SI - Aprobado	

### INSPECCIÓN TANQUE CISTERNA

Novedad	Comentario Novedad	Calificación	Comentario
---------	--------------------	--------------	------------

Válvula De Descargue	BATEA, PRECINTOS Y DRENAJES	BUENO - Aprobado	
Bajantes Limpias Y Con Registros		REGULAR - Rechazado	Bajante izquierda tapada.
Empaques Tapas Manholes		REGULAR - Rechazado	Presenta fuga de producto leve.

### INSPECCION CABEZOTE

Novedad	Comentario Novedad	Calificación
Cuenta Con Los Un Completos	CUENTA CON LOS UN COMPLETOS	1. SI - Aprobado
Estado Quinta Rueda		BUENO - Aprobado

### INSPECCION TRAILER

Novedad	Comentario Novedad	Calificación	Comentario
Precintos	LOS PRECINTOS (ECOPETROL) SE ENCUENTRAN EN BUEN ESTADO	BUENO - Aprobado	
Estado De La Tornamesa		BUENO - Aprobado	
Estados De Los Balancines		BUENO - Aprobado	
Estado De La Torres		REGULAR - Rechazado	Torres #1-2para corregir.

### PROTECCION PERSONAL

Novedad	Comentario Novedad	Calificación
Dotacion	BOTAS DE SEGURIDAD, CAMISA, CASCO CON BARBUQUEJO, GUANTES, CHALECOS REFLECTIVOS, GAFAS DE IMPACTO, MONO GAFAS, MASCARILLA DOBLE FILTRO, TAPA OIDOS.	BUENO - Aprobado

### BOTIQUIN PRIMEROS AUXILIOS

Novedad	Comentario Novedad	Calificación
Botiquín	MICROPORE, CURAS, PARCHES OCULARES, GASAS ESTERILES, VENDAS DE 3 Y 4, SUERO FISIOLÓGICO, JABON ANTIBACTERIAL, ANTISEPTICOS, GOTAS OFTAMICAS NATURALES, SULFAPLATA, GUANTES DESECHABLES,	1. SI - Aprobado
	TAPABOCAS, TERMOMETRO, TIJERAS, JERINGA, LINTERNA, MANTA TERMICA, INMOVILIZADOR, BAJALENGUAS, ALGODON, SUERO ORAL, MANUAL PRIMEROS AUXILIOS.	

### Documentos del Vehículo

Solo se muestran los documentos que tenían vencimiento al momento de hacer este Checklist

Documento	Fecha Vencimiento	Estado
Certificado Espesores	02/feb./2023	Vigente
Hidrostatica	18/ene./2023	Vigente
Hidrostatica 5 Años	06/feb./2025	Vigente
Kingpin	18/jul./2022	Vigente
Lineas De Vida	02/feb./2023	Vigente
Poliza De Hidrocarburos	07/oct./2022	Vigente
Quinta Rueda	25/sep./2022	Vigente
Responsabilidad Civil	14/may./2022	Vigente
Soat	27/ago./2022	Vigente

### Anexo. I. AMEF del Proceso de Gestión de Mantenimiento de Transportliquidos S.A.S

GESTION DE MANTENIMIENTO									
Actividades del proceso	Modo de falla	EFEECTO	SEVERIDAD	OCURRENCIA	CONTROLES EXISTENTES	DETECCION	NPR	NUEVOS CONTROLES	
1	Inspección preoperacional de los vehículos por parte del conductor	No se realiza la rutina de inspección completa	Los vehículos presentan fallas en los sistemas que debieron detectarse en los preoperacionales	9	10	No existe	10	900	Revisión de extensión de la rutina preoperacional, Ajuste en el sistema, y limitar a lo realmente necesario.
2	Programación de mantenimiento	No se cumplen los tiempos de mantenimiento programados	Las piezas del vehículo sufren un mayor desgaste	10	8	Se registra kilometraje en preoperacionales y se revisan los tiempos de desgaste e piezas	2	160	Implementar Planes de mantenimiento por vehículo
3	Recepción de fallas del vehículo en el área de coordinación de mantenimiento	La información que llega a coordinación es incorrecta	Sobrecostos de mantenimiento Demoras en la digitación de la información en la OT	6	5	Corroboración en la inspección del vehículo	2	60	
4	Emisión de Orden de Trabajo OT. Con presuntas fallas a revisar	Sistema de emisión desenergizado o inactivo no se puede imprimir	Demoras en la emisión de la OT	1	2	Adelantar inspección con OT manual	2	4	
5	Inspección de las presuntas fallas del vehículo por parte del personal mecánico de la empresa.	El encargado de la inspección no cree necesarios todos los pasos de la rutina de mantenimiento	Paso por alto de fallas graves del vehículo	8	7	No existe	10	560	Capacitación y/o socialización con el personal de los objetivos a alcanzar con el nuevo plan de mantenimiento.
		Falta de llenado de la orden de trabajo en el lugar de inspección u/o marcación de la lista de chequeo de la rutina de mantenimiento.	Olvido de información necesaria para registro en el sistema	6	7	No existe	10	420	Diligenciar formato directamente en el lugar de inspección.
6	Aprobación de OT con fallas reses del vehículo	La OT esta mal diligenciada o ilegible La información que llega a coordinación es incorrecta	No ingreso de información importante en el sistema Ingreso de información incorrecta en el sistema	6	5	Imprimir nueva OT	1	30	
7	Ingreso de vehículo al taller	Proveedores de mantenimiento con sobrecupo de vehículos	Demoras con las tareas de mantenimiento a realizar	2	2	Tener varios proveedores	2	8	
8	Supervisión de las tareas de mantenimiento a realizar	Director de mantenimiento con exceso de trabajo y demora en la aprobación	Demoras en iniciar las tareas de mantenimiento y por ende el tiempo de inoperatividad del vehículo	2	2	No existe	10	40	
9	Solicitud de repuestos a coordinación de mantenimiento	Encargado de la tarea con exceso de trabajo	Demoras en iniciar las tareas de mantenimiento y por ende el tiempo de inactividad del vehículo	2	2	No existe	10	40	
10	Cotización de repuestos con proveedores	Proveedores no responden solicitudes	Demoras en iniciar las tareas de mantenimiento y por ende el tiempo de inactividad del vehículo	2	2	Tener varios proveedores	2	8	
		Mayor costo de repuestos	Aumento de costos de mantenimiento	5	5	No existe	10	250	Implementación de Sistema de gestión de compras
		Encargado de la tarea con exceso de trabajo	Demoras en iniciar las tareas de mantenimiento y por ende el tiempo de inactividad del vehículo	2	2	No existe	10	40	
11	Solicitud de repuestos	Proveedores no responden solicitudes	Demoras en iniciar las tareas de mantenimiento y por ende el tiempo de inactividad del vehículo	2	2	Tener varios proveedores	2	8	
12	Arribo de repuestos al taller	Los proveedores de repuestos no los llevan al taller	Demoras en iniciar las tareas de mantenimiento y por ende el tiempo de inactividad del vehículo	2	2	Enviar a personal de la empresa	4	16	
13	Salida del vehículo del taller	Demora del conductor del vehículo	Aumento de inactividad del vehículo	2	2	No existe	10	40	
14	Solicitud de facturas de los proveedores de repuestos y de servicios	Los proveedores envían remisiones mas no facturas	Demoras en el ingreso de la información en el sistema	8	10	No existe	10	800	Reingeniería del proceso de gestión de mantenimiento y verificar la importancia de la existencia de la factura antes del ingreso de información al sistema.
15	Cierre de la OT	No se registro la hora de salida del vehículo del taller	Ingreso de tiempos incorrectos en el sistema	7	10	Asignar hora estimada	5	350	El conductor debe reportar directamente al auxiliar de mantenimiento la recepción del vehículo y reportar tareas pendientes.
16	Ingreso de la información de mantenimiento al sistema de información digital	Las facturas tardan en llegar a la empresa	Demoras en el ingreso de la información al sistema	7	10	No existe	10	700	
		Demoras en la revisión y aprobación de la OT por parte del director	Demoras en el ingreso de la información al sistema	7	10	No existe	10	700	Implementación de Sistema de gestión de compras
17	Análisis de los indicadores de gestión	No hay discriminación de repuestos de mantenimiento	Imposibilidad de análisis y proyecciones	8	10	No existe	10	800	Implementación de tablero de control
		No hay registro de tiempos de mantenimiento	Imposibilidad de análisis	8	10	No existe	10	800	Implementación de tablero de control

NUMERO PRIORITARIO DE RIESGO	
NO EXISTE RIESGO	0
RIESGO BAJO	1 124
RIESGO MEDIO	125 499
RIESGO ALTO	500 1000

NPR= OCURRENCIA\*SEVERIDAD\*DETECCION