

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PLAN DE
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR
LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA DE LA FLOTA DE
TRACTOCAMIONES EN UNA EMPRESA DE
TRANSPORTE, TRUJILLO, 2022”**

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Alex Eduardo Heras Sanchez
Andres Joel Rodriguez Ramos

Asesor:

Dr. Walter Estela Tamay
<https://orcid.org/0000-0003-0016-7962>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Mario Alberto Alfaro Cabello	07752467
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Julio César Cubas Rodríguez	17864776
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Luis Alfredo Mantilla Rodríguez	18066188
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

Todo nuestro trabajo es en honor a nuestros padres, que han estado a nuestro lado en todo momento, prestándonos su amor, paciencia y comprensión.

AGRADECIMIENTO

A Dios en primer lugar, a nuestros padres que nos han acompañado en todo este proceso de formación universitaria y finalmente a nuestros profesores que siempre estuvieron prestos para brindarnos sus conocimientos.

TABLA DE CONTENIDOS

JURADO EVALUADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Antecedentes.....	17
1.3. Bases Teóricas	19
1.4. Glosario de términos.....	23
1.5. Problema.....	25
1.6. Objetivos.....	25
1.6.1. Objetivo general.....	25
1.6.2. Objetivos específicos.....	25
1.7. Hipótesis	25
1.8. Justificación	25
1.9. Aspectos éticos	26
CAPÍTULO II. MÉTODO	27
2.1. Tipo de investigación.....	27
2.2. Población y Muestra	27
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	27
2.4. Procedimientos	30
2.4.1. Operacionalización	30
2.4.2. Generalidades de la empresa	32

2.4.3. Descripción de los tractocamiones según la marca y su priorización	40
2.4.4. Principales Sistemas de la Flota de Tractocamiones	46
2.4.5. Diagnóstico del área problemática	49
2.4.6. Priorización de causas raíz	51
2.5. Solución de la propuesta	52
2.5.1. Descripción de las causas raíz	52
2.5.2. Costeo de pérdidas	53
2.5.3. Desarrollo de herramientas	54
2.6. Evaluación económica	100
CAPÍTULO III. RESULTADOS	105
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	
.....	108
4.1. Discusiones	108
4.2. Conclusiones	109
REFERENCIAS	111
ANEXOS	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diferencias entre Mantenimiento Preventivo y Comercial.....	20
Tabla 2. Indicadores del Procedimiento.....	22
Tabla 3. Instrumentos de recolección	27
Tabla 4. Técnicas de análisis de datos.	29
Tabla 5. Matriz de Operacionalización	30
Tabla 6. Tractocamiones Mack seleccionados por Pareto	40
Tabla 7. Especificaciones del Tractocamión Mack	41
Tabla 8. Flota Tractocamiones International seleccionado por Pareto	42
Tabla 9. Especificaciones del Tractocamión International	42
Tabla 10. Flota Tractocamiones Scania	43
Tabla 11. Especificaciones del Tractocamión Scania.....	44
Tabla 12. Flota tractocamión Kenworth según Pareto.....	45
Tabla 13. Especificaciones Técnicas del tractocamión Kenworth.....	45
Tabla 14. Identificación de problemas y las causas raíz	50
Tabla 15. Priorización de las causas raíz	51
Tabla 16. Matriz de indicadores.....	52
Tabla 17. Descripción de las causas raíz.....	52
Tabla 18. Costeo de pérdidas	53
Tabla 19. Análisis de las fallas por sistema	56
Tabla 20. Análisis de Fallas del Sistema de los Neumáticos de los Tractocamiones	57
Tabla 21. Análisis de Fallas del Sistema Electrónico de Tractocamiones.....	59
Tabla 22. Análisis de fallas del sistema de transmisión de los tractocamiones	60
Tabla 23. Análisis de fallas en el sistema de suspensión de los tractocamiones	61
Tabla 24. Priorización de fallas por sistemas de los tractocamiones marca Mack	62

Tabla 25. Priorización de fallas por sistema en tractocamiones Internacional	63
Tabla 26. Priorización de fallas por sistema de la marca Kenworth.....	65
Tabla 27. Priorización de fallas por sistema de la marca Scania	66
Tabla 28. Indicadores de todas las marcas de tractocamiones	68
Tabla 29. Procedimientos Escritos de las Fallas detectadas en la Flota de Tractocamiones .	79
Tabla 30. Indicadores de Gestión de la Maquinaria.....	80
Tabla 31 Formato de procedimiento para mantenimiento	84
Tabla 32 Formato de Procedimiento para Mantenimiento Correctivo	86
Tabla 33 Tiempos estándar	90
Tabla 34. Programa de Mantenimiento de los Tractocamiones.....	94
Tabla 35. Estado de resultados.....	100
Tabla 36. Flujo de caja.....	100
Tabla 37. Base de datos: Presupuesto para el Mantenimiento de los Tractocamiones	102
Tabla 38. Base de datos: Presupuesto del Personal	103
Tabla 39. Flujo de Proyección	103
Tabla 40. Costo total del Plan de Mantenimiento.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flota de Vehículos por Marca	14
Figura 2. Evolución del Servicio de Carga Nacional (2010-2019).....	15
Figura 3. Empresas en el Servicio de Transporte de Carga	15
Figura 4. Diagrama Ishikawa BAJAR	16
Figura 5. Camiones y tractocamiones de Papillon.....	34
Figura 6. Organigrama de Papillon S.A.C.	36
Figura 7. Mapa de procesos	37
Figura 8. Layout de la empresa.....	39
Figura 9. Tractocamión Mack.....	40
Figura 10. Tractocamión International	41
Figura 11. Tractocamión Scania	43
Figura 12. Tractocamión Kenworth.....	44
Figura 13. Sistema de Motor Tractocamión	46
Figura 14. Sistema de Frenos de un Tractocamión.....	47
Figura 15. Sistema Eléctrico de un Tractocamión.....	47
Figura 16. Sistema de Transmisión.....	48
Figura 17. Sistema de Suspensión	49
Figura 18. Sistema de Enfriamiento	49
Figura 19. Diagrama de Pareto de las causas raíz.....	51
Figura 20. Base de datos de priorización de la Flota de Tractocamiones según las pérdidas	54
Figura 21. Diagrama de Pareto	54
Figura 22. Gráfico de barras: Fallas del sistema de neumáticos de los tractocamiones	58

Figura 23. Gráfico de barras: Análisis de Fallas del Sistema Electrónico de Tractocamiones	59
Figura 24. Gráfico de barras: Fallas del sistema de transmisión de los tractocamiones.....	60
Figura 25. Gráfico de barras: Fallas en el sistema de suspensión de tractocamiones.....	61
Figura 26. Diagrama de Pareto. Priorización de fallas por sistema en tractocamiones Mack	63
Figura 27. Diagrama de Pareto. Priorización de fallas por sistemas en tractocamiones International	64
Figura 28. Diagrama de Pareto por fallas de tractocamiones Kenworth	66
Figura 29. Diagrama de Pareto por fallas de tractocamiones Scania.....	67
Figura 30. Mapa de procesos del Plan de Gestión de Mantenimiento.....	77
Figura 31. Difusión del Nuevo Plan de Mantenimiento	78
Figura 32 Proceso de mantenimiento preventivo	83
Figura 33 Proceso de mantenimiento correctivo	85
Figura 34 Diagrama de operaciones del proceso	88
Figura 35. Diagrama de análisis de proceso (DAP).....	89
Figura 36. Diagrama de sectores del porcentaje del presupuesto de mantenimiento	104
Figura 37 Pérdidas generadas por las causas raíz	105
Figura 38 Costos para CR7 - CR1	105
Figura 39 Comparativa para CR7 -CR10	106
Figura 40 Costos para CR1 - CR6 - CR2 - CR5.....	106
Figura 41 Comparativa para CR1 - CR6 - CR2 - CR5	106

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el impacto del diseño de un plan de mantenimiento sobre la disponibilidad mecánica de la flota de tractocamiones en una empresa de transportes, para ello, se desarrolló un diseño de investigación analítica descriptiva, que arrojó los siguientes resultados. Se identificaron y analizaron las razones de la baja disponibilidad mecánica que existe en la empresa, en la cual se pudo apreciar que los tractocamiones no cuentan con un programa de mantenimiento preventivo programado, procedimientos de trabajo, historial de las fallas mecánicas, documentos que permitan su control, espacio para la flota de tractocamiones, y tienen problemas en la adquisición de repuestos, falta de un programa de capacitación del personal. Además de ello, se priorizó 13 modelos de tractocamiones que causan mayores gastos a causa de fallas inesperadas, dicho monto fue de 169,417.50 soles. Después se elaboró un plan de gestión del mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica, que en ese momento era del 85,97%. Adicionalmente, se evaluó el costo del desarrollo del plan de gestión de mantenimiento el cual fue un costo de 345,900.00 soles. Finalmente, se realizó un análisis económico de la propuesta de mejora, resultando el VAN igual a S/. 564,673.47, TIR = 20.41%, B/C = 2.23 y PIR= 5, lo que significa que en 5 años se recuperará la inversión en valor presente. En conclusión, la propuesta de un nuevo diseño de plan de gestión de mantenimiento permitirá llegar a un 90% de disponibilidad mecánica de los tractocamiones, reduciendo las constantes paradas no programadas.

Palabras clave: Plan de gestión de mantenimiento, disponibilidad mecánica, tractocamiones

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad, la elevada demanda de un mercado global obliga a los fabricantes a realizar grandes inversiones en maquinaria y automatización, lo que exige a los fabricantes a reducir costes. En consecuencia, los equipos o la maquinaria deben ser fiables y capaces de mantenerse en funcionamiento sin retrasos en el proceso de producción ni la presencia de costosas reparaciones para recuperar la inversión aumentando la disponibilidad, sin llegar al 100% el procedimiento de fabricación. (Ramírez, Antonio & Portal, 2017).

El mantenimiento ha existido desde que el hombre tuvo la capacidad de poder fabricar herramientas para poder vivir, en vista a que estas contaban con ciertos defectos con el pasar del tiempo, el hombre tuvo que verse obligado a su reparación, con el fin de que sobreviviera más tiempo, iniciando la definición de mantenimiento, el cual tiene como objetivo la preservación o restauración de un artículo a un estado en el que pueda resultar útil (Fernández, 2018).

En el Perú, se ha ido presentando un avance en cuanto a ciencia y tecnología, complementándose con los efectos de la globalización, los conceptos de calidad han ido cada vez más reforzando su significado e importancia, logrando definirse a manos de los clientes, los cuales buscan una alta calidad en la adquisición de productos y/o servicios, radicando ahí la importancia de una gestión óptima de mantenimiento de equipos (Huamán G, 2019).

Debido a la globalización, las empresas de todo tipo se encuentran ahora en una posición más competitiva que antes. Hay que enfocarlo como una visión estratégica para la empresa, ya que es multifacético (Singh & Gurtu, 2021). Muchas empresas contemporáneas han adoptado ya la noción de gestión del mantenimiento como enfoque organizativo. La gestión del mantenimiento, en cambio, es una técnica organizativa relativamente nueva y difícil de aplicar en una industria mediana convencional (Rukijkanpanich & Pasuk, 2018).

La tecnología tradicional, la maquinaria anticuada y la falta de trabajadores cualificados son algunas de las características de la fábrica. Las averías fueron el centro del mantenimiento de la fábrica en el pasado. Como resultado, las reparaciones fueron menos extensas de lo que deberían haber sido. En lugar de considerar los elevados costes indirectos, como el desgaste

causado por el mal mantenimiento y las oportunidades de venta perdidas como resultado de la acumulación de problemas, se optó por los costes directos más baratos. Se espera que el proceso de transporte sea más eficiente si se utiliza la gestión del mantenimiento como estrategia organizativa (Rukijkanpanich & Pasuk, 2018).

En cuanto a las empresas logísticas peruanas, es esencial que entiendan cómo la gestión del mantenimiento puede ayudarles a encontrar nuevas fuentes de financiación para que puedan mantener sus existencias de la manera más eficiente y eficaz posible.

Rukijkanpanich & Pasuk (2018), basándose en los valores de disponibilidad y capacidad, ayudará a los gestores a mejorar su capacidad para mantener un proceso de transporte de la cantera a la planta de trituración. La gestión del mantenimiento puede beneficiarse de tres ciclos Deming. Las características son la disponibilidad de la máquina (A) y la capacidad del proceso de transporte (Cpk). Según las conclusiones de este estudio, la disponibilidad de las máquinas aumenta entre un 80 y un 92%, mientras que la capacidad del proceso se incrementa en un 0,56%.

Amambal & Huatay (2018) presentaron un diseño de un plan de gestión del mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica, el cual era del 86,97%; se esperó que, con la aplicación del diseño, la disponibilidad mecánica mejore en un 92%. En consecuencia, se elaboró la valoración económica del plan de gestión del mantenimiento, que ascendió a \$ 618.375,58 en repuestos y \$ 615.360,00 para mejorar el mantenimiento de los equipos. Dado que la empresa habría perdido \$ 2, 933,800.00 en 2017 en horas/máquina si no hubiera tenido este diseño, la empresa habría perdido \$ 615,360.00 debido a los paros en la probable ejecución del plan de mantenimiento correctivo.

De la Rosa & Torres (2020), en su trabajo de investigación, tenían el problema que la disponibilidad de los equipos de la planta era del 73%. El plan de gestión del mantenimiento de la instalación de bombeo incluye la creación de políticas de mantenimiento, un formulario de informe de fallos, una lista de comprobación, un método de trabajo estándar para la reparación de bombas y una hoja de control de los parámetros de funcionamiento y operación. La disponibilidad de los equipos de bombeo aumentó un 13% con el plan de mantenimiento. Los planes de mantenimiento han aumentado un 13%. El VAN de este plan es de 267.176 dólares, la TIR es del 100% y el ratio B/C es de 0,71. Por lo tanto, la empresa minera puede ahorrar una cantidad significativa de dinero mediante la aplicación de este plan.

En la actualidad la empresa Multiservicios Papillon S.A.C. ofrece servicios de transporte de carga pesada, así como el servicio de alquiler, ya que, cuenta con una gran adquisición de flota de tractocamiones, correspondiente a cada tipo de carga que se presente según el cliente lo requiera, las marcas de los equipos con las que se trabajan actualmente son: Mack, Kenworth, Iveco, Scania e International., las cuales cuentan con un control satelital PS incorporado, lo que permite tener un panorama completo en tiempo real de la ubicación de cada vehículo.

Figura 1. Flota de Vehículos por Marca



Fuente: Elaboración Propia

El transporte de carga terrestre ha ido incrementándose a nivel de toneladas métricas de carga, llegando a un punto de 109,340,647 toneladas métricas de carga para el año 2019, sin embargo, esta cifra ha demostrado una caída del 0.7% en comparación con el año 2018, en donde las cifras llegaron a 110,158,808. A continuación, se muestra una data sobre la evolución histórica acerca del transporte de carga nacional.

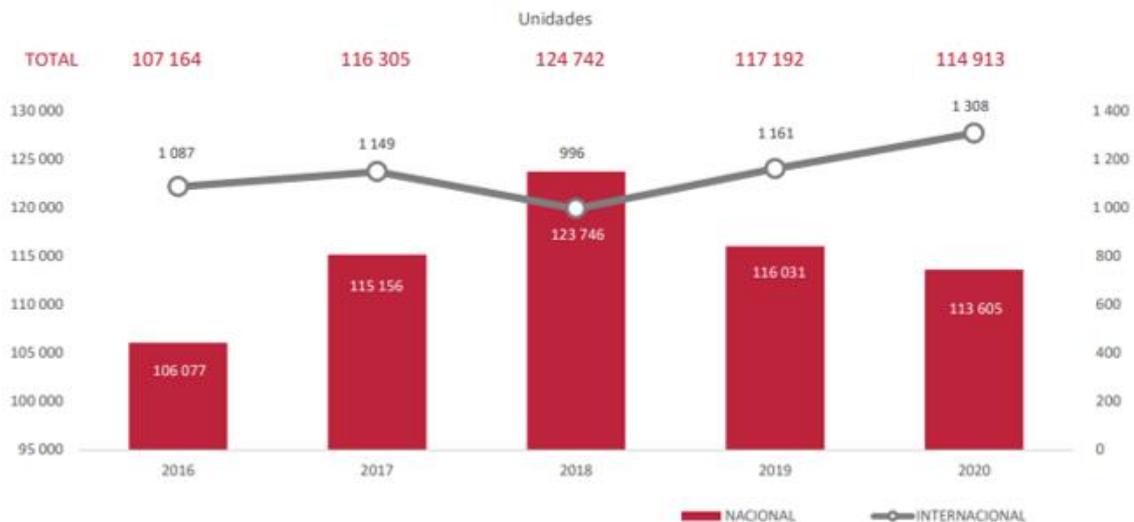
Figura 2. Evolución del Servicio de Carga Nacional (2010-2019)



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Adicionalmente, a pesar de un descenso en los dos años anteriores, el número de empresas que participan en el transporte nacional e internacional de mercancías por carretera pasó de 107 164 a 114 913 empresas en el quinquenio 2016-2020, lo que refleja un aumento del 7,20 % en términos relativos (2019 y 2020). Cabe destacar que, en 2020, solo el 1,10% de todas las empresas reconocidas (114 913) operaría a nivel internacional.

Figura 3. Empresas en el Servicio de Transporte de Carga



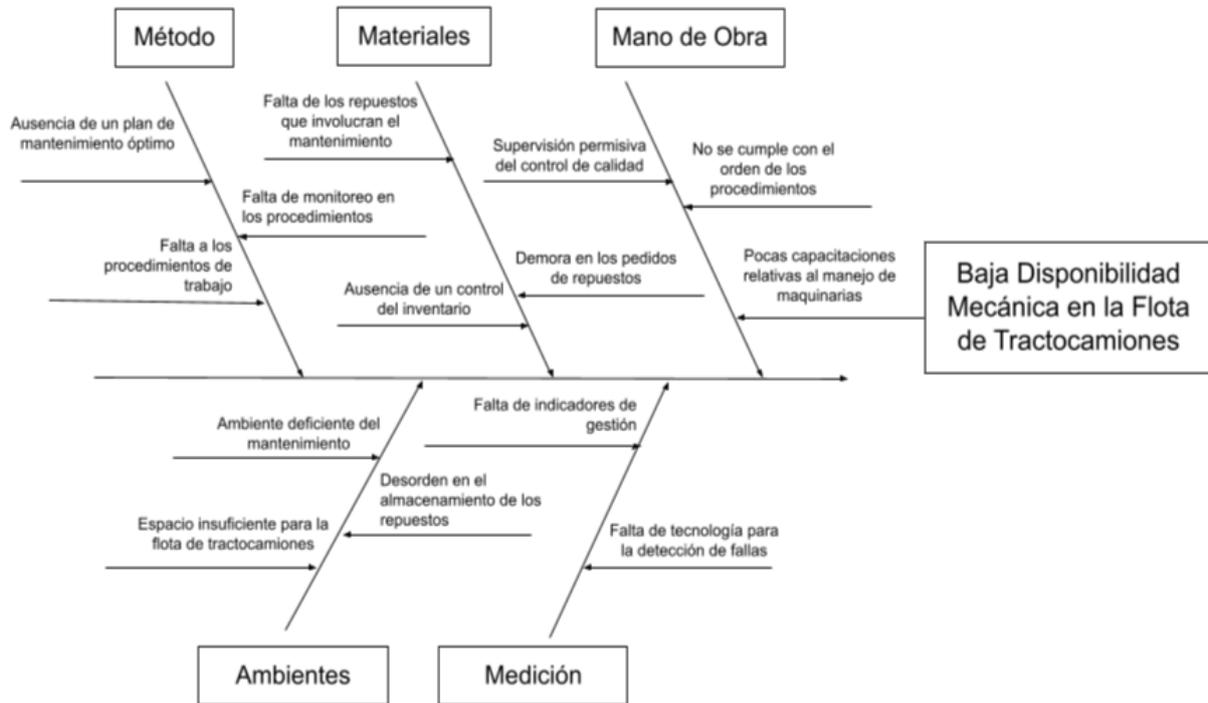
Fuente: Elaboración Propia

Hoy en día, la empresa tiene como reto principal la implementación de mejoras en el área de mantenimiento, lograr una certificación global y así, poder fidelizar a nuestros clientes, en el área de mantenimiento se cuenta con procedimientos correctivos y preventivos en proceso, así como también, se cuenta con un control respecto al kilometraje de cada vehículo, según la

marca. Sin embargo, no hay presencia de indicadores que demuestren los resultados obtenidos con los procedimientos trabajados hasta el día de hoy ni de la eficiencia de los costos y disponibilidad de los tractos.

Por todo esto, se necesita la implementación de una adecuada gestión del área de mantenimiento, con el fin de poder monitorear, llevar y reducir los problemas presentes en el área.

Figura 4. Diagrama Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia

1.2. Antecedentes

Como parte de un mayor entendimiento de la metodología usada en el presente trabajo, se realizó la búsqueda de archivos de investigación similares, de carácter verídico, los cuales fueron los siguientes:

Peña (2016) en su trabajo de investigación denominado: 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, describe los diversos problemas que se presentan en el departamento de flota, ocasionando así un mal uso de los recursos y una deficiente retroalimentación de los procesos, implementándose así un mantenimientos de carácter fundamental para una mejor organización de la flota, la estrategia que se implementó fue la recolección de datos mediante encuestas, basándose en un total de 28 unidades vehiculares, y como parte del estudio 2 personas, el gerente y el supervisor además, se contó con un diseño de campo no experimental, en base a las conclusiones, se determinó una falta de comunicación con el proveedor del servicio, así como, ausencias de rutinas de mantenimiento, concluyendo la necesidad de nuevo personal en el área de flota con el fin de cumplir un mantenimiento eficiente.

Castro y Aillón (2016) en su trabajo de investigación: Elaboración e implementación de un plan de mantenimiento para la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM de Pelileo, tuvieron como objetivo conocer el estado de la maquinaria pesada aplicando la metodología analítica utilizando los tiempos que emplea cada maquinaria en producción. Se llevó a cabo un análisis del modo y los efectos de los fallos (AMFE), mediante el cual se determinó qué componentes son más susceptibles de sufrir daños y fallos y cuáles se sustituyen. Por otro lado, se analizó el MTBF (tiempo medio entre fallos), el MTTR (tiempo medio de reparación) y la tasa de fallos (λ), así como otros indicadores de clase mundial, para establecer el estado actual de los equipos pesados y vehículos ligeros del GAD de Pelileo. Finalmente, mediante el plan de mantenimiento, se estimó que el porcentaje de tiempo de inactividad de las máquinas y los vehículos disminuyó en un 8,3%, lo que corresponde a las dos primeras semanas de aplicación del mantenimiento.

Meza (2019), en su trabajo de investigación: Propuesta de un plan para la mejora de disponibilidad d flota en una empresa de carga utilizando la metodología TPM, se realizaron auditorías a fin de identificar los problemas en el área, aplicando la metodología TPM, estableciendo políticas y metas, así como también la elaboración del plan maestro del TPM.

Posteriormente, se confirmó el concepto mediante la aplicación de un plan piloto para examinar los datos recogidos y determinar su viabilidad financiera. Como resultado, se redujo la incidencia de las averías mecánicas en un 44,6%, lo que supuso una mejora de la disponibilidad del 72,92% al 85,0%, así como un aumento de la utilidad anual de la empresa de 172.068 soles.

Martínez (2016) en su tesis : Propuesta de sistema de gestión integral en mantenimiento para una empresa de maquinaria de línea amarilla, se requiere la necesidad de ventajas competitivas, las cuales pueden mejorar la operatividad continua de las maquinarias y equipos, utilizando métodos inductivos y métodos deductivos, aplicando una investigación cuantitativa y experimental por contener algunas fórmulas, es de carácter explicativa ya que explica la causa de la inoperatividad en las máquinas, se concluyó la falta de un sistema integral de mantenimiento y una falta de práctica de este.

Martínez y Minchan (2019) en su tesis: Mejora en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica de los equipos de carguío y acarreo de una empresa minera de La Libertad”, logró la identificación de las causas de la mala gestión del mantenimiento, entre ellas, una mala gestión de los repuestos, falta de capacitación al personal, entre otros; mediante una metodología no experimental, basada en la observación y con una muestra de 27 camiones y 4 excavadoras. La evaluación económica tuvo un costo total de S/. 8,618,086.19, que incluía el mantenimiento preventivo de los camiones y excavadoras por un período anual, así como la capacitación técnica de la mano de obra.

Herrera (2018) en su trabajo de investigación: Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica de equipos en la empresa San Martin Contratistas Generales S.A. en el proyecto Tantauatay 2018” tuvo como objetivo un plan de gestión de mantenimiento, mediante un diseño de investigación de tipo descriptivo analítico, los resultados que se obtuvieron fue un incremento de la disponibilidad al 92% y una reducción de las paradas no programadas. Además, el coste del diseño del plan de gestión del mantenimiento se estimó en S/8.618.086,19; este coste es realista si se compara con la totalidad de los ingresos por alquiler de los equipos, que es de S/34.889.400.000.

Alva (2019) realizó su investigación titulada: “Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica de equipos de la empresa MUR WY S.A.C. en el proyecto cerro corona” con el fin de aumentar la disponibilidad mecánica de la flota de volquetes y equipos pesados de MUR WY S.A.C. Utilizando herramientas como el diagrama de Pareto y el diagrama de causa-efecto (Ishikawa), se descubrieron los fallos de los equipos.

Al inicio del proyecto actual, la disponibilidad media de los equipos del MUR WY S.A.C. era del 87,5%; sin embargo, tras la aplicación del nuevo plan de mantenimiento preventivo, la disponibilidad mecánica aumentó hasta superar el 92%, y se prevé que esta tendencia continúe a medida que se estandaricen y normalicen las nuevas actividades propuestas.

Carbajal (2016) en su tesis: Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa de transporte el Dorado S.A.C, tuvo como objetivo establecer un plan de mantenimiento Preventivo para la Flota Vehicular de la Empresa de Transporte El Dorado S.A.C. Se concluyó que, con la disposición del plan de acción para la ejecución del mantenimiento preventivo, fue posible organizar, gestionar y supervisar eficazmente las operaciones de mantenimiento realizadas en los vehículos de la flota de la institución. Para la ejecución de dicho plan, se utilizaron documentos particulares como órdenes de trabajo, formularios de registro de vehículos, formularios de revisión técnica, formularios de control de neumáticos y formularios de control de combustible, entre otros.

1.3. Bases Teóricas

1.3.1. Conceptos Básicos de Mantenimiento

Cárcel (2016) indica que, la noción de mantenimiento ha ido evolucionando desde sus funciones básicas de mantener y reparar los equipos para la buena producción hasta la concepción contemporánea del mantenimiento con las funciones de prevenir, corregir y revisar los equipos con el objetivo de reducir los costes totales.

Yunca (2021) destaca al mantenimiento como la función encargada del control de todo tipo de equipos, como productivos, auxiliares y de cualquier servicio, en todo caso, el mantenimiento en el que controla un conjunto de actividades y procedimientos los cuales deben ser completados para preservar u restaurar un sistema su estado óptimo a un bajo coste.

Meza (2020) define el mantenimiento como un conjunto de actividades las cuales permiten el mantener un sistema en buen estado, así como, el estado óptimos y operativo de los equipos para la realización de las actividades de producción o servicios, de esta forma cumple las funciones dentro de la productividad de la empresa.

1.3.2. Tipos de Mantenimiento

El mantenimiento correctivo y preventivo son las dos formas principales de mantenimiento, cada uno de estos métodos de mantenimiento será óptimo en un determinado entorno y equipo, en función de una serie de parámetros como el coste, la disponibilidad del personal, el tiempo

de trabajo, la disponibilidad de piezas de recambio, etc. En cualquier caso, el mantenimiento regular es esencial.

Así mismo, un buen programa de mantenimiento debe ser capaz de integrar las dos formas de mantenimiento de la mejor manera posible para prolongar al máximo la vida útil de los componentes de la planta de forma rentable y eficaz.

1.3.2.1. Mantenimiento Correctivo

Escandón (2020) indica que el mantenimiento correctivo tiene como fin la reducción de las averías no programadas o no pensadas, además de aquellos eventos no deseados durante los tiempos en los que se lleva la reparación

- a) Las reparaciones descubiertas durante el mantenimiento preventivo o predictivo podrían programarse según la disponibilidad del área de producción. según la disponibilidad del área de producción.
- b) Las reparaciones que se realizan como resultado de una avería imprevista; estas reparaciones suelen realizarse de emergencia. Estas reparaciones suelen realizarse con carácter de urgencia, ya que provocan pausas imprevistas en el proceso de fabricación.

1.3.2.2. Mantenimiento Preventivo

Alarcón y Romero (2020) detalla que el mantenimiento preventivo se trata de lograr la maximización de la operatividad de la producción, respecto a sus maquinarias y equipos con el fin de aspirar a una mejora continua en los rendimientos a través de una función adecuada de los actos operativos, obteniendo reducción de imprevistos e incluso posibles accidentes laborales.

Tabla 1.

Diferencias entre Mantenimiento Preventivo y Comercial.

Tipos de Mantenimiento	Concepto	Utilización	Contrastes
Mantenimiento Preventivo	Cuenta con un conjunto de actividades, las cuales ayudan a anticipar las averías de los equipos.	Se realizan los cambios o ajustes mediante limpiezas o reparaciones, con el fin de lograr la operatividad máxima de las unidades y así	A diferencia del mantenimiento correctivo, este mantenimiento busca prever posibles fallos y/o averías, planificando

		evitar daños a los equipos y/o al operador que los maneja.	actividades para un óptimo desarrollo de los equipos.
Mantenimiento Correctivo	Es el más empleado en caso de que se presenten fallas a lo largo de la utilización de los equipos.	Repara y/o modifica algún equipo en caso se haya presentado alguna falla, a fin de subsanar estos errores, los cuales ponen en riesgo tanto al equipo como al operario.	A diferencia del mantenimiento preventivo, en este mantenimiento no se predice las posibles fallas, se planea una serie de actividades en base a un fallo previamente ocurrido.

Fuente: Elaboración Propia.

Indicadores de Mantenimiento

Los indicadores de mantenimiento son instrumentos que nos permiten seguir el progreso hacia un objetivo establecido en un plan de trabajo de mantenimiento. Propuestos en un plan de trabajo de mantenimiento, nos ayudan a conseguir una alta disponibilidad, fiabilidad, tiempo medio de reparación, tiempo medio de fallo, tiempo medio entre fallos, mantenibilidad y utilización.

El tiempo medio hasta el fallo, el tiempo medio entre fallos, la mantenibilidad y la utilización son factores importantes a tener en cuenta. También es beneficioso para nosotros. También nos permite evaluar la eficacia de nuestra estrategia de mantenimiento preventivo y la eficiencia del personal contratado. Un plan de mantenimiento preventivo es el que nos permite ejecutar nuevos planes estratégicos para fortalecer nuestros planes estratégicos y abordar nuestras debilidades en el área.

Según Solano y Farias (2019) un indicador es aquel que sirve para medir la producción o servicio que se da, facilitando así la recolección de datos y ahorrando tiempos.

Tabla 2.

Indicadores del Procedimiento

Indicador	Descripción	Fórmula
Disponibilidad	Es el más importante, ya que, nos ayuda a medir el tiempo de operación de un equipo en su totalidad, dentro de las horas programadas.	$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$
Tiempo Promedio entre Fallas	Permite conocer el nivel de frecuencia de las fallas y así poder realizar ajustes en un periodo de tiempo.	$MTBF = \frac{\sum \text{Tiempos de Operación}}{\text{Número de fallas}}$
Tiempo Medio de Reparación	Permite saber el grado de importancia de las averías, producidas por un equipo, contabilizando las horas desde el fallo hasta la solución.	$MTTR = \frac{\text{Nº de horas de paro por falla}}{\text{Número de fallas}}$

Fuente: Elaboración Propia

1.3.3. Disponibilidad mecánica

Según Paucar Ortiz (2021) la disponibilidad mecánica es un indicador que permite controlar el tiempo que el equipo está accesible para ser utilizado.

Además, para Gullo y Dixon (2021) la disponibilidad es una estadística crítica en la gestión del mantenimiento, ya que describe objetivamente el perfil de rendimiento de un equipo o sistema. La mayoría de los usuarios consideran que la disponibilidad es más importante que la seguridad, ya que estar sin equipo durante un periodo prolongado es intolerable.

Desde otra perspectiva, Pérez Rondón (2021) independientemente del sector en el que se encuentre, la disponibilidad mecánica es un indicador de rendimiento que puede calcular en función del tiempo que un equipo ha pasado fuera de servicio frente a cuánto tiempo se ha proyectado para trabajar en el equipo.

1.3.3.1. Análisis conceptual de disponibilidad mecánica

Según Paucar Ortiz (2021) la disponibilidad mecánica calcula el tiempo total que se espera que una máquina esté disponible para realizar la función para la cual fue fabricada. En tal sentido, se analiza utilizando los indicadores relacionados con la disponibilidad, como el MTBF (tiempo medio entre fallos) y el MTTR (tiempo medio de reparación), lo que permite aumentar la disponibilidad.

Asimismo, para Gullo y Dixon (2021) la disponibilidad mecánica se utiliza para determinar el porcentaje de tiempo total que se puede prever que un equipo sea accesible para realizar su función. Al examinar los elementos que afectan a la disponibilidad, el MTBF y el MTTR, es posible evaluar varias posibilidades de acción para aumentar la disponibilidad. Los estudios de tiempo no deben incluir las paradas planificadas; sólo deben incluirse los tiempos causados por el fallo del equipo o de los activos. Así, la disponibilidad tiene un valor entre 0 y 1, y si el valor estimado se acerca a 1, indica que el resultado es bueno. Si el resultado es superior a 0, indica que deben realizarse acciones para aumentar la disponibilidad.

Así también, Pérez Rondón (2021) sostuvo que la disponibilidad mecánica es una métrica de rendimiento aplicable a todos los sectores, independientemente de sus métodos de fabricación. Por lo tanto, permite medir la relación entre el tiempo total de funcionamiento previsto del equipo y el tiempo que estuvo fuera de servicio para su reparación.

1.4. Glosario de términos

- **MTBF:** Es un indicador de rendimiento que mide el grado de mantenimiento de un sistema. Se tienen en cuenta los fallos aleatorios (no planificados), incluso si están causados por errores de software o problemas de fabricación (Paucar Ortiz, 2021).
- **MTTR:** Es un indicador que se puede medir junto con elementos como la mantenibilidad y la eficacia del mantenimiento. Los elementos de diseño que facilitan el mantenimiento de una máquina incluyen la mantenibilidad (la probabilidad de que pueda volver a funcionar en un determinado periodo de tiempo utilizando métodos específicos) y la accesibilidad, la estandarización y la simplicidad de los diagnósticos (Paucar Ortiz, 2021).
- **KPI:** Son los transmisores que comunican la información de la alta dirección a los rangos o niveles de la organización que merecen llevar estas indicaciones, asegurando que se cumplan y se alcancen los objetivos especificados (Pérez, 2021).

- Control de mantenimiento: Es necesario para medir cualquier parámetro por lo que se debe definir el lugar del control. El control se desarrolla mediante el uso de un modelo que actúa sobre los recursos y procesos para afectar a los resultados (Pérez, 2021).
- Gestión de mantenimiento: Mediante el análisis y los indicadores de gestión, un conjunto de procedimientos destinados a preservar el mejor uso de los activos, permitiendo una mayor eficiencia de estos y minimizando las pérdidas económicas. Pérez (2021) indica que se trata de un conjunto de actividades que garantizan una buena labor administrativa y operativa al tiempo que se respetan los indicadores de rendimiento o de gestión que cada organización utiliza para alcanzar sus objetivos.
- Gestión Logística: La gestión logística es un procedimiento paso a paso para planificar y ejecutar un proyecto. Cuando se trata de negocios, este proceso se refiere al flujo de trabajo de principio a fin con el fin de cumplir con las expectativas del consumidor y de la organización.
Reyes (2011) afirma que la gestión logística se ha convertido en una parte crucial de la empresa debido a su relevancia económica y a su influencia en los consumidores, es una parte vital de la empresa hoy en día.
- Diagrama Ishikawa: Herramienta que permite examinar los elementos que intervienen en la calidad, ayudando a sacar a la luz la conexión presente entre las causas del problema, que pueden presentarse en diversos ámbitos (Burgasi, et al., 2021).
- Diagrama de flujo: Son una herramienta de control y de descripción de procesos, que pueden ser utilizados para organizar, evaluar o incluso poner en marcha diversos procesos, los que los convierte en una herramienta flexible y sencilla (Uriarte, 2020).
- Diagrama de Pareto: Es una herramienta que permite un conocimiento más exhaustivo de los problemas que se desarrollan dentro de una organización, así como un estudio exhaustivo en momentos concretos para identificar los fallos precisos (Arroyo y Buenaño, 2017).
- Tractocamión: Tipo de camión, diseñado exclusivamente para tirar de un remolque.
- Falla: Razón o motivo por la cual un material no puede funcionar de forma óptima.
- Disponibilidad: Probabilidad de que un elemento se encuentre en condiciones operables para su utilización.
- Flota: Conjunto de barcos con un destino en común.

1.5. Problema

¿Cuál es el impacto del diseño de un plan de mantenimiento sobre la disponibilidad mecánica de la flota de tractocamiones en una empresa de transportes, Trujillo, año 2022?

1.6. Objetivos

1.6.1. *Objetivo general*

Determinar el impacto del diseño de un plan de mantenimiento sobre la disponibilidad mecánica de la flota de tractocamiones en una empresa de transportes, Trujillo, 2022.

1.6.2. *Objetivos específicos*

- a) Diagnosticar la situación actual de la flota de tractocamiones de una empresa de transportes.
- b) Elaborar un plan de gestión de mantenimiento para la flota de tractocamiones de una empresa de transporte.
- c) Calcular la viabilidad económica del programa de gestión de mantenimiento en una empresa de transporte

1.7. Hipótesis

El diseño de un plan de gestión de mantenimiento incrementa la disponibilidad mecánica de la flota de tractocamiones en una empresa de transporte, Trujillo, 2022.

1.8. Justificación

En la justificación práctica, la investigación tiene que brindarnos soluciones posibles o, en su defecto, estrategias que puedan resolver el problema de investigación (Fernández 2020). El presente estudio contribuirá a la resolución del problema de falta de disponibilidad mecánica de la flota de tractocamiones, realizando un adecuado sistema de gestión de mantenimiento, contando con instrumentos como cartillas de mantenimiento preventivo y correctivo.

La justificación teórica se encuentra relacionada con el hecho de buscar métodos teóricos y, analizarlos a profundidad; estos métodos deben guardar relación con el tema que se está abordando, con el fin de poder contar con diversas fuentes, las cuales han sido aplicadas en un campo de estudio en concreto (Bedoya, 2020). Se habla de justificar teóricamente cuando se encuentra una laguna dentro del área científica y el diseño de los estudios encontrados lo permite llenar en forma parcial total, por tanto, la justificación se resolverá comparando las nociones teóricas con la realidad e incluyendo el mantenimiento preventivo. Estos resultados se emplean para la creación de posibles hipótesis sobre el comportamiento de las máquinas y equipos en relación con factores que influyen en la satisfacción del consumidor.

Se justifica metodológicamente porque implica exponer por qué se debe utilizar la estrategia recomendada. Es fundamental subrayar la importancia de utilizar la estrategia. Se dice, por ejemplo, que, para identificar las características del espíritu empresarial internacional, se celebrará un grupo de discusión para comprender a fondo los motivos de los participantes con el fin de definir los componentes del espíritu empresarial internacional. (Álvarez, 2020).

La investigación correctamente diseñada producirá herramientas novedosas para la recolección y análisis de datos, además de describir conceptos, variables y sus relaciones. Al experimentar con variables adicionales es posible descubrir nuevas mejoras.

1.9. Aspectos éticos

El director general de Papillon S.A.C. consintió el uso de su información en este estudio. Los tesisistas se comprometen a hacer un uso adecuado de esta información y a mantener la confidencialidad de la información financiera y estratégica del gerente. De igual manera, se involucró a los trabajadores del área de mantenimiento y se les comunicó el objetivo de la investigación, asegurándoles que sus datos e información serían utilizados adecuadamente, según lo solicitado y autorizado por la gerencia.

CAPÍTULO II.

MÉTODO

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es mixta por el uso de datos numéricos y datos no cuantificables que serán necesarios para utilizarse como base del análisis del problema.

2.1.1. *Por su diseño*

Esta investigación es de diseño descriptivo analítico pues tiene como objetivo la descripción de la situación inicial de la flota, y pretenda analizar las causas raíz para proponer soluciones efectivas.

2.1.2. *Por su aplicación*

propósito es aplicada porque busca resolver un problema determinado mediante el uso de estrategias ligadas al conocimiento de herramientas y metodologías, a fin de aplicarlas en el proceso de la gestión de mantenimiento.

2.2. Población y Muestra

2.2.1. *Población*

La población que se considera está conformada por el número de unidades de móviles totales, lo cual generan un total de 25 unidades móviles en la empresa Multiservicios Papillon.

2.2.2. *Muestra*

La muestra se eligió en base a las unidades de móviles correspondientes a tractocamiones de la empresa Multiservicios Papillon., contando así con un total de 20 tractocamiones.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

T1: Instrumentos de Recolección

Tabla 3.

Instrumentos de recolección

Objetivo Específico	Instrumento	Técnica	Fuente
Diagnosticar la situación actual de la	Base de datos (Ver Anexo 1)	Análisis de Datos	Gerencia
	Diagrama de Pareto		

<p>flota de tractocamiones de la empresa Multiservicios Papillon</p>	<p>Formato de Evaluación de los Tractocamiones (Ver Anexo 2) Tabla de reportes (Ver Anexo 3)</p>		
<p>Elaborar un plan de gestión de mantenimiento para la flota de tractocamiones de la empresa Multiservicios Papillon.</p>	<p>Indicadores de mantenimiento</p> <hr/> <p>Mapa de procesos</p> <hr/> <p>Ficha de Orden de Trabajo (Ver Anexo 4). Formato de Monitoreo de Actividades Diarias (Ver Anexo 5) Formato para Reportes de Avería (Ver Anexo 6) Historial de Máquina (Ver Anexo 7)</p> <hr/> <p>Gráfico de barras</p> <hr/> <p>Programa de mantenimiento preventivo Programa de Capacitación.</p>	<p>Análisis de Datos</p>	<p>Supervisión/ Empleados</p>
<p>Calcular la viabilidad económica del programa de gestión de mantenimiento en la empresa Multiservicios Papillon.</p>	<p>Base de datos: Presupuesto</p> <hr/> <p>Diagrama de sectores</p>	<p>Análisis de Datos</p>	<p>Gerencia</p>

Fuente: Elaboración Propia

- La base de datos permite organizar una cantidad importante de datos para futuras consultas, búsquedas, introducción de nuevos datos, etc. Todo ello se puede realizar de forma rápida y sencilla con el uso de un ordenador.

- El formato de evaluación permite diagnosticar la situación inicial de los tractocamiones a través de una serie de parámetros establecidos.
- La tabla de reportes permite visualizar datos específicos de manera ordenada y concreta.
- La Ficha de orden de trabajo permite conocer las características de la maquinaria y las acciones por tomar respecto a su mantenimiento correspondiente o mantenimiento previo.
- El Formato de Monitoreo de Actividades Diarias nos permite tener un registro de las actividades realizadas a diario por los mecánicos, quienes se encuentran laborando en el área de mantenimiento.
- El Formato para Reportes de Avería permite informar al jefe de mantenimiento sobre las fallas de las maquinarias o su posible mantenimiento a fin de solucionar el problema.
- Historial de Máquina permite observar las fallas que ha obtenido previamente y las soluciones brindadas
- Programa de mantenimiento preventivo permite gestionar el de los tractocamiones en la empresa Multiservicios Papillon.
- Cronograma de Capacitaciones brinda información detallada de las actividades que deben cumplirse para que los colaboradores cumplan sus funciones adecuadamente.
- El diagrama de Parteo nos permite priorizar las fallas o los vehículos en función a una característica definida.
- El gráfico de barras permite comparar los resultados obtenidos entre sí.

T2: Técnicas de análisis de datos

Tabla 4.

Técnicas de análisis de datos.

Objetivo Específico	Técnica	Estadística
Diagnosticar la situación actual de la flota de tractocamiones de la empresa Multiservicios Papillon.	Tabulación	Descriptiva
Elaborar un plan de gestión de mantenimiento para la flota de	Clasificar	Descriptiva

tractocamiones de la empresa Multiservicios Papillon.	Calificar	
Calcular la viabilidad económica del programa de gestión de mantenimiento en la empresa Multiservicios Papillon.	Proyección	Inferencial

Fuente: Elaboración Propia

- La técnica de tabulación consiste en crear tablas claras y fáciles de leer que ofrezcan un resumen de las propiedades más esenciales de la variable estudiada.
- La Técnica de clasificación consiste en agrupar, seriar o clasificar componentes que son similares o están relacionados. Los componentes que conforman una clase están conectados en el sentido de que comparten ciertas propiedades clave.
- El enfoque de la calificación implica una evaluación o juicio sobre la forma en que se hacen las cosas. La calificación puede ser subjetiva u objetiva, es decir, basada en criterios o principios de ponderación establecidos.
- La técnica de proyección consiste en la observación de datos históricos, mediante los cuales se establecen tendencias que expliquen situaciones futuras. Todo ello se hace con el uso de herramientas estadísticas.

2.4. Procedimientos

2.4.1. Operacionalización

Tabla 5.

Matriz de Operacionalización

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores
Plan de gestión de mantenimiento o	Secuencia de medidas establecidas en un área o departamento de trabajo, que	El sistema de gestión de mantenimiento, son una serie de pasos de actividades,	Plan de mantenimiento o	Establecer frecuencias: Cambio, Ajuste, Limpieza, Inspección según sistemas

	debe realizarse de forma obligatoria para garantizar un funcionamiento óptimo de los equipos y maquinarias. (Pérez, 2021)	orientados a diagnosticar los puntos críticos para luego ejercer una planificación de soluciones y llegar a un programa de mantenimiento. (Solís, 2016)	Utilización	$\frac{Hrs\ Trabajadas}{Hrs\ disponibles} \times 100$
Disponibilidad Mecánica	La disponibilidad mecánica es una función que permite calcular el porcentaje de tiempo en el cual una máquina o equipo está disponible para cumplir la función para la cual fue diseñado y construido. Esto no implica necesariamente	La estimación de la disponibilidad en un periodo cualquier ha sido empleado en la modelación de la influencia en la disponibilidad de las flotas de las decisiones de mantenimiento. (Horning, 2012)	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	$\frac{\sum Tiempos\ de\ Operación}{Número\ de\ fallas}$
			Tiempo medio de reparación (MTTR)	$\frac{\sum Tiempos\ de\ inactividad}{Número\ de\ fallas}$
			Disponibilidad	$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$

	<p>e que esté operando o funcionando, sino que se encuentra en óptimas condiciones de operar (Pérez, 2021)</p>			
--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia

2.4.2. Generalidades de la empresa

2.4.2.1. Descripción de la Empresa

La empresa Multiservicios Papillon S.A.C., es una empresa dedicada a brindar servicios integrales de transporte terrestre de carga ancha y alquiler de maquinaria pesada, dicha empresas cuenta con más de 10 años de experiencia en el rubro, opera en las actividades comerciales de Transporte De Carga Por Carretera - Alquiler Y Arrendamiento De Otros Tipos De Maquinaria, Equipo Y Bienes Tangibles registrada dentro de las sociedades mercantiles y comerciales como una SOCIEDAD ANONIMA CERRADA con RUC 20481642265 debidamente empadronada en el Registro de Nacional de Proveedores del Estado, con más de 10 años de experiencia en el mercado peruano.

a) Misión:

Somos una empresa peruana dedicada a brindar un servicio de transporte de carga pesada eficiente y eficaz, llegando con seguridad a nuestro destino, brindando un servicio personalizado con personal y vehículos altamente calificados, y brindando un servicio personalizado con personal y vehículos altamente calificados para cada una de nuestras operaciones. dedicados al correcto cuidado de la salud y seguridad de nuestros empleados, así como del medio ambiente, enfocados a buscar la felicidad de nuestros clientes brindando un servicio de alta calidad a un costo económico.

b) Visión

Ser una empresa de transporte de mercancías pesadas conocida por ofrecer un servicio excepcional mediante una gestión logística adecuada, tecnología de vanguardia, personal cualificado y equipos de última generación.

Tecnología, personal cualificado y equipos sofisticados; dedicados a la salud y la seguridad de nuestros empleados, así como a la seguridad integrada y la protección del medio ambiente; todo ello se basa en un marco de mejora continua de los procesos. Nuestros métodos siempre se están mejorando.

c) Política de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente

Somos una empresa minera que se dedica a la exploración, el desarrollo, la preparación, la explotación y el transporte de recursos en general dentro de las minas, así como a sus operaciones de apoyo y actividades estratégicas.

Nuestras obligaciones son las siguientes:

- Cumplir con los requisitos de nuestra empresa en materia de seguridad, salud laboral, medio ambiente y clientes.
- Prevenir las lesiones y enfermedades profesionales entre nuestros trabajadores, visitantes, proveedores y otras personas que se vean afectadas por Papillon, aumentando la seguridad en el lugar de trabajo y el rendimiento en la gestión de la seguridad y la salud laboral.
- Prevenir la contaminación ambiental y controlar y reducir las repercusiones ambientales negativas de las actividades de Papillon. Cualquier empleado que esté sujeto a Papillon.
- Construir y mantener un SGI, el desempeño de la SST, nuestros procesos y el medio ambiente compatible e integrado con el resto de las actividades de la empresa.
- Garantizar la consulta y la participación de los empleados y sus representantes en todas las partes del sistema de gestión relacionadas con la seguridad y la salud en el trabajo.
- Fomentar una cultura preventiva de seguridad, salud laboral y cuidado del medio ambiente entre nuestros subcontratistas y trabajadores visitantes mediante la formación, la concienciación y el deseo de ampliar sus actividades.

- Cumplir con las leyes aplicables y otros deberes aceptados por la organización en materia de Seguridad, Salud Laboral y Medio Ambiente.

d) Productos

La empresa Multiservicios Papillon S.A.C. cuenta con una variedad de productos y, se realizar el transporte de los siguientes productos:

- Combustible
- Azúcar
- Bagazo
- Peróxido de hidrogeno
- Soda caustica
- Oxido de calcio
- Harina de pescado, etc.

e) Maquinarias y/o Equipos

Tractocamiones y Camionetas: Vehículos de transporte de mercancía, que ven emparejados con los semirremolques, dependiendo así de la carga; cada uno de estos tractocamiones cuenta con las condiciones necesarias para realizar viajes a cualquier destino.

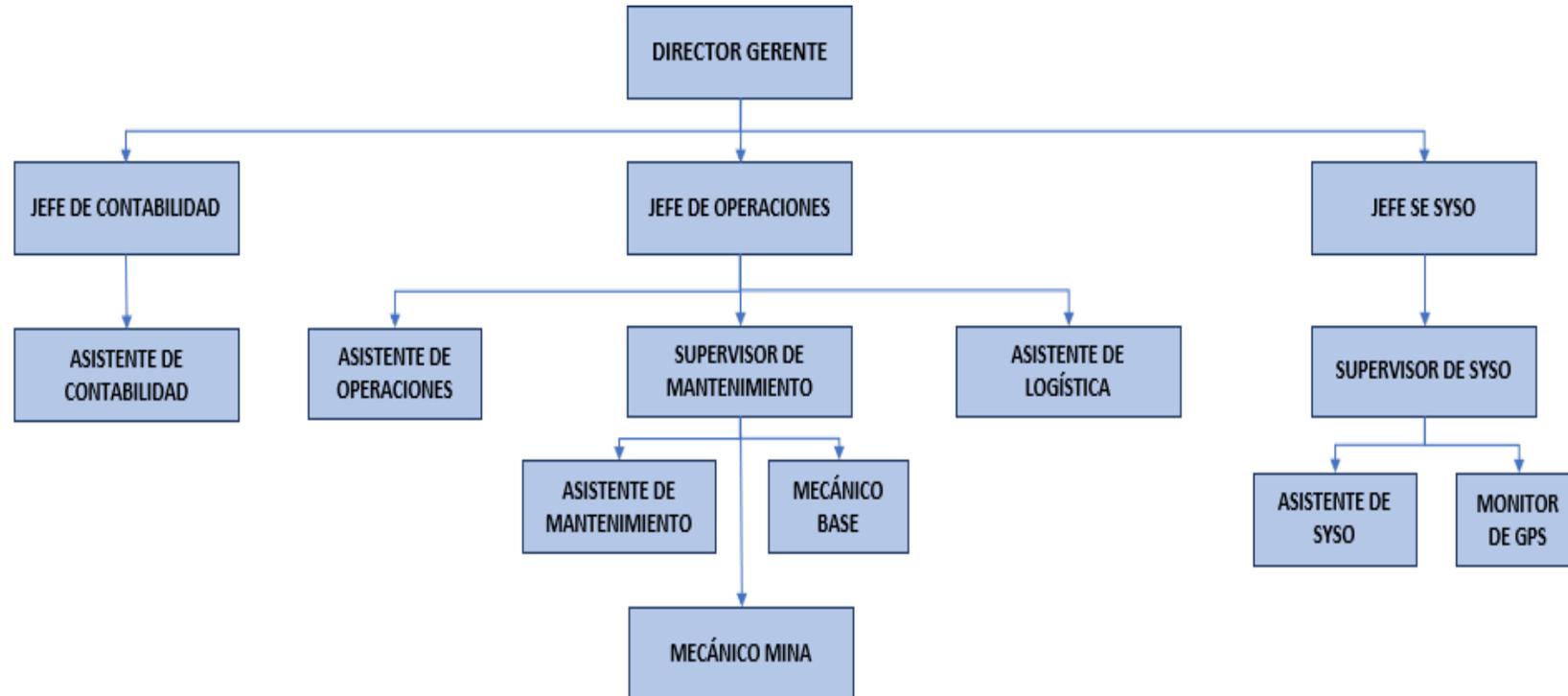
Una vez entregados los artículos críticos, es decir, pesados, peligrosos y/o grandes en cuanto a la carga, se hace uso también de furgonetas para el convoy o la escolta de estos tractocamiones.

Figura 5. *Camiones y tractocamiones de Papillon*

	CANT	UNIDAD	PLACA	MARCA
	1	TRACTO	T6T-837	MACK
	2	TRACTO	T6S-931	MACK
	3	TRACTO	T6K-941	MACK
	4	TRACTO	T7C-877	MACK
	5	TRACTO	T7C-853	MACK
	6	TRACTO	T7C-847	MACK
	7	TRACTO	T5O-943	MACK
	8	TRACTO	T6K-938	MACK
	9	TRACTO	T6T-821	MACK
	10	TRACTO	T8S-845	INTERNATIONAL
	11	TRACTO	T8O-886	INTERNATIONAL
	12	TRACTO	T8S-856	INTERNATIONAL
	13	TRACTO	APP-848	KENWORTH
	14	TRACTO	AMU-835	KENWORTH
	15	TRACTO	AMU-741	KENWORTH
	16	TRACTO	AMU-785	KENWORTH
	17	TRACTO	T8Q-821	SCANIA
	18	TRACTO	T8Q-837	SCANIA
	19	TRACTO	T8Q-831	SCANIA
	20	TRACTO	T8Q-807	SCANIA
	21	TRACTO	T4Q-915	IVECO
	22	CAMIONETA	T8H-866	MAZDA
	23	CAMIONETA	T8H-868	MAZDA
	24	CAMIONETA	T8H-865	MAZDA
	25	CAMIONETA	T8H-858	MAZDA

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Organigrama de Papillon S.A.C.

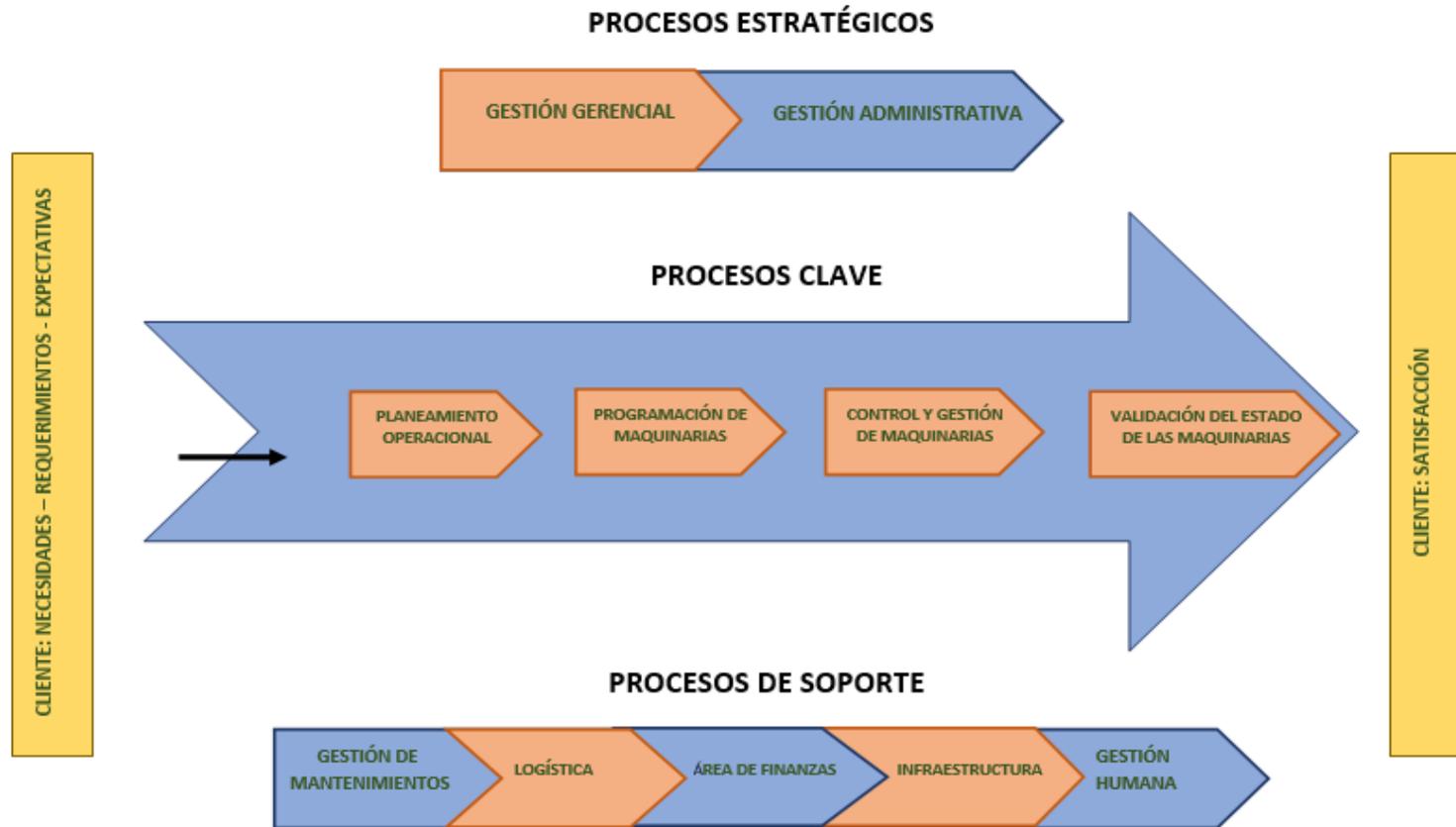


Fuente: Elaboración Propia

Se muestra el organigrama que maneja la empresa Multiservicios Papillon S.A.C. en donde se encuentra como cabeza el director gerente, luego está el jefe de contabilidad, operaciones, syso, quienes son los encargados de propagar las mejoras por parte del director, a los supervisores, con el fin de que estos puedan capacitar al personal a su cargo. Adicionalmente tenemos el asistente de operaciones y de logística, quienes trabajarán en conjunto con sus supervisores.

g) Mapa de Procesos

Figura 7. Mapa de procesos



Fuente: Elaboración Propia

En la figura anterior, podemos ver el mapa de procesos de la empresa Multiservicios Papillon, donde podemos visualizar los procesos estratégicos, clave y de soporte.

En los procesos operativos se tiene:

- Dirección de operaciones, que es la responsable legal de la empresa y, como tal, garantiza el cumplimiento de todos los requisitos legales que afectan al negocio y a las operaciones de la empresa.
- La gestión administrativa y de RRHH se encarga de la planificación del personal, que incluye la evaluación de las demandas laborales de la empresa en cada momento, los tipos de perfiles que se necesitarán, los tipos de contratos que se crearán y sus costes.
- La gestión de la seguridad y la salud en el trabajo se esfuerza por mejorar las circunstancias y los factores que pueden influir en el bienestar de todas las personas que trabajan en las instalaciones de la empresa, aplicando todas las medidas de prevención y protección que permiten evitar los accidentes y las enfermedades laborales.

En los procesos clave se tiene:

- La empresa realiza servicios de transporte de carga por carretera de: Combustible, Emulsión, Nitrato de Amonio y Matpel en general, son servicios realizados en base a los requerimientos de transporte del cliente.
- Alquiler de Maquinarias y equipos, relacionados con carga pesada, se cuenta con una amplia flota de estas maquinarias, con el fin de poder brindarlas cuando el cliente así lo requiera.

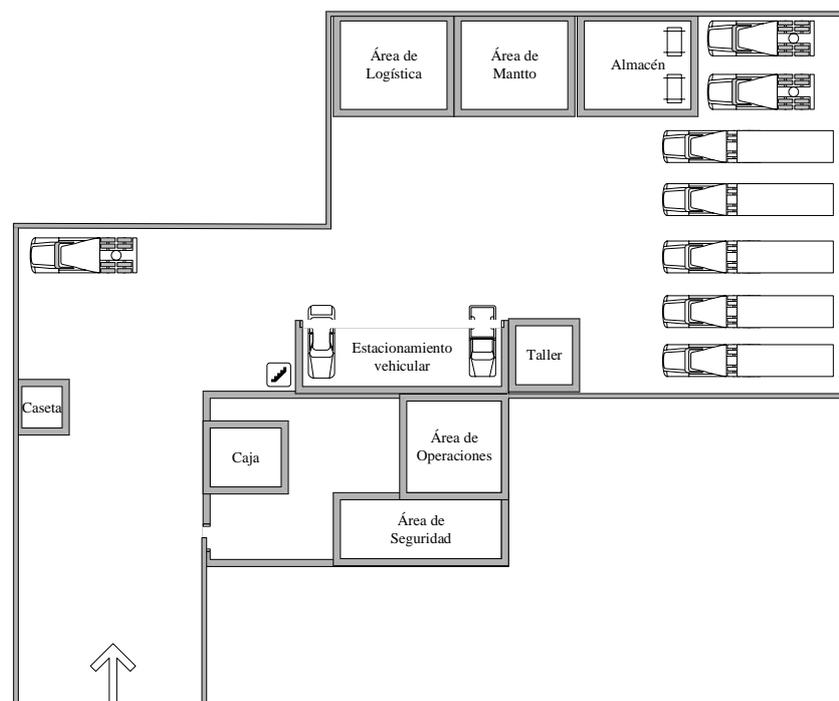
En los procesos de soporte se tiene:

- Gestión Logística, es una función de apoyo que se encarga de gestionar los flujos físicos (materias primas, productos terminados y su entorno). Las operaciones logísticas conectan el punto y el momento de la producción o la compra con el punto y el momento del consumo, y son el motor de la eficacia de los ámbitos de la comercialización y la producción.
- Gestión de Mantenimiento, se encarga de suministrar a la maquinaria pesada los servicios oportunos y eficaces que necesitan los equipos de gran tamaño, garantizando una alta disponibilidad mecánica mediante el mantenimiento preventivo y/o correctivo. Un mantenimiento que es a la vez preventivo y correctivo.

Matriz FODA

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento y experiencia en el mercado de carga. - Infraestructura y equipos acorde a la ejecución de las actividades. - Compromiso - Buena relación con los clientes - Ubicación accesible 	<ul style="list-style-type: none"> - No existen planes de mantenimiento de los vehículos. - Falta de indicadores de mantenimiento. - Falta de control y gestión de mantenimiento. - Pérdidas en fallas inesperadas. - Operarios de mantenimiento no capacitados.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> - Posibilidad de adquirir vehículos de carga - Crecimiento del mercado en la región. 	<ul style="list-style-type: none"> - Competencia con otras empresas con alta experiencia - Entrada de nuevos competidores - Competidores informales

Figura 8. *Layout de la empresa*



2.4.3. Descripción de los tractocamiones según la marca y su priorización

Debido a los resultados mostrados en el diagrama de Pareto, se procede a realizar una descripción de los tractocamiones, de acuerdo con las marcas: Mack, International, Scania y Kenworth, con el fin de implementar el plan de mantenimiento y poder realizar las mejoras respectivas.

► Tractocamión Mack

Figura 9. *Tractocamión Mack*



Fuente: Mack Trucks

Se muestra el Tractocamión MACK Pinnacle, con una gran eficiencia respecto al consumo del combustible, presenta un sistema de apertura asistida y un diseño modular y funcional, permitiendo un mejor acceso para su reparación.

Resumen de los tractocamiones marca Mack.

Tabla 6.

Tractocamiones Mack seleccionados por Pareto

ÍTEM	MARCA	CÓDIGO	MODELO
1	MACK	T6T-837	MACK PINNACLE
2		T7C-847	
3		T5O-943	
4		T6K-941	
5		T6T-821	
6		T7C-877	
7		T7C-853	

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar la flota de tractocamiones marca Mack, los que fueron priorizados por el diagrama de Pareto y serán objeto de estudio en el presente trabajo.

Tabla 7.

Especificaciones del Tractocamión Mack

Especificaciones Técnicas Mack	
Modelo	Mack Pinnacle – CXU613-EURO-5
Tipo	Tracto Camión
Potencia	440 HP
Velocidad	1000 – 1400 RPM
Sistema de Enfriamiento	Bomba de agua centrífuga accionada por correas.
Peso del Tractocamión	
Peso Útil	16,607 kg.
Peso Bruto	8,160 kg
Llantas del Tractocamión	
Tipo de Llantas	Aluminio

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 7. se muestra las principales características técnicas del tractocamión Mack, con el fin de conocer su peso, potencia, velocidad y, el sistema de enfriamiento que utiliza.

► **Tractocamión International**

Figura 10. *Tractocamión International*



Fuente: International Camiones

Se muestra el Tractocamión Internacional 9200 ISX, el cual permite conocer el diagnóstico del vehículo en tiempo real, cuenta con una cabina de acero liviana y resistente frente a la corrosión, diseñada para trabajos pesados, ofrece seguridad.

Resumen de la flota de Tractocamiones Internacional

Tabla 8.

Flota Tractocamiones Internacional seleccionado por Pareto

ÍTEM	MARCA	CÓDIGO	MODELO
1	INTERNATIONAL	T8S-856	International 9200 ISX
2		T8O-886	

Se puede observar la flota de tractocamiones marca International, los que fueron priorizados por el diagrama de Pareto y serán objeto de estudio en el presente trabajo.

Tabla 9.

Especificaciones del Tractocamión Internacional

Especificaciones Técnicas Internacional	
Modelo	9200 ISX
Tipo	Tracto Camión
Potencia	450 HP
Velocidad	1200 RPM
Sistema de Enfriamiento	Bomba de agua centrífuga accionada por correas.
Peso del Tractocamión	
Peso Bruto	27,215 kg.
Peso Seco	7,804 kg
Llantas del Tractocamión	
Tipo de Llantas	Aluminio

Figura: Elaboración Propia

En la Tabla N° 9. se muestra las principales características técnicas del tractocamión International, con el fin de conocer sus dimensiones, ejes, cabinas, frenos, etc.

► **Tractocamión Scania**

Figura 11. Tractocamión Scania



Se muestra el Tractocamión Scania, el cual, está equipado de una batería cuya capacidad útil puede otorgar 1,2 kWh. Su carga y su descarga son limitadas, lo que permite aumentar su periodo de vida útil.

Resumen de la flota de Tractocamiones Scania

Tabla 10.

Flota Tractocamiones Scania

ÍTEM	MARCA	CÓDIGO	MODELO
1	SCANIA R480	T8Q-807	SCANIA R 480
2		T8Q-831	
3		T8Q-821	
4		T8Q-837	

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar la flota de tractocamiones marca Scania en su totalidad, ya que, según el diagrama de Pareto mostrado con anterioridad, los equipos Scania no figuran entre las principales unidades con fallas críticas, esto quiere decir, que presenta una disponibilidad, utilización, y operatividad óptima.

Tabla 11.

Especificaciones del Tractocamión Scania

Especificaciones Técnicas Scania	
Modelo	SCANIA R 480 EURO 5
Tipo	Tracto Camión
Potencia	480 HP
Velocidad	1000-1300 RPM
Sistema de Enfriamiento	Bomba de agua centrífuga accionada por correas.
Peso del Tractocamión	
Peso Bruto	44,000 kg.
Peso Seco	19,000 kg
Llantas del Tractocamión	
Tipo de Llantas	Aluminio

En la Tabla N° 11. se muestra las principales características técnicas del tractocamión Scania, con el fin de conocer sus dimensiones, ejes, cabinas, frenos, etc.

► **Tractocamión Kenworth**

Figura 12. *Tractocamión Kenworth*



Fuente: Kenworth

Este tractocamión presenta una tecnología aerodinámica, la cual aumenta el desempeño del conductor y la eficiencia de la unidad, contiene un motor ligero, potente y eficiente, lo cual lo hacen la combinación perfecta.

Resumen Flota Kenworth

Tabla 12.

Flota tractocamión Kenworth según Pareto

ÍTEM	MARCA	CÓDIGO	MODELO
1	KENWORTH	APP-848	Kenworth T800
2		AMU-835	
3		AMU-741	

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar la flota de tractocamiones marca Kenworth, los que fueron priorizados por el diagrama de Pareto y serán objeto de estudio en el presente trabajo.

Especificaciones Técnicas del Tractocamión Kenworth

Tabla 13.

Especificaciones Técnicas del tractocamión Kenworth

Especificaciones Técnicas Kenworth	
Modelo	Kenworth T800
Tipo	Tracto Camión
Potencia	500 HP
Velocidad	1850 - 2000 RPM
Sistema de Enfriamiento	Enfriador de aceite de transmisión, enfriador de dirección hidráulica
Peso del Tractocamión	
Peso Bruto	23,455 kg.
Peso Seco	6,622 kg
Llantas del Tractocamión	
Tipo de Llantas	Aluminio

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 13. se muestra las principales características técnicas del tractocamión Kenworth T-800, con el fin de conocer a profundidad los beneficios que ofrece este tractocamión en cuanto a su sistema de neumáticos, tanque de combustible, llantas, etc.

2.4.4. Principales Sistemas de la Flota de Tractocamiones

► Sistema de Motorz

El sistema de motor de los tractocamiones, por lo general cuentan con altos índices de calidad, garantía y, sobre todo, larga duración, acompañado de un ahorro de combustible, este motor cumple con la protección medioambiental.

Figura 13. *Sistema de Motor Tractocamión*



Fuente: MackTrucks

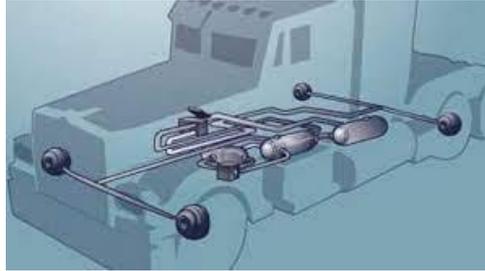
► Sistema de Frenos

Los sistemas de frenos son una de las partes fundamentales de un tractocamión, usualmente se utilizan frenos de aire en lugar de frenos hidráulicos, lo cual permite un frenado de emergencia, siendo mucho más prácticos y no hay necesidad de drenar líquidos de los frenos (si en caso fueran de aire).

Se tiene a continuación lo que se utiliza dentro del sistema de frenos de estos tractocamiones:

- Indicador de advertencia de baja presión de aire
- Interruptor de luz de alto
- Válvula limitadora de freno delantero
- Válvula de protección del tractor
- Sistemas duales de frenos delanteros

Figura 14. *Sistema de Frenos de un Tractocamión*



Fuente: FUSO PERÚ

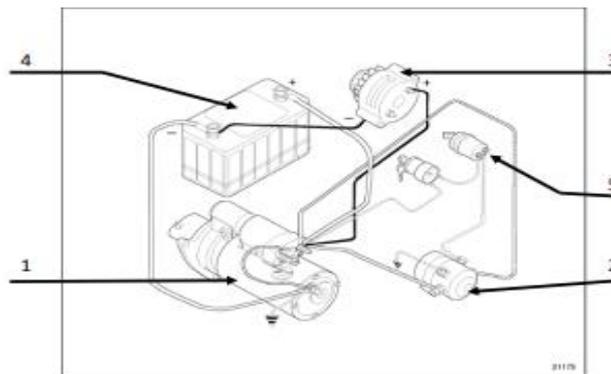
► **Sistema Eléctrico**

El sistema eléctrico del tractocamión se compone no solo de batería, sino hay presencia de subcircuitos, por ello es importante tener una secuencia de procedimientos en el sistema eléctrico, de igual forma también se presentan, motores de arranque, alternadores, interruptor magnético y el cableado.

Algunos beneficios de un óptimo sistema eléctrico son los siguientes:

- Óptimo estado de las áreas de carga eléctrica
- Reducción de problemas durante la operación del tractocamión
- Estado óptimo de la batería y el cableado
- Corrección de las fallas eléctricas

Figura 15. *Sistema Eléctrico de un Tractocamión*



- 1- Motor de arranque (marcha).
- 2- Solenoide.
- 3- Alternador para carga de batería y regulador de voltaje (generalmente integrado al alternador).
- 4- Baterías de almacenamiento.
- 5- Interruptor de encendido.

Fuente: Camiones Freightliner

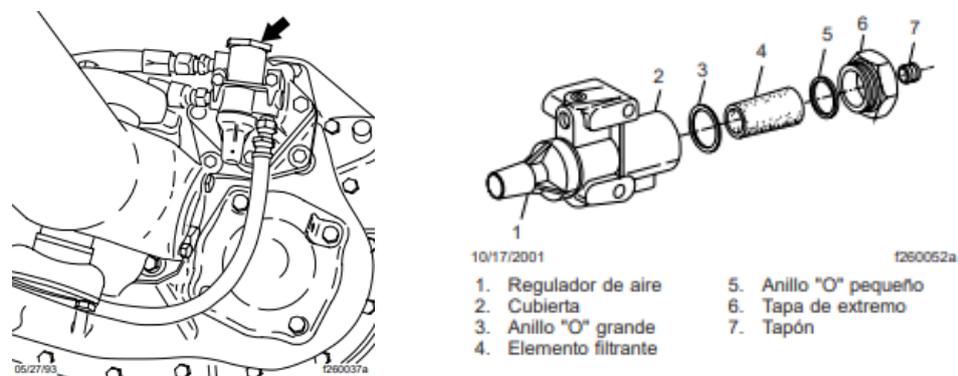
► Sistema de Transmisión

El sistema de transmisión además de realizar el giro cigüeñal hasta las ruedas, consigue también poder variar la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas, sin embargo, esto varía en función de la carga que se transporta y el trazado del asfalto.

Si el árbol de transmisión gira más lento a comparación del cigüeñal, significa que se ha producido una reducción. El sistema de transmisión cuenta con los siguientes componentes:

- Embrague, el cual acopla o desacopla el motor de la caja de velocidades
- La caja de velocidades, la cual proporciona la fuerza o la velocidad en función de las necesidades que se requiere.
- Árbol de transmisión, encargado de transmitir el movimiento de la caja de velocidades.
- Grupo cónico-diferencial, este convierte el movimiento giratorio longitudinal en un giro transversal que comanda a las ruedas.

Figura 16. Sistema de Transmisión



Fuente: Manual de Mantenimiento Columbia

► Sistema de Suspensión

El sistema de suspensión es el sistema más utilizado en la parte trasera de los tractocamiones y demás vehículos de carga, la razón es porque garantiza una conducción más suave y cómoda, independientemente del tipo de carga que se está transportando, esto, debido al uso de aire comprimido dentro de las cámaras del eje, con el fin de absorber algunas inestabilidades.

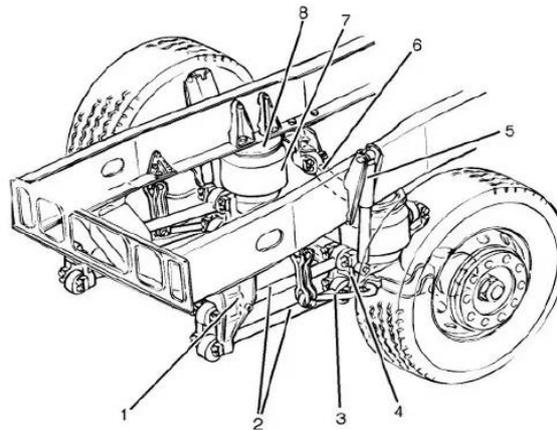
Algunas ventajas de este sistema son:

- Mayor confianza y seguridad al momento de transportar carga frágil, debido a la absorción uniforme que presenta al momento de pasar por terrenos

irregulares.

- Garantiza una conservación de la carretera por la que se transita, contando con que el peso del tractocamión y de la carga transportada tengan poco impacto en el asfalto durante el transporte.

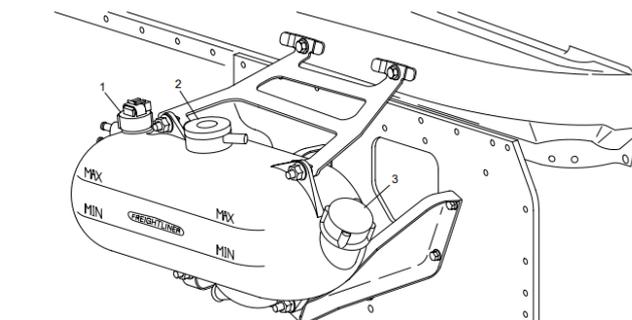
Figura 17. Sistema de Suspensión



► **Sistema de Enfriamiento**

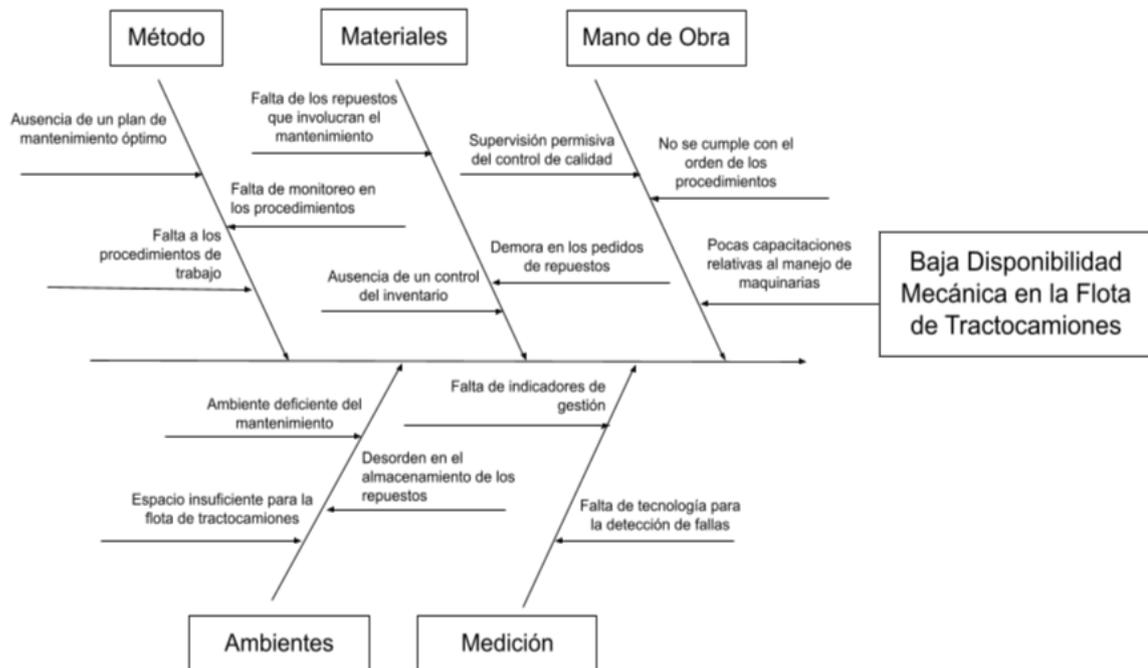
El sistema de enfriamiento tiene la función de disipar el calentamiento del motor que se pueda presentar, por otro lado, también mantiene la temperatura ideal de este para que no pierda sus rasgos característicos, si el sistema de enfriamiento falla, incurre de manera directa con el motor. Algunos de los problemas más comunes encontrados son:

Figura 18. Sistema de Enfriamiento



Fuente: Manual de Mantenimiento Columbia

2.4.5. Diagnóstico del área problemática



Se analiza la gestión de mantenimiento y las causas que incurren en la baja disponibilidad de la maquinaria pesada de la Empresa Multiservicios Papillon S.A.C. En el departamento de mantenimiento de la empresa existen elevados gastos operativos, debido a que el departamento aún está en proceso de implementarse, por lo que, no cuenta con un sistema fortalecido para el mantenimiento correctivo y preventivo de los tractocamiones. Se debe a las razones de fondo que se enumeran a continuación, derivadas del diagrama realizado de Ishikawa.

Tabla 14.

Identificación de problemas y las causas raíz

ITEM	CAUSA RAIZ
CR1	Falta de control de tiempos de mantenimiento
CR2	Falta de equipos adecuados
CR3	Diferente mantenimiento por casa marca
CR4	Fallas en repuestos antes de cumplir vida útil
CR5	Falta de capacitación
CR6	Falta de operarios de mantenimiento
CR7	Mala gestión mantenimiento
CR8	Falta de stock de repuestos
CR9	Ausencia de indicadores de mantenimiento
CR10	Falta de procedimiento correctivo y preventivo
CR11	Inadecuada distribución de planta
CR12	Inadecuada conservación de lubricantes

Fuente: Elaboración Propia

2.4.6. Priorización de causas raíz

Mediante el diagrama de Ishikawa realizado previamente, se lograron visualizar las causas raíz del área de mantenimiento, así mismo se realizó una encuesta a los conductores encargados, con la finalidad de realizar la priorización de raíces, la cual nos permite un mejor entendimiento e identificación de los problemas más serios e urgentes, para su posterior plasmación en el diagrama de Pareto.

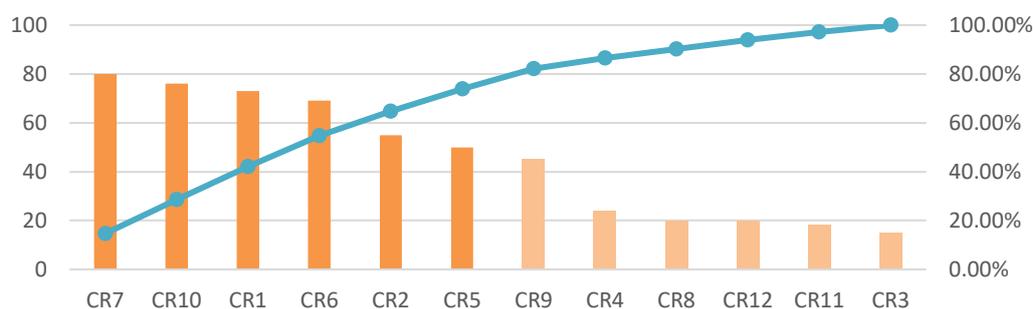
Tabla 15.

Priorización de las causas raíz

ITEM	CAUSA RAIZ	fi	Fi(%)	Hi (%)
CR7	Mala gestión mantenimiento	80	14.68%	14.68%
CR10	Falta de procedimiento correctivo y preventivo	76	13.94%	28.62%
CR1	Falta de control de tiempos de mantenimiento	73	13.39%	42.02%
CR6	Falta de operarios de mantenimiento	69	12.66%	54.68%
CR2	Falta de equipos adecuados	55	10.09%	64.77%
CR5	Falta de capacitación	50	9.17%	73.94%
CR9	Ausencia de indicadores de mantenimiento	45	8.26%	82.20%
CR4	Fallas en repuestos antes de cumplir vida útil	24	4.40%	86.61%
CR8	Falta de stock de repuestos	20	3.67%	90.28%
CR12	Inadecuada conservación de lubricantes	20	3.67%	93.94%
CR11	Inadecuada distribución de planta	18	3.30%	97.25%
CR3	Diferente mantenimiento por cada marca	15	2.75%	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 19. Diagrama de Pareto de las causas raíz



Fuente: Elaboración propia

2.4.7. Matriz de indicadores

Tabla 16.

Matriz de indicadores

CR	DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA RAÍZ	INDICADOR	FÓRMULA	VALOR INICIAL	COSTO/PER DIDA	META	AHORRO BENEFICIO	HERRAMIENTA DE MEJORA
CR7	Mala gestión mantenimiento	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	$\frac{\text{Tiempos de Operación}}{\text{Número de fallas}}$	57.26	S/ 89,514.00	60.00	S/ 48,963.26	Plan de gestión de mantenimiento
CR10	Falta de procedimiento correctivo y preventivo	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	$\frac{\text{Tiempos de Operación}}{\text{Número de fallas}}$	57.26		60		Definición de procedimiento
CR1	Falta de control de tiempos de mantenimiento	Tiempo medio de reparación (MTTR)	$\frac{\text{Tiempos de inactividad}}{\text{Número de fallas}}$	6.83	S/ 29,903.00	5.00	S/ 21,258.00	Estudio de tiempos y movimientos
CR6	Falta de operarios de mantenimiento	Tiempo medio de reparación (MTTR)	$\frac{\text{Tiempos de inactividad}}{\text{Número de fallas}}$	6.83		5		Reclutamiento y selección de personal
CR2	Falta de equipos adecuados	Tiempo medio de reparación (MTTR)	$\frac{\text{Tiempos de inactividad}}{\text{Número de fallas}}$	6.83		5.00		Plan de gestión de mantenimiento
CR5	Falta de capacitación	Tiempo medio de reparación (MTTR)	$\frac{\text{Tiempos de inactividad}}{\text{Número de fallas}}$	6.83		5		Elaboración de plan de capacitación
							S/ 119,417.00	S/ 70,221.26

Fuente: Elaboración propia

2.5. Solución de la propuesta

2.5.1. Descripción de las causas raíz

Tabla 17.

Descripción de las causas raíz

CR	DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA RAÍZ
CR7	Mala gestión mantenimiento La ausencia de un cronograma de actividades que cumpla con las fechas dadas y recomendadas por el Manual de Mantenimiento del equipo.
CR10	Falta de procedimiento correctivo y preventivo No existen procedimientos definidos para el desarrollo de actividades preventivas y correctivas.
CR1	Falta de control de tiempos de mantenimiento Al no existir un plan, no existe el control de la cantidad de horas que deben durar los mantenimientos y estos pueden tomar demasiado tiempo

CR6	Falta de operarios de mantenimiento	La cantidad de operarios es limitada para el número de fallas que se presentan
CR2	Falta de equipos adecuados	No se cuentan con quipos adecuados para realizar los mantenimientos, lo que toma mayor tiempo.
CR5	Falta de capacitación	Los operarios no están correctamente capacitados y eso causa demoras en el mantenimiento de las máquinas y algunas fallas posteriores.

Fuente: Elaboración propia

2.5.2. Costeo de pérdidas

Las causas raíz producen una grave deficiencia en el proceso de mantenimiento en la empresa Multiservicios Papillon SAC, lo que se traduce en una pérdida monetaria considerable mensualmente.

Tabla 18.

Costeo de pérdidas

Marca	Pérdida
Mack	S/. 86,100.00
International	S/. 25,470.00
Kenworth	S/. 42,600.00
Scania	S/. 15,247.50
Total	S/. 169,417.50

2.5.3. Desarrollo de herramientas

2.5.3.1. Diagnosticar la situación actual de la flota de tractocamiones de una empresa de transporte

Esta etapa se establecerá mediante el análisis del historial de la maquinaria y, sobre todo, mediante la evaluación de cada fallo o parada no planificada, que son las causas que contribuyen a la escasa disponibilidad mecánica.

► **Priorización de los tractocamiones según el monto de pérdidas en dinero generado por paradas no programadas.**

Según los datos históricos, la disponibilidad mecánica de los equipos pesados ha disminuido considerablemente en los últimos años. Esto se debe a las frecuentes paradas no planificadas causadas por problemas operativos (Véase el Anexo N° 01) base de datos. El objetivo de este proyecto es estudiar la gestión del mantenimiento

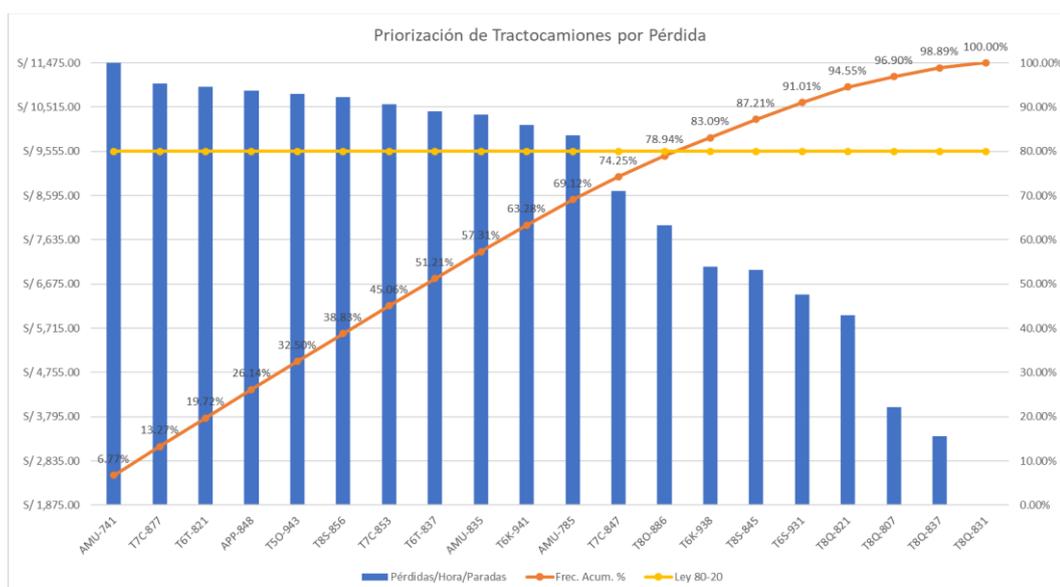
Figura 20. Base de datos de priorización de la Flota de Tractocamiones según las pérdidas

Equipo	Horas Mantenimiento	Horas Totales Disponibles	Horas Programadas	N° Paradas / MTTO Prog	N° Paradas / MTTO No Prog	N° Paradas Totales	Disponibilidad	Utilización	MTTR	MTBF	Pérdidas/Horas/Parada	%	%Acumulado	Ley 80-20
AMU-741	153.00	653.00	908.00	5.00	10.00	15.00	83.15%	65.54%	8.00	42.80	11,475.00	6.77%	6.77%	80%
T7C-877	147.00	1842.00	854.00	3.00	15.00	18.00	82.79%	35.02%	7.00	43.00	11,025.00	6.51%	13.28%	80%
T6T-821	146.00	1842.00	956.00	3.00	11.00	14.00	84.73%	39.63%	7.00	66.36	10,950.00	6.46%	19.74%	80%
APP-848	145.00	1842.00	924.00	6.00	10.00	16.00	84.31%	30.84%	7.25	56.80	10,875.00	6.42%	26.16%	80%
T5O-943	144.00	1842.00	856.00	4.00	11.00	15.00	83.18%	33.66%	7.00	56.36	10,800.00	6.37%	32.54%	80%
T85-856	143.00	1713.00	956.00	4.00	11.00	15.00	85.04%	33.63%	7.00	52.36	10,725.00	6.33%	38.87%	80%
T7C-853	141.00	1842.00	815.00	3.00	9.00	12.00	82.70%	25.35%	7.00	51.89	10,575.00	6.24%	45.11%	80%
T6T-837	139.00	1842.00	615.00	3.00	13.00	16.00	77.40%	34.47%	7.13	48.85	10,425.00	6.15%	51.26%	80%
AMU-835	138.00	1842.00	1085.00	6.00	8.00	14.00	87.28%	21.82%	9.00	50.25	10,350.00	6.11%	57.37%	80%
T6K-941	135.00	1842.00	725.00	2.00	12.00	14.00	81.38%	34.09%	7.36	52.33	10,125.00	5.98%	63.35%	80%
AMU-785	132.00	1842.00	826.00	3.00	23.00	26.00	84.02%	64.20%	4.08	51.41	9,900.00	5.84%	69.19%	80%
T7C-847	116.00	595.00	1278.00	4.00	9.00	13.00	90.92%	90.76%	6.46	60.00	8,700.00	5.14%	74.33%	80%
T8O-886	106.00	520.00	1062.00	4.00	8.00	12.00	90.02%	92.31%	6.17	60.00	7,950.00	4.69%	79.02%	80%
T6K-938	94.00	408.00	1123.00	5.00	6.00	11.00	91.63%	90.20%	6.18	61.33	7,050.00	4.16%	83.18%	80%
T85-845	93.00	540.00	945.00	3.00	8.00	11.00	90.16%	90.74%	6.18	61.25	6,795.00	4.01%	87.19%	80%
T65-931	86.00	542.00	872.00	4.00	8.00	12.00	90.14%	90.41%	6.00	61.25	6,450.00	3.81%	91.00%	80%
T8Q-821	80.00	540.00	745.00	2.00	8.00	10.00	89.26%	90.74%	6.20	61.25	6,000.00	3.54%	94.54%	80%
T8Q-807	53.30	328.00	659.00	2.00	5.00	7.00	91.91%	92.68%	6.14	60.80	3,997.50	2.36%	96.90%	80%
T8Q-837	45.00	330.00	815.00	1.00	5.00	6.00	94.48%	91.52%	6.17	60.40	3,375.00	1.99%	98.89%	80%
T8Q-831	25.00	134.00	564.00	1.00	2.00	3.00	95.57%	91.04%	6.33	61.00	1,875.00	1.11%	100.00%	80%
											169,417.50			

Fuente: Elaboración Propia

En la figura N° 20, se puede visualizar la priorización de los tractocamiones, los cuales generaron mayores costos en cuanto a fallas y/o paradas no programadas, ocurridas durante la utilización de estas; así mismo, en el siguiente diagrama de Pareto se puede apreciar la flota estudiada.

Figura 21. Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración Propia

En la figura N° 21 se puede apreciar la priorización de los tractocamiones, definido por la Ley 80-20 de Pareto, el cual será objeto de estudio el 80%. De esta forma, podemos analizar que, los primeros 13 tractocamiones representan la cantidad las cuales se buscarán una mayor disponibilidad mecánica, con el fin de reducir sus fallas y/o paradas no programadas, logrando una reducción de pérdidas de dinero. Se planea llegar a un 92% de disponibilidad mecánica de los tractocamiones.

Mediante el diagrama de Pareto, las pérdidas generadas por cada tractocamión fueron las siguientes:

- Pérdida de S/. 11,475 en fallas y/o paradas no programadas del Kenworth AMU-741 que representa el 6.77% del total de pérdidas generado.
- Pérdida de S/. 11,025 en fallas y/o paradas no programadas del Mack T7C-877, que representa el 6.50% del total de pérdidas generado.
- Pérdida de S/ 10,950 en fallas y/o paradas no programadas del Mack T6T-821, que representa el 6.46 % del total de pérdidas generado.
- Pérdida de S/ 10,875.00 en fallas y/o paradas programadas del Kenworth APP-848, que representa el 6.41% del total de pérdidas generado.
- Pérdida de S/ 10,800.00 en fallas y/o paradas no programadas del Mack T5O-943, que representa el 6.37% del total de pérdidas generado.
- Pérdida de S/ 10,725.00 en fallas y/o paradas no programadas del International T8S-856, que representa el 6.32% del total de pérdidas generado.

- Pérdida de S/ 10,575.00 en fallas y/o paradas no programadas del Mack T7C-853, que representa el 6.24% del total de pérdidas generado.
- Pérdida de S/ 10,425.00 en fallas y/o paradas no programadas del Mack T6T-837, que representa el 6.15% del total de pérdidas generado.
- Pérdida de S/ 10,350.00 en fallas y/o paradas no programadas del Kenworth AMU-835, que representa el 6.10% del total de pérdidas generado.
- Pérdida de S/ 10,125.00 en fallas y/o paradas no programadas del Mack T6K-941, que representa el 5.97% del total de pérdidas generado.
- Pérdida de S/ 9,900.00 en fallas y/o paradas no programadas del Kenworth AMU-785, que representa el 5.84% del total de pérdidas generado.
- Pérdida de S/ 8,700.00 en fallas y/o paradas no programadas del Mack T7C-847, que representa el 5.13% del total de pérdidas generado.
- Pérdida de S/ 7,950.00 en fallas y/o paradas no programadas del International T8O-886, que representa el 4.69% del total de pérdidas generado.

Análisis de las fallas de la flota de tractocamiones

Tras una evaluación en profundidad del departamento de mantenimiento de la empresa Multiservicios Papillon S.A.C., se descubrió que la empresa basa su estrategia de mantenimiento en el mantenimiento correctivo, es decir, responden sólo después de que se produzca una falla. Contamos con una amplia variedad de tecnologías utilizadas para el mantenimiento, aunque actualmente tenemos nuevos procedimientos de mantenimiento una amplia variedad de tecnologías de mantenimiento, y después de estar en el negocio durante más de 20 años, esta empresa no ha tenido una estrategia de mantenimiento bien definida en los últimos 20 años, optando en cambio por el mantenimiento correctivo.

Se descubrió que los fallos más comunes de los equipos se daban en los siguientes sistemas: Neumáticos, Electrónico, Transmisión y Suspensión. En esta investigación, se hizo mucho hincapié en los diversos fallos que se identificaron como causa del problema.

Análisis de las fallas por sistema de tractocamiones

Con el objetivo de revertir las paradas no programadas de los tractocamiones, se brinda una mayor atención a las fallas que han presentado mayor número de paradas y, altos costos de pérdidas debido a su inoperatividad.

Tabla 19.

Análisis de las fallas por sistema

Código de la Falla de Tractocamiones	Consecuencia de la falla	Código de la falla por sistema	Falla por sistema	Número de fallas	%
FT	No se logra cumplir con el servicio pactado a realizar, problemas en llegar al punto de destino	2906	Neumáticos	42	25%
		2903	Eléctrico / Electrónico	61	36%
		2904	Transmisión	34	20%
		2905	Suspensión	32	19%
		Total			169

Fuente: Elaboración Propia

La tabla N° 19, es una tabla de reportes donde se pueda observar la consecuencia de las fallas de los tractocamiones en base a su sistema, el cual nos permite brindar mayor atención a las fallas más críticas reportadas en el 2021, las cuales constan de 169 en los primeros 6 meses del 2021 en la empresa Multiservicios Papillon S.A.C.

Del diagnóstico por falla de sistema, se puede deducir lo siguiente:

- 42 fallas en los Neumáticos, el cual representa el 25% del total de fallas reportadas
- 61 fallas del sistema Eléctrico, el cual representa el 36% del total de fallas reportadas.
- 34 fallas del sistema de Transmisión, el cual representa el 20% del total de fallas reportadas.
- 32 fallas del sistema Suspensión, el cual representa el 19% del total de fallas reportadas.

Tabla 20.

Análisis de Fallas del Sistema de los Neumáticos de los Tractocamiones

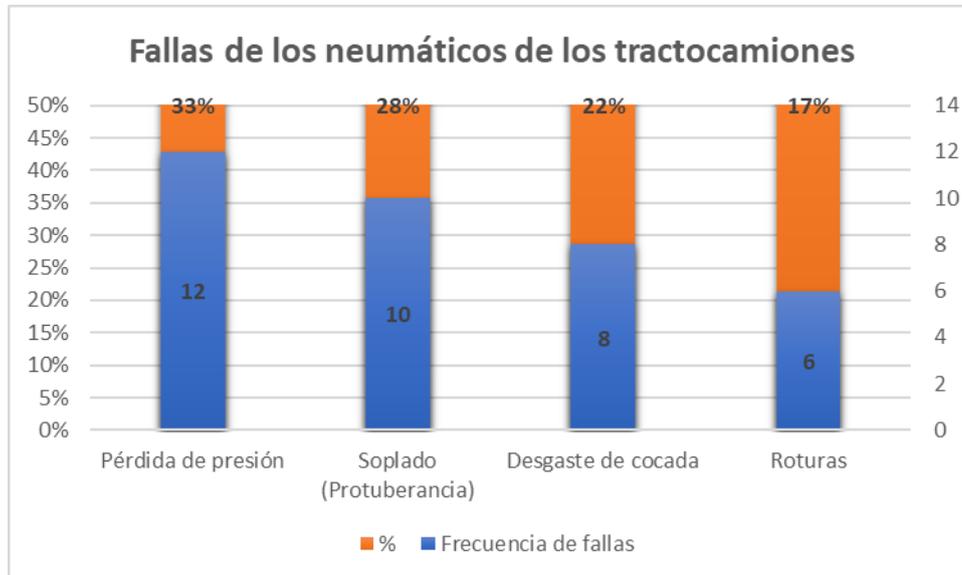
Código de la Falla	Sistema	Código de las subfallas	Fallas	Frecuencia de fallas	%
2906	Neumáticos	290601	Pérdida de presión	12	33%
		290604	Soplado (Protuberancia)	10	28%
		290602	Desgaste de cocada	8	22%
		290603	Roturas	6	17%
Total			36		

Fuente: Elaboración Propia

La tabla N°20, es una tabla de reportes donde se puede observar las fallas del sistema del motor, adicionalmente se observan 4 modos de las fallas que se reportaron, las cuales son consideradas las más críticas debido al alto índice de

ocurrencia, por ello, requieren una atención inmediata para mejorar la disponibilidad mecánica de los tractocamiones.

Figura 22. Gráfico de barras: Fallas del sistema de neumáticos de los tractocamiones



Fuente: Elaboración Propia

En la figura N° 22 nos permite corroborar que existen cuatro fallas más críticas y representan los porcentajes más altos como son: Pérdida de presión con 12 ocurrencias con un porcentaje del (33%), Soplado con 10 ocurrencias sumando un porcentaje del (28%) y desgaste de cocada con 8 ocurrencias, representando un (22%). Por lo tanto, y debido a la alta criticidad de la maquinaria en cuanto al cumplimiento de los requerimientos de disponibilidad de la empresa, se ve en la necesidad de realizar a los Tractocamiones un Mantenimiento que permita la detección de las fallas antes de que estas ocurran, con la finalidad de tomar todas las medidas pertinentes para corregir estas en el menor tiempo posible.

Tabla 21.

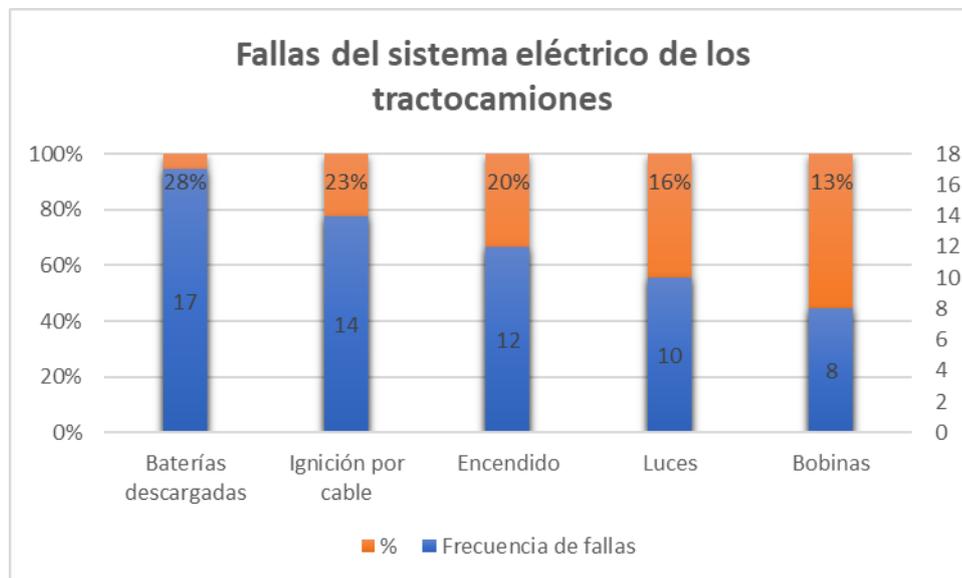
Análisis de Fallas del Sistema Eléctrico de Tractocamiones

Código de la Falla	Sistema	Código de las subfallas	Fallas	Frecuencia de fallas	%
2903	Eléctrico / Electrónico	290301	Baterías descargadas	17	28%
		290304	Ignición por cable	14	23%
		290305	Encendido	12	20%
		290302	Luces	10	16%
		290303	Bobinas	8	13%
Total				61	

Fuente: Elaboración Propia

La tabla N° 21, es una tabla de reportes, en ella se puede observar las fallas del sistema eléctrico, adicionalmente se observan 5 modos de las fallas que se reportaron, las cuales son consideradas las más críticas debido al alto índice de ocurrencia, por ello, se requieren una atención inmediata para mejorar la disponibilidad mecánica de los tractocamiones.

Figura 23. Gráfico de barras: Análisis de Fallas del Sistema Eléctrico de Tractocamiones



Fuente: Elaboración Propia

En la figura N° 23 nos permite corroborar que existen dos fallas más críticas y representan los porcentajes más altos como son: Baterías descargadas con 17 ocurrencias con un porcentaje del (28%), Ignición por cable con 14 casos, representando un total de (23%) y encendido con 12 fallas, abarcando un (20%). Por lo tanto, y debido a la alta criticidad de la maquinaria en cuanto al cumplimiento

de los requerimientos de disponibilidad de la empresa, se ve en la necesidad de realizar a los Tractocamiones un Mantenimiento que permita la detección de las fallas antes de que estas ocurran, con la finalidad de tomar todas las medidas pertinentes para corregir estas en el menor tiempo posible.

Tabla 22.

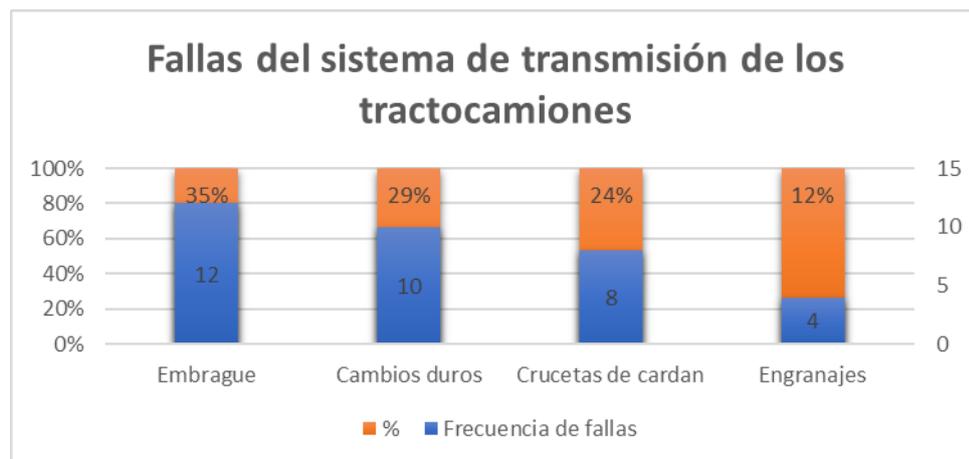
Análisis de fallas del sistema de transmisión de los tractocamiones

Código de la Falla	Sistema	Código de las subfallas	Fallas	Frecuencia de fallas	%
2904	Transmisión	290401	Embrague	12	35%
		290404	Cambios duros	10	29%
		290403	Crucetas de cardan	8	24%
		290405	Engranajes	4	12%
Total				34	

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 22, es una tabla de reportes, en ella se puede observar las fallas del sistema de frenos, adicionalmente se observan 4 modos de las fallas que se reportaron, las cuales son consideradas las más críticas debido al alto índice de ocurrencia, por ello, se requieren una atención inmediata para mejorar la disponibilidad mecánica de los tractocamiones.

Figura 24. Gráfico de barras: Fallas del sistema de transmisión de los tractocamiones



Fuente: Elaboración Propia

En la figura N° 24 nos permite corroborar que existen dos fallas más críticas y representan los porcentajes más altos como son: Embrague con 12 ocurrencias con un porcentaje del (35%) y, cambios duros con 10 casos, representando un total de

(29%) y crucetas de cardan con 8 ocurrencias, representando un (24%). Por lo tanto, y debido a la alta criticidad de la maquinaria en cuanto al cumplimiento de los requerimientos de disponibilidad de la empresa, se ve en la necesidad de realizar a los Tractocamiones un Mantenimiento que permita la detección de las fallas antes de que estas ocurran, con la finalidad de tomar todas las medidas pertinentes para corregir estas en el menor tiempo posible.

Tabla 23.

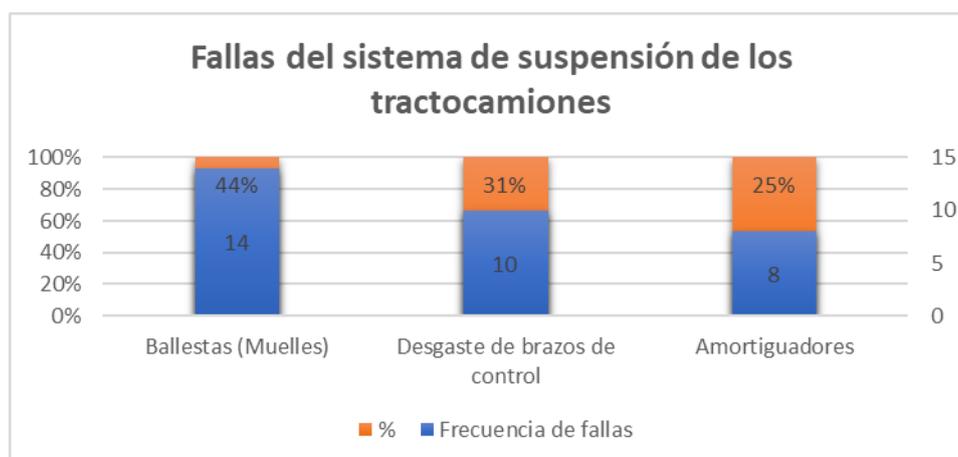
Análisis de fallas en el sistema de suspensión de los tractocamiones

Código de la Falla	Sistema	Código de las subfallas	Fallas	Frecuencia de fallas	%
2904	Suspensión	290501	Ballestas (Muelles)	14	44%
		290503	Desgaste de brazos de control	10	31%
		290502	Amortiguadores	8	25%
Total				32	

Fuente: Elaboración Propia

La tabla N° 23, es una tabla de reportes, en ella se puede observar las fallas del sistema del motor y sus consecuencias, adicionalmente se observan 3 modos de las fallas que se reportaron, las cuales son consideradas las más críticas debido al alto índice de ocurrencia, por ello, se requieren una atención inmediata para mejorar la disponibilidad mecánica de los tractocamiones.

Figura 25. Gráfico de barras: Fallas en el sistema de suspensión de tractocamiones



Fuente: Elaboración Propia

En la figura N° 25 nos permite corroborar que existen dos fallas más críticas y representan los porcentajes más altos como son: Ballestas con 14 ocurrencias con

un porcentaje del (44%) y, desgastes de brazos de control con 10 casos, representando un total de (31%). Por lo tanto, y debido a la alta criticidad de la maquinaria en cuanto al cumplimiento de los requerimientos de disponibilidad de la empresa, se ve en la necesidad de realizar a los Tractocamiones un Mantenimiento que permita la detección de las fallas antes de que estas ocurran, con la finalidad de tomar todas las medidas pertinentes para corregir estas en el menor tiempo posible.

- **Priorización de fallas y/o paradas por sistema de los tractocamiones**

Según los resultados del análisis, a través del formato de evaluación de los tractocamiones (Anexo 2), los 15 primeros equipos de la tabla son los que presentan una mayor criticidad en términos de pérdidas financieras significativas por paradas no programadas, por lo que deben ser considerados los más críticos a la hora de aportar soluciones estructurales y logísticas. Además, se puede acceder a una tabla de reporte con el historial de averías totales por sistema para cada tractocamión (Anexo 3).

Tabla 24.

Priorización de fallas por sistemas de los tractocamiones marca Mack

Sistema	Código	N° de Fallas y/o Paradas	%	Frecuencia Acumulada	Ley 80-20
Neumáticos	2906	32	31%	31%	80%
Electrónico	2903	25	25%	56%	80%
Transmisión	2904	16	16%	72%	80%
Suspensión	2905	12	12%	83%	80%
Enfriamiento	2907	10	10%	93%	80%
Frenos	2902	6	6%	99%	80%
Motor	2909	1	1%	100%	80%
Total		102			

La tabla N° 24, es una tabla de reportes donde se priorizaron las fallas más frecuentes de los sistemas de los tractocamiones marca Mack, aquellas que han generado una alta pérdida de dinero y una baja de disponibilidad mecánica. Tomando la Ley de Pareto, se selecciona el 80% el cual será nuestro nuevo objeto de estudio.

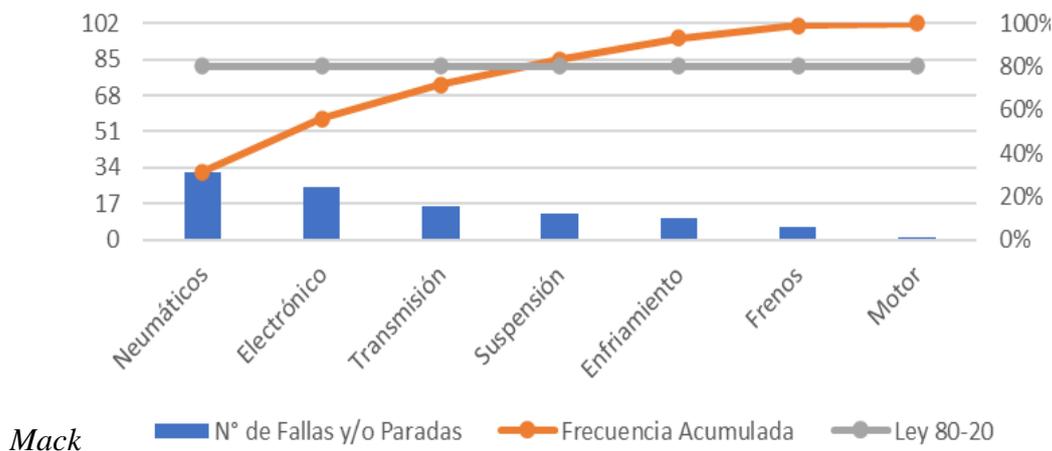
Los datos a rescatar de la tabla anterior son los siguientes respecto a las fallas por sistema:

- 32 fallas se presentaron del sistema de neumáticos, representando el 31% del total de fallas detectados.
- 25 fallas se presentaron del sistema electrónico, representando el 25% del total de

fallas detectados.

- 16 fallas se presentaron del sistema de transmisión, representando el 16% del total de fallas detectados.
- 12 fallas se presentaron del sistema de suspensión, representando el 12% del total de fallas detectados.

Figura 26. Diagrama de Pareto. Priorización de fallas por sistema en tractocamiones



Fuente: Elaboración Propia

En la figura N° 26, se puede apreciar el diagrama de Pareto, donde se prioriza mediante la Ley 80-20, las fallas en el sistema de neumáticos, electrónico, transmisión y suspensión.

Tabla 25.

Priorización de fallas por sistema en tractocamiones Internacional

Sistema	Código	N° de Fallas y/o Paradas	%	Frecuencia Acumulada	Ley 80-20
Electrónico	2903	8	30%	30%	80%
Suspensión	2905	6	22%	52%	80%
Tranmisión	2904	4	15%	67%	80%
Neumáticos	2906	4	15%	81%	80%
Frenos	2902	2	7%	89%	80%
Enfriamiento	2907	2	7%	96%	80%
Motor	2909	1	4%	100%	80%
Total		27			

Fuente: Elaboración Propia

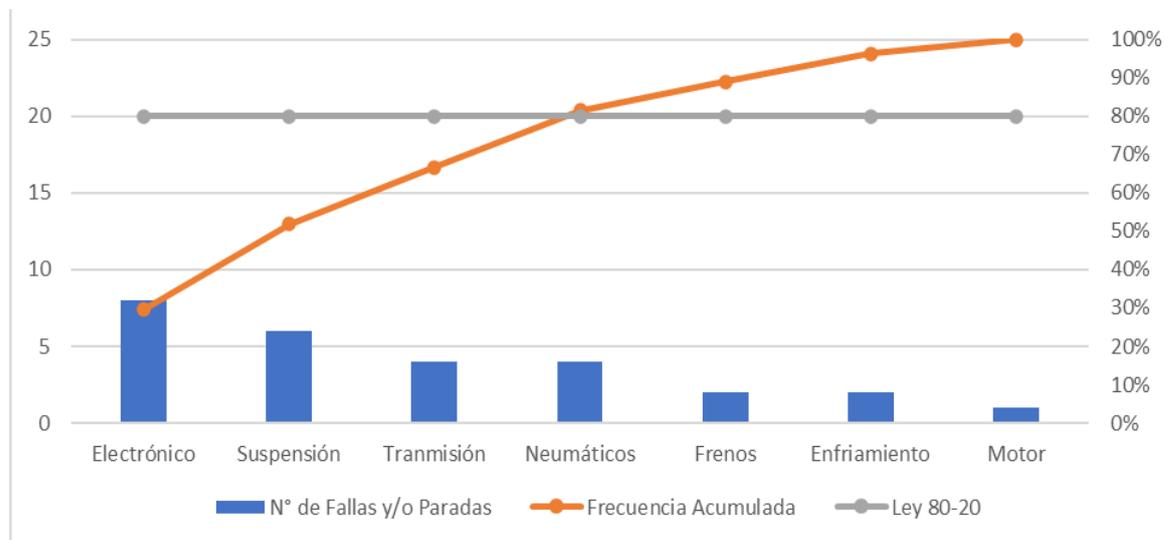
La tabla N° 25, es una tabla de reportes donde se priorizaron las fallas más frecuentes de los sistemas de los tractocamiones marca Internacional, aquellas que han generado una

alta pérdida de dinero y una baja de disponibilidad mecánica. Tomando la Ley de Pareto, se selecciona el 80% el cual será nuestro nuevo objeto de estudio.

Los datos a rescatar de la tabla anterior son los siguientes respecto a las fallas por sistema:

- 8 fallas se presentaron del sistema de electrónico, representando el 30% del total de fallas detectados.
- 6 fallas se presentaron del sistema de suspensión, representando el 22% del total de fallas detectados.
- 4 fallas se presentaron del sistema de transmisión, representando el 15% del total de fallas detectados.
- 4 fallas se presentaron del sistema de neumáticos, representando el 15% del total de fallas detectados.

Figura 27. Diagrama de Pareto. Priorización de fallas por sistemas en tractocamiones *International*



Fuente: Elaboración Propia

En la figura N° 27, se puede apreciar el diagrama de Pareto, donde se prioriza mediante la Ley 80-20, las fallas en el sistema electrónico, suspensión, transmisión y neumáticos.

Tabla 26.

Priorización de fallas por sistema de la marca Kenworth

Sistema	Código	N° de Fallas y/o Paradas	%	Frecuencia Acumulada	Ley 80-20
Electrónico	2903	20	28%	28%	80%
Suspensión	2905	14	20%	48%	80%
Neumáticos	2906	12	17%	65%	80%
Transmisión	2904	10	14%	79%	80%
Enfriamiento	2907	8	11%	90%	80%
Frenos	2902	6	8%	99%	80%
Motor	2909	1	1%	100%	80%
Total		71			

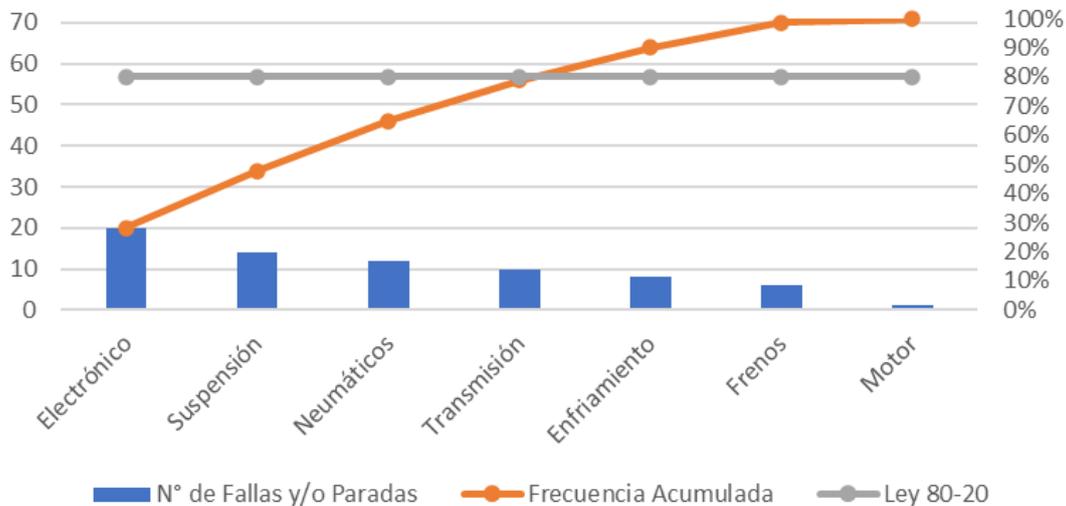
Fuente: Elaboración Propia

La tabla N° 26, es una tabla de reportes donde se priorizaron las fallas más frecuentes de los sistemas de los tractocamiones marca Kenworth, aquellas que han generado una alta pérdida de dinero y una baja de disponibilidad mecánica. Tomando la Ley de Pareto, se selecciona el 80% el cual será nuestro nuevo objeto de estudio.

Los datos por rescatar de la tabla anterior son los siguientes respecto a las fallas por sistema:

- 20 fallas se presentaron del sistema de electrónico, representando el 28% del total de fallas detectados.
- 14 fallas se presentaron del sistema de enfriamiento, representando el 20% del total de fallas detectados.
- 12 fallas se presentaron del sistema de frenos, representando el 17% del total de fallas detectados.
- 10 fallas se presentaron del sistema de transmisión, representando el 14% del total de fallas detectados.

Figura 28. Diagrama de Pareto por fallas de tractocamiones Kenworth



Fuente: Elaboración Propia

En la figura N° 28, se puede apreciar el diagrama de Pareto, donde se prioriza mediante la Ley 80-20, las fallas en el sistema electrónico, suspensión, neumáticos y transmisión.

Tabla 27.

Priorización de fallas por sistema de la marca Scania

Sistema	Código	N° de Fallas y/o Paradas	%	Frecuencia Acumulada	Ley 80-20
Electrónico	2903	8	31%	31%	80%
Suspensión	2905	6	23%	54%	80%
Tranmisión	2904	5	19%	73%	80%
Neumáticos	2906	2	8%	81%	80%
Frenos	2902	2	8%	88%	80%
Enfriamiento	2907	2	8%	96%	80%
Motor	2909	1	4%	100%	80%
Total		26			

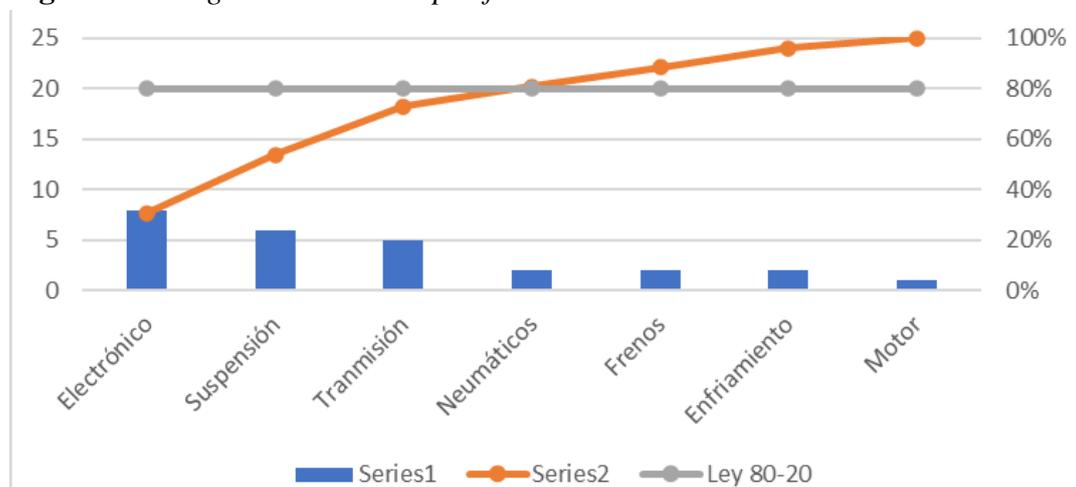
Fuente: Elaboración Propia

La tabla N° 27, es una tabla de reportes donde se priorizaron las fallas más frecuentes de los sistemas de los tractocamiones marca Scania, aquellas que han generado una alta pérdida de dinero y una baja de disponibilidad mecánica. Como se puede apreciar, las fallas encontradas son muy pocas, por ello sus fallas no se consideran críticas en general. Tomando la Ley de Pareto, se selecciona el 80% el cual será nuestro nuevo objeto de estudio.

Los datos a rescatar de la tabla anterior son los siguientes respecto a las fallas por sistema:

- 8 fallas se presentaron del sistema de electrónico, representando el 31% del total de fallas detectadas.
- 6 fallas se presentaron del sistema de enfriamiento, representando el 23% del total de fallas detectadas.
- 5 fallas se presentaron del sistema de frenos, representando el 19% del total de fallas detectadas.
- 2 fallas se presentaron del sistema de transmisión, representando el 8% del total de fallas detectadas.

Figura 29. Diagrama de Pareto por fallas de tractocamiones Scania



Fuente: Elaboración Propia

En la figura N° 29, se puede apreciar el diagrama de Pareto, donde se prioriza mediante la Ley 80-20, las fallas en el sistema electrónico, suspensión, neumáticos y transmisión.

Indicadores de Gestión de Mantenimiento según la Operacionalización de Variables.

Tabla 28.

Indicadores de todas las marcas de tractocamiones

Marca del Equipo	Horas Trabajadas	N° Equipos	Horas Mantenimiento	Horas Totales Disponibles	Horas Programadas	N° Paradas / MTTO Prog	N° Paradas / MTTO No Prog	N° Paradas Totales	Disponibilidad	Utilización	MTBF	MTTR	Total Operativas	% Operatividad	Meta Disponibilidad 2022
Mack	5123.00	9	1148.00	12597.00	8094.00	31.00	94.00	125.00	85.82%	40.67%	54.50	6.83	7	78%	90%
International	1546.00	3	342.00	2773.00	2963.00	11.00	27.00	38.00	88.46%	55.75%	57.26	6.50	2	67%	90%
Kenworth	2580.50	4	568.00	6179.00	3738.00	20.00	51.00	71.00	84.80%	41.76%	50.60	6.59	0	0%	90%
Scania	1218.00	4	203.30	1332.00	2783.00	6.00	20.00	26.00	92.69%	91.44%	60.90	6.19	4	100%	-

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N° 28, se muestra los valores de los ratios o indicadores de la gestión mantenimiento de los equipos de tractocamiones, los cuales han sido clasificados en base a las marcas, en el año 2021.

Analizando la tabla se desprende lo siguiente:

- Los tractocamiones Mack son 9 unidades, y la operatividad representa un 78% del total de equipos disponibles en la obra ejecutada en el año 2021.
- Los tractocamiones International son 3 unidades, y la operatividad representa un 67% del total de equipos disponibles en la obra ejecutada en el año 2021.
- Los tractocamiones Kenworth son 4 unidades, y la operatividad representa un 0% del total de equipos disponibles en la obra ejecutada en el año 2021.
- Los tractocamiones Scania son 4 unidades, y la operatividad representa un 100% del total de equipos disponibles en la obra ejecutada en el año 2021.

Por lo tanto, de acuerdo con nuestra Operacionalización de variables y considerando los valores mostrados líneas arriba, se desarrollan los siguientes indicadores (Ver Tabla 1).

3.1.3.1. Utilización de la Maquinaria

Fórmula de la utilización (%): $UM = \frac{\text{Horas Trabajadas}}{\text{Horas Disponibles}} \times 100\%$

Reemplazando se tiene:

- **Mack**

$$UM = \frac{5123}{12597} \times 100\%$$

$$UM = 40.66\%$$

En la ecuación se ha demostrado el cálculo de la utilización de los tractocamiones Mack que muestra un 40.66 %, esto indica que estamos por debajo de lo especificado ya que lo óptimo es 90% según (Global Services) esto quiere decir que el funcionamiento de estas maquinarias no se está utilizando de manera eficiente, ya sea por órdenes mal dadas, pésimas coordinaciones entre los operadores y los jefes de guardia del área.

- **International**

$$UM = \frac{1546}{2773} \times 100\%$$

$$UM = 55.75\%$$

En la ecuación se ha demostrado el cálculo de la utilización de los cargadores frontales que muestra un 55.75 %, esto indica que estamos por debajo de lo especificado ya que lo óptimo es 90% según (Global Services) esto quiere decir que estas maquinarias presentan una utilización por debajo de la marca Mack.

- **Kenworth**

$$UM = \frac{2580}{6179} \times 100\%$$

$$UM = 41.76\%$$

En la ecuación se ha demostrado el cálculo de la utilización de los cargadores frontales que muestra un 41.76 %, esto indica que estamos por debajo de lo especificado ya que lo óptimo es 90% según (Global Services) esto quiere decir que estas maquinarias

presentan una utilización por debajo de la marca Mack, pero por encima de la marca International.

- **Scania**

$$UM = \frac{1218}{1332} \times 100\%$$

$$UM = 91.14\%$$

En la ecuación se ha demostrado el cálculo de la utilización de los cargadores frontales que muestra un 91.14 %, esto indica que estamos según lo especificado ya que lo óptimo es 90% según (Global Services) esto quiere decir que estas maquinarias presentan una utilización óptima en vista que son nuevas.

Sin embargo, con la posible aplicación de nuestro nuevo diseño de plan de gestión de mantenimiento la utilización de estas maquinarias se puede mejorar a un 93%, manteniéndonos dentro de lo óptimo para este tipo de maquinaria pesada de acuerdo a la bibliografía sobre indicadores de gestión de mantenimiento.

3.1.3.2. Disponibilidad Mecánica

Fórmula de la utilización (%):

$$DM = \frac{\text{Hrs. Programadas} - \text{Hrs. Reparación}}{\text{Hrs. Programadas}} \times 100\%$$

Reemplazando se tiene:

- **Mack**

$$DM = \frac{6946}{8094} \times 100\%$$

$$DM = 85.82\%$$

De dicho cálculo se obtiene una disponibilidad mecánica del 85.82%, este resultado nos indica que estamos por debajo de lo óptimo, según (Global Services) indica que lo óptimo es el 93% en Equipos nuevos y, 88% en equipos usados, según nuestro análisis uno de los factores que estarían incurriendo en la baja disponibilidad de la maquinaria pesada sería la falta recursos y condiciones para la ejecución del mantenimiento como se puede evidenciar en el diagrama Ishikawa.

- **International**

$$DM = \frac{2621}{2963} \times 100\%$$

$$DM = 88.46\%$$

De dicho cálculo se obtiene una disponibilidad mecánica del 88.46%, este resultado nos indica que estamos por debajo de lo óptimo, según (Global Services) indica que lo óptimo es el 93% en Equipos nuevos y, 88% en equipos usados, según nuestro análisis uno de los factores que estarían incurriendo en la baja disponibilidad de la maquinaria pesada sería la falta recursos y condiciones para la ejecución del mantenimiento como se puede evidenciar en el diagrama Ishikawa.

- **Kenworth**

$$DM = \frac{3170}{3738} \times 100\%$$

$$DM = 84.80\%$$

En la ecuación se ha demostrado el cálculo de la utilización de los cargadores frontales que muestra un 84.80 %, esto indica que estamos por debajo de lo especificado ya que lo óptimo es 93% según (Global Services) esto quiere decir que estas maquinarias presentan una utilización por debajo de la marca Mack, pero por encima de la marca International.

Podemos concluir que según nuestro diagnóstico echo en la presente investigación se obtiene un promedio general de disponibilidad mecánica del 87.07% (Ver Tabla N° 26, indicadores de gestión de mantenimiento), la misma que con nuestro nuevo diseño de plan de gestión de mantenimiento se mejorara hasta un 92% cifra que se requiere en los proyectos de la gran minería, donde todo está planificado y coordinado, y se busca que las paradas deben ser las menores posibles y la mejor solución es mediante la prevención de fallas gracias a un buen mantenimiento

3.1.3.3. Operatividad de la maquinaria

Fórmula de la utilización (%): $OM = \frac{\text{Total de máquinas operativas}}{\text{Total de máquinas}} \times 100\%$

Reemplazando se tiene:

- **Mack**

$$OM = \frac{7}{9} \times 100\%$$

$$OM = 78\%$$

En la ecuación se ha demostrado el cálculo de la utilización de los tractocamiones Mack que muestra un 78 %, esto indica que estamos por debajo de lo especificado ya que lo óptimo es 93% según (Global Services) esto quiere decir que el funcionamiento de estas maquinarias no se está utilizando de manera eficiente, ya sea por órdenes mal dadas, pésimas coordinaciones entre los operadores y los jefes de guardia del área.

- **International**

$$OM = \frac{2}{3} \times 100\%$$

$$OM = 66\%$$

En la ecuación se ha demostrado el cálculo de la utilización de los cargadores frontales que muestra un 66 %, esto indica que estamos por debajo de lo especificado ya que lo óptimo es 93% según (Global Services) esto quiere decir que estas maquinarias presentan una utilización por debajo de la marca Mack.

- **Kenworth**

$$OM = \frac{0}{4} \times 100\%$$

$$OM = 0\%$$

En la ecuación se ha demostrado el cálculo de la utilización de los cargadores frontales que muestra un 0 %, esto indica que estamos por debajo de lo especificado ya que lo óptimo es 93% según (Global Services) esto quiere decir que estas maquinarias presentan una utilización por debajo de la marca Mack, pero por encima de la marca International.

- **Scania**

$$UM = \frac{4}{4} \times 100\%$$

$$UM = 100\%$$

En la ecuación se ha demostrado el cálculo de la utilización de los cargadores frontales que muestra un 100 %, esto indica que estamos según lo especificado ya que lo óptimo es 93% según (Global Services) esto quiere decir que estas maquinarias presentan una utilización por encima de las demás maquinarias.

(La tabla N° 26) que es indicadores de gestión de mantenimiento, muestra un 61% de promedio general de operatividad de la maquinaria, siendo este una cifra que se encuentra por debajo de lo especificado, no obstante, podemos asegurar que con la posible aplicación de nuestro nuevo diseño de plan de gestión de mantenimiento se podrá mantener al 90% de operatividad a dicha maquinaria, según (Global Services, 1996).

3.1.3.4. Porcentaje de las reparaciones no programadas

Fórmula de la utilización (%): $RNP = \frac{\text{Reparaciones no programadas}}{\text{Total de reparaciones}} \times 100\%$

Reemplazando se tiene:

- **Mack**

$$RNP = \frac{94}{125} \times 100\%$$

$$RNP = 75.20\%$$

En la ecuación se ha demostrado el cálculo de la utilización de los tractocamiones Mack que muestra un 75.20 %, esto indica que estamos por debajo de lo especificado ya que lo óptimo es 93% según (Global Services) esto quiere decir que el funcionamiento de estas maquinarias no se está utilizando de manera eficiente, ya sea por órdenes mal dadas, pésimas coordinaciones entre los operadores y los jefes de guardia del área.

- **International**

$$RNP = \frac{27}{38} \times 100\%$$

$$RNP = 71.05\%$$

En la ecuación se ha demostrado el cálculo de la utilización de los cargadores frontales que muestra un 71.05 %, esto indica que estamos por debajo de lo especificado ya que lo óptimo es 93% según (Global Services) esto quiere decir que estas maquinarias presentan una utilización por debajo de la marca Mack.

- **Kenworth**

$$RNP = \frac{51}{71} \times 100\%$$

$$RNP = 71.83\%$$

En la ecuación se ha demostrado el cálculo de la utilización de los cargadores frontales que muestra un 83.33 %, esto indica que estamos por debajo de lo especificado ya que lo óptimo es 93% según (Global Services) esto quiere decir que estas maquinarias presentan una utilización por debajo de la marca Mack, pero por encima de la marca International.

3.1.3.5. Número de mantenimientos programados

Fórmula de la utilización (%):

$$MP = \frac{\text{Horas Programadas de Trabajo}}{200 \text{ Horas de Trabajo de la Máquina} * N^{\circ} \text{ Equipos}}$$

Reemplazando se tiene:

- **Mack**

$$MP = \frac{8094}{200 * 9}$$

$$MP = 5$$

Indica que dentro de las horas de trabajo programadas en la empresa Multiservicios Papillon S. A. se debió realizar 5 mantenimientos programados a la maquinaria, sin embargo, por las constantes paradas no programadas podemos afirmar que no se ha cumplido dichos mantenimientos.

- **International**

$$MP = \frac{2963}{200 * 3}$$

$$MP = 5$$

Indica que dentro de las horas de trabajo programadas en la empresa Multiservicios Papillon S. A. se debió realizar 5 mantenimientos programados a la maquinaria, sin embargo, por las constantes paradas no programadas podemos afirmar que no se ha cumplido dichos mantenimientos.

- **Kenworth**

$$MP = \frac{3738}{200 * 4}$$

$$MP = 5$$

Indica que dentro de las horas de trabajo programadas en la empresa Multiservicios Papillon S. A. se debió realizar 5 mantenimientos programados a la maquinaria, sin

embargo, por las constantes paradas no programadas podemos afirmar que no se ha cumplido dichos mantenimientos.

3.1.3.6. Tiempo promedio entre fallas (MTBF)

Fórmula de la utilización (%): $MTBF = \frac{\text{Tiempo Productivo}}{\text{Número de fallas no programadas}}$

Reemplazando se tiene:

- **Mack**

$$MTBF = \frac{5123}{94}$$

$$MTBF = 54.50 \text{ Hrs.}$$

Este resultado nos indica que los cargadores cada 54.50 horas de operación está teniendo paradas no programadas, encontrándose por debajo de lo óptimo. Esto se debería a la deficiente ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria.

- **International**

$$MTBF = \frac{1546}{27}$$

$$MTBF = 57.26$$

Este resultado nos indica que los cargadores cada 57.26 horas de operación está teniendo paradas no programadas, encontrándose por debajo de lo óptimo. Esto se debería a la deficiente ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria.

- **Kenworth**

$$MTBF = \frac{2580}{51}$$

$$MTBF = 50.60$$

Este resultado nos indica que los cargadores cada 50.60 horas de operación está teniendo paradas no programadas, encontrándose por debajo de lo óptimo. Esto se debería a la deficiente ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria.

3.1.3.7. Tiempo promedio de reparaciones (MTTR)

Fórmula de la utilización (%): $MTTR = \frac{\text{Horas Correctivas}}{\text{Número de fallas}}$

Reemplazando se tiene:

- **Mack**

$$MTTR = \frac{854}{125}$$

$$MTTR = 6.83 \text{ Hrs.}$$

Del desarrollo de la ecuación se ha obtenido 6.83 horas que significa que los tractocamiones Mack han demostrado demoras en la reparación en una determinada falla la cual, en promedio, tiene duración de 6 horas. Lo óptimo debe ser 3 a 6 horas de demora para cada reparación de una determinada falla, dichos resultados se deberían a que el personal de mantenimiento no se encuentra capacitado para realizar trabajos de mantenimiento de acuerdo con los procedimientos establecidos; en el peor de los casos, no existiría supervisión adecuada

- **International**

$$MTTR = \frac{247}{38}$$

$$MTTR = 6.50$$

Del desarrollo de la ecuación se ha obtenido 6.50 horas que significa que los tractocamiones International han demostrado demoras en la reparación en una determinada falla la cual, en promedio, tiene duración de 6.50 horas. Lo óptimo debe ser 3 a 6 horas de demora para cada reparación de una determinada falla, dichos resultados se deberían a que el personal de mantenimiento no se encuentra capacitado para realizar trabajos de mantenimiento de acuerdo con los procedimientos establecidos; en el peor de los casos, no existiría supervisión adecuada.

- **Kenworth**

$$MTTR = \frac{468}{71}$$

$$MTTR = 6.59$$

Del desarrollo de la ecuación se ha obtenido 6.59 horas que significa que los tractocamiones Kenworth han demostrado demoras en la reparación en una determinada falla la cual, en promedio, tiene duración de 8 horas. Lo óptimo debe

ser 3 a 6 horas de demora para cada reparación de una determinada falla, dichos resultados se deberían a que el personal de mantenimiento no se encuentra capacitado para realizar trabajos de mantenimiento de acuerdo con los procedimientos establecidos; en el peor de los casos, no existiría supervisión adecuada.

2.5.3.2. Elaborar un plan de gestión de mantenimiento para la flota de tractocamiones de una empresa de transporte

Causa raíz 7: Mala gestión de mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 30 se muestra el proceso del nuevo plan de mantenimiento, el cual ha sido propuesto para mejorar la disponibilidad mecánica de la flota de tractocamiones de Multiservicios Papillon S.A.C., a través del cumplimiento de estas cinco etapas.

Presentación del Nuevo Diseño del Plan de Mantenimiento

El diseño de este nuevo plan de mantenimiento se basa en el seguir las etapas brindadas: la presentación y difusión del plan, su asignación de recursos y herramientas, como también el uso de la gestión logística empresarial, posteriormente se continúa con un cronograma de este plan y, aplicando programas de capacitación, junto con los planos correspondientes al mantenimiento de cada maquinaria y, finalmente el monitoreo constante de este nuevo plan de gestión de mantenimiento.

Difusión del Plan de Mantenimiento

Se difundirá el plan dentro de toda la empresa Multiservicios Papillon S.A.C., desde el personal de limpieza hasta los gerentes, lo cual permitirá que todas las áreas de la empresa se vean involucradas en esta nueva propuesta de plan, con el fin de contar con una mayor

disponibilidad mecánica y reduciendo paradas y/o fallos no programados, logrando una mejor producción la cual se verá reflejadas en los costos e ingresos de la empresa.

Creación de Conciencia sobre la Buena Gestión de Mantenimiento

Para lograr con los objetivos de mantenimiento, es importante la difusión de valores y conciencia al personal involucrado sobre el buen mantenimiento de las maquinarias mediante las capacitaciones y formaciones, ya que, si el personal no toma conocimiento de una cultura preventiva, no sabrá cómo actuar frente problemas en las actividades. Por ello, es necesario incorporar cursos de capacitación.

Figura 31. *Difusión del Nuevo Plan de Mantenimiento*

		RUTINA DIARIA FORMACIÓN DEL NUEVO PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
OBJETIVO DE FORMACIÓN Dar a conocer al personal que labora en la empresa Multiservicios Papillon, la importancia de la implementación de este nuevo plan de mantenimiento, así como el contenido del nuevo plan, el cual es de carácter preventivo.		
IMPARTIDO A: Director Gerente, Jefe de Operaciones, Jefe de SYSO, Asistente de Operaciones, Supervisor de Mantenimiento, Asistente de Logística, Supervisor SYSO, Asistente de Mantenimiento, Mecánicos.		
DURACIÓN: Como parte de la rutina diaria, tendrá una duración de 60 minutos.		
CONTENIDO:		
Consideraciones a tomar en cuenta en el Mantenimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definiciones de Gestión de Mantenimiento 2. Tipos de Mantenimiento. 3. Ciclo de Vida de los Equipos 4. Mantenimiento Preventivo 5. Control de Repuestos 6. Importancia de una gestión de mantenimiento 	
Situación Actual del área de mantenimiento en la empresa Multiservicios S.A.C.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis minucioso del área de mantenimiento 2. Importancia del personal en el área de mantenimiento 3. Indicadores presentes en el mantenimiento actual. 	
Aplicación del Plan de Mantenimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Objetivos del plan de gestión de mantenimiento. 2. Importancia del plan de mantenimiento. 3. Beneficios plan de gestión de mantenimiento. 4. Plan de gestión de mantenimiento. 5. Recomendaciones 	
Sugerencias y Preguntas		

Fuente: Elaboración Propia

En la figura N° 31, se puede observar la inducción que se brindará a todo el personal de la empresa Multiservicios Papillon S.A.C., en donde además de explicar en qué consiste el nuevo plan y todos los procedimientos para su aplicación, también se dictarán sesiones sobre el concepto de mantenimiento y su importancia de tener un estado óptimo en las maquinarias, logrando así, generar una conciencia ambiental en todos nuestros trabajadores. Adicionalmente, se puede observar el tiempo de duración de cada sesión, la cual iniciará al empezar las labores diarias.

Desarrollo del Mantenimiento

Para completar los trabajos definidos en el diseño con el fin de cumplir las especificaciones del mismo, es necesario coordinar a las personas y los recursos, como integrar y realizar las actividades del proyecto de acuerdo con el plan de mantenimiento de la dirección del proyecto. En consecuencia, se sugieren los siguientes formatos de trabajo.

Tabla 29.

Procedimientos Escritos de las Fallas detectadas en la Flota de Tractocamiones

Código	Descripción
PT-1	Procedimiento Escrito Desgaste de brazos de control
PT-2	Procedimiento Escrito Ballestas (Muelles)
PT-3	Procedimiento Escrito Crucetas de cardan
PT-4	Procedimiento Escrito Cambios duros
PT-5	Procedimiento Escrito Embrague
PT-6	Procedimiento Escrito Encendido
PT-7	Procedimiento Escrito Ignición por cable
PT-8	Procedimiento Escrito Baterías descargadas
PT-9	Procedimiento Escrito Desgaste de cocada
PT-10	Procedimiento Escrito Soplado (Protuberancia)
PT-11	Procedimiento Escrito Pérdida de presión

Fuente: Elaboración Propia

La lista de procesos para las tareas más cruciales de los equipos se muestra en la tabla N° 30. Como resultado, se sugiere que se implementen procedimientos escritos para los trabajos que ocurren con mayor frecuencia; estos procedimientos son papeles que definen las acciones a seguir. En esta investigación se descubrieron 11 actividades repetitivas para la flota de tractocamiones.

Planes de Mantenimiento

Para una mejor ejecución del mantenimiento se proponen los planes de mantenimiento, que es una herramienta que contiene los datos de los tipos de materiales a utilizar, las cantidades y la frecuencia con la que se deben realizar estas tareas.

Los planes de mantenimiento se diseñan en base a dos factores: Los requisitos y recomendaciones del fabricante de cada tipo de maquinaria y el tipo, marca y especificaciones de los materiales, lubricantes y repuestos.

De acuerdo con estas consideraciones, los tractocamiones deben ser revisadas cada 200 horas. Las fichas de los planos de mantenimiento de las maquinarias están presentadas en los anexos.

Indicadores de Gestión

Se recomienda utilizar indicadores de gestión del mantenimiento para evaluar la inversión en la adquisición y el mantenimiento de equipos. Estos indicadores se llevan a cabo utilizando los formatos de registro de información proporcionados por Global Services, para su análisis y posterior toma de decisiones, y luego se guardan en el sistema para la elaboración de informes y auditorías. Según (Global Services, 1996), se sugiere el siguiente formato de indicación:

Tabla 30.

Indicadores de Gestión de la Maquinaria

PARÁMETROS DE INDICADORES DE LA GESTIÓN DE LA MAQUINARIA														
Nomenclatura:														
IP-1: Indicador del personal			IE-1: Indicador Económico						IT-1: Indicador Técnico					
INDICADOR	CASILLA	NOMBRE	MES											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Personal	IP-1	Horas del personal en la empresa.												
	IP-2	Horas gastadas en mantenimiento												
	IP-3	Horas empleadas en otros trabajos												
	IP-4	Eficiencia del personal												
	IP-5	Productividad del personal												
	IP-6	índice de desocupación												
	IP-7	Personal efectivo en mantenimiento												
	IP-8	Horas desocupadas del personal												
	IE-1	Costo de pérdidas por falla y/o parada												
	IE-2	Costo total del mantenimiento												
	IE-3	Reducción de costos de mantenimiento												
	IE-4	Porcentaje de costos de mantenimiento												

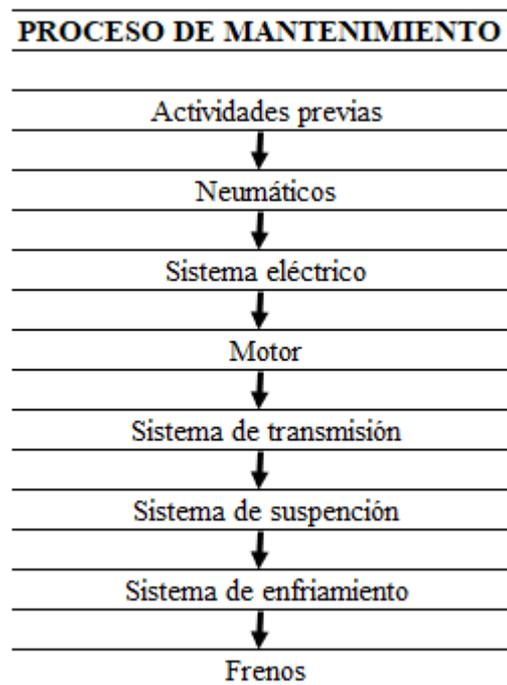
Económicos	IE-5	Relación de costos de mano de obra con los cambios																	
	IE-6	Costos de supervisión de mantenimiento																	
	IE-7	Capacidad de los recursos de mantenimiento																	
	IT-1	Horas de fallas y/o paradas de la maquinaria																	
	IT-2	Empleo del taller de mantenimiento																	
	IT-3	Órdenes de trabajo programados																	
	IT-4	Horas programadas vs Horas trabajadas																	
	IT-5	Cobertura de Mantenimiento Preventivo																	
Técnico	IT-6	Costos de Mantenimiento Preventivo																	
	IT-7	Horas consumidas por trabajos de urgencia																	
	IT-8	Horas de trabajo no programados																	
	IT-9	Evaluación de la inspección de la maquinaria																	
	IT-10	Eficacia del mantenimiento																	

Beneficio: El plan de mantenimiento permite establecer el procedimiento de mantenimiento preventivo para cada sistema importante de los tractocamiones mediante una programación de actividades en fechas definidas. Además, facilita la gestión del mantenimiento a través de indicadores que ayudan a verificar el buen manejo de dicho proceso. Asimismo, la capacitación del personal responsable del mantenimiento permite un mejor control de los tiempos de mantenimiento y un manejo del personal, reduciendo considerablemente los gastos por fallas imprevistas y demoras en el proceso de mantenimiento.

Causa raíz 10: Falta de procedimiento correctivo y preventivo

Para determinar el **proceso de mantenimiento preventivo**, se dividió en partes de la maquinaria para garantizar un mantenimiento adecuado: Neumáticos, Sistema eléctrico, Motor, Sistema de transmisión, Sistema de suspensión, Sistema de enfriamiento y Frenos; se definieron actividades específicas para cada parte de la maquinaria.

Figura 32 *Proceso de mantenimiento preventivo*



Con el fin de hacer más accesible las actividades de mantenimiento se determinó el formato de procedimiento para mantenimiento.

Tabla 31

Formato de procedimiento para mantenimiento

FORMATO DE PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO			
Operario:			
Maquinaria:			
Fecha:			
ACTIVIDADES PREVIAS Identificar la unidad a hacer mantenimiento Inspección general de la unidad Recoger material básico Recoger herramientas Trasladar herramientas y materiales al taller			
ÁREA DE MANTENIMIENTO	ESTADO	OBSERVACIÓN	REPORTADO
NEUMÁTICOS			
Verificar la presión de neumáticos			
Comprobar desgaste de neumáticos			
Profundidad de neumáticos			
Verificación del aire			
SISTEMA ELÉCTRICO			
Revisar el funcionamiento			
Revisar nivel de batería			
Revisar luces de aviso			
Revisar luces generales			
MOTOR			
Cambio de aceite del motor			
Cambio de filtro de combustible			
Cambio de aceite de la corona			
SISTEMA DE TRANSMISIÓN			
Revisar nivel de lubricante			
Revisar fugas y conexiones			
SISTEMA DE SUSPENSIÓN			
Revisar el fluido del sistema			
Lubricar juntas universales			
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO			
Revisar el nivel del refrigerante			
FRENOS			
Verificar fugas en el sistema			
Revisar el embrague			
Ajustar el embrague			
Calibrar el embrague			
Verificar juego libre del pedal			

Verificar la operación de ajustadores de freno			
ACTIVIDADES DESARROLLADAS			

TOTAL DE ACTIVIDADES: 22

ESTADO FINAL:

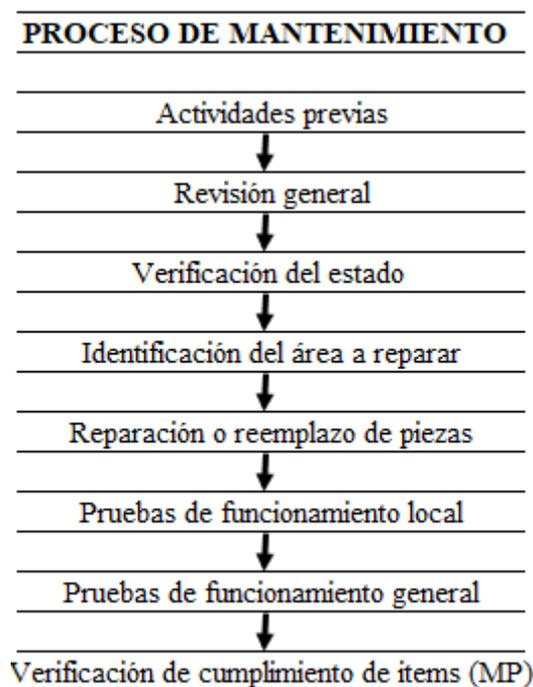
	Aprobado	22
	Reparación	18 - 21
	Denegado	Menor a 18

En la Tabla 29 se evidencian las actividades a desarrollar para el mantenimiento, los operarios deben seguir y cumplir todas las actividades planteadas, así mismo, rellenar las observaciones (en caso se presenten) y determinar el estado final (aprobado, reparación o denegado).

El proceso de **mantenimiento correctivo** se dará en dos circunstancias, cuando la maquinaria presenta fallas en el desarrollo de sus actividades y cuando el resultado de mantenimiento preventivo tenga un puntaje menor a 18.

Al presentarse cualquiera de estas dos circunstancias se seguirá el siguiente proceso:

Figura 33 *Proceso de mantenimiento correctivo*



Con el fin de garantizar la correcta ejecución del mantenimiento correctivo se establece el formato de procedimiento (Ver Tabla 32), que detalla las actividades a realizar por el operario para, estas deben cumplirse integralmente, adecuado a la falla que presente la maquinaria en mantenimiento.

Tabla 32

Formato de Procedimiento para Mantenimiento Correctivo

FORMATO DE PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO		
Operario:		
Maquinaria:		
Fecha:		
<p>ACTIVIDADES PREVIAS</p> <p>Identificar la unidad a hacer mantenimiento</p> <p>Inspección general de la unidad</p> <p>Recoger material básico</p> <p>Recoger herramientas</p> <p>Trasladar herramientas y materiales al taller</p>		
ÁREA DE MANTENIMIENTO	ESTADO	OBSERVACIÓN
REVISIÓN GENERAL		
Revisión de neumáticos		
Revisión de sistema eléctrico		
Revisión del motor		
Revisión sistema de transmisión		
Revisión sistema de suspensión		
Revisión sistema de enfriamiento		
Revisión sistema de frenos		
VERIFICACIÓN DEL ESTADO		
Verificación de falla reportada		
Revisión sin manipulación de falla reportada		
IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA A REPARAR		
Revisión con manipulación de falla reportada		
Identificación de necesidad de falla		
Revisión de impacto en otras áreas de la máquina		
REPARACIÓN O REEMPLAZO DE PIEZAS		
Reparación o reemplazo de pieza afectada		
Colocación de reemplazo o de pieza reparada		
Verificación de correcta ejecución		
PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO LOCAL		
Probar si la pieza funciona correctamente		
PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO GENERAL		
Probar si la maquinaria funciona correctamente		
VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE ITEMS		
Aplicar mantenimiento preventivo		
ATIVIDADES DESARROLLADAS		
TOTAL DE ACTIVIDADES: 18	ESTADO FINAL:	

	Concluido
	Observaciones adicionales

--

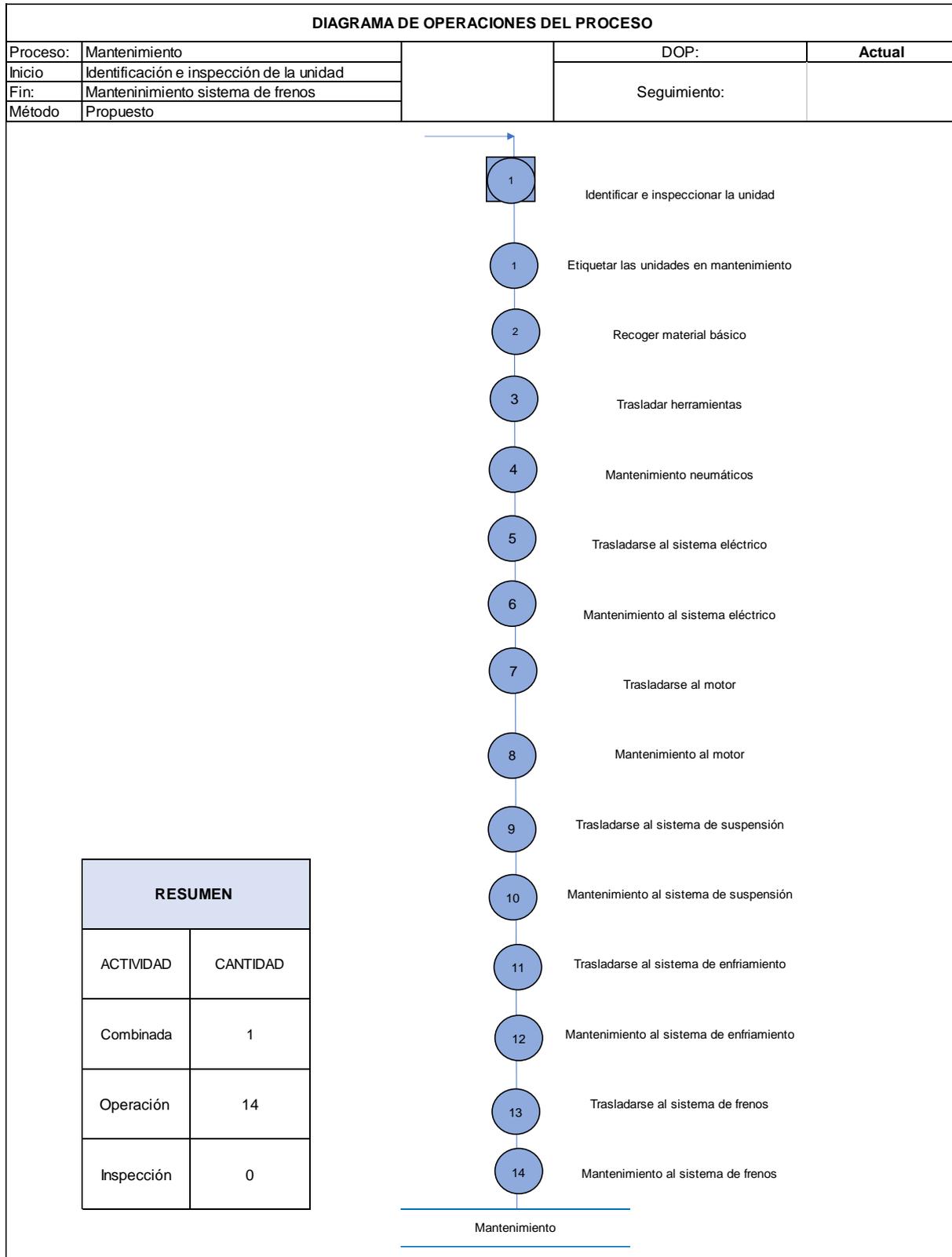
Causa Raíz 1: Falta de control de tiempos de mantenimiento

Determinación de tiempos y movimientos para mantenimiento

Para la determinación de tiempos y movimientos, inicialmente se determinan las actividades a desarrollar.

En el Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) se muestran las actividades que se deben desarrollar, agrupadas de acuerdo con la parte de la maquinaria en mantenimiento.

Figura 34 Diagrama de operaciones del proceso



A continuación, en la Figura 35, se evidencian el Diagrama de Actividades del Proceso, el cual detalla las actividades a desarrollar.

Figura 35. Diagrama de análisis de proceso (DAP)

OPERARIO		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO				OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO				
Diagrama num: 1	Hoja num:	RESUMEN				Econom				
Objeto: Suelas	Actividad: Prensado de suelas Metodo: Actual Lugar: Operario (s): Realizado por: Aprobado por:	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA						
		Operación	21							
		Transporte	7							
		Espera	0							
		Actividad combinada	1							
		Inspección	0							
		Almacenamiento	0							
		Distancia	-							
		Tiempo (min)	94.08							
		Costo								
	Mano de obra									
	Material									
Nº Act.	ACTIVIDADES	TOTAL	SIMBOLOS				Observaciones			
		Dist (Metros)	Tiempo (Min)	●	→	■	▼	Parl/ Sec		
1	Identificación e inspección de la unidad		0.91						Actividad de valor agregado	
2	Etiquetar las unidades en mantenimiento		0.63						Actividad de valor agregado	
3	Recoger material básico		1.66						Actividad de valor agregado	
4	Recoger herramientas		1.99						Actividad de valor agregado	
5	Trasladar herramientas y material al taller		1.80						Actividad de no valor agregado necesaria	
6	Verificar la presión del neumático		1.90						Actividad de valor agregado	
7	Comprobar el desgaste y profundidad de los neumáticos		2.29						Actividad de valor agregado	
8	Verificar el aire seco y limpio		2.46						Actividad de valor agregado	
9	Trasladarse al sistema eléctrico		0.79						Actividad de no valor agregado necesaria	
10	Revisar el funcionamiento del sistema eléctrico		2.49						Actividad de valor agregado	
11	Revisar nivel de batería		0.92						Actividad de valor agregado	
12	Revisar luces de aviso y en general		2.84						Actividad de valor agregado	
13	Trasladarse al motor		0.87						Actividad de no valor agregado necesaria	
14	Cambiar el aceite de motor		14.23						Actividad de valor agregado	
15	Cambiar el filtro de combustible		9.03						Actividad de valor agregado	
16	Cambiar el aceite de la corona		19.47						Actividad de valor agregado	
17	Trasladarse al sistema de transmisión		0.86						Actividad de no valor agregado necesaria	
18	Revisar el nivel de lubricante		2.93						Actividad de valor agregado	
19	Revisar fugas y conexiones		5.11						Actividad de valor agregado	
20	Trasladarse al sistema de suspensión		0.76						Actividad de no valor agregado necesaria	
21	Revisar el nivel de fluido en el sistema		2.53						Actividad de valor agregado	
22	Lubricar juntas universales		3.39						Actividad de valor agregado	
23	Trasladarse al sistema de enfriamiento		0.20						Actividad de no valor agregado necesaria	
24	Revisar el nivel de refrigerante		1.53						Actividad de valor agregado	
25	Trasladarse a los frenos		0.25						Actividad de no valor agregado necesaria	
26	Verificar fugas en el sistema		4.25						Actividad de valor agregado	
27	Ajustar y calibrar el embrague		3.00						Actividad de valor agregado	
28	Verificar juego libre del pedal		2.76						Actividad de valor agregado	
29	Verificar la operación de ajustadores de freno		2.25						Actividad de valor agregado	
80	Total		94.08	21	7	-	1	-	-	-

Para determinar los tiempos estándar de cada actividad, se realizó la toma de tiempos de 10 muestras por actividad, obteniendo de esta manera el tiempo promedio. Posteriormente se añadieron los complementos de habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia, obteniendo el factor de valoración y con este factor se procedió a obtener el tiempo normal. Por último, se añadieron los suplementos constantes y de esta manera se obtuvieron los tiempos estándar (Ver Anexo 15)

Tabla 33

Tiempos estándar

Nº	ACTIVIDAD	TIEMPO ESTÁNDAR
1	Identificación e inspección de la unidad	0.91
2	Etiquetar las unidades en mantenimiento	0.63
3	Recoger material básico	1.66
4	Recoger herramientas	1.99
5	Trasladar herramientas y material al taller	1.80
6	Verificar la presión del neumático	1.90
7	Comprobar el desgaste y profundidad de los neumáticos	2.29
8	Verificar el aire seco y limpio	2.46
9	Trasladarse al sistema eléctrico	0.79
10	Revisar el funcionamiento del sistema eléctrico	2.49
11	Revisar nivel de batería	0.92
12	Revisar luces de aviso y en general	2.84
13	Trasladarse al motor	0.87
14	Cambiar el aceite de motor	14.23
15	Cambiar el filtro de combustible	9.03
16	Cambiar el aceite de la corona	19.47
17	Trasladarse al sistema de transmisión	0.86
18	Revisar el nivel de lubricante	2.93
19	Revisar fugas y conexiones	5.11
20	Trasladarse al sistema de suspensión	0.76
21	Revisar el nivel de fluido en el sistema	2.53
22	Lubricar juntas universales	3.39
23	Trasladarse al sistema de enfriamiento	0.20
24	Revisar el nivel de refrigerante	1.53
25	Trasladarse a los frenos	0.25
26	Verificar fugas en el sistema	4.25
27	Ajustar y calibrar el embrague	3.00
28	Verificar juego libre del pedal	2.76
29	Verificar la operación de ajustadores de freno	2.25

	TOTAL MINUTOS	94.08
	TOTAL HORAS	1.57

Tras la observación y cálculos se obtuvo un tiempo estándar total de 94.08 minutos o 1.57 horas.

Causa Raíz 6: Falta de operarios de mantenimiento

Con el fin de eliminar las deficiencias por falta de operarios de mantenimiento, se determinará la contratación de personal nuevo, por lo que se determina el proceso de reclutamiento y selección de personal.

- *Identificación de necesidades:*

Dado que se identificaron demoras en el proceso, se determinó la falta de operarios en el proceso de mantenimiento.

A fin de determinar la necesidad de operarios se analizan las 3 líneas de tractocamiones Mack, International y Kenworth.

	Mack	International	Kenworth	Promedio
Tiempo medio entre fallas	6.83	6.5	6.59	6.64
Mantenimiento programado	5	5	5	5

Se determinó un promedio de tiempo de reparaciones de 6.64 horas y un requerimiento de 5 mantenimientos programados; adicionalmente, se determinó un máximo de 6 horas para la ejecución de estas actividades, con estos datos se procede a calcular el número de operario; determinando inicialmente el índice de productividad (IP).

$$IP = \frac{\text{Unidades a fabricar (producción deseada)}}{\text{Tiempo disponible}}$$

$$IP = \frac{6}{5} = 0.83$$

El número de operarios se calcula considerando el tiempo estándar o deseado (TE), el índice de productividad (IP) calculado anteriormente y la eficacia (E) (en este caso se determina una eficacia del 90% para los trabajadores de la empresa).

$$NO = \frac{TE \times IP}{E}$$

$$NO = \frac{6 \times 0.83}{0.9} = 6.12$$

Con este cálculo se obtiene el resultado de 6.12 trabajadores, por lo tanto, se establece un requerimiento de 7 trabajadores.

- *Búsqueda de candidatos:*

Para el inicio de búsqueda de candidatos se determina el perfil a considerar para los operarios. (Ver Anexo 8)

- *Preselección de candidatos*

Tras la difusión de la oferta laboral, en conjunto con el perfil de puesto, se procede a la selección de los postulantes cuyas características se adecúan más al puesto.

- *Entrevista y pruebas.*

La entrevista es el proceso clave y más importante en el reclutamiento de personal. Es de vital importancia analizar las respuestas brindadas, los gestos, se busca que los valores y patrones de comportamiento del postulante se ajusten a los de la empresa.

En este punto se pueden realizar pruebas con el fin de verificar la información brindada por el postulante concuerda con los requerimientos de la empresa, también se pueden aplicar pruebas psicológicas de acuerdo con las necesidades de la empresa.

- *Contratación*

Se decide el o los perfiles mas acordes y con mejor desempeño en la entrevista y se procede con comunicar al postulante que ha sido seleccionado para el puesto.

Se brinda toda la información correspondiente al puesto, al contrato y a la filosofía de la empresa. Se debe confirmar la participación del trabajador en la empresa.

Una vez se firme el contrato de procede con la inducción, con el fin de integrar al nuevo talento a la empresa, dando a conocer los procedimientos y manuales correspondientes a su puesto de trabajo.

Asignación de Herramientas de Gestión

Para la asignación de herramientas de gestión, se deberá proveer los recursos y herramientas a utilizar en la implementación, control, etc., cuyo objetivo se centra en la toma de decisiones sobre qué recursos asignar al personal involucrado en el área de

mantenimiento, reduciendo así, los costos y, logrando una mayor satisfacción del cliente.

Plan de Mantenimiento de Tractocamiones

En vista de una mala gestión de mantenimiento por la ausencia de un cronograma de actividades que cumpla con las fechas dadas y recomendadas por el Manual de Mantenimiento de Maquinarias, se propuso un programa de actividades más organizado con el fin de lograr una buena gestión de mantenimiento en la empresa Multiservicios Papillon S.A.C. Para un óptimo programa, es necesario saber de manera analítica las fallas en los sistemas de manera más detallada. Se detalla en la Tabla 34.

Tabla 34.

Programa de Mantenimiento de los Tractocamiones

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	PM1	PM2	PM1	PM3	PM1	PM2	PM1	PM4	PM1	PM2	PM1	PM3	PM1	PM2	PM1	PM4
FRECUENCIA DE SERVICIO PREVENTIVO	15,000 Km	30,000 Km	45,000 Km	60,000 Km	75,000 Km	90,000 Km	105,000 Km	120,000 Km	135,000 Km	150,000 Km	165,000 Km	180,000 Km	195,000 Km	210,000 Km	225,000 Km	240,000 Km
	450 h	900 h	1,350 h	1,800 h	2,250 h	2,700 h	3,150 h	3,600 h	4,050 h	4,500 h	4,950 h	5,400 h	5,850 h	6,300 h	6,750 h	7,200 h
VERIFICAR PRESIÓN DEL NEUMÁTICO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
COMPROBAR DESGASTE Y PROFUNDIDAD	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
VERIFICAR EL AIRE SECO Y LIMPIO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CAMBIO DE NEUMÁTICOS		X		X		X		X		X		X		X		X
REVISAR FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE CARGA		X		X		X		X		X		X		X		X
REVISAR NIVEL DE ELECTROLITO DE LA BATERÍA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
REVISAR CONEXIÓN DE LA BATERÍA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
REVISIÓN DE LUCES DE AVISO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
VERIFICAR AIRE ACONDICIONADO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
REVISIÓN DE LUCES EN GENRAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CAMBIAR ACEITE MOTOR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

CAMBIO FILTRO SEPARADOR DE AGUA / BY PASS		X		X		X		X		X		X		X		X
CAMBIO FILTRO DE AGUA O RACOR				X				X				X				X
SONDEAR RADIADOR DE MOTOR				X				X				X				X
CAMBIO DE ACEITE DE CORONA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CAMBIAR FILTRO DE AIRE		X		X		X		X		X		X		X		X
CAMBIAR FILTRO SECADOR DE AIRE		X		X		X		X		X		X		X		X
CALIBRACIÓN DE VÁLVULAS E INYECTORES								X								X
REVISAR NIVEL DE LUBRICANTE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CAMBIO DE ACEITE DE CAJA								X								X
REVISAR FUGAS Y CONEXIONES	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
REVISAR NIVEL DE FLUÍDO EN EL DEPÓSITO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CAMBIAR ACEITE DE DIRECCIÓN HIDRAÚLICA								X								X
CAMBIAR FILTRO DE DIRECCIÓN HIDRAÚLICA								X								X
VERIFICAR ALINEAMIENTO DE RUEDAS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LUBRICAR JUNTAS UNIVERSALES		X		X		X		X		X		X		X		X
REVISIÓN DEL NIVEL DE REFRIGERANTE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CAMBIO DE REFRIGERANTE								X								X
CAMBIAR FILTRO DE REFRIGERANTE								X								X

VERIFICAR FUGAS EN EL SISTEMA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ENGRASE		X		X		X		X		X		X		X		X
AJUSTAR Y CALIBRAR EMBRAGUE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
VERIFICAR JUEGO LIBRE DE PEDAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
VERIFICAR CORRECTA OPERACIÓN DE AJUSTADORES DE FRENOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
VERIFICAR DESGASTE DE REVESTIMIENTO DE FRENOS								X								X

Fuente: Elaboración Propia

Causa Raíz 2: Falta de equipos adecuados

Para el desarrollo adecuado del mantenimiento de los tractocamiones es de vital importancia contar como básico con las siguientes herramientas:

- Juego de zócalo y trinquete para camiones
- Juego de llaves combinadas
- Alicates mecánicos
- Martillo de bola
- Llave de impacto
- Compresor de aire
- Llave diométrica
- Scanner automotriz
- Multímetro digital
- Polipasto manual de cadena
- Gata hidráulica
- Prensa hidráulica
- Taladro manual
- Llave de cadena para filtro de aceite
- Extractor de rodamientos y polea
- Extractores para tren delantero
- Extractores de pernos
- Extractor de muelle

Estas herramientas deben ser verificadas y deben encontrarse en óptimas condiciones para su utilización.

Causa Raíz 5: Falta de capacitación

► Programa de Capacitación

A través del análisis de los datos y de las encuestas utilizadas, se pudo demostrar la falta de conocimiento técnico-mecánico por parte del personal del área de mantenimiento en el manejo de la flota de tractocamiones, por lo que se recomienda la implementación de un programa de capacitación adaptado a las necesidades del nivel de conocimiento del personal. El programa de formación se construyó para satisfacer las demandas del nivel de conocimientos del personal. Como resultado, la formación preventiva ayudará a la

prestación de los cambios que se producen en el área de mantenimiento. Estos cursos están diseñados para ayudar a los empleados a prepararse para la adopción de nuevas prácticas de trabajo o la utilización de nuevos equipos. La planificación tiene un periodo de un año, mensualmente en para cada técnico, contando con 8 horas de jornada.

Temas de Capacitación

Los temas de capacitación son de carácter técnico-mecánico, con el fin de poder solucionar a tiempo las fallas y/o averías que se presentan en los tractocamiones, para ellos se consideraron los siguientes puntos como temas:

- Diagnóstico y Mantenimiento de Sistema de Motores Diésel.
- Fundamentos, Sistemas, Mantenimiento y Reparación del sistema hidráulico.
- Mecanismos de control y Sistemas Electrónicos para Tractocamiones
- Sistema y Mantenimiento de Transmisión de Tractocamiones
- Motores de Combustión Interna de Tractocamiones.
- Sistemas de Rodaje y Tren de Fuerza
- Mantenimiento y Manejo de Neumáticos
- Seguridad en los Tractocamiones
- Contaminación de los Tractocamiones y sus Controles.
- Soldadura como Mantenimientos en los Tractocamiones

Cronograma de Capacitación

Figura 34. Cronograma de Capacitación

TEMA	CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN										Capacitador	Tiempo
	MES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Diagnóstico y Mantenimiento de Sistema de Motores Diésel.	■										Representante CAT	3 horas
Fundamentos de Hidráulica, Sistemas, Mantenimiento y Reparación del sistema hidráulico.		■									Representante Aceros Arequipa	3 horas
Mecanismos de control y Sistemas Electrónicos para Tractocamiones			■								Representante CAT	3 horas
Sistema y Mantenimiento de Transmisión de Tractocamiones				■							Representante Ferreyros	3 horas
Motores de Combustión Interna de Tractocamiones.					■						Representante Aceros Arequipa	3 horas
Sistemas de Rodaje y Tren de Fuerza						■					Representante CAT	3 horas
Mantenimiento y Manejo de Neumáticos							■				Representante Ferreyros	3 horas
Seguridad en los Tractocamiones								■			Representante Ferreyros	3 horas
Contaminación de los Tractocamiones y sus Controles.									■		Representante CAT	3 horas
Soldadura como Mantenimientos en los Tractocamiones.										■	Representante Aceros Arequipa	3 horas

Fuente: Elaboración Propia

El cronograma recomendado para el desarrollo de la capacitación del personal mecánico se muestra en la Figura 34. De acuerdo con (Quiroz, 2009), la capacitación debe ser sistemática e impartida en el momento y condiciones adecuadas para que tenga éxito, además afirma que entre más capacitación reciba el personal de una empresa, mayor sería su productividad e ingresos.

Potencialmente, los niveles de resolución de averías mecánicas aumentarán en términos de tiempo y calidad de servicio.

2.6. Evaluación económica

En esta sección del estudio se facilitará el estado de resultados, en el que se expondrán las inversiones y los gastos realizados frente a los ingresos obtenidos durante un periodo de cinco años. Se prevé que la inversión necesaria se realice este año, y que al año siguiente se reciban los ingresos y gastos producidos por el plan.

Tabla 35.

Estado de resultados

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos	1,923,697.00	2,116,066.70	2,327,673.37	2,560,440.71	2,816,484.78	
Costos operativos	345,900.00	368,383.50	392,328.43	417,829.78	444,988.71	
Depreciación	105,000.00	105,000.00	105,000.00	105,000.00	105,000.00	105,000.00
UAI	1,472,797.00	1,642,683.20	1,830,344.94	2,037,610.93	2,266,496.07	
IR (30%)	441,839.10	492,804.96	549,103.48	611,283.28	679,948.82	
UN	1,030,957.90	1,149,878.24	1,281,241.46	1,426,327.65	1,586,547.25	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36.

Flujo de caja

Año	0	1	2	3	4	5
Utilidad neta		1,030,957.90	1,149,878.24	1,281,241.46	1,426,327.65	1,586,547.25
Depreciación		105,000.00	105,000.00	105,000.00	105,000.00	105,000.00
Inversión	-4,000,000					
Flujo neto efectivo	-4,000,000	1,135,957.90	1,254,878.24	1,386,241.46	1,531,327.65	1,691,547.25

Fuente: Elaboración propia

Después de realizar el flujo de caja, se halla el VAN y el TIR con un TMAR de 15%. El resultado es el siguiente:

VAN	S/. 564,673.47
TIR	20.41%
B/C	S/. 1.86
PIR	5

El VAN positivo indica que es posible recuperar la inversión inicial, además que se espera obtener una ganancia por S/. 564,673.47. De la misma manera, el TIR=20.41% supera al TMAR=15% por lo que es dable afirmar que el proyecto es viable. El B/C = 1.86 es superior a 1, lo que indica que los ingresos son mayores a los egresos y ello implica que es aconsejable llevar a cabo el proyecto, finalmente, el PIR= 5 indica que la inversión inicial en valor presente será recuperada en un periodo de 5 años.

► **Calcular la viabilidad económica del programa de gestión de mantenimiento en una empresa de transporte**

Presupuesto del Nuevo Plan de Mantenimiento de la Flota de Tractocamiones.

Tabla 37. Base de datos: Presupuesto para el Mantenimiento de los Tractocamiones

					1er Año (10/20 - 06/21)	2do Año (10/21 - 06/22)	3er Año (10/22 - 06/23)
T R A C T O C A M I O N E S	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	REPUESTOS	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL	PRECIO TOTAL	PRECIO TOTAL
		Reparación de sistema de suspensión	Brazo de control	S/. 58.00	10	S/. 580.00	S/. 580.00
	Reparación de sistema neumático	Llanta R22.5	S/. 1,235.00	10	S/. 12,350.00	S/. 12,350.00	S/. 12,350.00
	Reparación del sistema eléctrico: Cableado	Batería	S/. 1,850.00	20	S/. 37,000.00	S/. 37,000.00	S/. 37,000.00
		Relay de encendido	S/. 56.00	15	S/. 840.00	S/. 840.00	S/. 840.00
		Bobina de encendido	S/. 56.00	15	S/. 840.00	S/. 840.00	S/. 840.00
	Reparación del sistema eléctrico: Encendido y Carga	Bendix y solenoide	S/. 220.00	6	S/. 1,320.00	S/. 1,320.00	S/. 1,320.00
		Regulador de voltaje	S/. 1,200.00	7	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00
		Arrancador	S/. 3,950.00	5	S/. 19,750.00	S/. 19,750.00	S/. 19,750.00
		Alternador	S/. 3,800.00	2	S/. 7,600.00	S/. 7,600.00	S/. 7,600.00
	Desgaste de cocada	Medidor de cocada	S/. 12.00	10	S/. 120.00	S/. 120.00	S/. 120.00
	Reparación de sistema de transmisión y suspensión	Pernos centro	S/. 35.00	8	S/. 280.00	S/. 280.00	S/. 280.00
		Cables de cambio	S/. 140.00	20	S/. 2,800.00	S/. 2,800.00	S/. 2,800.00
		Embrague	S/. 1,300.00	10	S/. 13,000.00	S/. 13,000.00	S/. 13,000.00
		Crucetas de cardan	S/. 140.00	10	S/. 1,400.00	S/. 1,400.00	S/. 1,400.00
		Amortiguadores	S/. 460.00	5	S/. 2,300.00	S/. 2,300.00	S/. 2,300.00
		Paquete de muelles	S/. 596.00	5	S/. 2,980.00	S/. 2,980.00	S/. 2,980.00
		Rodamiento de caja de cambios	S/. 3.00	50	S/. 150.00	S/. 150.00	S/. 150.00
		TOTAL PRESUPUESTO SIN IMPREVISTOS				S/. 111,710.00	S/. 111,710.00

Fuente: Elaboración Propia

► **Presupuesto del Personal**

Tabla 38.

Base de datos: Presupuesto del Personal

ACTIVIDADES	HERRAMIENTAS	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	1er Año (10/20 - 06/21)	2do Año (10/21 - 06/22)	3er Año (10/22 - 06/23)
				PRECIO TOTAL	PRECIO TOTAL	PRECIO TOTAL
Capacitación del Personal	Mantenimiento de maquinaria las 24 horas.	S/ 1,100.00	1	S/ 1,100.00	S/ 1,100.00	S/ 1,100.00
Impresión de los nuevos formatos de procedimientos	Formatos, Checklist, Herramientas de Gestión	S/ 0.05	3000	S/ 150.00	S/ 150.00	S/ 150.00
Capacitadores a cargo de la charla	Nuevo plan de mantenimiento, procedimientos de maquinarias	S/ 480.00	1	S/ 480.00	-	-
Técnicos especializados	Mano de Obra	S/ 930.00	2	S/ 1,860.00	S/ 1,860.00	S/ 1,860.00
TOTAL PRESUPUESTO SIN IMPREVISTOS				S/ 3,590.00	S/ 3,110.00	S/ 3,110.00

Fuente: Elaboración Propia

► **Flujo de Proyección**

Tabla 39.

Flujo de Proyección

TOTAL PRESUPUESTO SIN IMPREVISTOS TRACTOCAMIONES		S/ 111,710.00	S/ 111,710.00	S/ 111,710.00
TOTAL PRESUPUESTO SIN IMPREVISTOS PERSONAL		S/ 3,590.00	S/ 3,110.00	S/ 3,110.00
TOTAL		S/ 115,300.00	S/ 114,820.00	S/ 114,820.00
IMPREVISTOS (10%)	PROYECCIÓN CON INCREMENTO DEL 10%	S/ 115,300.00	S/ 230,600.00	S/ 253,660.00
PROYECCIÓN DE FLUJO DE CAJA POR PERIODO DE UN AÑO		S/ 345,900.00	S/ 368,480.00	S/ 393,846.00

Fuente: Elaboración Propia

En las tablas N° 37, 38 y 39 se aprecia el presupuesto a nivel de las maquinarias como del personal, así como también el flujo de proyección, los gastos que se emplearon ascienden a un total de S/. 345,900.00, el cual se incrementa en un 10% por los imprevistos de manera anual.

3.1.1.1. Gráfico del Presupuesto del Plan de Mantenimiento

Tabla 40.

Costo total del Plan de Mantenimiento

Presupuesto	Total	%
Tractocamiones	S/ 115,300.00	33%
Personal	S/ 230,600.00	67%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 36. Diagrama de sectores del porcentaje del presupuesto de mantenimiento



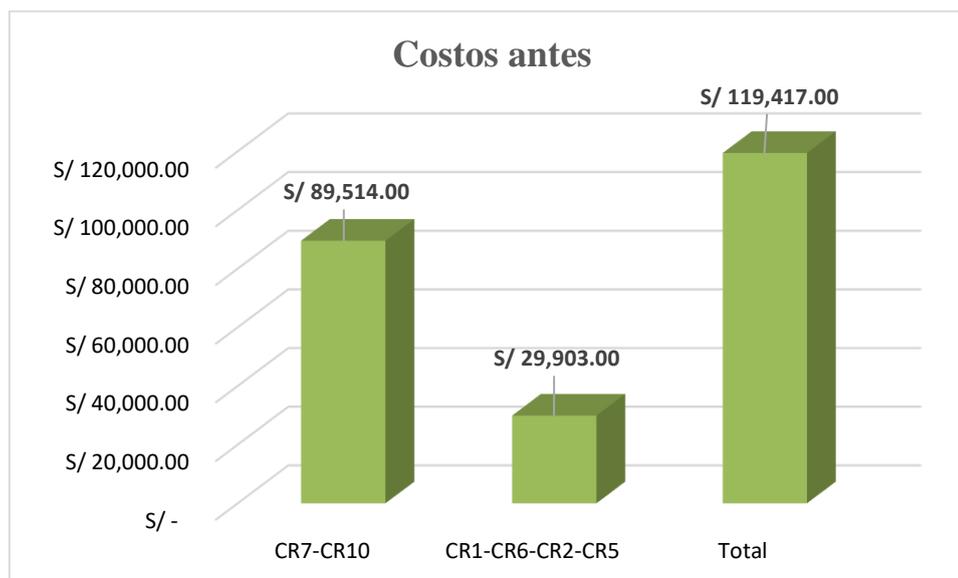
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 33, se detalla la gráfica respecto a la distribución del presupuesto total del nuevo plan de mantenimiento, tanto en las maquinarias como en el personal, en el cual se puede apreciar que el presupuesto mayor está formado por los tractocamiones, ascendiendo a un costo de S/. 230,600.00, representando el 67%.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

En el gráfico se presentan las pérdidas que generan las causas raíz encontradas, segmentadas por el tipo de maquinaria.

Figura 37 Pérdidas generadas por las causas raíz



A continuación, se evidencia la comparación entre las causas raíz encontradas y los costos que estos generan antes y después de la mejora.

Figura 38 Costos para CR7 - CR1

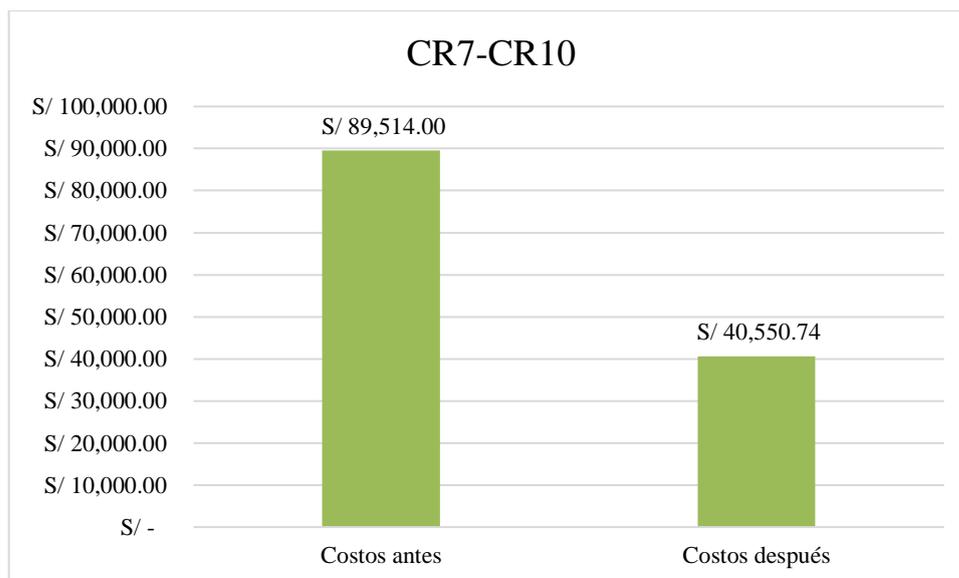
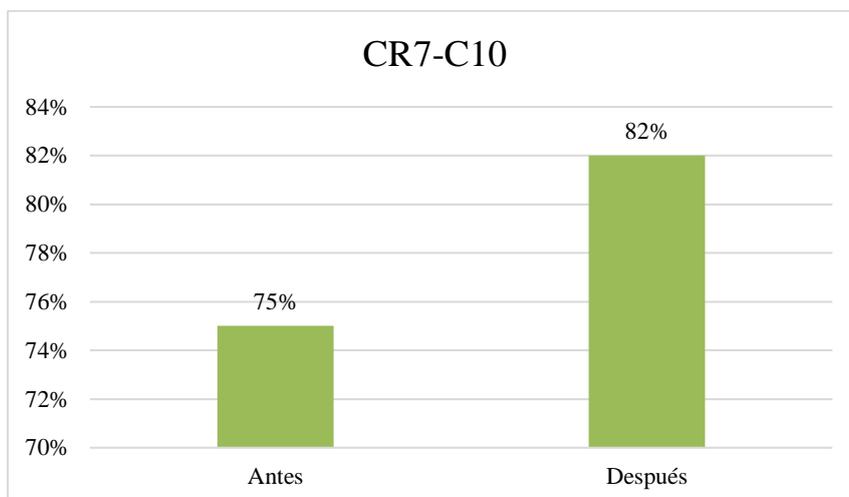


Figura 39 Comparativa para CR7 -CR10



En la Figura 38 se observan los costos que incurren a raíz de las causas 7 y 10, antes del estudio los costos eran de S/: 89,514.00 y este monto representaba un 75% de las pérdidas. Posterior al estudio estos costos se redujeron a S/. 40,550.74, a su vez este monto representa un 82% del total de costo por pérdidas (Ver Figura 39).

Figura 40 Costos para CR1 - CR6 - CR2 - CR5

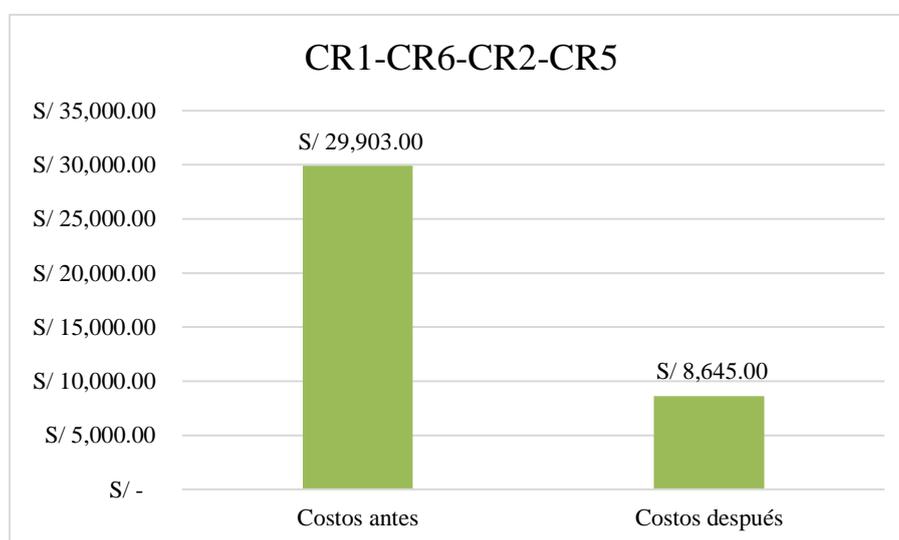
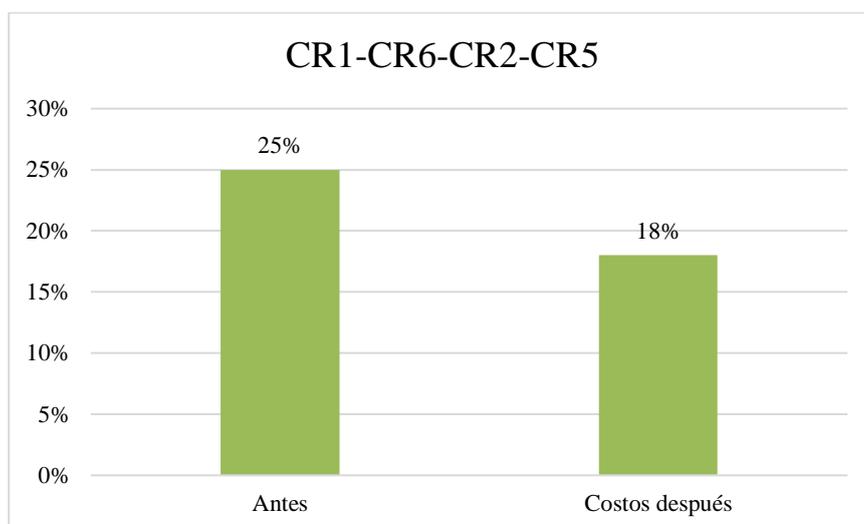


Figura 41 Comparativa para CR1 - CR6 - CR2 - CR5



En la Figura 40 se observan los costos de las pérdidas ocasionadas por las causas 1, 6, 2 y 5 evidenciando un monto de S/ 29,903.00, el cual a su vez representaba el 25% del total; después del estudio, se muestra que los costos por pérdidas a raíz de estas causas se redujeron hasta S/ 8,645.00, monto que representa el 18% del total de costos por pérdidas.

CAPÍTULO IV.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusiones

Basados en la teoría general del mantenimiento, el tiempo medio entre fallas, el tiempo medio de reparación, y la disponibilidad mecánica, que fundamentan la importancia del mantenimiento preventivo, se realizó la siguiente discusión teniendo en cuenta los objetivos de la investigación.

De acuerdo con el diagnóstico inicial, se logró identificar que la disponibilidad mecánica de trece modelos de tractocamiones de la empresa Multiservicios Papillon S.A.C. está por debajo del nivel requerido debido a las paradas no planificadas causadas por la falta de un programa de mantenimiento, de documentos que permitan su control, de espacio para la flota de tractocamiones, problemas en la adquisición de repuestos y falta de un programa de capacitación de capacitación, que genera pérdida de dinero en reparaciones. Esta información concuerda con Martínez y Porfirio (2019) quienes manifiesta que la baja disponibilidad en una empresa minera se debe a la falta de un plan de mantenimiento que preventivo que indique las actividades y procedimientos a realizar para evitar fallas en los equipos que demanda mayores gastos de los previstos.

Además, los costos por fallas y/o paradas no programadas ocurridas durante la utilización de los trece tractocamiones asciende a 169,597 soles, dicho monto es muy inferior al hallado en la investigación de Herrera (2018), donde el costo total del mantenimiento correctivo de la flota de excavadoras fue de 6,726,817.17 soles.

Asimismo, la disponibilidad mecánica media hallada en la flota de tractocamiones fue de 87.95%, estando por debajo de la disponibilidad mínima requerida (92%). Estos valores son sustancialmente altos comparándolos con los de Meza (2019) que obtuvo una disponibilidad inicial de 72.92% y la meta final fue de 85%. Con respecto a la operatividad, se obtuvo que los tractocamiones tenían un 61% de operatividad media, estos datos son mayores a los hallados en el estudio de Martínez (2016) revelan que la empresa de maquinaria tenía 50% de operatividad.

Por otro lado, el diseño de este nuevo plan de mantenimiento preventivo se basa en la priorización de los tractocamiones que ocasionan mayores costos de corrección y en los sistemas que fallan con más frecuencia. Por ello, se planteó a la mejora de los formatos de trabajo, además de la implementación de nuevos formatos de control y operación como los formatos de monitoreo de actividades y el de averías, finalmente, se implantó un cronograma de capacitación para que los trabajadores obtengan conciencia sobre el buen mantenimiento. Herrera (2018) tuvo un enfoque diferente al momento de diseñar su plan de mantenimiento, ya que él priorizó los diez defectos más frecuentes en la flota de camiones y excavadoras, lo que indica que, al identificar los fallos más frecuentes en los equipos, sería más sencillo proporcionar indicaciones viables para resolver estos problemas. Sin embargo, ambas iniciativas pretenden aumentar la disponibilidad mecánica.

Finalmente, el presupuesto a nivel de las maquinarias como del personal, así como también el flujo de proyección, los gastos que se emplearon ascienden a un total de S/. 345,900.00. Este monto es significativamente mayor al esperado por Meza (2019) que calculó un valor de S/. 230,806.40. Dicha diferencia es debido a los diferentes tipos de vehículos que se evalúa en cada estudio.

4.3. Conclusiones

- Las pérdidas de la empresa se encontraban en S/. 119,417.00, mediante la aplicación de un plan de mantenimiento, capacitación determinación de nuevos tiempos, entre otras medidas, estos costos se redujeron hasta S/. 49,195.74; representando un ahorro de S/. 70,221.26
- La empresa evidenció deficiencias en el estudio, dado que no existían planes y procedimientos para el desarrollo del mantenimiento de camiones, desembocando esto en sobrecostos.

- Las metodologías aplicadas fueron, estudio de tiempos, capacitación y determinación del plan de mantenimiento.
- Se lograron determinar las operaciones y actividades que se deben seguir para el desarrollo de actividades, mejorando la utilización de 57.41% hasta 60% y la disponibilidad de 87.95% hasta un 90%, además, se redujo el tiempo medio de reparación de 6.83 a 5.
- Mediante un estudio de factibilidad se determinó un VAN de S/. 564,673.47 y un TIR de 20.41%, demostrando que la propuesta planteada es factible y viable. Con un retorno de inversión en un periodo de 5 años.

REFERENCIAS

- Alva, R. (2019). Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica de equipos de la empresa MUR WY S.A.C. en el proyecto cerro corona. https://www.academia.edu/41792224/DISE%C3%91O_DE_UN_PLAN_DE_GESTION_DE_MANTENIMIENTO_PARA_INCREMENTAR_LA_DISPONIBILIDAD_MECANICA_DE_EQUIPOS_DE_LA_EMPRESA_MUR_WY_S.A.C._EN_EL_PROYECTO_CERRO_CORONA
- Álvarez, A. (2020). Justificación de la investigación. Universidad de Lima, Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas, Carrera de Negocios Internacionales. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/10821>
- Amambal, F., & Huatay, C. (2018). Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada en la empresa Martinez Contratistas e Ingeniería S.A. - Arequipa, 2018 (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/14562>
- Bedoya, H. (2020). Tipos de justificación en la investigación científica. Espí-ritu Emprendedor TES, 4(3), 65-76. <https://doi.org/10.33970/eetes.v4.n3.2020.207>
- Carbajal, P. (2016). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa de transporte el Dorado S.A.C. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/8567/CARBAJAL%20TACANGA%20%20PEDRO%20OSWALDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castro, C. y Aillón, E. (2016). Elaboración e implementación de un plan de mantenimiento para la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM de Pelileo <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/23311>
- De la Rosa, C., & Torres, S. (2020). Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos de bombeo en una planta minera (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/24370>
- Fernández E. (2018). Gestión de Mnatneimiento: Lean Maintenance y TPM. <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/47868/Gesti%F3n%20de%20Man>

tenimiento.%20Lean%20Maintenance%20y%20TPM.pdf;jsessionid=A386C8542F0E8133334D5FEBFCFA43099?sequence=1

Fernández, V. (2020). Tipos de Justificación en la Investigación Científica. *Espíritu Emprendedor TES. (4) 3*. 65-76. <https://doi.org/10.33970/eetes.v4.n3.2020.207>

Herrera, A. R. (2018). Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica de equipos en la empresa San Martín Contratistas Generales S.A. en el proyecto Tantahuatay 2018 (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/14944>

Huamán, G. (2019). Gestión de Mantenimiento y calidad del servicio en la Universidad Nacional del Callao. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27697/Huaman_LG.pdf?sequence=1&isAllowed=

Martínez, A., & Minchan, P. (2019). Mejora en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica de los equipos de carguío y acarreo de una empresa minera de La Libertad (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/21662>

Martínez, J. (2016). Propuesta de sistema de gestión integral en mantenimiento para una empresa de maquinaria de línea amarilla <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/dd54cf81-0f00-40fd-b88a-b0edbce1c052/content>

Meza, J. (2019). Propuesta de un plan para la mejora de disponibilidad de flota en una empresa de carga utilizando la metodología TPM. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625107/MEZA_CJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2018). Boletín Estadístico. https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/publicaciones/boletines/boletin_estadistico_I_semestre_2018.pdf

- Peña, I. (2016). Diseño de un plan de mantenimiento de la flota de vehiculos asignados a los vendedores que cubren el sector oeste de la zona metropolitana de caracas, pertenecientes a una empresa de alimentos de consumo masivo.
<http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAT6644.pdf>
- Pérez, F. (2021). Conceptos Generales en la Gestión del Mantenimiento Industrial.
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Ramirez, A., & Portal, M. (2017). Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de maquinaria en la empresa Coansa del Perú Ingenieros. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Rukijkanpanich, J., & Pasuk, P. (2018). Maintenance management for transportation process in quarry industry. JOURNAL OF QUALITY IN MAINTENANCE ENGINEERING.
doi:10.1108/JQME04-2017-0024
- Singh, R., & Gurtu, A. (2021). Embracing Advanced Manufacturing Technologies for Performance Improvement: An Empirical Study, Benchmarking: an International Journal
<https://doi.org/10.1108/BIJ-02-2021-0110>

ANEXOS

Anexo 1. Base de datos respecto a la disponibilidad y utilización maquinaria

Marca	Equipo	Horas Trabajadas	Horas Preventivas	Horas Correctivas	Horas Mantenimiento	Horas Totales Disponibles	Horas Programadas	N° Paradas / MTTO Prog	N° Paradas / MTTO No Prog	N° Paradas Totales	Disponibilidad	Utilización	MTTR	MTBF
MACK	T6T-837	635.00	25.00	114.00	139.00	1842.00	615.00	3.00	13.00	16.00	77.40%	34.47%	7.13	48.85
	T6S-931	490.00	14.00	72.00	86.00	542.00	872.00	4.00	8.00	12.00	90.14%	90.41%	6.00	61.25
	T6K-941	628.00	32.00	103.00	135.00	1842.00	725.00	2.00	12.00	14.00	81.38%	34.09%	7.36	52.33
	T7C-877	645.00	21.00	126.00	147.00	1842.00	854.00	3.00	15.00	18.00	82.79%	35.02%	7.00	43.00
	T7C-853	467.00	57.00	84.00	141.00	1842.00	815.00	3.00	9.00	12.00	82.70%	25.35%	7.00	51.89
	T7C-847	540.00	32.00	84.00	116.00	595.00	1278.00	4.00	9.00	13.00	90.92%	90.76%	6.46	60.00
	T5O-943	620.00	39.00	105.00	144.00	1842.00	856.00	4.00	11.00	15.00	83.18%	33.66%	7.00	56.36
	T6K-938	368.00	26.00	68.00	94.00	408.00	1123.00	5.00	6.00	11.00	91.63%	90.20%	6.18	61.33
T6T-821	730.00	48.00	98.00	146.00	1842.00	956.00	3.00	11.00	14.00	84.73%	39.63%	7.00	66.36	
INTERNATIONAL	T8S-845	490.00	25.00	68.00	93.00	540.00	945.00	3.00	8.00	11.00	90.16%	90.74%	6.18	61.25
	T8O-886	480.00	32.00	74.00	106.00	520.00	1062.00	4.00	8.00	12.00	90.02%	92.31%	6.17	60.00
	T8S-856	576.00	38.00	105.00	143.00	1713.00	956.00	4.00	11.00	15.00	85.04%	33.63%	7.00	52.36
KEMWORTH	APP-848	568.00	29.00	116.00	145.00	1842.00	924.00	6.00	10.00	16.00	84.31%	30.84%	7.25	56.80
	AMU-835	402.00	12.00	126.00	138.00	1842.00	1085.00	6.00	8.00	14.00	87.28%	21.82%	9.00	50.25
	AMU-741	428.00	33.00	120.00	153.00	653.00	903.00	5.00	10.00	15.00	83.06%	65.54%	8.00	42.80
	AMU-785	1182.50	26.00	106.00	132.00	1842.00	826.00	3.00	23.00	26.00	84.02%	64.20%	4.08	51.41
SCANIA	T8Q-821	490.00	18.00	62.00	80.00	540.00	745.00	2.00	8.00	10.00	89.26%	90.74%	6.20	61.25
	T8Q-837	302.00	8.00	37.00	45.00	330.00	815.00	1.00	5.00	6.00	94.48%	91.52%	6.17	60.40
	T8Q-831	122.00	6.00	19.00	25.00	134.00	564.00	1.00	2.00	3.00	95.57%	91.04%	6.33	61.00
	T8Q-807	304.00	10.30	43.00	53.30	328.00	659.00	2.00	5.00	7.00	91.91%	92.68%	6.14	60.80

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2. Formato de Evaluación Por Sistema de los Tractocamiones

HOJA DE INSPECCIÓN TRACTOCAMIONES POR SISTEMA					
CÓDIGO		PROPIETARIO			
DESCRIPCIÓN		FECHA DE INSPECCIÓN			
MARCA		LUGAR DE INSPECCIÓN			
MODELO					
HOROMETRO					
MOTOR					
Funcionamiento del Motor					OBSERVACIONES
Tapa de llenado de aceite del motor					
Varilla de medición de nivel de aceite					
Estado del turbo alimentador					
Faja de Ventilador					
Estado del radiador					
Tapa del radiador					
Estado de mangueras de radiador y enfriamiento					
Bomba de agua					
Nivel de Aceite					
Filtro de Aire					
SISTEMA ELÉCTRICO					
Alternador					OBSERVACIONES
Carga del alternador					
Faja de alternador					
Amperímetro					
Acumuladores					
Cables y Bomes de batería					
Cableado del circuito general					
Luces en general					
Plumilla limpia parabrisa					
Arracndador					
Tablero de Control					
SISTEMA DE FRENOS					
Freno de Giro					OBSERVACIONES
Presión Hidráulica de Frenos					
Freno de Parqueo					
Nivel de Aceite de Engranajes de Giro					
Condición de Bandas de Freno					
Estado de Campanas, Rodajas y Bujías					
Botones de Emergencia					
Condición de Cámaras de Freno					
SISTEMA DE TRANSMISIÓN					
Embrague					OBSERVACIONES
Pedal de Embrague					
Disco de Embrague					
Nivel de Líquido					
Nivel de Aceite Corona					
Nivel de Aceite de los Cubos					
SISTEMA COMBUSTIBLE					
Humo por el escape					OBSERVACIONES
Bomba de cebado de combustible					
Filtro de petróleo					
Tanque de combustible					
Medidor de nivel de tanque de combustible					
Estado de los inyectores					
Estado de las cañerías					
Fugas de petróleo					
Estado de la bomba de inyección					
Estado del filtro					
DOCUMENTOS					
SOAT					OBSERVACIONES
Manual de Operaciones y/o Mantenimiento					
Tarjeta de Propiedad					
Licencia de Conducir					
LEYENDA:					
B: Existe el componente en buen estado					
M: Existe el componente en mal estado, es necesario su reemplazo					
R: Existe el componente en regular estado, se puede seguir utilizando					
NO: No existe el componente. Esto puede ser porque falta o porque no es parte del equipo.					
OBSERVACIONES GENERALES:					

Anexo 3. Tabla de reportes de averías en los sistemas para cada tractocamión

AVERÍAS DE TRACTOCAMIONES				
Marca	Sistema	Código	N° de fallas y/o paradas	%
Mack	Neumáticos	2906	32	31%
	Electrónico	2903	25	25%
	Transmisión	2904	16	16%
	Suspensión	2905	12	12%
	Enfriamiento	2907	10	10%
	Freno	2902	6	6%
	Motor	2909	1	1%
International	Electrónico	2903	8	30%
	Suspensión	2905	6	22%
	Neumáticos	2906	4	15%
	Transmisión	2904	4	15%
	Enfriamiento	2907	2	7%
	Freno	2902	2	7%
	Motor	2909	1	4%
Kenworth	Electrónico	2903	20	28%
	Suspensión	2905	14	20%
	Neumáticos	2906	12	17%
	Transmisión	2904	10	14%
	Enfriamiento	2907	8	11%
	Freno	2902	6	8%
	Motor	2909	1	1%
Scania	Electrónico	2903	8	31%
	Suspensión	2905	6	23%
	Transmisión	2904	5	19%

Neumáticos	2906	2	8%
Freno	2902	2	8%
Enfriamiento	2907	2	8%
Motor	2909	1	4%

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Ficha de orden de trabajo

MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO:				
		VERSIÓN:				
B: Bueno R: Reparar S: Requiere servicio C: Cambiar A: Ajustar		Página:				
ÍTEM	PROCEDIMIENTO	B	R	S	C	A
1	Limpiar y lavar el equipo, protegiendo partes y componentes eléctricos					
2	Lavar los catalizadores de escape					
3	Cambio de Filtros y de Aceite de Motor					
4	Cambiar Filtro de Aire					
5	Revisar los conductos de aire del motor					
6	Revisar los conductos de agua del motor					
7	Revisar la cabina del operador					
8	Revisar el freno de servicio y parqueo					
9	Revisar el tablero de control de mediciones					
10	Revisar el horómetro					
11	Revisar las luces en general					
12	Revisar el cableado del sistema eléctrico					
13	Revisar el control de dirección					
14	Revisar el control de Levante y volteo					
15	Revisar el control de marcha y velocidad					
16	Revisar el protector de corona					
17	Revisar el tapabarro posterior o delantero					
18	Revisar el asiento de operario					
19	Revisar el nivel de combustible					
20	Revisar el nivel de aceite hidráulico, rellenar se ser necesario					
21	Revisar el nivel de aceite de transmisión, rellenar de ser necesario					
22	Revisar el nivel de aceite de los ejes delanteros y posteriores					
23	Revisar el nivel de grasa de lubricador automático					
24	Revisar fugas de aceite					
25	Revisar fugas de agua					
26	Revisar los neumáticos					
27	Revisar los mandos finales					
28	Revisar las condiciones del labio cuchara y cantoneras					
29	Revisar rajaduras estructurales					
30	Revisar la tensión y el desgaste de las fajas de alternador					
31	Revisar la tensión y el desgaste de las fajas de ventilador					
32	Mantenimiento de mangueras, cambio de deterioradas					
33	Engrace general de las crucetas y ventilador					
34	Revisar el respiradero de transmisión					
35	Verificar la presión de aceite de motor					
36	Verificar la condición del agua					
37	Realizar vacío del sistema de admisión, menos a 20° de agua					
38	Revisar presión de escape, presión menor a 30° agua					
39	Revisar el carter del motor					
40	Revisar la presión de precarga de acumuladores					
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:						
Técnico Mecánico:			Supervisor Mecánico:			
Firma:			Firma:			

Anexo 5. Formato de monitoreo de Actividades

MONITOREO DE ACTIVIDADES							
						Fecha: / /	
Turno: <input type="text"/>		<input type="text"/>		Hora de Ingreso: _____		Hora de Salida: _____	
Apellidos y Nombres: _____						DNI: _____	
ÍTEM	EQUIPO	SISTEMA	HORÓMETRO	HORA INICIO	HORA FINAL	TOTAL HRS	Descripción del Trabajo
				TOTAL HORAS			
_____				_____			
Firma del Trabajador				Firma del Supervisor			

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 6. Formato Reporte de Averías

		REPORTE DE AVERÍAS		N°
Fecha:		Supervisor de Operaciones:		
Proyecto:		Operador		
Código:		Año:		
Tipo:		Placa:		
Marca:		Horómetro:		
Prioridad:				
Normal ()		Urgente ()		Programado ()
Naturaleza:				
Mantenimiento ()		Avería ()		Re-ingreso ()
Tipo de Mantenimiento:				
Preventivo ()		Correctivo ()		Modificativo ()
Descripción				
Operador			Aprobado: Si () No ()	
			Jefe de Operaciones	

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7. Historial de la Maquinaria

		HISTORIAL DE LA MAQUINARIA					
Código:			Año:				
Tipo:			Chasis:				
Marca:			Motor:				
Modelo:							
Fecha	Orden de Trabajo	Trabajos Realizados		Trabajos Realizados		Mecánico	Costo Total
		N-U-P-R	C-A				
Descripción de la Solución							
TRABAJOS REALIZADOS		REPUESTOS		MECÁNICO			
N: Normal U: Urgente P: Programado R: Re - Ingreso	Se describen los trabajos que se realizaron a la maquinaria	C: Cambiado A: Arreglado	Descripción de los repuestos utilizados	Se pide que en esta sección se coloque el nombre del mecánico a cargo del respectivo problema con la maquinaria.			

Fuente: Elaboración Propia

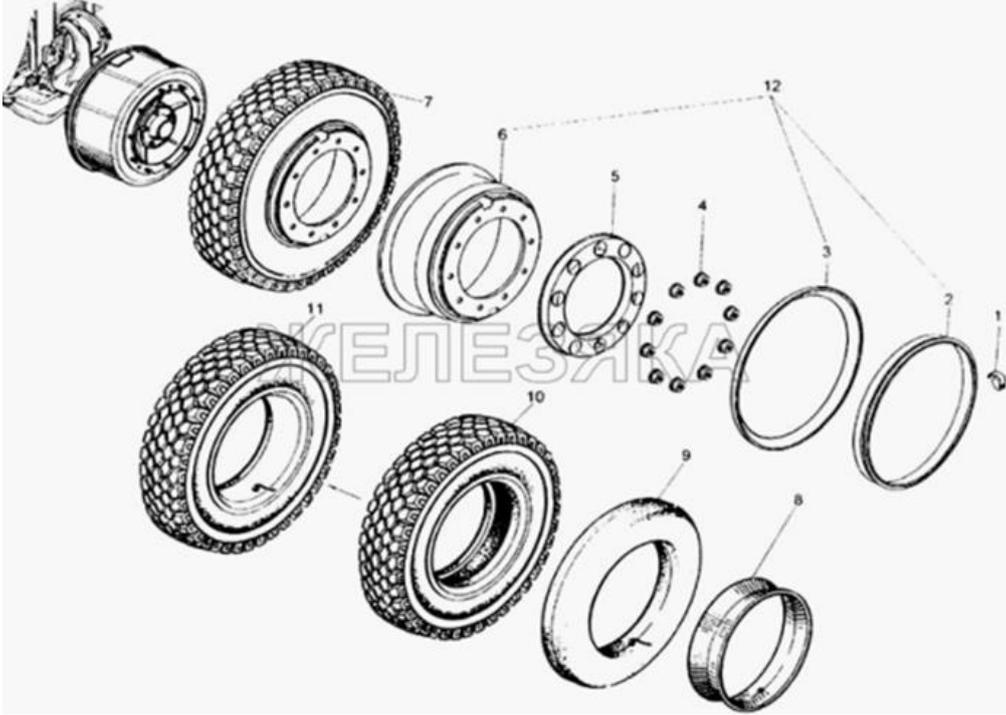
Anexo 8. Perfil Profesional de los Técnicos

PERFIL DE PUESTO TÉCNICO DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL		FECHA: / /
Nombre del Puesto: Técnico		Área: Mantenimiento
Puesto al que reporta: Técnico de Mantenimiento Industrial		Puesto al que ha sido rpeortado: Ninguno
Descripción del puesto: Mantener en óptimas condiciones los equipos que conforman la flota de tractocamiones, mediante la realización de un mantenimiento adecuado en caso se requiera.		
Objetivos del puesto: Organizar, desarrollar y coordinar los procesos de gestión de mantenimiento de los equipos, así como la verificación de su operatividad luego de las reparaciones aplicadas.		
Funciones Específicas: <ul style="list-style-type: none"> - Manejo del manual de procedimiento de los equipos de tractocamiones. - Recibir capacitaciones de seguridad para aplicarlo a la práctica. - Utilizar de forma adecuada los equipos de protección personal, otorgados por las empresa. - Recepcionar las Órdenes de Trabajo (OTS) para su posterior mantenimiento. - Mantener al día as hojas y fichas de procedimientos de control y mantenimiento de los equipos. - Hacer uso de las herramientas necesarias para desempeñar el mantenimiento a su cargo. - Operar los equipos de carga en caso de labores de práctica, así como para diagnosticar el problema. - Reportar actos y/o condiciones inseguras en caso se presenten. - Mantener el área de mantenimiento en orden y limpio. - Aplicación correcta del mantenimiento preventivo y correctivo 		
Requerimiento del Puesto: Estudiante de instituto de los últimos ciclos o de preferencia haber culminado sus estudios como Técnico de Mantenimiento Industrial, Mantenimiento de Maquinaria Pesada y otras carreras a fines. Deseable contar con experiencia en mantenimiento de equipos de carga o control de programa SAP.		

Anexo 9. Tabla de reportes de fallas por sistema

Código de la Falla	Sistema	Código de las subfallas	Fallas	Frecuencia de fallas	%
2906	Neumáticos	290601	Pérdida de presión	12	33%
		290604	Soplado (Protuberancia)	10	28%
		290602	Desgaste de cocada	8	22%
		290603	Roturas	6	17%
2903	Electrónico	290301	Baterías descargadas	17	28%
		290304	Ignición por cable	14	23%
		290305	Encendido	12	20%
		290302	Luces	10	16%
		290303	Bobinas	8	13%
2904	Transmisión	290401	Embrague	12	35%
		290404	Cambios duros	10	29%
		290403	Crucetas de cardan	8	24%
		290405	Engranajes	4	12%
2904	Suspensión	290501	Ballestas (Muelles)	14	44%
		290503	Desgaste de brazos de control	10	31%
		290502	Amortiguadores	8	25%

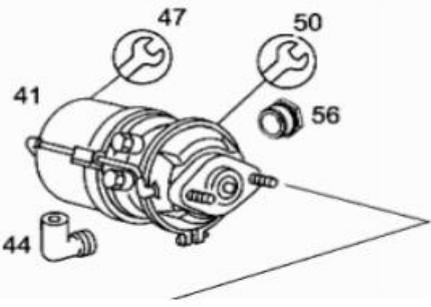
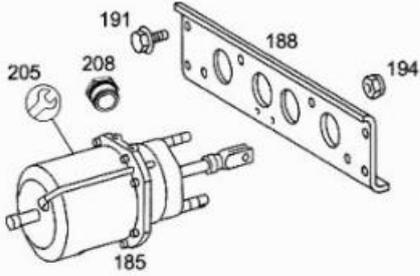
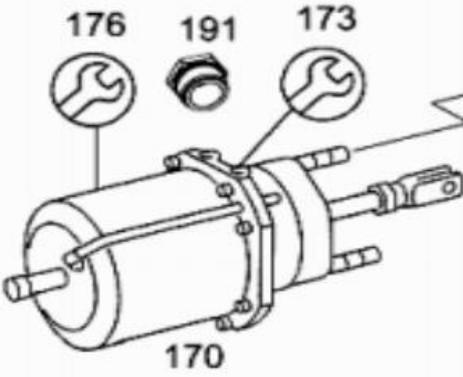
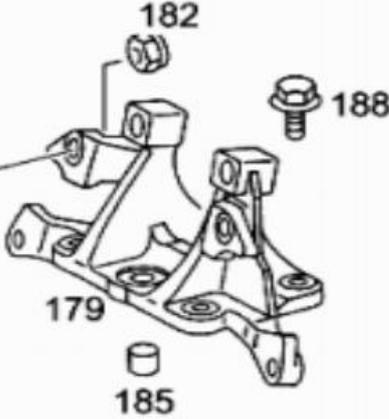
Anexo 10. PETS de reparación cambio de Neumáticos

ACTIVIDAD 1: CAMBIO DE NEUMÁTICOS	CÓDIGO PT- 8
	
HERRAMIENTAS:	EPP:
<ul style="list-style-type: none"> • Pistola Neumática • Dados de Impacto • Palancas • Torquímetro • Tacos de Madera • Gatas Hidráulicas • Compresor de aire • Jaula de inflado • Soportes metálicos • Neumáticos • Aros • Master de inflado • Dado 32 	<ul style="list-style-type: none"> • Casco de Seguridad • Zapatos de Seguridad • Guantes showa • Tives (Traje descartable) • Respirador • Lentes de Seguridad • Tapones Auditivos • chaleco de malla

<ul style="list-style-type: none"> • Letreros de Señalización 	
PERSONAL:	DURACIÓN:
<ul style="list-style-type: none"> • Titular llantero • Ayudante llantero 	<ul style="list-style-type: none"> • 48 minutos

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Parqueo del equipo en el taller de mantenimiento. 2. Bloqueo y rotulado del equipo. 3. Realizar los documentos de órdenes de trabajo necesarios para realizar el cambio de neumático. 4. Limpieza de espárragos y tuercas de neumático, previa extracción de protectores de tuercas y espárragos, se aplicará el líquido el cual aflojará los pernos. 5. Se colocará las gatas como soporte de barra de reacción para suspender el neumático a una altura de 5cm con relación al piso. 6. Se aflojarán las tuercas con la pistola neumática. 7. Se procederá a retirar el neumático averiado con ayuda de las palancas. 8. Se colocará seguidamente los soportes metálicos en tambor de camión. 9. Se hará la limpieza de las superficies del tambor y, una inspección de los aros. 10. Se retirará los soportes metálicos del tambor. 11. Se procederá a colocar el neumático ya reparado o nuevo con la ayuda de las palancas. 12. Luego, se colocarán las tuercas y se ajustará con la pistola neumática. 13. Se retirarán las gatas de soporte de barra de reacción. 14. Se procederá a dejar el ambiente limpio y ordenado, cerrando la orden de trabajo.

Anexo 11. PETS de reparación y cambio de Cilindro Maestro de Freno

<p>ACTIVIDAD 1: CAMBIO DE CILINDRO MAESTRO DE FRENO</p>	<p>CÓDIGO PT- 9</p>
	
	
<p>HERRAMIENTAS:</p>	<p>EPP:</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Llaves mixtas de boca • Llaves de corona • Palanca • Llave Ratchet • Dados • Palancas • Escobilla de acero • Líquido aflojador de pernos • Cilindro de freno 	<ul style="list-style-type: none"> • Casco de Seguridad • Zapatos de Seguridad • Guantes de showa • Tives (Traje descartable) • Respirador • Lentes de Seguridad • Tapones Auditivos • Chaleco de malla • Barbiquejo

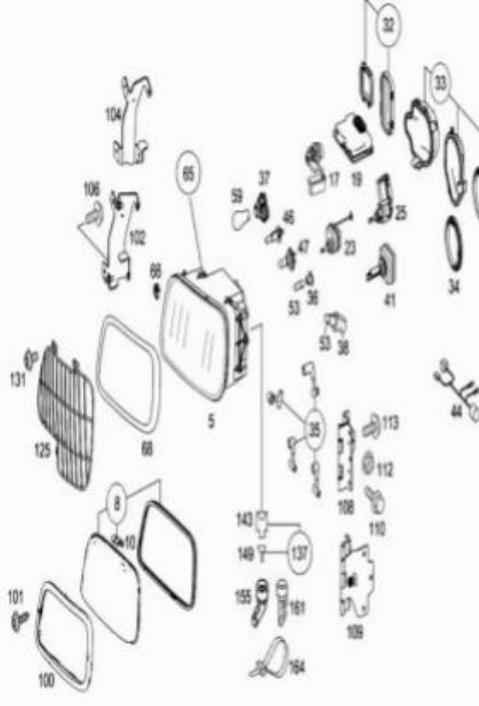
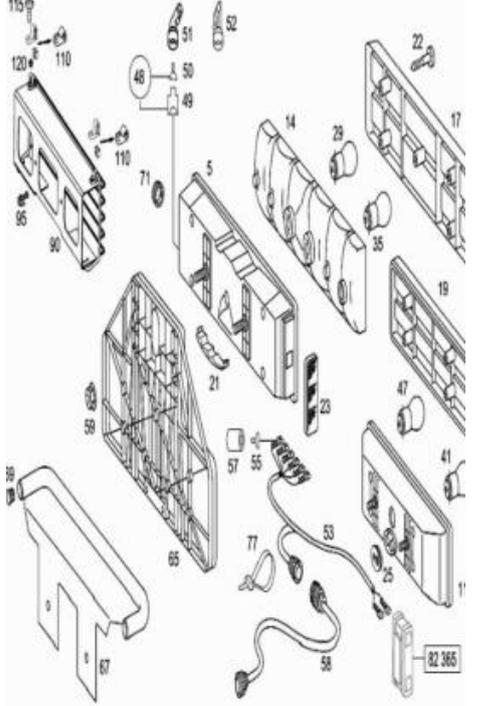
PERSONAL:	DURACIÓN:
<ul style="list-style-type: none"> • Mecánico Maestro • Ayudante mecánico 	<ul style="list-style-type: none"> • 140 minutos
PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Parqueo del equipo en el taller de mantenimiento, cerca al lavadero. 2. Se realizan los documentos de gestión y permisos para el cambio de repuestos. 3. Se procede a lavar el equipo. 4. Se bloquea y rotula el equipo, además de la colocación de la señalización del área de trabajo con conos y letreros de mantenimiento. 5. Liberación de frenos de parqueo. 6. Se procede a comprimir el resorte, ajustando así el tornillo del cilindro de freno. 7. Se aplica el freno de parqueo. 8. Se desconecta las líneas de aire. 9. Se retira el pin de vástago y dispositivo de reajuste. 10. Se retiran las tuercas de fijación de cilindro de freno. 11. Se realiza la limpieza de las superficies de la base del cilindro de freno. 12. Se procede a montar el cilindro de freno nuevo y al ajuste de tuercas. 13. Se conectan las líneas de aire previamente desconectadas. 14. Se coloca el pin de unión de reajuste. 15. Se libera el freno de parqueo. 16. Se procede a descomprimir el resorte, mediante el afloje del tornillo. 17. Se realiza la regulación de los frenos. 18. Se retiran los bloqueos y rotulados inicialmente aplicados. 19. Finalmente se procede a dejar el área ordenada y limpia, cerrando así la orden de trabajo recepcionada. 	

Anexo 12. PETS de reparación y cambio de Caja de Cambios

<p>ACTIVIDAD 1: CAMBIO DE CAJA DE CAMBIOS</p>	<p>CÓDIGO PT- 4</p>
<p>HERRAMIENTAS:</p>	<p>EPP:</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Llaves para tuercas • Vasos para la tuerca • Adaptador para carter • Extractor y montador • Cuñas • Mandril de presión • Galgas • Extractor de trampillas de acceso. • Kit de arranque. • Lubricante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Casco de seguridad • Anteojos de protección • Tapones auditivos • Guantes de Neopreno • Trajes con cinta reflectiva • Respirador • Correa para la lámpara • Botas o zapatos con punta de acero.

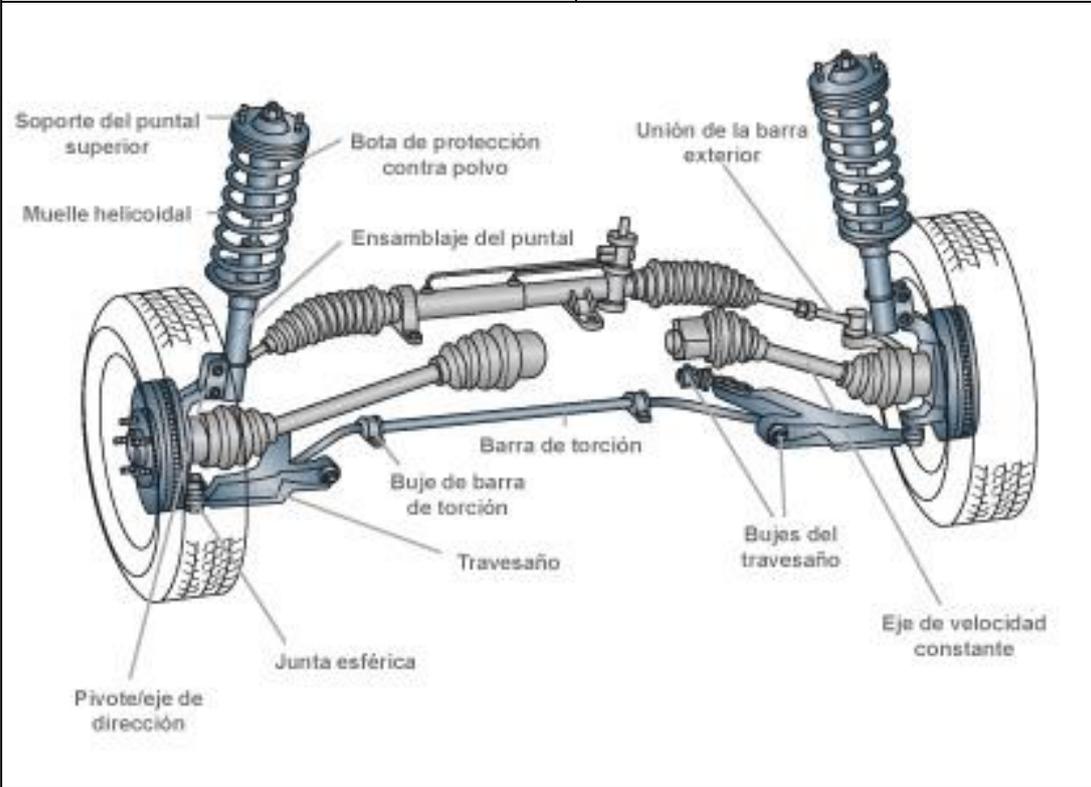
PERSONAL:	DURACIÓN:
<ul style="list-style-type: none"> • Mecánico • Ayudante de mecánico 	<ul style="list-style-type: none"> • 80 minutos
PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Poner el vehículo en pare, colocando las cuñas y el respectivo bloqueo y rotulado. 2. Desatornillar los tornillos de la parte superior y levantar el vehículo para poder retirar las ruedas delanteras. 3. Desmontar la barra transversal y vacía de la caja de cambios mecánica. 4. Desconectar cuidadosamente el tubo de salida del escape y retirar la primera sección de la caja, así como la pantalla térmica. 5. Desconectar el cable de selector de marcha para atrás, afloje la tuerca de bloque y el cable de embrague. 6. Desconectar el cable del indicador de velocidad, así como el conmutador de la luz de marcha para atrás. 7. Retirar el captador PMH del volante y poner a un costado. 8. Desconectar el cable de masa de la caja de cambios manual. 9. Desconecta las bielas de dirección, por medio del extractor de rótulas. 10. Desconectar los vástagos del selector de velocidades de la caja, retirar la tapa del volante y motor, desmontando la caja de cambios mecánica. 11. Proceder a colocar la nueva caja de cambios o la anterior reparada. 12. Colocar los tornillos previamente retirados y cerrar la orden de trabajo. 	

Anexo 13. PETS de reparación y cambio de Luces

<p>ACTIVIDAD 4: REPARACIÓN Y CAMBIO DE LUCES</p>	<p>CÓDIGO PT- 7</p>
	
<p>HERRAMIENTAS:</p>	<p>EPP:</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Destornilladores • Llaves mixtas • Alicata de corte • Cinta aislante • Escalera de Tijera • Alicata Universal • Bombillas H7 • Cúter • Cinta Vulcanizante • Letrero de Señalización 	<ul style="list-style-type: none"> • Casco de Seguridad • Zapatos de Seguridad • Guantes badana • Tives (Traje descartable) • Respirador • Lentes de Seguridad • Tapones Auditivos • chaleco de malla • Guantes anti corte
<p>PERSONAL:</p>	<p>DURACIÓN:</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Electricista 	<ul style="list-style-type: none"> • 38 minutos

<ul style="list-style-type: none"> Mecánico de Mantenimiento 	
PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Parqueo del equipo en la zona del taller de mantenimiento. 2. Inspección del área. 3. Realización de los documentos de órdenes de trabajo y cambio de repuestos. 4. Aplicar bloqueo y rotulado del equipo junto con la liberación de energía, colocando tacos y/o conos. 5. Aplicación de la señalización del área de trabajo. 6. En caso la avería de luces esté en los faros traseros, con ayuda de una escalera se desmonta los protectores de faro, pero, si las fallas son de los faros delanteros, solo se retirarán los tornillos de sujeción del protector. 7. Se procede a cambiar la bombilla averiada por una nueva luego de realizar el desmontaje del protector. 8. Una vez cambiados los focos, se procede a montar los protectores de los faros. 9. Se retira el bloqueo personal establecido inicialmente y, se enciende el equipo para realizar las pruebas de encendido de luces. 10. Retirar los letreros de señalización. 11. Proceder a dejar limpio y ordenado el lugar y cerrar la orden de trabajo recibida. 	

Anexo 14. PETS de reparación y cambio de Brazos de Control

ACTIVIDAD 4: REPARACIÓN Y CAMBIO DE BRAZOS DE CONTROL	CÓDIGO PT- 4
	
HERRAMIENTAS:	EPP:
<ul style="list-style-type: none"> • Pistola Neumática • Dados de Impacto • Palancas • Torquímetro • Tacos de Madera • Gatas Hidráulicas • Compresor de aire • Jaula de inflado • Soportes metálicos • Neumáticos • Aros • Master de inflado 	<ul style="list-style-type: none"> • Casco de Seguridad • Zapatos de Seguridad • Gorro de soldar • Careta de soldar • Careta de esmerilar • Guantes de soldar • Pantalón y casaca de cuero • Escarpines • Rodilleras • Filtro para gases metálicos

<ul style="list-style-type: none"> • Dado 32 • Letreros de Señalización 	<ul style="list-style-type: none"> • Respirador • Lentes de Seguridad • Tapones Auditivos
PERSONAL:	DURACIÓN:
<ul style="list-style-type: none"> • Mecánico del taller • Ayudante de mecánico 	<ul style="list-style-type: none"> • 110 minutos
PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Parqueo del equipo en una zona plana. 2. Elevar el vehículo con ayuda de la gata y aplicar bloqueo y rotulado al equipo. 3. En los tornillos de fijación aplicar un disolvente para poder aflojar estos tornillos más rápido. 4. Retirar los tornillos y aflojar la articulación de rótula de la mangueta de dirección. 5. Retirar el brazo de control usado y/o averiado. 6. Limpiar la superficie en la que se instalará el brazo, montar el nuevo estabilizador. 7. Montar el nuevo o reparado brazo de control con cuidado y con los accesorios complementarios, junto con las tuercas previamente retiradas. 8. Montar el nuevo estabilizador y pruebe el vehículo. 9. Apretar los tornillos de fijación y proceda al cierre de orden de trabajo. 	

N°	ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO (TO) EN MINUTOS										n	TOP	Complementos				Factor de valoración	TIEMPO NORMAL	Suplementos		Total Suplementos	TIEMPO ESTÁNDAR
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10			Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia			Constantes	Variab. es		
1	Identificación e inspección de la unidad	0.89	0.65	0.75	1.00	0.80	0.92	0.73	0.52	0.91	0.67	51	0.794	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	0.817	0.09	0.02	1.11	0.91
2	Etiquetar las unidades en mantenimiento	0.50	0.49	0.62	0.42	0.55	0.49	0.61	0.67	0.54	0.71	38	0.549	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	1	0.09	0.02	1.11	0.63
3	Recoger material básico	1.24	1.56	1.43	1.55	1.57	1.90	1.22	1.35	1.45	1.23	30	1.45	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	1	0.09	0.02	1.11	1.66
4	Recoger herramientas	1.70	1.88	1.76	1.79	1.62	1.65	1.71	1.59	1.80	1.92	6	1.738	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	2	0.09	0.02	1.11	1.99
5	Trasladar herramientas y material al taller	1.57	1.78	1.42	1.43	1.65	1.51	1.59	1.44	1.43	1.89	15	1.571	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	2	0.09	0.02	1.11	1.80
6	Verificar la presión del neumático	1.46	1.55	1.78	1.67	1.92	1.74	1.82	1.67	1.72	1.52	10	1.665	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	2	0.09	0.02	1.11	1.90
7	Comprobar el desgaste y profundidad de los neumáticos	1.78	2.56	2.13	1.75	2.57	1.67	1.90	1.45	2.10	2.34	51	2.003	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	2	0.09	0.02	1.11	2.29
8	Verificar el aire seco y limpio	2.31	1.82	2.33	2.43	2.27	2.08	1.81	2.13	1.56	2.59	32	2.149	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	2	0.09	0.02	1.11	2.46
9	Trasladarse al sistema eléctrico	0.53	0.97	0.92	0.51	0.59	0.81	0.73	0.69	0.75	0.56	75	0.690	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	1	0.09	0.02	1.11	0.79
10	Revisar el funcionamiento del sistema eléctrico	2.48	2.44	1.89	1.92	2.28	1.98	2.45	2.13	2.05	2.30	16	2.182	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	2	0.09	0.02	1.11	2.49
11	Revisar nivel de batería	0.99	0.91	0.82	0.57	0.56	0.67	0.76	0.99	0.69	0.91	61	0.805	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	1	0.09	0.02	1.11	0.92
12	Revisar luces de aviso y en general	2.56	2.32	2.68	2.38	2.82	2.51	2.59	2.09	2.32	2.35	11	2.480	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	3	0.09	0.02	1.11	2.84

13	Trasladarse al motor	0.72	0.69	0.83	0.78	0.91	0.57	0.93	0.63	0.79	0.78	32	1	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	1	0.09	0.02	1.11	0.87
14	Cambiar el aceite de motor	11.4 4	10.8 9	11.6 0	14.3 4	13.9 9	12.5 2	12.8 5	14.7 8	11.5 7	13.0 3	16	12.4 45	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	13	0.09	0.02	1.11	14.23
15	Cambiar el filtro de combustible	6.78	9.05	6.89	7.97	9.48	7.59	7.31	9.48	9.34	6.02	37	7.89 5	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	8	0.09	0.02	1.11	9.03
16	Cambiar el aceite de la corona	18.2 0	19.7 9	15.0 5	1.49	18.3 7	16.7 6	18.5 4	19.9 7	19.5 0	18.6 7	15 9	17.0 27	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	18	0.09	0.02	1.11	19.47
17	Trasladarse al sistema de transmisión	0.74	0.56	0.69	0.65	0.90	0.85	0.99	0.76	0.61	0.98	55	0.75 2	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	1	0.09	0.02	1.11	0.86
18	Revisar el nivel de lubricante	2.72	2.79	2.10	2.99	2.53	2.03	2.12	2.18	2.86	2.89	32	2.56 0	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	3	0.09	0.02	1.11	2.93
19	Revisar fugas y conexiones	4.13	4.04	4.92	4.08	4.24	4.56	4.52	4.99	4.59	4.93	10	4.46 8	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	5	0.09	0.02	1.11	5.11
20	Trasladarse al sistema de suspensión	0.69	0.71	0.56	0.96	0.09	0.83	0.62	0.78	0.57	0.82	18 4	1	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	1	0.09	0.02	1.11	0.76
21	Revisar el nivel de fluido en el sistema	2.79	2.31	1.85	2.57	1.65	2.44	2.11	2.92	1.15	2.03	89	2.21 3	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	2	0.09	0.02	1.11	2.53
22	Lubricar juntas universales	2.98	2.54	2.11	2.67	3.81	3.16	3.98	3.18	2.42	2.84	57	3	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	3	0.09	0.02	1.11	3.39
23	Trasladarse al sistema de enfriamiento	0.17	0.18	0.17	0.18	0.18	0.17	0.18	0.17	0.18	0.19	2	0.17 7	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	0	0.09	0.02	1.11	0.20
24	Revisar el nivel de refrigerante	1.44	1.01	1.13	1.29	1.38	1.53	1.30	1.25	1.09	1.97	60	1	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	1	0.09	0.02	1.11	1.53
25	Trasladarse a los frenos	0.21	0.22	0.22	0.21	0.21	0.22	0.23	0.22	0.23	0.21	2	0.21 8	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	0	0.09	0.02	1.11	0.25
26	Verificar fugas en el sistema	4.54	4.18	3.35	3.89	2.37	2.63	4.58	3.69	4.71	3.27	69	4	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	4	0.09	0.02	1.11	4.25
27	Ajustar y calibrar el embrague	2.62	2.62	2.62	2.61	2.62	2.62	2.62	2.62	2.63	2.62	0	3	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	3	0.09	0.02	1.11	3.00

28	Verificar juego libre del pedal	2.41	2.04	2.64	2.56	2.73	2.19	2.08	2.57	2.25	2.64	16	2.41 1	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	2	0.09	0.02	1.11	2.76		
29	Verificar la operación de ajustadores de freno	1.70	2.14	2.32	2.01	2.40	1.55	1.52	2.34	2.11	1.87	38	1.96 9	0.03	0.02	0	-0.02	1.03	2	0.09	0.02	1.11	2.25		
TOTAL (MINUTOS)													82		TOTAL (MINUTOS)					85		TOTAL (MINUTOS)			94.08
TOTAL (HORAS)													1.37		TOTAL (HORAS)					1.41		TOTAL (HORAS)			1.57