

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS REMOLCADORES FREIGHTLINER CL120, DE LA EMPRESA PAQUETERÍA EXPRESS S.A.C, 2021”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial



Autor:

Oscar Horteiga Ortiz

Asesor:

Mg. Ing. Juan Miguel De La Torre Ostos

Lima - Perú

2021



Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

DEDICATORIA

A mi adorable madre, en reconocimiento a su incondicional apoyo durante mi formación profesional y como persona de bien.

AGRADECIMIENTO

Al Sr Carlos Chang Becerra y familia, por brindarme la oportunidad de salir adelante, a mis padres y hermanos, a mi querido y amado hijo Jorge, a mi prima Nayu Ortiz, por su apoyo y motivación constante a lo largo de mi vida.

Índice

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN EJECUTIVO.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Contextualización de la experiencia profesional.....	12
1.2. Descripción de la empresa	14
<i>1.2.1. Año de Fundación de la Empresa.....</i>	<i>14</i>
<i>1.2.2. Organigrama.....</i>	<i>14</i>
<i>1.2.3. Ubicación de la empresa.....</i>	<i>15</i>
<i>1.2.4. Misión y Visión de la institución.....</i>	<i>16</i>
1.3. Tipo de servicio que brinda la empresa Paquetería Express S.A.C.	16
1.4. Otra información relevante de la empresa Paquetería Express SAC	16
1.5. Análisis FODA.....	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	19

mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa

Paquetería Express S.A.C, 2021

2.1.	Conceptos básicos de la experiencia profesional	19
2.1.1.	<i>Identificación del Vehículo</i>	19
2.1.2.	<i>Datos técnicos</i>	20
2.1.3.	<i>Motor diésel</i>	21
2.1.3.1.	<i>Componentes del motor diésel</i>	22
2.1.3.2.	<i>Culata</i>	22
2.1.3.3.	<i>Bloque del motor o block</i>	23
2.1.3.4.	<i>Cárter</i>	24
2.1.4.	<i>Descripción de los sistemas diésel</i>	24
2.1.4.1.	<i>Sistema de combustible o alimentación</i>	24
2.1.4.2.	<i>Sistema de admisión y escape</i>	25
2.1.4.3.	<i>Sistema de refrigeración</i>	26
2.1.4.4.	<i>Sistema de lubricación</i>	27
2.1.5.	<i>Mantenimiento</i>	28
2.1.5.1.	<i>Mantenimiento correctivo</i>	28
2.1.5.2.	<i>Mantenimiento preventivo</i>	29
2.1.6.	<i>Tiempo medio entre fallos (MTBF)</i>	30
2.1.7.	<i>Tiempo medio hasta la avería (MTTR)</i>	31

mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa

Paquetería Express S.A.C, 2021

2.1.8. Disponibilidad.....	31
2.2. Limitaciones presentadas	32
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	34
3.1. Descripción del problema Laboral de la empresa Paquetería Express SAC.....	34
3.1.1. Desarrollo y diagnóstico del área donde se desarrolló la experiencia laboral utilizando herramientas o modelos	34
3.2. Descripción del proceso de ingreso a la empresa Paquetería Express S.A.C	35
3.3. Personal involucrado en el mantenimiento preventivo de motores.....	36
3.4. Funciones desempeñadas en el área mantenimiento	37
3.5. Desarrollo del Proyecto de Implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Paquetería Express S.A.C.	38
3.6. Objetivos	39
3.7. Parámetros de estudio	39
3.8. Estrategias de desarrollo.....	41
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	42
4.1. Cálculo del Tiempo Medio de Reparación (MTTR).....	42
4.2. Cálculo del Tiempo Medio entre Fallos (MTBF)	43
4.3. Cálculo de la disponibilidad	45

mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa

Paquetería Express S.A.C, 2021

4.4. Diagrama de Pareto periodo diciembre 2020 – agosto 2021 46

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 48

5.1. Conclusiones 48

5.2. Recomendaciones..... 50

REFERENCIAS 51

ANEXOS 53

Anexo 1. Parámetros evaluados periodo diciembre – febrero. 53

Anexo 2. Parámetros evaluados periodo marzo – mayo..... 55

Anexo 3. Parámetros evaluados periodo junio – agosto. 57

Anexo 4. Diagrama de Pareto, periodo diciembre – febrero..... 59

Anexo 5. Diagrama de Pareto, periodo marzo – mayo 61

Anexo 6. Diagrama de Pareto, periodo junio – agosto..... 63

Anexo 7. Procedimiento de mantenimiento preventivo y correctivo. 65

Anexo 8. Diagrama de flujo de mantenimiento preventivo 70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Análisis FODA</i>	17
Tabla 2. <i>Características técnicas</i>	20
Tabla 3. <i>Repuestos periodo diciembre 2020 a agosto 2021</i>	40
Tabla 4. <i>Tiempo Medio de Reparación, periodo diciembre 2020 – agosto 2021</i>	42
Tabla 5. <i>Tiempo Medio entre Fallos, periodo diciembre 2020 – agosto 2021</i>	44
Tabla 6. <i>Disponibilidad, periodo diciembre 2020 – agosto 2021</i>	45
Tabla 7. <i>Tabla de frecuencias</i>	46

mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa

Paquetería Express S.A.C, 2021

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Elaboración de reporte..	13
Figura 2. Organigrama.....	14
Figura 3. Ubicación de la empresa..	15
Figura 4. Clasificación vehicular.....	19
Figura 5. equipo FREIGHTLINER CL120.....	22
Figura 6. Culata o cabezote del motor	23
Figura 7. Bloque de un motor de 4 cilindros.	23
Figura 8. Carter de un motor	24
Figura 9. Esquema de funcionamiento	25
Figura 10. Sistema de admisión y escape.....	25
Figura 11. Sistema de refrigeración.....	26
Figura 12. Sistema de lubricación	27
Figura 13. Mantenimiento correctivo, caja de cambios.....	29
Figura 14. Mantenimiento preventivo	30
Figura 15. Equipos FREIGHTLINER CL120.....	35
Figura 16. Personal involucrado.....	37
Figura 17. Mecánico de planta.	38
Figura 18. MTTR, periodo diciembre 2020 – agosto 2021.....	43
Figura 19. MTBF, periodo diciembre 2020 – agosto 2021.....	44
Figura 20. Disponibilidad, periodo diciembre 2020 – agosto 2021	45
Figura 21. Diagrama de Pareto	47

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. Tiempo Medio Entre Averías</i>	30
<i>Ecuación 2. Tiempo Medio de Reparación</i>	31
<i>Ecuación 3. Disponibilidad</i>	31
<i>Ecuación 4. Disponibilidad en función del MTTR y MTBF</i>	32

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo del presente trabajo consiste en proponer un plan de mantenimiento preventivo tomando como punto de partida las recomendaciones que indican los fabricantes de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, y favorecer la disponibilidad, tiempos de mantenimiento y confiabilidad de la flota que compone la empresa de Transporte Paquetería Express S.A.C. En la actualidad la empresa se basa en la experiencia de los mecánicos que realizan las actividades de cambio de aceite, filtros y otros elementos que componen el motor, que a su vez estos recomiendan el tipo de actividad o frecuencia que se realizará el reemplazo o mantenimiento de los equipos. Los mantenimientos correctivos no programados originan un índice elevado de paradas fortuitas durante el recorrido, originando un indicador bajo en confiabilidad y disponibilidad. Esto ha originado retrasos y reprogramaciones en la entrega de la carga y posterior reclamo de nuestros clientes, además las consecuencias para la empresa es que sus costos se elevan por las actividades de mantenimiento realizadas por emergencia. La información parcial de las actividades en los mantenimientos dificultó hacer un análisis por lo que se empezó a trabajar con una orden de trabajo. La finalidad es utilizar los indicadores MTBF y MTTR para determinar los tiempos medios de fallas y el tiempo medio para la reparación de los remolcadores y proponer las mejoras a través de un mantenimiento preventivo que disminuyan las paradas que se pueden evitar con un mantenimiento anticipado. Se concluyó que un mantenimiento preventivo disminuye intervenciones inesperadas, a través del uso de herramientas de ingeniería como son los datos históricos indicadores y diagramas que pueden determinar y ubicar las fallas para posteriormente tomar acciones correctivas.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a MINCETUR (2015), el transporte de carga terrestre es aquel que tiene como objetivo la movilización, recolección, entrega y almacenaje de bienes o productos. El transporte de carga, asume la responsabilidad de generar transacciones viables entre el proveedor y cliente, convirtiendo a esta actividad como el eslabón final de toda cadena logística.

Conociendo el rol importante que cumple la empresa Paquetería Express S.A.C en el transporte de carga, toma con vital importancia, el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo en sus equipos FREIGHTLINER CL120, con la finalidad de prevenir los daños y evitar paradas forzadas, lo cual traerá beneficios en la confiabilidad y disponibilidad de sus unidades. Es por esto que la presente propuesta se basa en el mantenimiento con programaciones, basadas en el kilometraje del vehículo o tiempo de operación del mismo, teniendo en consideración las recomendaciones del fabricante.

También se toma en cuenta la experiencia adquirida por los mecánicos y las intervenciones realizadas en los equipos FREIGHTLINER CL120. De la misma manera, se plantea el uso de indicadores que nos permitan saber si nos encontramos dentro de los límites de control planteados por el servicio mecánico.

1.1. Contextualización de la experiencia profesional

Mi experiencia profesional inicia en el año 2013, en la empresa de transportes Girasoles S.A.C, desarrollándome como asistente de mantenimiento realizando actividades como: ingreso de información y ordenes de trabajo relacionadas a los planes de mantenimiento o

Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

fallas presentadas en los automotores, recepción de material, repuestos y/o accesorios, desarrollar el módulo de mantenimiento en el sistema TGS, informes mensuales del estado de los equipos para dispuestos a los principales clientes de la empresa. Para el año 2017 decido incorporarme a la empresa Paquetería Express S.A.C, en la cual laboro por varios años como supervisor de flota realizando funciones como la generación de reportes de unidades operativas y en mantenimiento, manejo del stock de materiales y repuestos, manejo de gastos relacionados a los viáticos y conductores, manejo de logística en el área de carga y descarga, y apoyo al jefe de mantenimiento en la supervisión de reparaciones y auxilios mecánicos. Todas las actividades realizadas en las organizaciones que confiaron en mí, se han desarrollado en pilares de valor como la honestidad, lealtad, responsabilidad, el respeto y la confianza, lo cual ha generado seguridad en responsabilidades administrativas y de operación, logrando metas como el incremento de utilidades y rentabilidad de la organización, adopción de nuevas estrategias en el mercado y el manejo de indicadores en la institución.



Figura 1. Elaboración de reporte. Fuente: Propia del autor, 2021.

mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa

Paquetería Express S.A.C, 2021

1.2. Descripción de la empresa

1.2.1. Año de Fundación de la Empresa.

La empresa de transporte Paquetería Express S.A.C, hereda una gran experiencia de la empresa Transportes Girasoles, que, durante sus años de operación, aprendió los procesos y procedimientos del transporte de carga, iniciándose un 6 de agosto del 2006, con su Gerente General Sr Carlos Chang Becerra, con la finalidad de realizar negocios con aquellas empresas que soliciten procedimientos personalizados e inmediatos. En Paquetería Express S.A.C nos comprometemos en seguir brindando servicios de calidad y ágiles con la mejora de nuestros procesos, garantizando los requerimientos de todos nuestros clientes

1.2.2. Organigrama

La figura 1, representa el organigrama de la empresa Paquetería Express S.A.C.

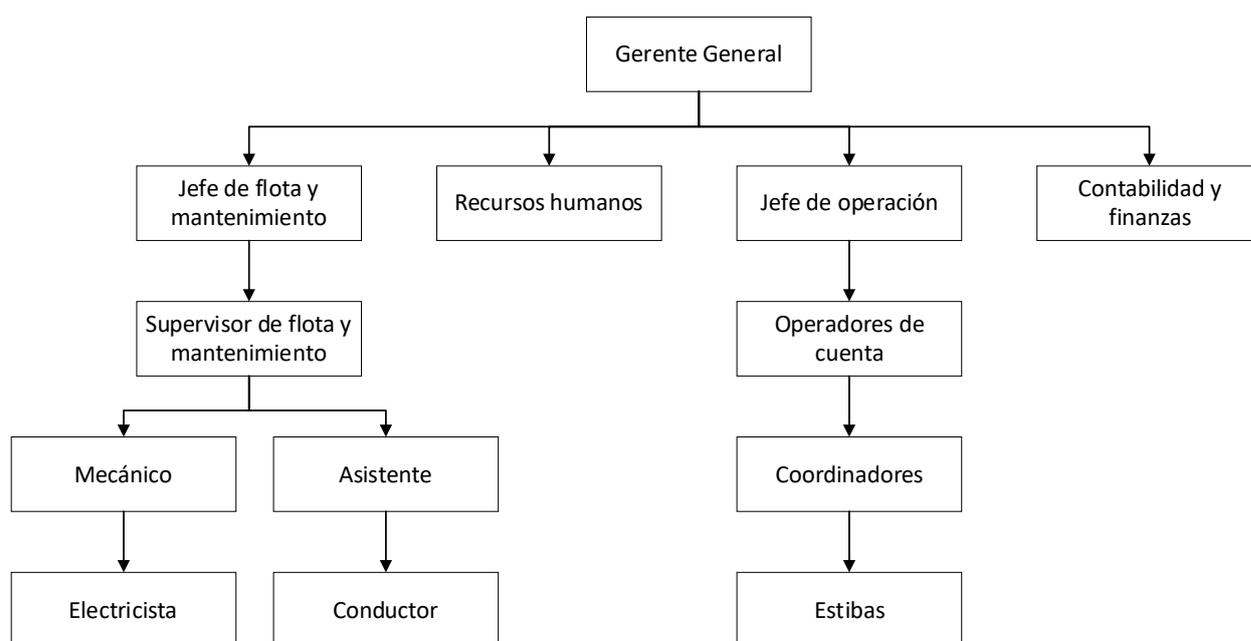


Figura 2. Organigrama. Fuente: PAEX, 2017.

1.2.3. Ubicación de la empresa

Como se muestra en la figura 2. la empresa de transporte Paquetería Express S.A.C, se encuentra ubicada en la Av. Nicolás Ayllón 2340 Ate Lima Perú, en un establecimiento alquilado de aproximadamente 1000 metros cuadrados, lugar donde funcionan las oficinas administrativas y talleres mecánicos donde se realizan actividades de reparación, y todo lo enfocado al mantenimiento de los vehículos de carga como, por ejemplo, cambio de aceite y filtros.

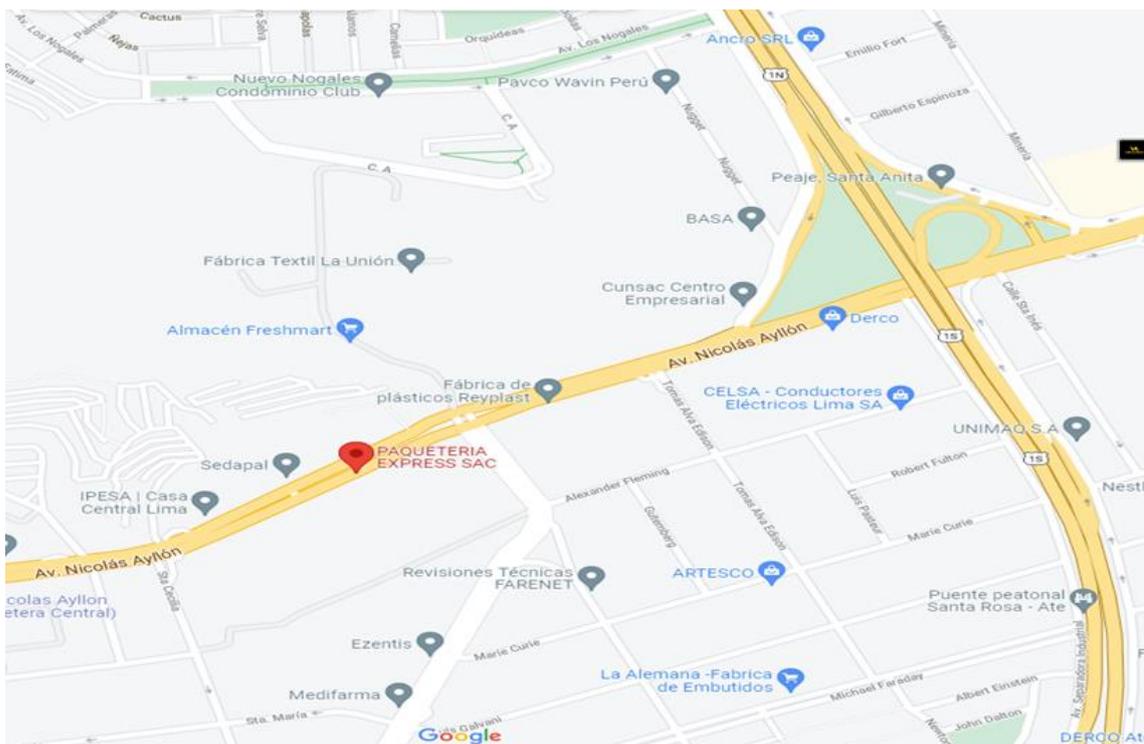


Figura 3. Ubicación de la empresa. Fuente: Página de Google maps, 2021.

1.2.4. Misión y Visión de la institución

Nuestra **misión** es contribuir en el éxito de nuestros clientes al resolverles de manera rápida, ágil y eficiente en sus necesidades transporte y distribución de mercadería.

Tenemos como **visión** ser líder en soluciones logísticas de transporte y almacenaje, capaz de ofrecer servicios flexibles y ajustados a los requerimientos de nuestros clientes (PAEX, 2017).

1.3. Tipo de servicio que brinda la empresa Paquetería Express S.A.C.

La empresa Paquetería Express S.A.C realiza el servicio de transporte de mercadería general y materiales peligrosos a nivel nacional, cuenta con 20 remolcadores FRIGHTLINER modelo CL-120, adquirido en los años 2010 y 2012. Adicional a esto, cuenta con 20 furgones con capacidad de carga de 30 ton. y un volumen de carga de 99 m³, los cuales brindan servicio a nivel nacional.

1.4. Otra información relevante de la empresa Paquetería Express SAC

Paquetería Express S.A.C, cuenta con una cartera de clientes importantes que solicitan sus servicios, mencionando algunas empresas como Unión de Cervecerías Peruanas Backus y Johnston, Nestlé Perú, Nexo Lubricantes S.A, Omnilife, Grupo Familia, Ministerio de Educación, ONPE, Productos Universal S.A.C, Tottus entre otros.

Con el fin de brindar un mejor servicio a todos sus clientes, la empresa se encuentra en proceso de certificación ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad.

Página web: www.paex.pe

mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa

Paquetería Express S.A.C, 2021

Correos: contacto@paex.pe

Teléfono de atención al cliente: (511) 326 2591

Dirección: Av. Nicolás Ayllon nro. 2370 Ate, Lima.

1.5. Análisis FODA

Como punto de partida, se elaboró un análisis FODA, que permite identificar las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, a las cuales se encuentra vinculada la empresa, con el fin de obtener estrategias a corto y largo plazo, que permitan mejorar el funcionamiento de los equipos FREIGHTLINER CL120, presentada en la tabla 1.

Tabla 1. *Análisis FODA*

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> ● Mecánicos con alta experiencia. 	<ul style="list-style-type: none"> ● No se cuenta con un historial de mantenimientos.
<ul style="list-style-type: none"> ● Empresarialmente rentable y pago antes de la fecha a sus empleados y proveedores. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Inexistencia de planes de mantenimiento. ● Bajos salarios.
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> ● Optimizar los recursos asignados. ● Ser más competitivos en el mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Cambios en la regularización del Ministerio de Transportes. ● Excesivo tiempo en tomar decisiones del Gobierno en resolver un paro de Transportes.
<ul style="list-style-type: none"> ● Alianza estratégica con proveedores. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Inestabilidad en el dólar y competencia de precios.

Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

- Resistencia de los técnicos mecánicos a los cambios.

Fuente: Propia del autor.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Conceptos básicos de la experiencia profesional

2.1.1. Identificación del Vehículo

Los equipos Columbia, con la máxima tecnología, fiabilidad y eficiencia. Los remolcadores FREIGHTLINER CL120, cuentan con un diseño aerodinámico que permiten reducir la resistencia del viento, proporcionando un alto rendimiento y ahorro en el combustible (Autozama, 2012).

La directiva 002-2006-MTC/15, aplicada en todo el territorio peruano, establece la clasificación técnica de los vehículos de carga de acuerdo al tipo de carrocería y necesidades de la carga transportada, para el caso de los vehículos FREIGHTLINER CL120, se cuenta con la categoría N1, N2 y N3, con carrocería remolcador, como se muestra en la figura 3.

Código	Carrocería	Cate- goría	Definición	Gráficos referenciales ⁽⁴⁾
REM	REMOLCADOR	N1 N2 N3	Vehículo diseñado exclusivamente para halar semirremolques y soportar parte de la carga total que le trasmite éste a través de la quinta rueda. También llamado tracto camión, tracto remolcador o tractor de carretera para semirremolques.	

Figura 4. Clasificación vehicular. Fuente: MTC, 2006.

mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa

Paquetería Express S.A.C, 2021

2.1.2. Datos técnicos

El equipo FREIGHTLINER CL120, cuenta con un excelente confort, sin manteniendo su gran capacidad de carga en comparación a otros equipos ofrecidos por el mercado

es un modelo de remolcador muy versátil que se puede utilizar en un rango muy amplio de aplicaciones, se caracteriza por su bajo peso con respecto al espacio disponible que ofrece en la cabina (Autozama, 2012).

En tabla 2, se detalla las características técnicas del equipo FREIGHTLINER CL 120.

Tabla 2. *Características técnicas*

FREIGHTLINER CL 120	
Modelo	Columbia CL 120 6x4
Tipo de vehículo	Cabezote
Cabina	120" Convencional
Motor	DDC 60 12.7 370/430HP@2100 RPM; 1550lb/ft@1200 RPM
Embrague	Embrague Eaton Advantage 15-1/2 Pulgadas, Ajuste Manual
Escape	Silenciador con tubo de escape vertical de 13" al lado derecho
Transmisión	Eaton Fuller RTLO-16913A
Eje delantero	FL-941 FL1 16,700 lb
Eje trasero	RT 46-160P Serie R 46,000 lb
Sistema de frenos	Antibloqueo ABS Wabco de 4 sensores, 4 moduladores

mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa

Paquetería Express S.A.C, 2021

Frenos delanteros	Meritor 16.5"x 6" Q Plus tipo leva, cruceta fundida, doble ancla
Frenos traseros	Meritor 16.5"x 7" Q Plus tipo leva, cruceta fundida, doble ancla
Suspensión delantera	Hoja angosta de 16,600 lb
Suspensión trasera	46,000 lb airliner
Dirección	TRW TAS-85 Power Steering
Distancia entre ejes	4550 mm 179"
Tanque de combustible	Tanque de aluminio lado derecho de 80 galones (302 litros) Tanque de aluminio lado izquierdo de 80 galones (302 litros)
Llantas delanteras y traseras	Michelin 295/80R 22.5 XZA2 Energy 16 capas Radial

Fuente: Autozama, 2012

2.1.3. Motor diésel

El ciclo de cuatro tiempos presente en los motores a gasolina son los mismos que utilizan los motores diésel, admisión, compresión, explosión y escape. Uno de los beneficios de los motores diésel es su consumo óptimo de combustible debido a que su tasa de compresión es más elevada en comparación a los motores a gasolina, las desventajas de este tipo de motores se deben a los niveles altos de ruido y vibración al momento de operar (Toyota, 2003).

La figura 5, muestra un equipo FREIGHTLINER CL120, previo a su mantenimiento.



Figura 5. Equipo FREIGHTLINER CL120. Fuente: Propia del autor, 2021.

2.1.3.1. Componentes del motor diésel

Un motor diésel se encuentra compuesto tres partes importantes como son: culata, bloque y cárter. Por varios elementos como, por ejemplo: cigüeñal, volante del motor, pistón, árbol de levas, válvulas, cárter, inyectores, bujías de precalentamiento, intercooler, enfriadores de aceite, compresores, filtros de aire y combustible entre otros.

2.1.3.2. Culata

La culata de un motor es un elemento mecánico de los motores de combustión interna, es el encargado de evitar pérdidas de compresión en el interior de los cilindros de combustión, cerrando la parte de estos, además en su interior se encuentra compuesto por válvulas de admisión y escape, árbol de levas, propulsores, bujías de precalentamiento entre otros

Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

elementos, por lo general su fabricación se realiza en hierro fundido, lo cual proporciona una mayor vida útil a menor costo, como se aprecia en la figura 4,



Figura 6. Culata o cabezote del motor. Fuente: López, 2021

2.1.3.3. Bloque del motor o block

De acuerdo a lo mencionado por López (2012), el bloque de la moto es la parte más importante de todo vehículo, pues es la estructura sobre la cual se sitúan el resto de elementos que componen el motor, como pueden ser la culata en su parte superior, pistones en la parte interior y bancada en la parte inferior.

La figura 7, detalla la forma del bloque de un motor de 4 cilindros.



Figura 7. Bloque de un motor de 4 cilindros. Fuente: López, 2012.

2.1.3.4. Cárter

El cárter es lugar donde reposa el aceite del motor, encargado de la lubricación del mismo. Por lo general tiene una forma de tina o bañera, sobre él se ubican el cigüeñal, brazos de biela y pistones, este elemento se encuentra adherido a la parte baja del block o bloque del motor (López, 2012). En la figura 6, se observa el cárter de un motor de combustión interna a diésel el cual se encuentra señalado por la flecha roja.

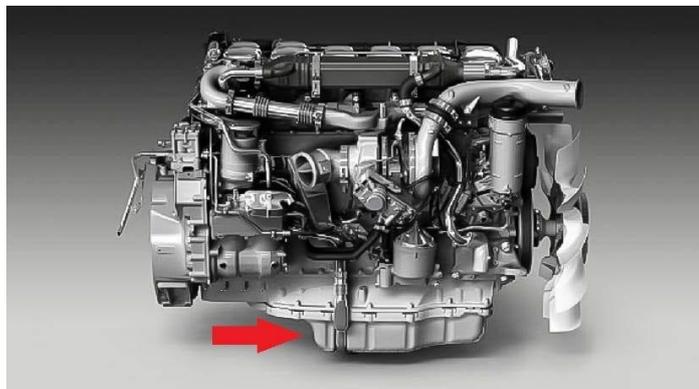


Figura 8. Carter de un motor. Fuente: López, 2012.

2.1.4. Descripción de los sistemas diésel

2.1.4.1. Sistema de combustible o alimentación

El sistema de inyección a diésel, es un sistema de alta presión, en el orden de 200 kg/cm^2 . Sirve para inyectar combustible a alta presión, pulverizado, de acuerdo al orden de encendido del motor, dicho combustible al ingresar al ciclo de compresión del motor y al encontrarse en contacto con aire muy caliente, produce una reacción calórica, produciéndose la combustión del motor.

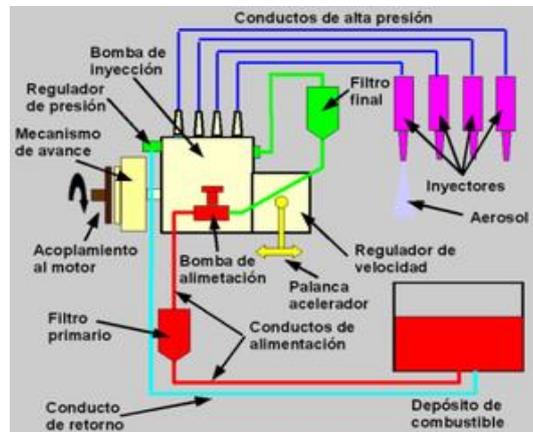


Figura 9. Esquema de funcionamiento. Fuente: EcuRed, 2017.

2.1.4.2. Sistema de admisión y escape

El sistema de admisión de aire de un motor diésel, suministra aire limpio, para la combustión del motor, mientras que el sistema de escape evacua los gases y el calor productos de la combustión. Los componentes que intervienen en los sistemas de admisión y escape de gases son: filtro de aire, turbo cargador, intercooler, múltiple de admisión y escape y tubo de escape.

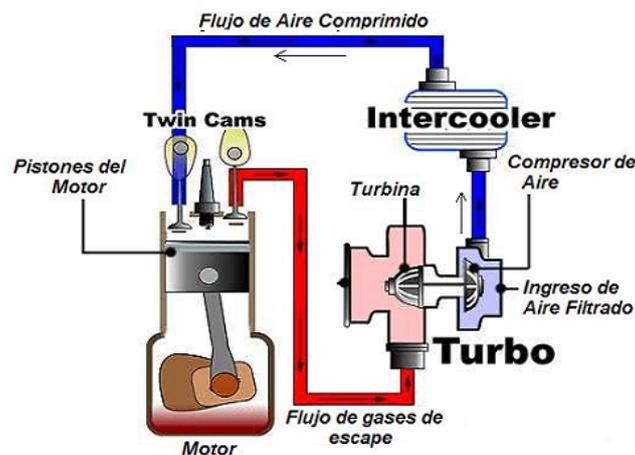


Figura 10. Sistema de admisión y escape. Fuente: MAQPE, 2020.

2.1.4.3. Sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración de los motores diésel, son similares a los motores a gasolina, ya que cuentan con el mismo objetivo, que es mantener la temperatura del motor. LA temperatura es uno de los parámetros que afecta de manera directa al funcionamiento adecuado de los motores de combustión interna, las partes que mantienen temperaturas altas dentro del motor son: válvulas de escape, la parte alta del cilindro, cámara de combustión y cabeza del pistón.

El refrigerante, encargado de conservar la temperatura del motor, circula por los pasajes del mismo llamados camisas de refrigerante o agua, el refrigerante absorbe el calor de la superficie en contacto y lo lleva hacia el radiador donde la carga térmica es transferida a la atmosfera.



Figura 11. Sistema de refrigeración. Fuente: Propia del autor, 2021.

2.1.4.4. Sistema de lubricación

Al igual que el sistema de refrigeración, uno de los sistemas similares en motores diésel y gasolina es el sistema de lubricación. Un aceite que no cumpla los requisitos del fabricante puede generar los siguientes daños en un motor:

- Desgaste prematuro de las partes
- Daños en los componentes
- Mayor emisión de contaminantes
- Formación de carbón en las cámaras de combustión
- Fugas en los anillos de los cilindros
- Evaporación del lubricante
- Recalentamiento del motor

Las altas temperaturas generadas dentro del motor, pese a contar con un sistema de refrigeración, exige que el lubricante utilizado no pierda las propiedades hasta una temperatura de aproximadamente 200 °C.

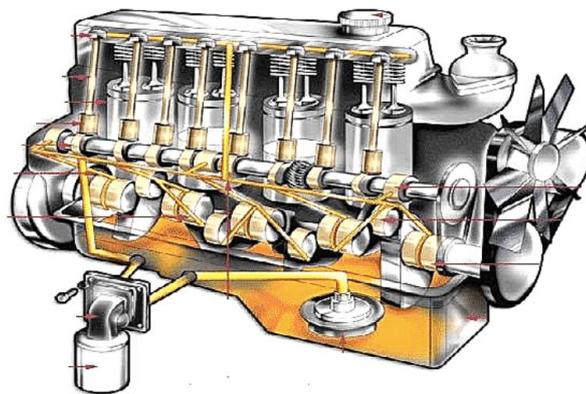


Figura 12. Sistema de lubricación. Fuente: Vélez, 2021.

2.1.5. Mantenimiento

Holzner (2011), define al mantenimiento como el control constante de equipos, instalaciones o componentes, al igual que el conjunto de revisiones o reparaciones que garanticen el adecuado funcionamiento de un sistema en general sea este mecánico o automático

El mantenimiento, tiene como objetivo prolonga la vida útil de los bienes o equipos, obteniendo un rendimiento aceptable, durante más tiempo, reduciendo el número de fallos y paradas.

2.1.5.1. Mantenimiento correctivo

Se lo define como al conjunto de actividades de reparación o sustitución de elementos deteriorados por repuestos en buen estado, este tipo de mantenimiento se lo realiza una vez producido el fallo o daño. La desventaja de este tipo de mantenimiento, se debe a que el daño o fallo puede sobrevenir en cualquier momento, muchas de las veces en el momento menos oportuno. La figura 13, visualiza un mantenimiento correctivo en la caja de cambios del equipo.



Figura 13. Mantenimiento correctivo, caja de cambios. Fuente: Propia del autor, 2021.

2.1.5.2. Mantenimiento preventivo

Al mantenimiento preventivo, se lo define como el conjunto de actividades planificadas o programadas con anticipación, que pueden ser inspecciones, pruebas, reparaciones, etc., encaminadas a la reducción de la frecuencia e impactos de falla en los sistemas, equipos o dispositivos.

En la figura 14, se observa el mantenimiento preventivo realizado en el equipo.



Figura 14. Mantenimiento preventivo. Fuente: Propia del autor, 2021.

2.1.6. Tiempo medio entre fallos (MTBF)

El tiempo medio entre averías o MTBF por sus siglas en ingles Mean Time Between Failures, detalla el promedio de tiempo que existe entre fallas de un equipo. Mientras más alto sea el valor del MTBF, más confiable es el funcionamiento de un equipo o máquina.

El cálculo de este indicador, se lo realiza en base a la diferencia entre el tiempo total disponible y el tiempo perdido, dividido por el número de paradas, la formula se encuentra representada según la ecuación 1.

Ecuación 1. Tiempo Medio Entre Averías

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo de inactividad}}{\text{Número de paradas}} \quad (1)$$

2.1.7. Tiempo medio hasta la avería (MTTR)

Para Holzner (2011), el tiempo medio de reparación también conocido como tiempo medio de mantenimiento correctivo, representa el promedio para reparar una avería y hacer que el equipo vuelva a funcionar normalmente.

El MTTR es un indicador de facilidad de mantenimiento, un tiempo medio de reparación elevado puede indicar ineficacias.

Este indicador se calcula en base a la división del tiempo total de mantenimiento correctivo por el número de mantenimientos correctivos realizados, como se detalla en la ecuación 2.

Ecuación 2. Tiempo Medio de Reparación

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}} \quad (2)$$

2.1.8. Disponibilidad

La disponibilidad se considera como la probabilidad de que un sistema esté en óptimo funcionamiento o listo para usarse, en otras palabras, se puede describir como el período de tiempo en que el equipo, o elemento debe encontrarse en pleno funcionamiento. Para el cálculo de la disponibilidad, se debe comparar entre las horas disponibles del equipo y las horas planificadas por el cien por ciento, la ecuación 3 detalla la fórmula para calcular la disponibilidad

Ecuación 3. Disponibilidad

$$\text{Disponibilidad (\%)} = \frac{\text{Horas disponibles}}{\text{Horas planificadas}} \times 100\% \quad (3)$$

mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

En situaciones ideales, la disponibilidad de los equipos debería ser de un 99.99%, en la práctica se debe intentar lograr una disponibilidad del 90% o más.

La disponibilidad también puede ser calculada, en base a los indicadores MTTR y MTBF, pues el tiempo en el que el equipo está activo es el tiempo que transcurre en cada fallo como MTBF, mientras que el tiempo que transcurre entre fallo o reparación corresponde al MTTR, de esta forma tenemos la ecuación 4.

Ecuación 4. Disponibilidad en función del MTTR y MTBF

$$Disponibilidad = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \quad (4)$$

2.2. Limitaciones presentadas

- Durante la implementación del mantenimiento preventivo en la empresa Paquetería S.A.C, uno de los limitantes fue la resistencia al cambio, puesto que los colaboradores más antiguos de la empresa, no les interesaba las nuevas metodologías y técnicas a implementar, desconocían el tema de indicadores y las mejoras que tendría la empresa una vez implementado todos estos apartados.
- La comunicación de nueva documentación como, por ejemplo: registros, encuestas, check list, entre otros, se los tuvo que realizar fuera de los horarios habituales de trabajo, con el fin de no intervenir sus actividades laborales.
- Al no contar con registros y documentación historia de años posteriores, se tuvo que levantar nueva información durante los últimos trimestres, para esto se tuvo que



Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

trabajar de manera directa con los jefes, ayudantes, choferes y todo el personal relacionado al área de mantenimiento.

- Trabajar con software desactualizado dentro del área de mantenimiento.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Descripción del problema Laboral de la empresa Paquetería Express SAC

3.1.1. Desarrollo y diagnóstico del área donde se desarrolló la experiencia laboral utilizando herramientas o modelos

Se realizó un diagnóstico en la empresa Paquetería Express S.A.C, la que tiene un promedio de 11 años de antigüedad, para lo cual se requiere mayores intervenciones siendo este un problema, ya que no se preservan los equipos en un estado óptimo, requiriendo un plan de mantenimiento que actualmente se ejecuta de manera parcial. El actual mantenimiento se realiza en base a la experiencia de los mecánicos. Debido a la idiosincrasia del personal de mayor antigüedad que tiene resistencia al cambio, como a la implementación y uso de indicadores como Mean Time Between Failures (MTBF) que significa tiempo medio entre fallas y Mean Time To Repair (MTTR) o tiempo medio para reparar, originan dificultades en la recopilación de datos, el no tomar en cuenta la existencia del documento orden de trabajo, el cual no se usa de manera adecuada, cuando se realiza un mantenimiento, permite contar con un historial parcial de los equipos que cuentan con mantenimientos realizados, generando paros inadecuados en los vehículos.

Debido a la falta de información no es posible analizar las cantidades de fallas o reparaciones presentes en los equipos FREIGHTLINER CL120. El hecho de no trabajar con indicadores básicos en un taller de mantenimiento, a pesar de contar con un software para el ingreso de datos relacionados al mantenimiento de los vehículos, origina que el personal mecánico desconozca los beneficios que conlleva contar con esta información en el tiempo exacto.

Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

La figura 15, muestra los equipos FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C.



Figura 15. Equipos FREIGHTLINER CL120. Fuente: Propia del autor, 2021.

Uno de los problemas por el cual el personal no implementa en su totalidad el registro de trabajos y mantenimientos realizados, se debe a la falta de implementación total y conocimiento en el manejo del software usado en los talleres mecánicos.

3.2. Descripción del proceso de ingreso a la empresa Paquetería Express S.A.C

Mi proceso de ingreso a inicio en el año 2009, a través de un anuncio en el periódico en el cual solicitaban conductores para la empresa Transportes Girasoles S.A.C, con el manejo de un remolcador FRIGHTLINER CL-120, realizando el transporte de mercadería en general a diferentes puntos del país. Esta actividad me permitió conocer las rutas y las dificultades a

las cuales se enfrentan los conductores, cuando la unidad que conduce se para debido a una falla mecánica. La organización no contaba con una programación de carga, siendo mi función la de permanecer en la base y apoyar, en el control de combustible de las unidades, con la finalidad que los mismos se encuentren dentro de las ratios, de acuerdo a las rutas asignadas. Debido a mi desempeño en el área de operación y mantenimiento de remolcadores, la empresa me designa, la administración de flota con el cargo de asistente de flota, llevando el control de combustible y el check list de las unidades. Para desarrollarme profesionalmente postule a la universidad en el año 2014, para adquirir conocimientos y herramientas que me permitan desempeñarme en un puesto más administrativo. En el año 2017 ingreso a laborar a la empresa Paquetería Express S.A.C con el cargo de supervisor de flota. En el transcurso de mis labores me pude observar que las fallas que se originaban en los equipos FRIGHTLINER CL-120, se podían evitar, siguiendo las recomendaciones del fabricante y desarrollando actividades de inspecciones, con la recopilación de datos, y la creación de formatos de registros.

3.3. Personal involucrado en el mantenimiento preventivo de motores.

El equipo de trabajo relacionado al mantenimiento preventivo de equipos FREIGHTLINER CL120 se encuentra compuesto por:

- Supervisor de Flota (Sr Oscar, Hortega Ortiz)
- Asistente de Mantenimiento (Srta. Paola Yarleneque)
- Mecánico (Sr Javier, Guerra Pérez)
- Ayudante mecánico (Sr Nader, Espinoza)



Figura 16. Personal involucrado. Fuente: Propia del autor, 2021.

3.4. Funciones desempeñadas en el área mantenimiento

3.3.1 Supervisor de flota

Elaborar un plan de mantenimiento para su ejecución. Responsable de inspeccionar las unidades, facilitar el ingreso de las unidades al taller de mantenimiento. Autorizar las órdenes de trabajo y compras de repuestos. Supervisar los trabajos que se realicen en talleres externos.

3.3.2 Asistente de mantenimiento

Responsable de generar las ordenes de trabajo, llevar un control de los mantenimientos, entregando un reporte anticipado de las tareas programadas al Supervisor de flota para su ingreso a taller o en su defecto tercerizar el mantenimiento.

3.3.3 Mecánico

Responsable de diagnosticar, reparar e identificar las averías mecánicas. Realizar revisiones rutinarias y solicitar los repuestos a reemplazar.



Figura 17. Mecánico de planta. Fuente: Propia del autor, 2021.

3.5. Desarrollo del Proyecto de Implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Paquetería Express S.A.C.

Partiendo de los conceptos básicos mencionados en apartados anteriores, la siguiente etapa consiste en la elaboración del plan de mantenimiento preventivo y sus formatos, junto a los análisis realizados enfocados en el MTBF y MTTR.

Para la realización del presente trabajo se utilizará la información bibliográfica como manuales proporcionados por el fabricante, para los remolcadores FREIGHTLINER CL120, para recopilar en un formato previamente diseñado, todos los elementos reemplazados durante el periodo diciembre 2020 a agosto 2021. Además, se utilizará toda la información obtenida en los periodos de estudio, así como también de lo disponible en páginas web y la experiencia adquirida durante mi vida laboral durante mi estancia en la empresa.

3.6. Objetivos

- Proponer un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C.
- Identificar las fallas repetitivas y prever la revisión o el cambio de componentes usados antes de la falla.
- Identificar los componentes de la unidad a ser cambiados producto del plan de mantenimiento preventivo.
- Hacer uso de las herramientas tecnológicas que permitan llevar un histórico de los mantenimientos realizados.

3.7. Parámetros de estudio

Para la propuesta del plan de mantenimiento en equipos FREIGHTLINER CL120, se recolecto información sobre las refacciones utilizadas en los periodos diciembre 2020 a agosto 2021. En la tabla 3 se detalla las causas de las fallas encontradas en los mantenimientos de los vehículos.



mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa

Paquetería Express S.A.C, 2021

Tabla 3. *Repuestos periodo diciembre 2020 a agosto 2021.*

Causas de fallas	
1	Filtros
2	Radiador
3	Inyectores
4	Collarín de embrague
5	Fan de ventilador
6	Compresora
7	Enfriador de caja.
8	Baterías
9	Alternador
10	Frenos
11	Crucetas
12	Secador de aire
13	Turbo
14	Bomba de agua
15	Mangueras
16	Termóstato
17	Arrancador
18	Sensores

Fuente: Propia del autor.

3.8. Estrategias de desarrollo

- a) Con el fin de desarrollar un plan de mantenimiento adecuado de la empresa Paquetería Express S.A.C., se ha recabado información durante los últimos tres trimestres, en los cuales se ha identificado errores, sugerencias, responsabilidades entre otros parámetros necesarios para el desarrollo del plan.
- b) Durante los últimos tres trimestres se ha registrado las fallas repetitivas en los equipos FRIGHTLINER CL120, con el fin de evidenciar la frecuencia de fallas y programar un mantenimiento preventivo.
- c) Mediante la utilización del diagrama de Pareto se pretende identificar de manera técnica la frecuencia de reposición de componentes automotrices y paros de operación que han presentado los equipos FRIGHTLINER CL120, para enfocarnos en el 80% de las fallas frecuentes y el 20% de fallas anómalas.

mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa

Paquetería Express S.A.C, 2021

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Cálculo del Tiempo Medio de Reparación (MTTR)

La propuesta de un mantenimiento preventivo en la empresa Paquetería Express S.A.C, durante los últimos 3 trimestres, comprendidos entre diciembre del 2020 a agosto 2021, ha evidenciado una mejora en los equipos FREIGHTLINER CL 120, como se aprecia en la tabla 4 y figura 11, y con el uso de la ecuación 2, el MTTR ha ido disminuyendo durante el último trimestre generando una mayor operación en los equipos de transporte.

Tabla 4. *Tiempo Medio de Reparación, periodo diciembre 2020 – agosto 2021.*

PERIODOS	AÑO	MTTR
DICIEMBRE	2020	4,93
ENERO	2021	7,14
FEBRERO	2021	8,07
MARZO	2021	6,38
ABRIL	2021	5,46
MAYO	2021	6,83
JUNIO	2021	4,21
JULIO	2021	3,00
AGOSTO	2021	3,67

Fuente: Propia del autor

mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa

Paquetería Express S.A.C, 2021

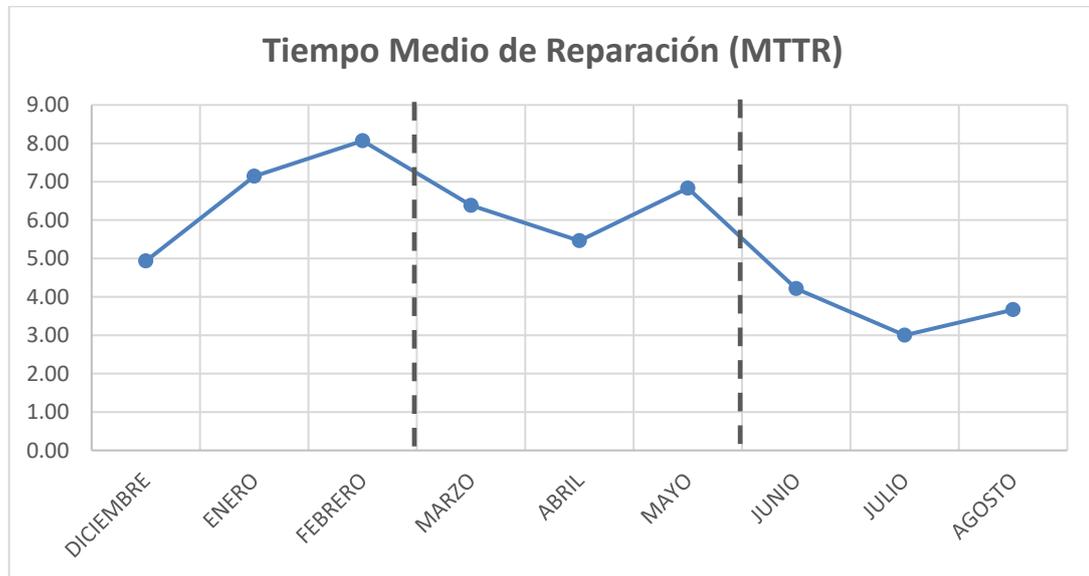


Figura 18. MTTR, periodo diciembre 2020 – agosto 2021. Fuente: Propia del autor, 2021.

4.2. Cálculo del Tiempo Medio entre Fallos (MTBF)

Como se observa en la tabla 5 y figura 12, con el uso de la ecuación 1, durante el periodo comprendido entre diciembre de 2020 y agosto de 2021, la implementación de mantenimiento preventivo en empresa Paquetería Express S.A.C, con un incremento del MTBF en el último trimestre demuestra la fiabilidad de los equipos FREIGHTLINER CL120.

mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa

Paquetería Express S.A.C, 2021

Tabla 5. *Tiempo Medio entre Fallos, periodo diciembre 2020 – agosto 2021.*

PERIODOS	AÑO	MTBF
DICIEMBRE	2020	9,53
ENERO	2021	8,36
FEBRERO	2021	5,00
MARZO	2021	10,31
ABRIL	2021	10,69
MAYO	2021	11,25
JUNIO	2021	10,79
JULIO	2021	18,70
AGOSTO	2021	20,44

Fuente: Propia del autor.

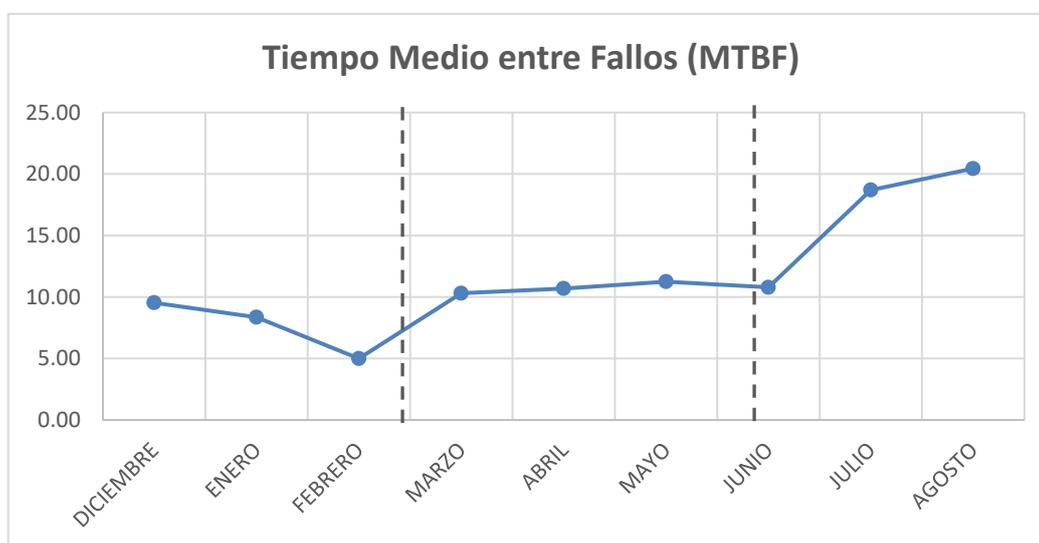


Figura 19. MTBF, periodo diciembre 2020 – agosto 2021. Fuente: Propia del autor, 2021.

mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa

Paquetería Express S.A.C, 2021

4.3. Cálculo de la disponibilidad

Con la relación entre el MTTR y MTBF, y el uso de la ecuación 4, la disponibilidad calculada de los equipos FREIGHTLINER CL120 ha incrementado de manera creciente durante los últimos trimestres, la tabla 6 y figura 13, evidencian lo antes mencionado.

Tabla 6. Disponibilidad, periodo diciembre 2020 – agosto 2021.

PERIODOS	AÑO	DISPONIBILIDAD
DICIEMBRE	2020	66%
ENERO	2021	54%
FEBRERO	2021	38%
MARZO	2021	62%
ABRIL	2021	66%
MAYO	2021	62%
JUNIO	2021	72%
JULIO	2021	86%
AGOSTO	2021	85%

Fuente: Propia del autor.

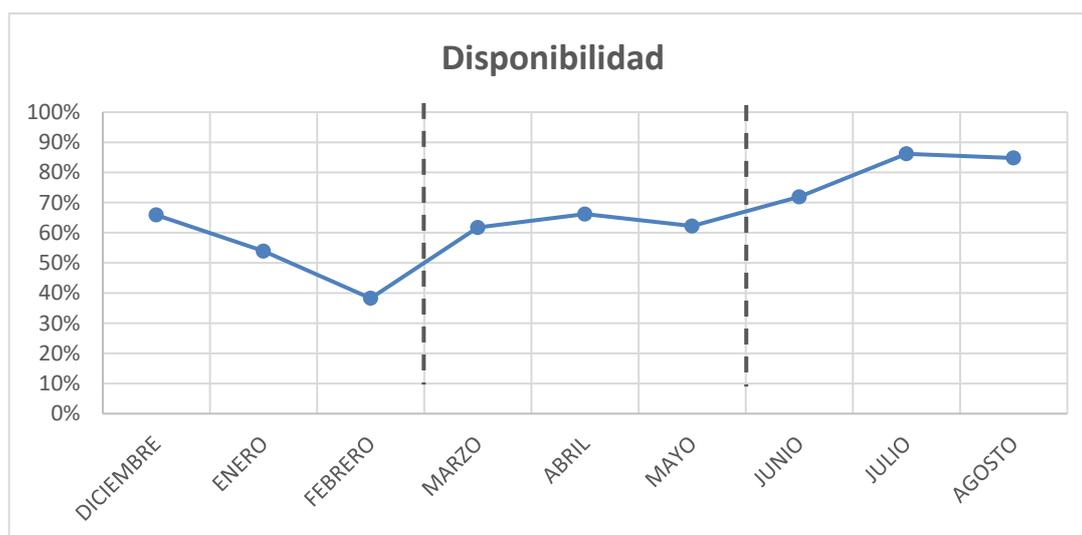


Figura 20. Disponibilidad, periodo diciembre 2020 – agosto 2021. Fuente: Propia del autor,

2021.

mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa

Paquetería Express S.A.C, 2021

4.4. Diagrama de Pareto periodo diciembre 2020 – agosto 2021

Con el fin de identificar la causante del paro de los equipos FREIGHTLINER CL120, se realizó la identificación de refacciones utilizadas y la frecuencia con la cual se han presentado en el periodo diciembre 2020 – agosto 2021, obteniendo como resultado que el 80% de paros en los equipos han sido por reposición de: mangueras, filtros, alternador, arrancador, baterías, radiador, sensores, enfriador de caja, secador de aire, compresora, collarín de embrague, mientras que el 20% de las averías en los equipos corresponde a daños en los frenos, termostato, bomba de agua, fan de ventilador, crucetas, inyectores y turbo.

La tabla 7 y figura 14, evidencian lo antes mencionado mediante la utilización del diagrama de Pareto.

Tabla 7. *Tabla de frecuencias.*

LISTA DE COMPROBACIÓN DICIEMBRE 2020 AL AGOSTO 2021						
CAUSAS DE FALLAS	FALLAS REGISTRADAS	COSTO	%	ACUMULA %		
				DO	ACUMULADO	
1 Mangueras	29	\$ 2.148,00	14,08%	29	14,08%	
2 Filtros	22	\$ 2.273,00	10,68%	51	24,76%	
3 Alternador	18	\$ 8.507,00	8,74%	69	33,50%	
4 Arrancador	16	\$ 7.621,00	7,77%	85	41,26%	
5 Baterías	15	\$ 6.000,00	7,28%	100	48,54%	
6 Radiador	14	\$ 3.500,00	6,80%	114	55,34%	
7 Sensores	13	\$ 8.125,00	6,31%	127	61,65%	
8 Enfriador de caja.	12	\$ 4.800,00	5,83%	139	67,48%	
9 Secador de aire	12	\$ 4.800,00	5,83%	151	73,30%	

mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa

Paquetería Express S.A.C, 2021

10	Compresora	11	\$	5.133,00	5,34%	162	78,64%
11	Collarín de embrague	10	\$	8.000,00	4,85%	172	83,50%
12	Frenos	9	\$	5.099,00	4,37%	181	87,86%
13	Termostato	7	\$	2.100,00	3,40%	188	91,26%
14	Bomba de agua	6	\$	5.400,00	2,91%	194	94,17%
15	Fan de Ventilador	4	\$	5.000,00	1,94%	198	96,12%
16	Crucetas	4	\$	7.466,00	1,94%	202	98,06%
17	Inyectores	2	\$	9.000,00	0,97%	204	99,03%
18	Turbo	2	\$	4.300,00	0,97%	206	100,00%
TOTALES		206	\$	99.272,00	100%		

Fuente: Propia del autor

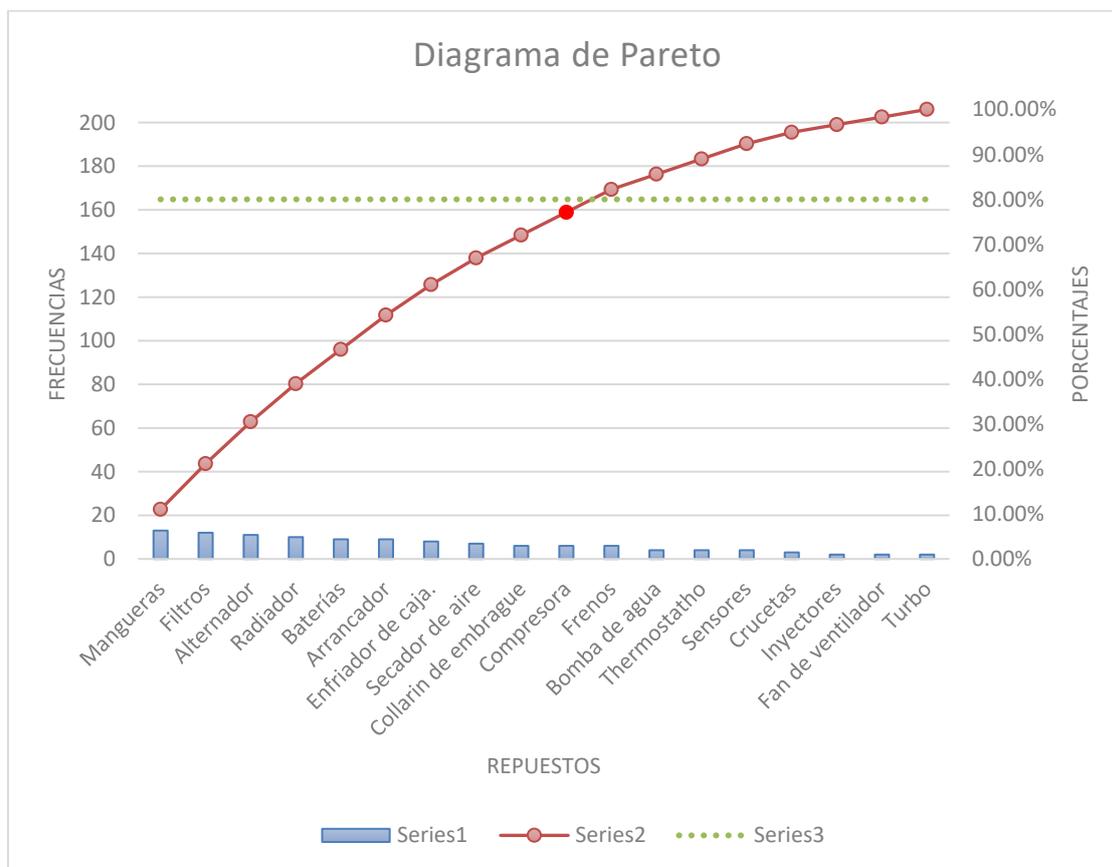


Figura 21. Diagrama de Pareto. Fuente: Propia del autor, 2021.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

5.1.1. Elaborar el presente trabajo de suficiencia profesional, me permitió aplicar competencias para la gestión de procesos industriales. Esto involucra la habilidad de planificar proyectos, crear planes de mantenimiento, organizar grupos de trabajo, como también tomar decisiones con responsabilidad y ética profesional que contribuyan al desarrollo de la sociedad. Así mismo en el presente trabajo de suficiencia profesional se aplicaron las competencias adquiridas durante la formación de Ingeniero Industrial para resolver situaciones problemáticas en este caso el problema de la baja disponibilidad de las unidades.

5.1.2. Los equipos FREIGHTLINER CL120, en años anteriores han presentado paradas imprevistas de funcionamiento generando malestar en los clientes, empresa y operadores, adicional a esto, los costos por mantenimiento eran altos por este tipo de inconvenientes, al detectar esta problemática, se propuso realizar un plan de mantenimiento preventivo en el cual se pueda determinar las fallas más comunes que se han encontrado en los equipos, sus costos, número de paradas y tiempos de reparación, con el fin de cuantificar estos valores y mediante técnicas de mantenimiento disminuir las intervenciones realizadas.

5.1.3. Durante el periodo diciembre 2020 – agosto 2021, se recolecto toda la información necesaria para determinar el MTTR, MTBF y los niveles de disponibilidad de los equipos FREIGHTLINER CL120. Para que los procesos de mantenimiento se encuentren dentro de valores óptimos de operación se debe mantener un MTBF elevado y un MTTR bajo, es decir

mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

mayor funcionabilidad en los equipos en un menor número de averías y tiempos de reparación. Los análisis realizados demostraron que el tiempo medio de reparación en diciembre 2020 fue de 4.93 horas finalizando en agosto 2021 con un valor de 3.67 horas, demostrando de esta manera la disminución de tiempos intervenidos en los equipos una vez implementado el plan de mantenimiento preventivo. De acuerdo a los valores evaluados, al finalizar el año 2020 la disponibilidad de los equipos fue de 66%, una vez realizado el plan de mantenimiento los valores han ido aumentando hasta llegar a un valor de 85% durante el mes de agosto 2021. Una de las metas propuestas dentro del área de mantenimiento es llegar a niveles superiores al 90% de disponibilidad en los equipos FREIGHTLINER CL120.

5.1.4. Por otra parte, los valores fiabilidad de los equipos FREIGHTLINER CL120 durante el mes diciembre 2020 arranco con un valor de 9.53 finalizando el periodo de estudio con un valor de 20.44, esto nos indica que la disponibilidad de los equipos aumento de manera considerable con la planificación de mantenimientos preventivos.

5.1.5. Uno de los principales aportes del presente trabajo, es implementar nuevas estrategias de mantenimiento preventivo, mediante el uso de indicadores como el MTBF, MTTR y disponibilidad, manejar estos parámetros permite a la empresa brindar un mejor servicio a sus clientes, generar ahorro económico en costos de mantenimiento y una mayor vida útil en todos sus equipos.

5.1.6. Cabe mencionar que unos de los aspectos positivos de Paquetería Express S.A.C, fue la disponibilidad que tiene la gerencia al entregar recursos que garanticen el cumplimiento

Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

del plan de mantenimiento preventivo y sus recomendaciones a lo largo del tiempo, como fueron recursos humanos, económicos y materiales.

5.2. Recomendaciones

5.2.1. Se recomienda que de manera anual se realicen revisiones, recomendaciones y/o actualizaciones en el plan de mantenimiento preventivo de la empresa Paquetería Express S.A.C. con el fin de mantener una mejora continua en el proceso de mantenimiento.

5.2.2. Con el fin de obtener un mejor funcionamiento en los equipos FREIGHTLINER CL120 y disminución en los costos de mantenimiento se recomienda mantener un listado de fallas repetitivas, cambios de componentes, entre otras actividades, las cuales permitan generar tiempos de entrega y costos aproximados a dichas fallas.

5.2.3. Los sistemas programas informáticos utilizados en el área de mantenimiento deben ser actualizados y deben contar con información de acuerdo al giro del negocio, manteniendo indicadores como el MTBF, MTTR y disponibilidad de los equipos.

REFERENCIAS

Autozama. (2012). *Freightliner CL 120*.

https://autozamavehiculoscomerciales.com/brochure/freightliner_cl_120.pdf

EcuRed. (2017). *Sistema de alimentación Diesel*.

https://www.ecured.cu/Sistema_de_alimentaci%C3%B3n_Diesel

Holzner, J. (2011). *Mantenimiento industrial* (pp. 28–31).

<https://doi.org/10.7767/boehlau.9783205790099.28>

López, D. (2012). *El bloque motor: qué es, de qué está hecho, partes, tipos, fabricación*.

<https://www.actualidadmotor.com/el-bloque-motor-y-la-culata/>

López, D. (2021). *La culata del motor*. <https://www.actualidadmotor.com/la-culata-del-motor/>

MAQPE. (2020). *Sistema de admisión y escape de Motores Diésel - Maquinaria Pesada*.

<https://maqpe.com/maquinaria-pesada/sistema-de-admision-y-escape-de-motores-diesel/>

MINCETUR. (2015). *GUÍA DE ORIENTACIÓN AL USUARIO DEL TRANSPORTE TERRESTRE*. https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/facilitacion_comercio_exterior/Guia_Transporte_Terrestre_13072015.pdf

https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/facilitacion_comercio_exterior/Guia_Transporte_Terrestre_13072015.pdf

MTC. (2006). Resolución Directoral N° 002-2006-MTC/15 Manual de dispositivo de control de tránsito automotor para calles y carreteras. *Diario Oficial El Peruano*.

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/338049/1_0_1743_.pdf

PAEX. (2017). *PAEX Soluciones - Nosotros*. <http://paex.pe/nosotros/>

Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

Utrilla, D. (2021). *Sistema de refrigeración de un vehículo*. <https://espaciocoche.com/sistema-de-refrigeracion-de-un-vehiculo/>

Vélez, J. (2021). *Sistemas de lubricación*. <https://www.flexfuel-company.es/sistema-lubricacion-funcionamiento-descarbonizacion/>

ANEXOS

Anexo 1. Parámetros evaluados periodo diciembre – febrero.

TRIMESTRE DICIEMBRE - FEBRERO									
No	Placa Rodaje	Diciembre		Enero		Febrero		TOTAL	
		N° DE PARADAS	HORAS DE PARADAS	N° DE PARADAS	HORAS DE PARADAS	N° DE PARADAS	HORAS DE PARADAS	N° DE PARADAS T	HORAS DE PARADAS T
1	B0A-738	1	1	1	21	1	4	3	26
2	B0D-708	1	3	0	0	1	6	2	9
3	B0F-751	1	6	0	0	1	2	2	8
4	B7F-942	1	2	3	30	0	0	4	32
5	B7F-944	0	0	1	2	1	24	2	26
6	B8W-901	1	2	0	0	2	14	3	16
7	B7H-941	1	4	1	3	1	2	3	9
8	B8R-849	1	8	1	26	0	0	2	34
9	B8R-850	1	2	1	2	1	22	3	26
10	B8R-853	0	0	1	4	0	0	1	4
11	B8T-852	1	2	1	2	1	28	3	32
12	B8T-862	1	2	0	0	1	2	2	4
13	B9Q-949	0	0	1	2	0	0	1	2
14	B9V-795	1	2	1	4	1	2	3	8
15	B9W-784	1	4	1	2	1	3	3	9
16	B9W-785	1	8	0	0	1	2	2	10
17	B9X-733	1	24	1	2	1	8	3	34
18	B9Y-778	1	4	0	0	1	2	2	6
TOTAL		15	74	14	100	15	121	44	295



FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

DIAS DEL MES	31	31	28	90
HORAS DE TRABAJO AL DIA	7	7	7	21
HORAS AL MES	217	217	196	630
MTTR	4,93	7,14	8,07	
MTTR TRIMESTRAL				6,70
MTBF	9,53	8,36	5,00	
MTBF TRIMESTRAL				7,61
DISPONIBILIDAD	66%	54%	38%	
DISPONIBILIDAD TRIMESTRAL				53%



FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

Anexo 2. Parámetros evaluados periodo marzo – mayo.

TRIMESTRE MARZO - MAYO									
No	Placa Rodaje	Marzo		Abril		Mayo			
		Nº DE PARADAS	HORAS DE PARADAS	Nº DE PARADAS	HORAS DE PARADAS	Nº DE PARADAS	HORAS DE PARADAS	Nº DE PARADAS T	HORAS DE PARADAS T
1	B0A-738	0	0	0	0	1	21	1	21
2	B0D-708	1	5	0	0	1	2	2	7
3	B0F-751	1	6	1	2	1	6	3	14
4	B7F-942	1	4	1	4	0	0	2	8
5	B7F-944	1	2	1	2	0	0	2	4
6	B8W-901	1	3	0	0	1	2	2	5
7	B7H-941	1	12	1	2	0	0	2	14
8	B8R-849	0	0	0	0	1	3	1	3
9	B8R-850	1	2	1	2	1	2	3	6
10	B8R-853	1	17	1	3	1	8	3	28
11	B8T-852	1	4	1	2	0	0	2	6
12	B8T-862	1	16	0	0	1	2	2	18
13	B9Q-949	1	2	1	21	1	3	3	26
14	B9V-795	0	0	1	4	1	8	2	12
15	B9W-784	1	2	1	2	0	0	2	4
16	B9W-785	1	8	1	4	1	21	3	33
17	B9X-733	0	0	1	2	1	4	2	6
18	B9Y-778	0	0	1	21	0	0	1	21



FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

TOTAL	13	83	13	71	12	82	38	236
DIAS DEL MES	31		30		31		92	
HORAS DE TRABAJO AL DIA	7		7		7		21	
HORAS AL MES	217		210		217		644	
MTTR	6,38		5,46		6,83			
MTTR TRIMESTRAL							6,21	
MTBF	10,31		10,69		11,25			
MTBF TRIMESTRAL							10,74	
DISPONIBILIDAD	62%		66%		62%			
DISPONIBILIDAD							63%	



FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

Anexo 3. Parámetros evaluados periodo junio – agosto.

TRIMESTRE JUNIO - AGOSTO									
No	Placa Rodaje	Junio		Julio		Agosto			
		N° DE PARADAS	HORAS DE PARADAS	N° DE PARADAS	HORAS DE PARADAS	N° DE PARADAS	HORAS DE PARADAS	N° DE PARADAS T	HORAS DE PARADAS T
1	B0A-738	1	3	0	0	1	2	2	5
2	B0D-708	0	0	1	2	0	0	1	2
3	B0F-751	1	2	0	0	0	0	1	2
4	B7F-942	1	3	0	0	0	0	1	3
5	B7F-944	1	2	1	3	1	4	3	9
6	B8W-901	0	0	1	2	1	2	2	4
7	B7H-941	1	2	0	0	1	6	2	8
8	B8R-849	1	4	1	4	0	0	2	8
9	B8R-850	1	2	1	2	1	4	3	8
10	B8R-853	1	8	1	8	0	0	2	16
11	B8T-852	0	0	1	3	1	2	2	5
12	B8T-862	1	2	1	2	1	4	3	8
13	B9Q-949	1	6	1	2	0	0	2	8
14	B9V-795	0	0	0	0	1	2	1	2
15	B9W-784	1	13	0	0	0	0	1	13
16	B9W-785	1	4	0	0	1	7	2	11
17	B9X-733	1	6	1	2	0	0	2	8
18	B9Y-778	1	2	0	0	0	0	1	2



FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

TOTAL	14	59	10	30	9	33	33	122
DIAS DEL MES	30		31		31			92
HORAS DE TRABAJO AL DIA	7		7		7			21
HORAS AL MES	210		217		217			644
MTTR	4,21		3,00		3,67			
MTTR TRIMESTRAL								3,70
MTBF	10,79		18,70		20,44			
MTBF TRIMESTRAL								15,82
DISPONIBILIDAD	72%		86%		85%			
DISPONIBILIDAD								81%

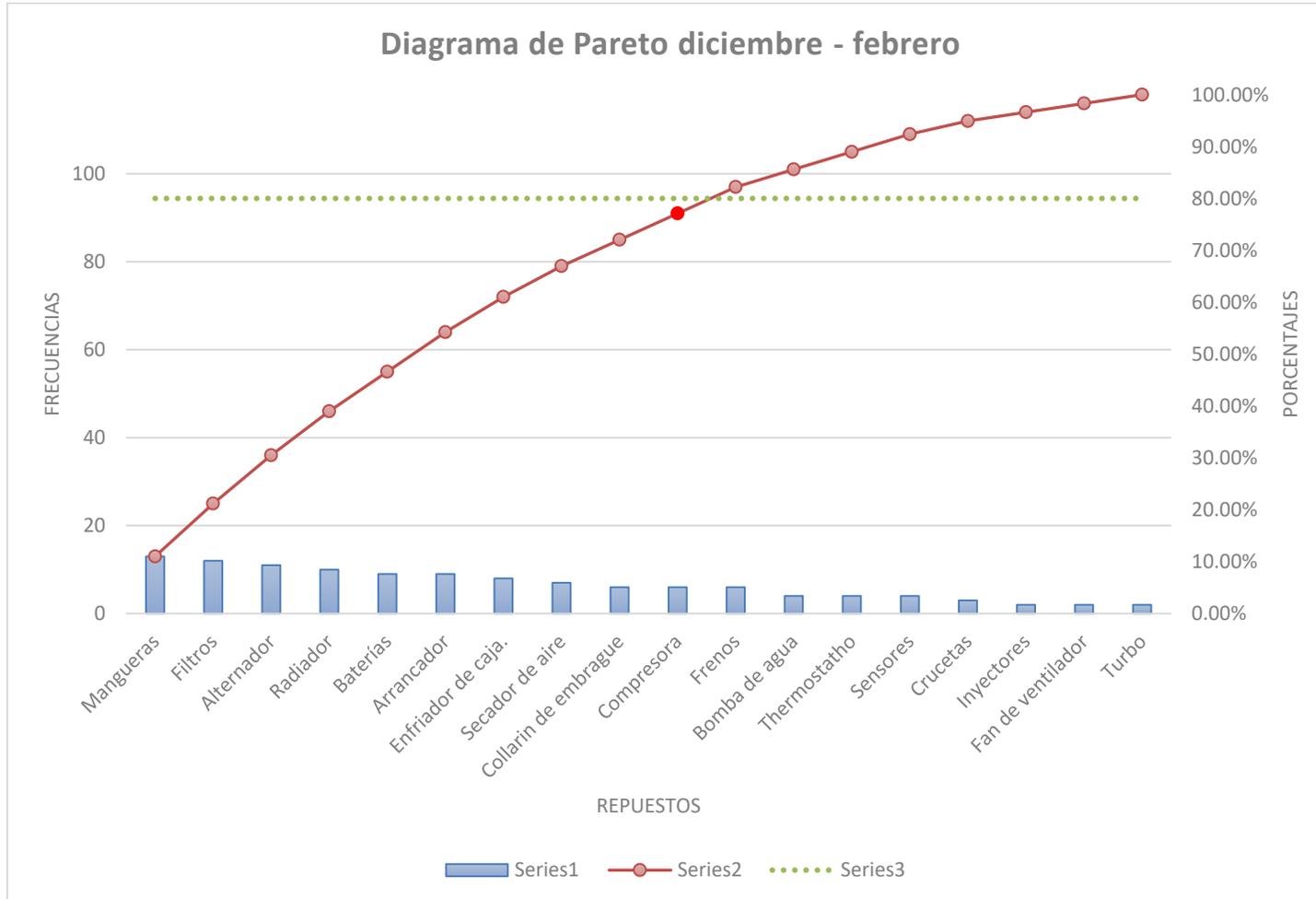
FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

Anexo 4. Diagrama de Pareto, periodo diciembre – febrero

LISTA DE COMPROBACIÓN DICIEMBRE 2020 AL FEBRERO 2021					
CAUSAS DE FALLAS	FALLAS REGISTRADAS	COSTO	%	ACUMULADO	% ACUMULADO
1 Mangueras	13	\$ 1.200,00	11,02%	13	11,02%
2 Filtros	12	\$ 1.240,00	10,17%	25	21,19%
3 Alternador	11	\$ 5.200,00	9,32%	36	30,51%
4 Radiador	10	\$ 2.500,00	8,47%	46	38,98%
5 Baterías	9	\$ 3.600,00	7,63%	55	46,61%
6 Arrancador	9	\$ 4.900,00	7,63%	64	54,24%
7 Enfriador de caja.	8	\$ 3.200,00	6,78%	72	61,02%
8 Secador de aire	7	\$ 2.800,00	5,93%	79	66,95%
9 Collarín de embrague	6	\$ 4.800,00	5,08%	85	72,03%
10 Compresora	6	\$ 2.800,00	5,08%	91	77,12%
11 Frenos	6	\$ 3.400,00	5,08%	97	82,20%
12 Bomba de agua	4	\$ 3.600,00	3,39%	101	85,59%
13 Termóstato	4	\$ 1.200,00	3,39%	105	88,98%
14 Sensores	4	\$ 2.500,00	3,39%	109	92,37%
15 Crucetas	3	\$ 5.600,00	2,54%	112	94,92%
16 Inyectores	2	\$ 9.000,00	1,69%	114	96,61%
17 Fan de ventilador	2	\$ 2.500,00	1,69%	116	98,31%
18 Turbo	2	\$ 4.300,00	1,69%	118	100,00%
TOTALES	118	\$ 64.340,00	100,00%		



FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021



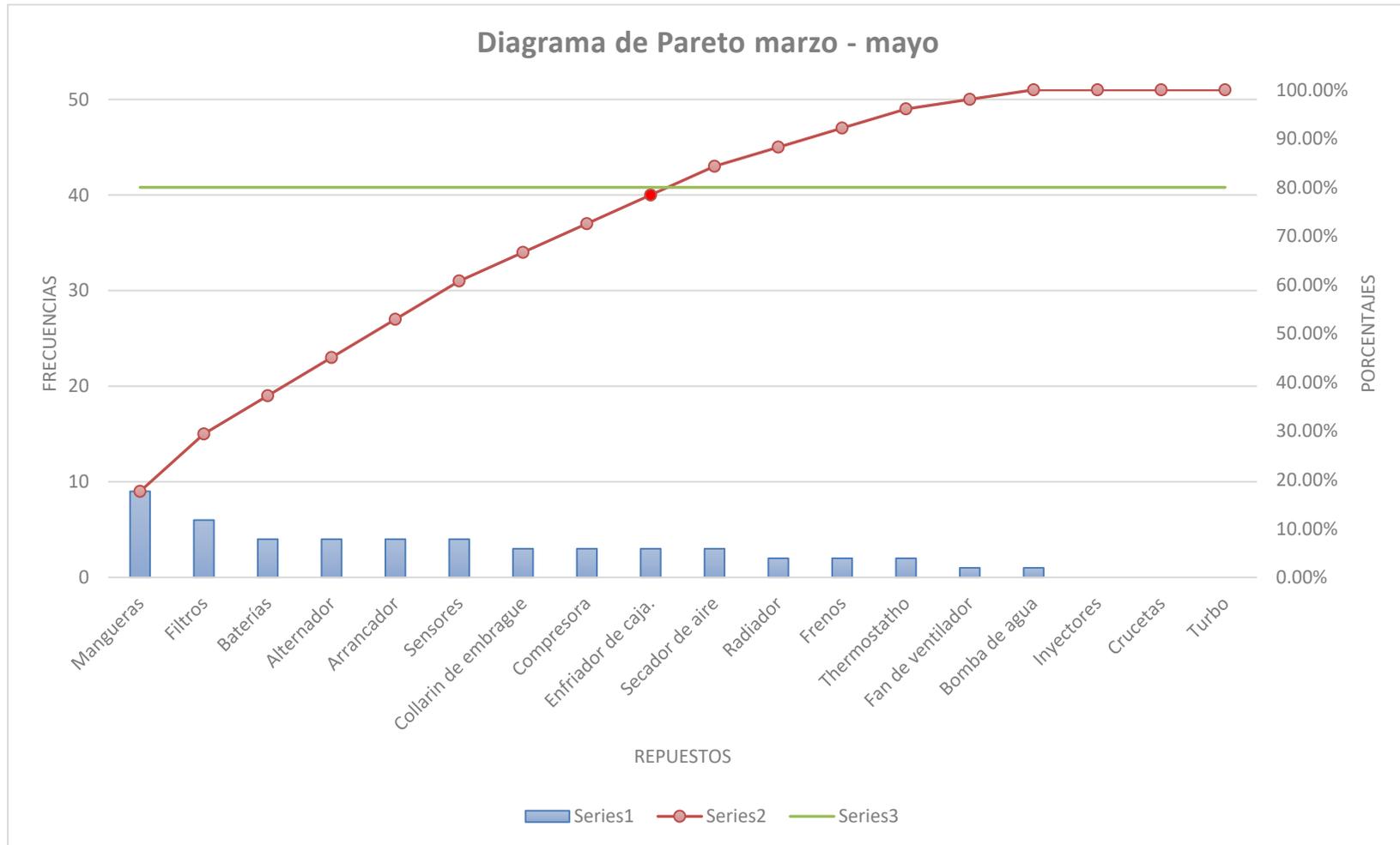
FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

Anexo 5. Diagrama de Pareto, periodo marzo – mayo

LISTA DE COMPROBACIÓN DESDE MARZO A MAYO 2021					
CAUSAS DE FALLAS	FALLAS REGISTRADAS	COSTO	%	ACUMULADO	% ACUMULADO
1 Mangueras	9	\$ 830,00	17,65%	9	17,65%
2 Filtros	6	\$ 620,00	11,76%	15	29,41%
3 Baterías	4	\$ 1.600,00	7,84%	19	37,25%
4 Alternador	4	\$ 1.890,00	7,84%	23	45,10%
5 Arrancador	4	\$ 2.177,00	7,84%	27	52,94%
6 Sensores	4	\$ 2.500,00	7,84%	31	60,78%
7 Collarín de embrague	3	\$ 2.400,00	5,88%	34	66,67%
8 Compresora	3	\$ 1.400,00	5,88%	37	72,55%
9 Enfriador de caja.	3	\$ 1.200,00	5,88%	40	78,43%
10 Secador de aire	3	\$ 1.200,00	5,88%	43	84,31%
11 Radiador	2	\$ 500,00	3,92%	45	88,24%
12 Frenos	2	\$ 1.133,00	3,92%	47	92,16%
13 Termóstato	2	\$ 600,00	3,92%	49	96,08%
14 Fan de ventilador	1	\$ 1.250,00	1,96%	50	98,04%
15 Bomba de agua	1	\$ 900,00	1,96%	51	100,00%
16 Inyectores	0	\$ -	0,00%	51	100,00%
17 Crucetas	0	\$ -	0,00%	51	100,00%
18 Turbo	0	\$ -	0,00%	51	100,00%
TOTALES	51	\$ 20.200,00	100,00%		



FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021



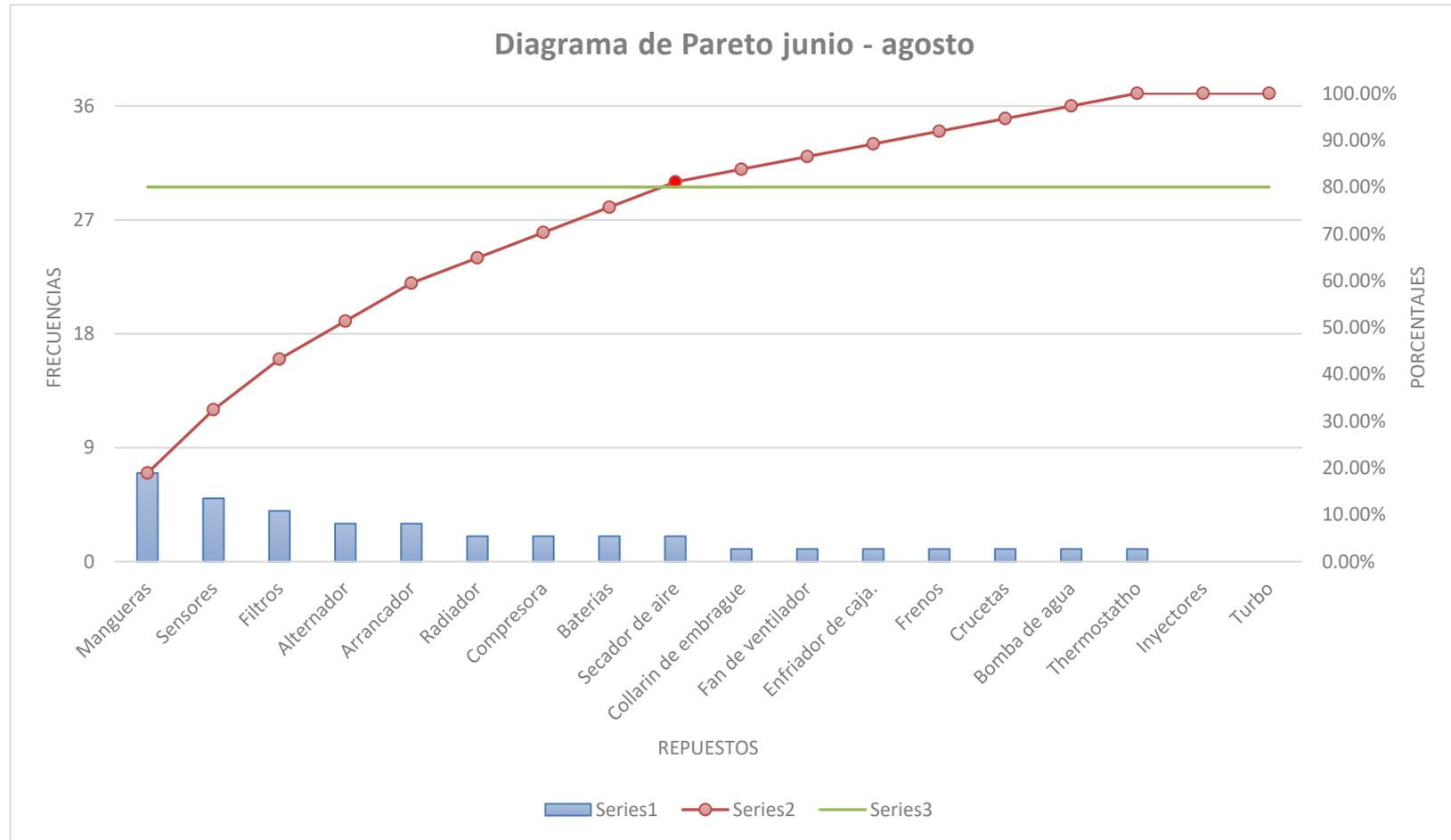
FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

Anexo 6. Diagrama de Pareto, periodo junio – agosto

LISTA DE COMPROBACIÓN DESDE JUNIO A AGOSTO 2021					
CAUSAS DE FALLAS	FALLAS REGISTRADAS	COSTO	%	ACUMULADO	% ACUMULADO
1 Mangueras	7	\$ 118,00	18,92%	7	18,92%
2 Sensores	5	\$ 3.125,00	13,51%	12	32,43%
3 Filtros	4	\$ 413,00	10,81%	16	43,24%
4 Alternador	3	\$ 1.417,00	8,11%	19	51,35%
5 Arrancador	3	\$ 544,00	8,11%	22	59,46%
6 Radiador	2	\$ 500,00	5,41%	24	64,86%
7 Compresora	2	\$ 933,00	5,41%	26	70,27%
8 Baterías	2	\$ 800,00	5,41%	28	75,68%
9 Secador de aire	2	\$ 800,00	5,41%	30	81,08%
10 Collarín de embrague	1	\$ 800,00	2,70%	31	83,78%
11 Fan de ventilador	1	\$ 1.250,00	2,70%	32	86,49%
12 Enfriador de caja.	1	\$ 400,00	2,70%	33	89,19%
13 Frenos	1	\$ 566,00	2,70%	34	91,89%
14 Crucetas	1	\$ 1.866,00	2,70%	35	94,59%
15 Bomba de agua	1	\$ 900,00	2,70%	36	97,30%
16 Termóstato	1	\$ 300,00	2,70%	37	100,00%
17 Inyectores	0	\$ -	0,00%	37	100,00%
18 Turbo	0	\$ -	0,00%	37	100,00%
TOTALES	37	\$ 14.732,00	100,00%		



FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021



Anexo 7. Procedimiento de mantenimiento preventivo y correctivo.

	PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO	CODIGO: TRA.MANT.P.035 REVISIÓN: 002 FECHA : 29/09/2021 PÁGINA : 32 de 4
---	---	---

OBJETIVO

- Brindar confiabilidad de operación de los vehículos con una alta Mantenibilidad.
- Evitar fallas imprevistas en los vehículos y a la vez debemos buscar que nuestras operaciones de mantenimiento se efectúen en tiempos óptimos y costos razonables.

ALCANCE

Este procedimiento abarca mantenimiento preventivo (MP), correctivo e inspecciones que se realizan a los vehículos la empresa Paquetería Express S.A.C basado en un Modelo de Mantenimiento Confiable.

DEFINICIONES

Mantenimiento Preventivo: Es el proceso de servicios periódicos que se realizan al Vehículo. Puede ser desde una rutina de Lubricación hasta una reparación mayor después de un tiempo determinado, de piezas o componentes.

El intervalo de servicio se mide en Kilómetros recorridos.

Asimismo, se realizan chequeos para verificar si los intervalos son los correctos o se tienen que alargar o acortar.

Las tareas de MP se pueden agrupar:

- De rutina

mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

- Global
- **Overhall**

Mantenimiento Correctivo: Es el mantenimiento donde no se realiza ningún tipo de Planificación ni programación. Corresponde a la reparación de fallas imprevistas, también se puede realizar en componentes de bajo costo y donde su criticidad es baja y no afecta a la producción y/o operación del vehículo (correctivo programado). La información se obtiene mediante el reporte de fallas mercancías por parte de los Conductores.

Inspecciones Mecánicas:

Este proceso reduce las fallas imprevistas en los vehículos aumentando la disponibilidad de la flota.

RESPONSABILIDADES

Área de Mantenimiento

Supervisor de Flota. (Mantenimiento)

Es responsabilidad del Supervisor de flota, la coordinación para el ingreso y salida de las unidades del taller de mantenimiento.

Asistente de Mantenimiento

Es responsabilidad del asistente de mantenimiento, mantener un reporte diario de unidades que necesitan mantenimiento, y entregarlo con anticipación al área de mantenimiento para la programación de unidades.

Desarrollo

Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

Realizar el inventario de los equipos:

El equipo de Mantenimiento obtiene datos del vehículo basados a los kilómetros recorridos.

Asignar tipo de MP y Criticidad:

- El equipo de Mantenimiento verifica, después de ingresar los kilómetros acumulados de la unidad, que tipo de mantenimiento Preventivo y Correctivo le corresponde a cada unidad y decidir según su nivel de criticidad la ejecución del tipo de Mantenimiento Preventivo.
- Una vez obtenida la lista de unidades que han cumplido su parámetro de MP se coordina con el área de operaciones la disponibilidad de estas unidades.
- El equipo de mantenimiento verifica que los materiales, repuestos y personal que se necesita para la ejecución del mantenimiento esté disponible.
- Luego se realiza la programación del mantenimiento con frecuencia diaria, semanal y mensual, se comunica a todos los usuarios vía correo
- Se hace un seguimiento por teléfono al cumplimiento de la programación de viajes por parte de operaciones.

Lista de Tareas de MP:

Cada vehículo cuenta su lista de actividades de Mantenimiento Preventivo (MP) a realizar las cuales se ejecutan según el cumplimiento de los parámetros del fabricante y experiencia propia de la empresa.

Ordenes de Trabajo:

- Cuando la unidad se encuentra en Taller, el Supervisor de flota coordina con el asistente de Mantenimiento la generación e impresión de la orden de trabajo

Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa Paquetería Express S.A.C, 2021

preventiva y correctiva (Reporte de fallas mecánicas del conductor).

- Luego se procede a colocar la orden de trabajo en la puerta del vehículo para su ejecución.

Ejecución del MP

- Las órdenes de trabajo se ejecutan en función a prioridades de la programación de viajes de los vehículos.
- El supervisor de flota verifica que los trabajos programados se realicen sin ningún contratiempo.
- En caso se presente correctivos imprevistos el Supervisor de flota procede en función al flujo de la orden de trabajo para este caso. Coordina con Almacén y Logística las compras diarias.
- Al finalizar cada trabajo programado y no programado, el Supervisor de flota verifica los trabajos realizados y brindan su conformidad firmando las órdenes de trabajo.
- Las ordenes de trabajo debidamente llenadas.
- Los pendientes que se generen de las órdenes de trabajo pasan a una reprogramación.
- Este proceso termina cuando el Supervisor de flota da la orden de trabajo.

Alerta de mantenimientos en el sistema

El asistente de Mantenimiento registra las órdenes de trabajo generando así un historial de mantenimiento por vehículo. Asimismo, reporta las unidades para su mantenimiento.

mejorar la disponibilidad de los remolcadores FREIGHTLINER CL120, de la empresa

Paquetería Express S.A.C, 2021

PAQUETERIA EXPRESS S.A.C.

 Página 1
 Fecha y 18/11/2021
 Hora 04:25:48pm

Mantenimiento Preventivo Proyectado CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS (FREIGHTLINER)

N° Placa	Apellidos y Nombre (s) del Chofer	Mantenimiento		Control x Kilometraje		Estado Actual	Control x Dias		Estado Actual	Situación
		Fecha	Km.	Proyectado	Actual		Proyectado	Actual		
CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS (FREIGHTLIN)										
B0A738	GONZALES VELASQUEZ LUIS JOHNNY	14/10/21	691,708.00	708,708.00	695,879.00	10,829.00				En Orden
B0D708	MAITA HUERTA MIGUEL ANGEL	22/09/21	711,071.00	726,071.00	721,242.00	4,829.00				En Orden
B0F751	RIOS OCHOA ALFREDO	20/10/21	796,058.00	811,058.00	802,068.00	8,990.00				En Orden
B7F942	HERRERA ACHULLA JOSE	07/08/21	880,500.00	875,500.00	870,857.00	4,643.00				En Orden
B7F944	LOZANO RUIZ RICARDO ANTINO	24/05/21	816,477.00	831,477.00	827,781.00	3,696.00				En Orden
B7H941	FLORES VARGAS JOSE LUIS	06/10/21	797,037.00	812,037.00	801,255.00	10,782.00				En Orden
B8R849	FLORES MENDOZA HIGINIO	10/08/21	753,852.00	768,852.00	753,852.00	15,000.00				En Orden
B8R850	GUTIERREZ MANRIQUE ZENEY VICHEM	06/10/21	818,467.00	833,467.00	824,815.00	8,652.00				En Orden
B8R853	HERRERA ACHULLA JOSE	24/08/21	724,839.00	739,839.00	731,696.00	8,043.00				En Orden
B8T852	HUACCACHI CALLA LORENZO	12/10/21	796,544.00	811,544.00	803,784.00	7,760.00				En Orden
B8T862	GALLEGOS BONELLI MARCO ANTONIO	22/10/21	104,831.00	119,831.00	107,690.00	12,141.00				En Orden
B8W901	ACARO CARREÑO JUAN WILMER	06/08/21	773,230.00	788,230.00	773,230.00	15,000.00				En Orden
B9Q949	SIMON SEJEAT EDEN	24/08/21	760,283.00	775,283.00	760,283.00	15,000.00				En Orden
B9V795	PEREZ FERREYRA PEDRO FRANCISCO	02/10/21	713,830.00	728,830.00	720,897.00	7,933.00				En Orden
B9W784	ESTELA FERNANDEZ JOSE FELIX	25/10/21	703,409.00	718,409.00	708,802.00	9,607.00				En Orden
B9W785	VILLAMARES RAMOS MELCHOR JESUS	12/10/21	698,208.00	713,208.00	702,528.00	10,680.00				En Orden
B9X733	REBAZA PEREZ HENRY NELZON	04/10/21	658,383.00	673,383.00	666,372.00	6,991.00				En Orden
B9Y778	FLORES MENDOZA HIGINIO	12/10/21	608,852.00	623,852.00	610,494.00	13,358.00				En Orden
B9Y799	FLORES MENDOZA HIGINIO	14/07/21	718,329.00	733,329.00	721,190.00	12,139.00				En Orden

Anexo 8. Diagrama de flujo de mantenimiento preventivo

