

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Investigación

**Implementación de un nuevo sistema de frenos para
mejorar la disponibilidad en camiones de bajo perfil
de la empresa Doe Run Peru S. R. L. - Cobriza**

Jaime Jhony Galindo Taype
Primitivo Ramos Rivera
Gustavo Adolfo Simeon Cordova

Para optar el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Mecánica

Huancayo, 2020

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de investigación



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTOS

Se expresa el agradecimiento muy cordial a Dios que brinda la fuerza necesaria para sobrellevar momentos difíciles, haciendo posible la culminación del siguiente proyecto de investigación, para poder cumplir los objetivos planteados, de la misma manera lograr un avance importante en el desarrollo de profesional.

Al docente y asesor Ing. Miguel Ángel Córdova Solís, por ser nuestra guía, quien impartió sus diversas experiencias en el campo de la investigación, mediante la orientación y dando el soporte profesional en el desarrollo del proyecto de investigación.

A todos los compañeros de trabajo de la empresa minera DOE RUN PERU S.R.L.-unidad cobriza, que apoyaron profesionalmente y emocionalmente en el desarrollo del siguiente trabajo de investigación.

DEDICATORIA

A nuestros padres, por el apoyo incondicional, motivo de la perseverancia y logro de nuestras metas.

Al docente y asesor Miguel Ángel Solís por su asesoramiento para la elaboración de la tesis.

A todos los técnicos de mantenimiento por su aporte incondicional para la ejecución del proyecto.

Lista de Contenido

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA.....	iii
LISTA DE TABLAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	2
1.1 Planteamiento y formulación del problema	2
1.1.1 Planteamiento del problema	2
1.1.2 Formulación del problema	3
Problema General	3
Problemas Específicos	3
1.2 Objetivos de Investigación	4
1.2.1 Objetivo General.....	4
1.2.2 Objetivos Específicos	4
1.3 Justificación e Importancia	4
1.4 Hipótesis y descripción de Variables	5
1.4.1 Hipótesis General.....	5
1.4.2 Hipótesis Específicos.....	5
1.4.3 Descripción de Variables	5
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes del problema	7
2.1.1. A nivel internacional.....	7
2.1.2. A nivel Nacional	9
2.2. Bases teóricas	10
2.2.1. Sistema de frenos	10
2.2.2. Misión del sistema de freno	11
2.2.3. Funcionamiento en equipo pesado.....	11
2.2.4. Funcionamiento de Sistema de Frenos POSI-STOP	11

2.2.5.	Clasificación de los frenos	12
2.2.6.	Sistema de frenado antibloqueo ABS	12
2.2.7.	Componentes del sistema de frenos.....	12
2.3.	Definición de términos básicos	14
CAPÍTULO III	15
METODOLOGÍA.....		15
3.1	Métodos, y Alcance de la Investigación	15
3.2	Diseño de la Investigación	15
3.3	Población y Muestra	16
3.3.1	Población:	16
3.3.2	Muestra:.....	16
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.4.1	Técnicas.....	17
3.4.2	Instrumentos de recolección de datos	17
CAPÍTULO IV	18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		18
4.1.	Resultados del tratamiento y análisis de la información	18
4.1.1	Resultados antes de la implementación del nuevo sistema de frenos:	18
4.1.2	Resultados después de la implementación de un nuevo sistema de frenos.	19
4.1.3	Costo total de la implementación del proyecto en el equipo EPT-0598 camión articulado de bajo perfil	21
4.1.4	Encuesta de control:.....	21
4.2	Prueba de hipótesis	25
4.2.1	Hipótesis general	25
4.2.2	Hipótesis específica	26
4.3	Discusión de resultados	26
CONCLUSIONES.....		29
RECOMENDACIONES		30
Referencias Bibliográficas.....		31
ANEXOS		32

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de variables, sub variables e indicadores de la investigación..	5
Tabla 2: Camión articulado de bajo perfil antes de la implementación del nuevo sistema de frenos.	19
Tabla 3: Costos asociados al sistema de frenos de flota auxiliar antes de la implementación del nuevo tipo de sistema de frenos.	19
Tabla 4: Rendimiento operativo (disponibilidad) de flota auxiliar después de la implementación del nuevo sistema de freno.	20
Tabla 5: Costos de repuestos.	20
Tabla 6: Costos de componentes para la implementación del proyecto.	21
Tabla 7: Encuesta de control.	21
Tabla 8: Frecuencia de asistencia a taller.	22
Tabla 9: Disponibilidad para los trabajadores.	23
Tabla 10 Incremento de costos.	24
Tabla 11: Reducción de costos.	24
Tabla 12: Comparación de disponibilidades.	25
Tabla 13: Comparación del antes y después de costos de los componentes y repuestos del nuevo sistema de frenos.	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Disponibilidad de flota.....	2
Figura 2: Reporte del mes de la disponibilidad de camión de bajo perfil DUX.....	3
Figura 3: Esquema de circuitos de frenos de equipo pesado.	11
Figura 4: Reporte mensual de la disponibilidad de camión de bajo perfil DUX.....	18
Figura 5: Nivel de eficiencia del camión de bajo Perfil	22
Figura 6:Frecuencia de mantenimiento del nuevo sistema de Frenos.....	22
Figura 7: Mejora del Nuevo Sistema de Frenos	23
Figura 8: Costos de repuestos y mantenimiento del Nuevo Sistema de Frenos.....	24
Figura 9: Vida útil del Nuevo sistema de frenos	25

RESUMEN

Actualmente el país cuenta con gran reserva de minerales preciosos, que para su explotación se requiere de equipos que presenten la disponibilidad durante su operación. El uso continuo de este nuevo sistema de frenos genera calor, el cual debe ser controlado en todo momento, al depender de un sistema hidráulico, se requiere que el elemento principal (fluido hidráulico), permanezca en sus parámetros óptimos de funcionamiento, es decir se debe de controlar permanentemente la temperatura de funcionamiento.

En la empresa minera DOE RUN PERÚ Unidad Cobriza presentaba la **problemática** en la baja disponibilidad de la flota de camiones de bajo perfil, debido a las averías de sobrecalentamiento en sistema de frenos, afectando así la producción de la empresa y su estabilidad económica, por los gastos innecesarios. Por lo cual como técnicos de manteniendo de maquinaria pesada que motivó la intervención de los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en el centro de formación profesional y trazados como **objetivo** implementar un nuevo sistema de frenos para optimizar la disponibilidad operativa de los camiones. Para realizar la investigación se utilizó la **metodología** científico cuantitativo con el alcance correlacional, aplicado a la implementación experimental en el tipo pres experimental con una única muestra de medición, utilizando un tipo de muestreo no probabilístico por selección de cualquier equipo la flota con menor número de disponibilidad. Llegando a la **conclusión**, de que es importante definir los componentes del sistema de frenos que mejoran la eficiencia para tener una mayor disponibilidad de operatividad de los equipos camiones de bajo perfil con menores paradas de horas durante su metimiento y relación. Con la implementación de un nuevo sistema de frenos la empresa fue favorecida de forma positiva y esto conlleva a que se pueda implementar la forma general en todos los camiones de bajo perfil.

INTRODUCCIÓN

En el presente de trabajo de investigación “Implementación de un nuevo sistema de frenos para mejorar la disponibilidad en los camiones de bajo perfil de la empresa minera DOE RUN PERU S.R.L.-Unidad Cobriza, se discute el problema de una implementación de un nuevo sistema de frenos para mejorar la disponibilidad de los camiones de bajo perfil, la modificación de sistema de frenos POSI-STOP de camión minero de bajo perfil; se toma como referencia ese sistema para la elaboración del Nuevo Sistema de Frenos.

La estructura se conforma por 4 epígrafe denominados capítulos los cuales se detallan:

En el Capítulo I, denominado planteamiento del problema que permite conocer la naturaleza y dimensión del problema el cual permite elaborar el problema general y específicos, asimismo, los objetivos, la justificación, hipótesis de la investigación y la descripción de variables.

En el Capítulo II, se detalla el marco teórico son los antecedentes del problema tanto internacional como nacional, las bases teóricas sobre el sistema de frenos POSI-STOP de los componentes y funcionamiento de estos, y marco conceptual que se describe las definiciones técnicas, con la finalidad de tener holística acerca de la instalación de frenos POSI-STOP en las maquinarias pesadas de minería.

En el Capítulo III, denominado metodología aplicada durante el proceso de investigación, métodos y alcance que tendrá la investigación, a partir del análisis de la población existente en la empresa, en este caso el Pool de equipos camiones de bajo perfil que son tomados no probabilísticos de acuerdo a la baja disponibilidad registrada en la base de datos en línea de la empresa. Por último, se utilizó como instrumentos la ficha de registro de componentes, cartilla de servicio de mantenimiento y hojas de inspección.

En el Capítulo IV, se detallan los resultados y discusiones a través de figuras registradas de la empresa y análisis de encuestas con sus respectivos cuadros y figuras. Finalizando la investigación se realiza la comparación con los resultados obtenidos con los de los antecedentes.

Por último, se llegó a las conclusiones, de que la implementación de un sistema de frenos ha dado resultado positivamente mejorando la disponibilidad de los equipos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

1.1.1 Planteamiento del problema

La empresa DOE RUN PERU SRL en liquidación en marcha es una empresa dedicada a la extracción del mineral a través de un minado subterráneo que utiliza para su explotación diversas maquinarias pesadas entre los más importantes están los camiones y los cargadores de bajo perfil. A través de la administración del departamento de mantenimiento garantizan la disponibilidad de los equipos para el logro propuesto de la extracción del mineral durante la jornada del día. Actualmente los camiones de bajo perfil han disminuido su disponibilidad debido a las averías de sobrecalentamiento en sistema de frenos, afectando así la producción de la empresa y su estabilidad económica, por los gastos innecesarios; generando también la contaminación del medio ambiente.

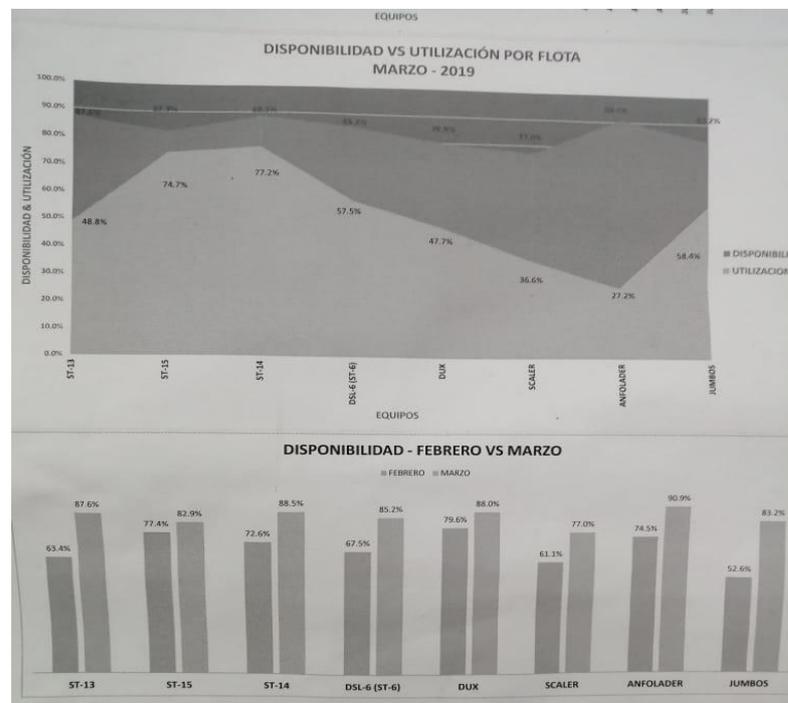


Figura 1: Disponibilidad de flota

FUENTE: Estadísticas en línea de la empresa DOE RUN PERU S.R.L.-COBRIZA.

En la figura 1 se observa la disponibilidad de la flota de camiones de bajo perfil no alcanza el objetivo límite que se maneja en la empresa DOE RUN PERU S.R.L.- COBRIZA que es del 90%.

Disponibilidad y Utilización Equipo - General											
DOE RUN PERU SRL											
Mar 01, 2019 - Mar 31, 2019 (x 24 Horas)											
Fleeta/Equipo	Horas Program.	Horas 100% Operativo	Horas Falla Mecanica	Horas Servicio Mantenimi	Horas Equipo Accident	Horas Inspeccion	Horas Semi Operativo	Horas Netas Trabajada	Horas Real Dispon	% Disponib	% Utilizacio n
JUMBOS HIDRAULICOS											
ATL-286	741.52	398.11	80.96	251.01	0.00	0.00	11.75	162.60	403.99	54.48	40.25
BRJ-289	741.52	333.30	152.20	246.17	0.00	0.00	10.15	125.14	338.38	45.63	36.98
Total Flota	1,483.04	731.41	233.16	497.18	0.00	0.00	21.90	287.74	742.36	50.06	38.76
SCOOPTRAM ST-13											
EPS-0866	741.52	411.32	85.97	215.10	0.00	0.00	0.00	185.50	411.32	55.47	45.10
Total Flota	741.52	411.32	85.97	215.10	0.00	0.00	0.00	185.50	411.32	55.47	45.10
TRACTOR DE LLANTAS											
TRAC 814 F	725.58	69.92	52.11	29.03	159.04	0.00	0.00	44.01	69.92	9.64	62.94
Total Flota	725.58	69.92	52.11	29.03	159.04	0.00	0.00	44.01	69.92	9.64	62.94
CARGADOR FRONTAL OPER											
EPL-0272	741.52	297.76	140.15	179.62	0.00	0.00	1.00	169.40	298.26	40.22	56.80
EPL-0273	725.58	102.25	8.31	55.94	0.00	0.00	0.00	62.09	102.25	14.09	60.72
EPL-0962	725.58	65.26	58.41	20.90	0.00	0.00	0.00	57.92	65.26	8.99	88.75
Total Flota	2,192.68	465.27	206.87	256.46	0.00	0.00	1.00	289.41	465.77	21.24	62.14
DUX											
EPT-0586	741.52	419.21	58.47	239.87	0.00	0.00	0.32	245.81	419.37	56.56	58.61
EPT-0587	741.52	0.00	47.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EPT-0591	741.52	368.00	103.74	207.85	0.00	0.00	7.97	225.63	371.99	50.17	60.66
EPT-0592	741.52	311.45	116.70	217.91	0.00	0.00	0.00	187.25	311.45	42.00	60.12
EPT-0594	741.52	445.68	36.66	259.48	0.00	0.00	0.00	265.83	445.68	60.10	59.65
EPT-0597	741.52	400.64	65.48	235.31	0.00	0.00	0.00	259.31	400.64	54.03	64.72
EPT-0598	741.52	349.89	158.75	184.33	0.00	0.00	0.00	224.72	349.89	47.19	64.23
Total Flota	5,190.64	2,294.87	587.66	1,344.75	0.00	0.00	8.29	1,408.55	2,299.02	44.29	61.27
MOTONIVELADORA											
EPK-00067624	725.58	116.89	167.47	58.46	0.00	0.00	0.00	24.33	116.89	16.11	20.81
EPK-0308	725.58	214.84	232.25	128.22	0.00	0.00	0.00	99.48	214.84	29.61	46.20

Figura 2: Reporte del mes de la disponibilidad de camión de bajo perfil DUX
FUENTE: Base de datos en línea de la empresa DOE RUN PERU S.R.L.-COBRIZA.

En la figura 2 se observa la disponibilidad de la flota de camiones de bajo perfil marca DUX ha disminuido en gran consideración al 44.29% del límite total del 90%.

1.1.2 Formulación del problema

Problema General

- ¿En qué medida la implementación de un nuevo sistema de frenos optimizará la disponibilidad de los camiones de bajo perfil de la empresa DOE RUN PERÚ S.R.L. – cobriza?

Problemas Específicos

- ¿En qué medida la implementación de un nuevo sistema de frenos mejorará la eficiencia en camiones de bajo perfil de la empresa DOE RUN PERÚ S.R.L. – cobriza?
- ¿En qué medida la implementación de un nuevo sistema de frenos mejorará la eficacia en camiones de bajo perfil de la empresa DOE RUN PERÚ S.R.L. – cobriza?

1.2 Objetivos de Investigación

1.2.1 Objetivo General

- Implementar un nuevo sistema de frenos que optimizará la disponibilidad operativa de los camiones de bajo perfil de la Empresa DOE RUN PERÚ S.R.L. – Cobriza.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Implementar un nuevo sistema de frenos para mejorar la eficiencia en camiones de bajo perfil de la Empresa DOE RUN PERÚ S.R.L. – Cobriza.
- Implementar un nuevo sistema de frenos para mejorar la eficacia en camiones de bajo perfil de la Empresa DOE RUN PERÚ S.R.L. – Cobriza.

1.3 Justificación e Importancia

Hoy en día los operadores de maquinarias no toman importancia del problema de que muchos camiones de bajo perfil llevan carga excesiva con tramos de recorrido muy largos y con pendientes muy pronunciadas que por tanto se necesitan un buen monitoreo para reducir la velocidad y detener el vehículo. Frente a ello existe una propuesta tecnológica de aplicar los conocimientos de la ingeniería mecánica de optimizar el frenado a través del remplazo de la bomba de freno, la válvula de carga y los demás componentes del sistema de frenos. Haciendo un acoplamiento de bomba de freno de caudal variable con su respectiva válvula auxiliar, ya que son los componentes que se consumen muy

a menudo de acuerdo a la experiencia de trabajo con estos equipos de camiones de bajo perfil.

También mejorar el sistema de refrigeración implementando un enfriador con su respectivo filtro de retorno y dispositivos electrónicos de protección de componentes, con indicadores de advertencia en el tablero de control del operador.

1.4 Hipótesis y descripción de Variables

1.4.1 Hipótesis General

- La Implementación de un nuevo sistema de frenos optimiza la disponibilidad de camiones de bajo perfil de la Empresa DOE RUN PERÚ S.R.L. – Cobriza, generando disponibilidad de operatividad.

1.4.2 Hipótesis Específicos

- La implementación de un nuevo sistema de frenos mejora la eficiencia en camiones de bajo perfil de la empresa DOE RUN PERÚ S.R.L. – cobriza
- La implementación de un nuevo sistema de frenos mejora la eficacia en camiones de bajo perfil de la empresa DOE RUN PERÚ S.R.L. – cobriza.

1.4.3 Descripción de Variables

La clasificación de las variables, sub variables e indicadores se pueden visualizar en la tabla 1.

Tabla 1:
Cuadro de variables, sub variables e indicadores de la investigación.

Variables	Sub Variables	Indicadores
Dependiente	<ul style="list-style-type: none">• Eficiencia	$= \frac{\textit{T tiempo invertido}}{\textit{T tiempo previsto}}$

Disponibilidad en camiones de bajo perfil.	<ul style="list-style-type: none"> • Eficacia 	$= \frac{\textit{Resultado alcanzado}}{\textit{Resultado previsto}}$
<p>Independiente</p> <p>Nuevo sistema de frenos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Presión del Sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variación de presión. • Variación de temperatura.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. A nivel internacional

“Implementación de un tablero didáctico de un sistema de frenado hidráulico con accionamiento manual, control de parada y presión de frenado electrónico, para el laboratorio de la escuela de ingeniería automotriz de la ESPOCH” tesis elabora por Shiguango Javier y Ángel Farinango en la Escuela Superior de Chimborazo Riobamba – Ecuador, año 2012.

Como objetivo principal plantearon implementar un sistema de frenado hidráulico accionado manualmente y el control de frenado y parada electrónica. Para la investigación utilizaron como material de prueba el fluido hidráulico tanto para la parte delantera y posterior del sistema de frenos, también se utilizó un sistema de pruebas de simulación del sistema de frenos y una vez obtenido los resultados se repartió en proporciones iguales para la lectura del nanómetro. (1)

“Los Materiales de Fricción y su Influencia en la Eficiencia de Frenado” Tesis presentado por Velastegui Carrillo Andres en la Universidad San Francisco de Quito en la ciudad de Quito en el año 2015.

Como objetivo principal fue analizar la seguridad activa del vehículo, que proporciona el sistema de frenos, basados en los discos húmedos de freno, los cuales facilitaron conocer los beneficios que les ofrecen estos y de qué manera influirá los discos húmedos de freno en la eficiencia de frenado, las cuales serán elemento clave de la seguridad del usuario. Para el proceso de la investigación utilizaron un automóvil brasileño y las características fueron un motor de 4 tiempos cada uno contaba con un cilindro el motor fue refrigerado por aire y líquido y la alimentación del combustible lo hicieron mediante la inyección.

Un resultado importante en la investigación fue que al utilizar las pastillas semimetálicas se pudieron distinguir una mayor fuerza y son más eficientes a comparación de otros materiales. (2)

“Adaptación de un Sistema de Frenos ABS a un Vehículo Fiat, para mejorar la seguridad del frenado” presentado por Ayala Luis y Vallejo Orbe Juan de la carrera de Mantenimiento Automotriz en la Universidad del Norte en la ciudad de Ibarra-Ecuador en el año 2011.

El objetivo planteado fue la adaptación de un Sistema de Frenos ABS a un vehículo Fiat 127, con el fin de aumentar la seguridad del frenado; en esta investigación el método de recolección de datos se realizó mediante la revisión bibliográfica y documentaria como: libros páginas web, revistas científicas, etc.; el nivel de fue Descriptiva, llegando a las siguientes conclusiones el modelo del sistema de frenos antibloqueo ABS permitió al vehículo Fiat estabilidad homogénea de la dirección durante el proceso de frenado de emergencia, debido a la sinergia entre los componentes electrónicos, mecánicos e hidráulicos.

Las conclusiones obtenidas de esta investigación son favorables ya que al final llegaron a entender el funcionamiento de un Sistema de Frenos ABS desde las señales recibidas hasta las señales enviadas. (3)

“Peritaje del Frenado en Automóviles” en la Universidad Central Marta Abregú en el año 2013 con el objetivo de recopilar toda la información posible relacionada con los frenos automotrices y el proceso de frenado del automóvil, llegando a la conclusión de que el sistema principal de los automóviles modernos está compuesto por frenos de tambora o bandas en las ruedas traseras y frenos de disco en las ruedas delanteras y en el proceso de frenado se debe garantizar que las ruedas no se bloqueen pues aparecería el fenómeno conocido como derrape, que provoca una mayor distancia de detención y al mismo tiempo se pierde el control sobre la trayectoria del automóvil. (4)

“Monitoreo de Sistema de Frenos, para la optimización de los periodos de mantenimiento, mediante la implementación de un Sistema Electrónico, para un Vehículo Volkswagen Gol G3” en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca en el año 2013

Plantearon como objetivo optimizar el mantenimiento del sistema de frenos, llegando a la siguiente conclusión de que los datos obtenidos mediante el sistema de monitoreo implementado en el vehículo, sirvieron para diagnosticar el estado del sistema de frenos. También fueron analizados, para poder determinar con exactitud los próximos periodos de mantenimiento. Para en proceso de la investigación utilizaron un software para poder modelar e interpretar los datos, con la ayuda de algunos sensores y esto ayudo a diagnosticar los próximos periodos para hacer mantenimiento. (5)

2.1.2. A nivel Nacional

“Manual didáctico PAHI y aprendizaje del acoplamiento de bombas auxiliares de freno en estudiantes de las instituciones educativas técnicas de la Provincia de Tarma” tesis presentado por Hinostroza Zevallos Lourdes y Paucar Quispe Lisseth de la carrera de Mecánica Automotriz en la Universidad Nacional Centro del Perú en el año 2014.

Plantearon el objetivo determinar su nivel actividad del manual PAHI para el aprendizaje para el montaje de bombas auxiliares de freno. Por el problema planteado de desconocimiento del montaje de las bombas auxiliares de freno de los diferentes talleres lográndose así llegar a un resultado de elaborar un manual de didáctico PAHI que resume en forma teórica y práctica del montaje de las bombas de freno. (6)

Carbajal Tacanga Pedro plantea el objetivo de ***“Establecer un plan de mantenimiento Preventivo para la Flota Vehicular de la Empresa de Transporte El Dorado S.A.C.”*** en la Universidad de Trujillo, debido al problema los mantenimientos y los gatos que puede generar al realizar estos y el sistema de frenados es más propenso a las fallas. Para el proceso de la investigación utilizaron el análisis de Pareto ya que le

permitió obtener toda la información y ver qué sistema genera más fallas y la cual necesita seguimiento continuo. Como resultado final llegó a que el 20% de los sistemas que requieren de una acción inmediata son principalmente el motor y el sistema de frenos, esto por causa del mas manteniendo. (7)

Cantorin Benites, Rafael Anthony en su tesis ***“Freno Regenerativo en la eficiencia energética de Vehículos Híbridos utilizados en Lima Metropolitana”*** de la Universidad del centro del Perú. Plantea el objetivo “Caracterizar el uso del freno regenerativo en la eficiencia energética de vehículos híbridos utilizados en Lima Metropolitana” debido al problema que no existe suficiente información del funcionamiento del automóvil en el uso del freno regenerativo. Llegando al resultado de caracterizar el uso de freno regenerativo en la eficiencia de energía de automotores híbridos que circulan en la ciudad de Lima. (8)

2.2. Bases teóricas

En el siguiente trabajo de investigación se ha definido las bases teóricas de diferentes autores.

2.2.1. Sistema de frenos

El sistema de frenos de los equipos pesados permite al operador disminuir la velocidad y detener al equipo, esto es posible gracias a la interacción de componentes electrónicos, mecánico e hidráulicos de manera modulada o en una distancia lo más corto posible. (9)

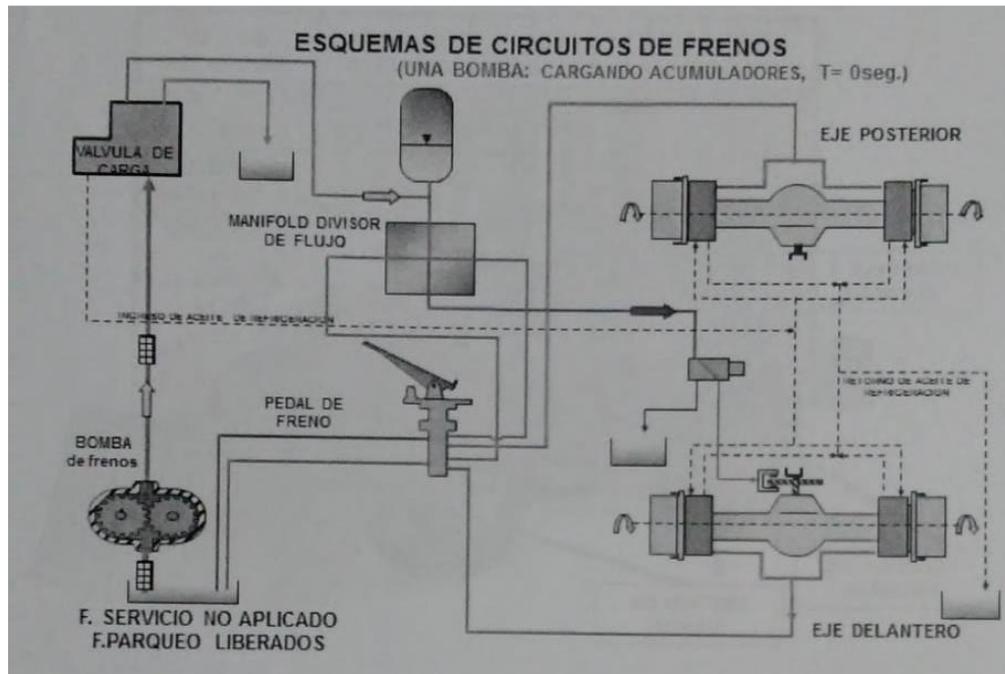


Figura 3: Esquema de circuitos de frenos de equipo pesado.

2.2.2. Misión del sistema de freno

“La misión del sistema de frenado es la de crear una fuerza regulada para reducir la velocidad o para detener un vehículo en movimiento, así como para tenerlo estacionado”. (1)

2.2.3. Funcionamiento en equipo pesado

Los sistemas de freno de las maquinarias pesado son presurizados, una vez se encienda el motor diésel. La bomba hidráulica de frenos alimenta a todos los componentes con fluido y presurizan los acumuladores. El tiempo que demora cargarse los acumuladores se llama “ciclo de carga” con duración de 6 a 12 segundos aproximados. Garantizando el control de frenos a través del accionamiento del pedal.

2.2.4. Funcionamiento de Sistema de Frenos POSI-STOP

El sistema de frenos POSI STOP trabaja con fluido hidráulico, que para su liberación requiere la conmutación de presión hidráulica y actuada por

resorte para su frenado. Inicia en la bomba de freno; creando presión variable mayor a 1500PSI, para luego cargar los acumuladores de freno para tener el control del equipo.

2.2.5. Clasificación de los frenos

De acuerdo al tipo de chasis y accionamiento: “Para equipos sobre ruedas (de chasis articulado y chasis rígido)”. (10)

De acuerdo al Tipo de fluido utilizado:

- Hidráulico
- Mixto (Hidráulicos y Neumáticos)

2.2.6. Sistema de frenado antibloqueo ABS

“Estos sistemas usan sensores de velocidad de la rueda, válvulas modeladoras del ABS y una Unidad de Control Electrónica (ECU) para controlar ya sea cuatro o seis ruedas a más ruedas del vehículo”. (7)

2.2.7. Componentes del sistema de frenos

- **Tanque hidráulico**

“El tanque hidráulico está localizado al lado derecho del camión. El tanque hidráulico consta de tres secciones”. (11)

Las tres secciones del tanque son:

- Actuación de freno Levante y refrigeración del freno.
- Dirección y Fan.

- **Bomba para Sistema de Frenos**

Su finalidad es proporcionar flujo de aceite en todo el sistema, permitiendo el funcionamiento correcto del sistema de frenos, también como refrigerante de los discos (frenos húmedos) y pilotaje de los acumuladores, si estos están cargados. La estructura de este tipo de bombas son del tipo engranajes en su mayoría, pero también existen los del tipo de pistones axiales. (12)

- **Válvula de carga**

La válvula de carga se conforma por un bloque de aluminio que se comunica con múltiples conductos internos, los cuales tienen diversas válvulas del tipo cartucho. El objetivo es permitir al acumulador cargarse, se encuentra conectado con la línea prioritaria (de frenos). Cuando este ya sido cargado se reparte el aceite a una línea auxiliar, se diferencia del mico por tener salidas diferentes en las líneas de dirección, pilotos y carga de acumuladores.

- **Acumulador de freno**

Contenedor metálico integrado con una vejiga interior que se divide en dos secciones de cámaras: la primera, contiene nitrógeno y el segundo con aceite presurizado. Su funcionamiento es mediante la presurización del gas nitrógeno, que por la presión constante del circuito de frenos y/o dirección está llega a garantizar el control de frenado. La presión de precarga del nitrógeno es de 33% a 50% de la presión hidráulica. El nitrógeno del acumulador es el que presuriza en forma estable el sistema de freno, aunque el pedal este suelto hay siempre aceite hidráulico presurizado regulado entre los rangos de presiones, denominado presión mínima o presión máxima. (10)

- **Enfriador Hidráulico**

El radiador o intercambiador de calor, realiza el enfriamiento del fluido hidráulico, mediante un proceso conectivo, utiliza aire impulsado por un ventilador de paletas, el flujo de aire adecuado deberá estar en el orden de 4 metros/ segundo, con una temperatura aceptable como máximo de 30° Celsius.

- **Switch de baja presión**

En línea hidráulica de alta presión, se instala un switch que indica baja presión, a su vez está instalado en serie con un switch de temperatura, su función es brindar alertas al operador, advierte de anomalías en temperatura alta o baja presión del aceite hidráulico.

2.3. Definición de términos básicos

En el siguiente trabajo de investigación se han definido los términos básicos:

- **Acumulador de freno:** Recipiente que contiene un fluido a presión. (13)
- **Actuador de freno:** Dispositivo que transforma la energía hidráulica en energía mecánica, un motor o un cilindro. (13)
- **Presión:** Fuerza aplicada sobre una sección transversal. Su unidad es el PSI. Es creada por la restricción al flujo. La presión en un punto es la misma en todos los demás. (13)
- **Presostatos:** Es un componente de compuerta de circuito eléctrico que abre o cierra el paso de fluido. Dependiendo de la lectura de presión de un fluido. (14)
- **Sistema de freno:** “Conjunto de componentes sincronizados que intervienen en el frenado y que tienen por servicio reducir o anular progresivamente la velocidad del vehículo, estabilizar esta velocidad o mantener el vehículo parqueado si se encuentra detenido”. (15)
- **Freno de parqueo:** evita que un equipo detenido se deslice aun en una pendiente. Es accionado por el operador por medio de un botón o palanca el cual activa una electroválvula. (16)
- **Freno de Servicio:** permite disminuir la velocidad del equipo en forma gradual, es accionado por medio de un pedal de freno de acción progresiva. El operador controla este pedal por medio del pie. (16)
- **Frenos POSI STOP:** Los frenos POSI STOP son los de discos húmedos, liberados por la presión hidráulica y accionados por resortes. (16)
- **PAHI:** Manual didáctico para de procedimientos teórico y práctico de montaje de bomba de frenos auxiliar. (6)
- **Válvula de carga:** Componente del sistema de frenos que mantiene presurizado los acumuladores de freno para la actuación rápida y eficiente en el proceso de frenado. (16)
- **Bomba de freno hidráulico:** Componente que se encarga de generar caudal al líquido de frenos dentro del circuito. (16)
- **Frenos ABS:** El “sistema antibloqueo de frenos (ABS), es un sistema de frenado que evita que las ruedas se bloqueen y patinen al frenar”.
- **Manómetro:** “Instrumento para medir la presión de los fluidos”. (16)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Métodos, y Alcance de la Investigación

- **Método de la investigación:** Método científico cuantitativo

La presente investigación usa el método científico cuantitativo, porque la realidad existente es el problema de baja disponibilidad de camiones de bajo perfil de la empresa minera DOE RUN PERU S.R.L.- Cobriza. Situación que conlleva a mejorarlos buscando una propuesta como profesionales de este rubro; con el fin de mejorar la disponibilidad de los camiones de bajo perfil de la empresa DOE RUN PERU S.R.L.

- **Alcance de la investigación:** Correlacional

El trabajo que se realiza consiste en tomar especificaciones técnicas del sistema de frenos que son el objeto de investigación. Para poder realizar la implementación de un nuevo tipo de sistema de frenos que es más confiable y que genera menor efectos secundarios, la implementación se realizará en los camiones de bajo perfil que registran menor disponibilidad en la flota de la unidad minera DOE RUN PERU S.R.L. unidad obriza.

Para este actual trabajo de investigación se definió conocer la relación existente entre las variables en estudio; siendo la variable independiente el “Nuevo sistema de frenos”, que tiene un efecto de contrarrestar en la variable dependiente que es “Mejorar la disponibilidad de camiones de bajo perfil”. (17)

3.2 Diseño de la Investigación

El fenómeno se analizará en el contexto del trabajo para la implementación de un nuevo sistema de frenos para posteriormente ejecutarlo hacer comparaciones de los resultados obtenidos con los anteriores en lo relacionado a la disponibilidad de acuerdo a la hipótesis planteada. Y se trabajará con el diseño experimental.

Dentro del diseño experimental se encuentra el tipo pre experimental, que según Roberto Sampieri lo define como: “Diseño de un solo grupo cuyo grado de control es mínimo. Generalmente es útil como un primer acercamiento al problema de investigación en la realidad.” (17)

La siguiente investigación es ubicada en el tipo pre experimental, porque se ejecutó el experimento a un solo equipo de la flota de maquinarias de camiones de bajo perfil.

En el diseño pre experimental se encuentra el diseño de estudio de caso con una sola medición. “Consiste en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición de una o más variables para observar cuál es el nivel del grupo en éstas.” (17)

Para esta investigación se trabajó con una sola medición, porque después de aplicar a un solo equipo con baja disponibilidad por averías de sistema de frenos, se realizó una única medición de las variables dependientes; con la ayuda de la técnicas y herramientas de recolección de datos.

3.3 Población y Muestra

La población para analizar se encuentra conformado por la unidad de equipos pesados de acarreo de mineral de camiones de bajo perfil de la unidad minera DOE RUN PERU S.R.L. unidad cobriza.

3.3.1 Población:

Comprende la flota total de 8 equipos pesados de acarreo de mineral que son los camiones de bajo perfil de la unidad minera DOE RUN PERU S.R.L. unidad cobriza.

3.3.2 Muestra:

Corresponde a una muestra no probabilística, puesto que se eligen 8 equipos pesados del total de 8. En base a la formula aplicada se determina el tamaño de muestra, de equipos con mayor problema del sistema de frenos. Para ser implementado un nuevo sistema de frenos de acuerdo a su disponibilidad.

La razón de haber considerado los equipos pesados de bajo perfil con mayor problema del sistema de frenos es por los siguientes motivos:

Limitación del componente: Cada componente del sistema de frenos tiene un precio considerablemente elevado para adquirir para toda la flota.

Limitación del tiempo: El tiempo de 8 semanas es muy corto para desarrollar la implementación del nuevo sistema de frenos, ya que su desarrollo para toda la flota no cubre.

Limitación de acceso a toda la flota de camiones de bajo perfil: debido a las operaciones los camiones de bajo perfil se encuentran distribuidos en diferentes zonas de producción.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas

Para la realización del siguiente trabajo se emplea las técnicas del análisis documental y la observación.

“La observación consiste en el registro sistemático, válido y confiable del comportamiento o conducta manifiesta. Puede utilizarse como instrumento de medición en muy diversas circunstancias. [...]” (17)

La técnica fue específicamente para el registro de camiones de bajo perfil con problemas del sistema de frenos, medidos por su eficiencia y su eficacia.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

En el siguiente estudio, para la recolección de datos sobre las variables se empleó los siguientes instrumentos:

Ficha de registro de cambio de componentes: Contiene registro de cambio de componentes del sistema de frenos.

Control de mantenimiento: cartilla que contiene el servicio de mantenimiento de acuerdo a horas de trabajo de la maquina

Hoja de inspección: Contiene inspección detallada para el mantenimiento.

Base de datos: Registra la disponibilidad de los equipos durante el mes.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

En este presente capítulo se dan a conocer los resultados del tratamiento, organizados y estructurados en tablas e ilustrados en figuras; con sus respectivos análisis e interpretación de resultados. La implementación de un nuevo sistema de frenos para mejorar el rendimiento operativo (disponibilidad) en camiones de bajo perfil de la empresa DOE RUN PERU S.R.L.- COBRIZA.

4.1.1 Resultados antes de la implementación del nuevo sistema de frenos:

Formula usada para calcular la del rendimiento operativo - disponibilidad

$$D.M = \frac{T_T - (T_{PR} + T_P)}{T_T}$$

Donde:

- $D.M$ = Disponibilidad Mecánica
- T_T = Tiempo Total = 741.52 Hrs.
- T_{PR} = Tiempo Programado =
- T_P = Tiempo Parada

DOE RUN PERU Disponibilidad y Utilizacion Equipo - General											
DOE RUN PERU SRL											
Mar 01, 2019 - Mar 31, 2019 (x 24 Horas)											
Folra/Equipo	Horas Program.	Horas 100% Operativo	Horas Falls Mecanica	Horas Servicio Manenim	Horas Equipo Accident	Horas Inspeccion	Horas Semi Operativo	Horas Netas Trabajada	Horas Real Dispon	% Disponib	% Utilizac i
JUMBOS HIDRAULICOS											
ATL-286	741.52	398.11	80.96	251.01	0.00	0.00	11.75	162.60	403.99	54.46	40.25
BRJ-289	741.52	333.30	152.20	246.17	0.00	0.00	10.15	125.14	338.38	45.63	36.96
Total Flota	1,483.04	731.41	233.16	497.18	0.00	0.00	21.90	287.74	742.36	50.06	38.76
SCOOPTRAM ST-13											
EPS-0866	741.52	411.32	85.97	215.10	0.00	0.00	0.00	185.50	411.32	55.47	45.10
Total Flota	741.52	411.32	85.97	215.10	0.00	0.00	0.00	185.50	411.32	55.47	45.10
TRACTOR DE LLANTAS											
TRAC 814 F	725.58	69.92	52.11	29.03	159.04	0.00	0.00	44.01	69.92	9.64	62.94
Total Flota	725.58	69.92	52.11	29.03	159.04	0.00	0.00	44.01	69.92	9.64	62.94
CARGADOR FRONTAL OPER											
EPL-0272	741.52	297.76	140.15	179.62	0.00	0.00	1.00	169.40	298.26	40.22	56.80
EPL-0273	725.58	102.25	8.31	55.94	0.00	0.00	0.00	62.09	102.25	14.09	60.72
EPL-0962	725.58	65.26	58.41	20.90	0.00	0.00	0.00	57.92	65.26	8.99	68.75
Total Flota	2,192.68	465.27	206.87	256.46	0.00	0.00	1.00	289.41	465.77	21.24	62.14
DUX											
EPT-0586	741.52	419.21	58.47	239.87	0.00	0.00	0.32	245.81	419.37	56.56	58.61
EPT-0587	741.52	0.00	47.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EPT-0591	741.52	368.00	103.74	207.85	0.00	0.00	7.97	225.63	371.99	50.17	60.66
EPT-0592	741.52	311.45	116.70	217.91	0.00	0.00	0.00	187.25	311.45	42.00	60.12
EPT-0594	741.52	445.68	36.66	259.48	0.00	0.00	0.00	265.83	445.68	60.10	59.85
EPT-0597	741.52	400.64	65.48	235.31	0.00	0.00	0.00	259.31	400.84	54.03	64.72
EPT-0598	741.52	349.89	158.75	184.33	0.00	0.00	0.00	224.72	349.89	47.19	64.23
Total Flota	5,190.64	2,294.87	587.66	1,344.75	0.00	0.00	8.29	1,408.55	2,299.02	44.29	61.27
MOTONIVELADORA											
EPK-00067624	725.58	116.89	167.47	58.46	0.00	0.00	0.00	24.33	116.89	16.11	20.81
EPK-0308	725.58	214.84	232.25	128.22	0.00	0.00	0.00	99.48	214.84	29.61	46.30

Figura 4: Reporte mensual de la disponibilidad de camión de bajo perfil DUX

Tabla 2:
Camión articulado de bajo perfil antes de la implementación del nuevo sistema de frenos.

EQUIPO DUX	DISPONIBILIDAD
EPT-0598	47,19 %

FUENTE: Estadísticas en línea de la empresa DOE RUN PERU S.R.L.-COBRIZA. Mes de marzo 2019.

Tabla 3:
Costos asociados al sistema de frenos de flota auxiliar antes de la implementación del nuevo tipo de sistema de frenos.

		Costos en repuestos asociados a frenos del año 2018						
	DUX	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	SUB TOTALES
1	586	1184	4269	1268	3235	57	4254	14267
2	591	272	8788	9267	6542	398	421	25688
3	592	732	0	1094	1744	1191	4327	9088
4	594	2374	1827	1583	9810	84	1687	17365
5	597	1781	2454	318	1765	1025	120	7463
6	598	1366	3268	7983	13306	5942	4509	36374
Costos totales del año 2018(en \$)								110245

FUENTE: Base de datos en línea de la empresa DOE RUN PERU S.R.L.-COBRIZA.

De la tabla se aprecia que los costos totales de los meses de marzo hasta agosto son de \$. 110245, Además 02 equipos de flota de camiones articulados de bajo perfil no aparecen en el registro, debido a ser dado ya de baja por el problema de los frenos.

4.1.2 Resultados después de la implementación de un nuevo sistema de frenos.

Formula usada para calcular la disponibilidad.

$$D.M = \frac{T_T - (T_{PR} + T_P)}{T_T}$$

Donde:

- $D.M$ = Disponibilidad Mecánica
- T_T = Tiempo Total = 741.52Hrs.
- T_{PR} = Tiempo Programado
- T_P = Tiempo Parada

Tabla 4:
Rendimiento operativo (disponibilidad) de flota auxiliar después de la implementación del nuevo sistema de freno.

EQUIPO DUX	DISPONIBILIDAD
EPT-0598	70,19 %

FUENTE: Estadísticas en línea de la empresa DOE RUN PERU S.R.L.-COBRIZA-
Mes de noviembre 2019.

Tabla 5:
Costos de repuestos

Costos en repuestos asociados a frenos 2019								
	DUX	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	SUB TOTALES
1	586	201	1905	7200	2073	2433	2530	16342
2	591	1154	3485	1414	4713	2800	143	13709
3	592	4562	1239	3645	1752	3840	345	15383
4	594	1840	1130	1866	3864	3040	1200	12940
5	597	900	686	928	862	620	320	4316
6	598	20	178	130	46	8	13	395
Costos totales del año 2018(en \$)								63085

FUENTE: Base de datos en línea de la empresa DOE RUN PERU S.R.L.-COBRIZA.

De la tabla se aprecia que los costos totales de los meses de marzo hasta agosto son de \$ 63085, se nota considerablemente que el equipo 598, implementado el nuevo tipo de sistema de frenos. Ha optimizado los recursos de consumo de componentes y por ende también ha mejorado su disponibilidad.

4.1.3 Costo total de la implementación del proyecto en el equipo EPT-0598 camión articulado de bajo perfil

La implementación de nuevo tipo de sistema de frenos en el camión 598 equipo articulado de bajo perfil, ha requerido la inversión de una suma severamente normal que el costo que a continuación detallo:

Tabla 6:
Costos de componentes para la implementación del proyecto.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	COSTO \$
1	Enfriador hidráulico	4634
2	Bomba de freno de caudal variable fijado - Usado	
3	Mangueras hidráulicas	3000
4	Elementos eléctricos de control	1000
TOTAL		8634

FUENTE: Elaboración propia

4.1.4 Encuesta de control:

El Trabajo realizado para el análisis si la implementación de un nuevo sistema de frenos influye de manera positiva en la disponibilidad de camiones de bajo perfil en la empresa DOE RUN PERÚ S.R.L.- Cobriza, se llevó a cabo una encuesta aplicado a los operadores, jefe de mantenimiento, mecánicos y logística debido a la implementación de un nuevo sistema de freno al camión de bajo perfil DUX- EPT-598, debido al costo, beneficio y optimización en la producción en la empresa DOE RUN PERÚ S.R.L.- Cobriza.

Tabla 7:
Encuesta de control.

AUMENTADO	DISMINUYO	NO SABE
7	0	1

Cantidad de encuestados: 8 trabajadores

1.- ¿La eficiencia del camión bajo perfil DUX EPT-598?

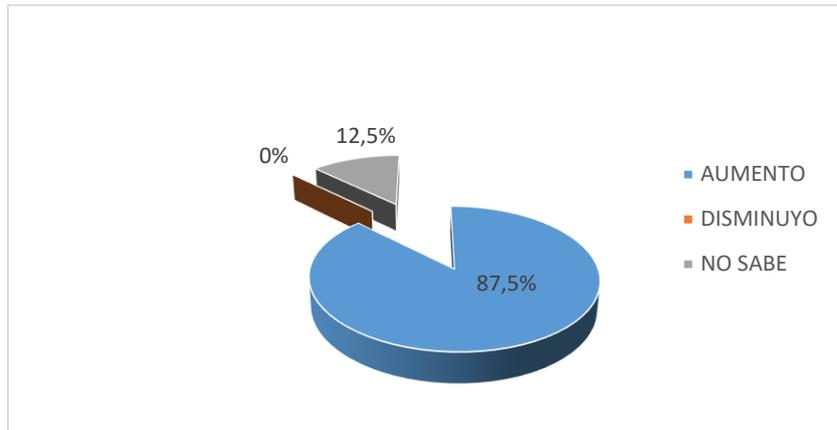


Figura 5: nivel de eficiencia del camión de bajo Perfil
Fuente: propia

En la gráfica de la tabla N°5, se observa que 87,5% de los encuestados dicen que la eficiencia del camión de bajo perfil EPT-598 ha aumentado.

2.- ¿Con que frecuencia vas al taller de mantenimiento con este nuevo sistema de frenos?

Tabla 8:
Frecuencia de asistencia a taller.

Raras veces	Siempre	En las inspección del equipo
2	0	6

Fuente: elaboración propia

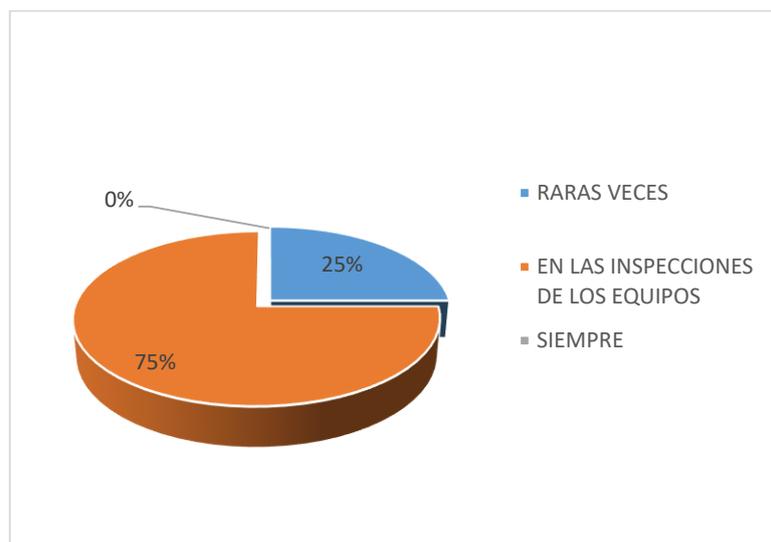


Figura 6:Frecuencia de mantenimiento del nuevo sistema de Frenos
Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica de la tabla de frecuencia N°6, se observa que 75% de los encuestados mencionan que solo en las inspecciones de los equipos acuden con frecuencia al taller de mantenimiento con este nuevo sistema de frenos del camión de bajo perfil EPT-598.

3.- ¿Ha mejorado la disponibilidad para los trabajos con este nuevo sistema de freno?

*Tabla 9:
Disponibilidad para los trabajadores.*

Si	no	No se sabe
7	0	1

Fuente: elaboración propia

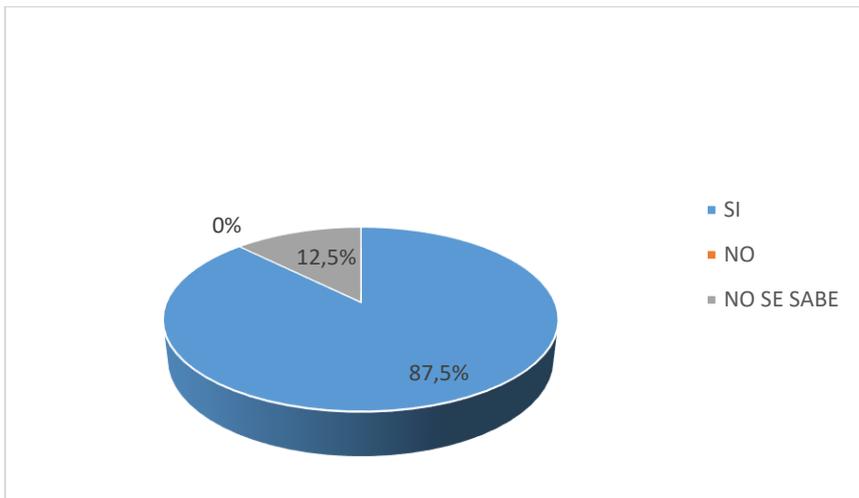


Figura 7: Mejora del Nuevo Sistema de Frenos
Fuente: propia

En la gráfica se aprecia que 87,5% de los encuestados dicen que si ha mejorado la disponibilidad para los trabajos con este nuevo sistema de frenos en el camión de bajo perfil EPT-598.

4.- ¿En el camión de bajo perfil DUX EPT-598 donde se implementó el nuevo sistema de freno las reparaciones o mantenimiento de su sistema de frenos respecto a fallas?

Tabla 10
Incremento de costos.

Se incrementó el costo mantenimiento y repuestos	Se redujo el costo de mantenimiento y repuestos	No sabe
1	5	2

Fuente: elaboración propia

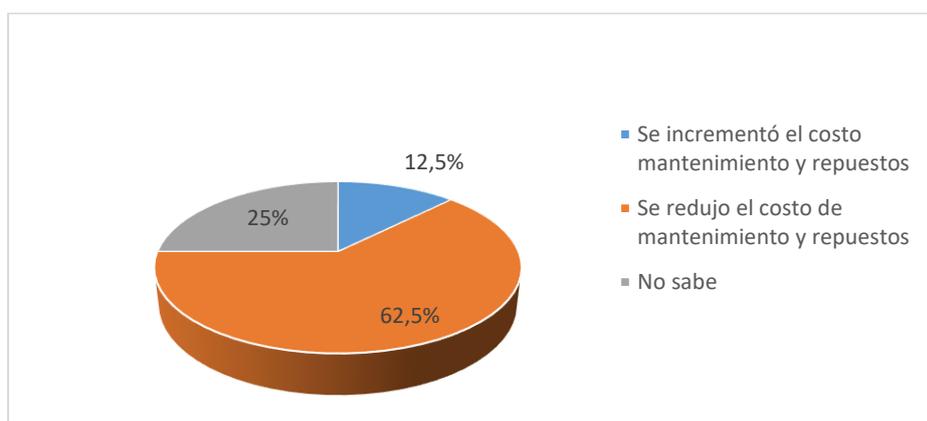


Figura 8: Costos de repuestos y mantenimiento del Nuevo Sistema de Frenos
Fuente: elaboración propia

En la gráfica de la tabla de frecuencia N°7, se evidencia que 62,5% de los encuestados dicen que se redujo el costo de mantenimiento en el camión de bajo perfil EPT-598.

5.- ¿La vida útil con este nuevo sistema de frenos es?

Tabla 11:
Reducción de costos.

optima	Deficiente	No sabe
6	1	1

Fuente: elaboración propia

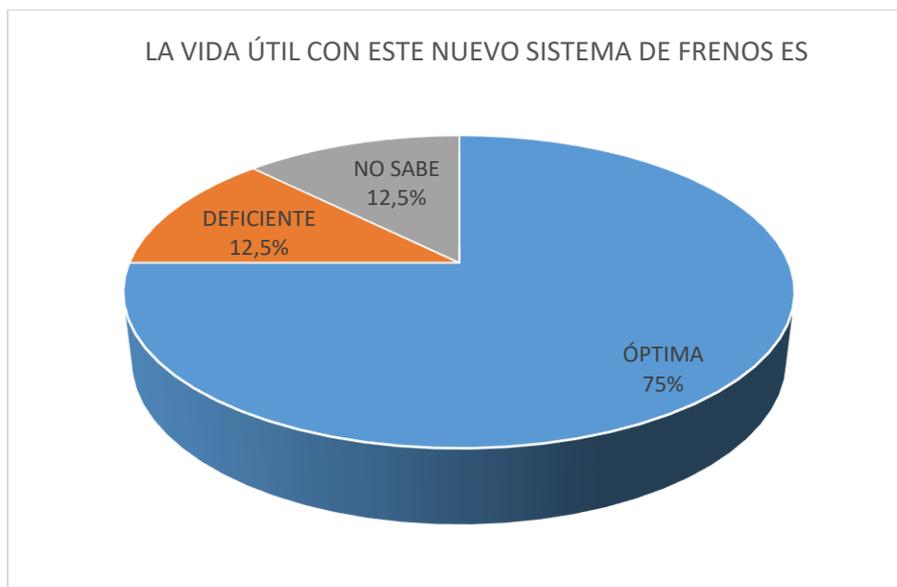


Figura 9: Vida útil del Nuevo sistema de frenos
Fuente: elaboración propia

En la gráfica de la tabla de frecuencia N°8, se aprecia que 75% de los encuestados dicen que es óptima la vida útil con este nuevo sistema en el camión de bajo perfil EPT-598.

4.2 Prueba de hipótesis

4.2.1 Hipótesis general

La Implementación de un nuevo sistema de frenos optimiza el rendimiento de camiones de bajo perfil de la Empresa DOE RUN PERÚ S.R.L. – Cobriza, generando disponibilidad de operatividad.

TABLA N° 12: Comparación del antes y después de la implementación del nuevo sistema de frenos Rendimiento operativo (disponibilidad) de flota auxiliar.

Tabla 12:
Comparación de disponibilidades.

Equipo DUX	Disponibilidad antes	Disponibilidad después	Δ disponibilidad
EPT-0598	0.4719	0.7023	0.2304
INCREMENTO DE DISPONIBILIDAD			0.2304

FUENTE: Elaboración propia

En el siguiente cuadro se presenta el resumen de Rendimiento operativo (disponibilidad) mecánica antes y después de la implementación del nuevo sistema de freno, alcanzado en la investigación en el equipo EPT-0598, en donde hay un incremento del 23,04% en el Rendimiento operativo (disponibilidad).

En base a lo descrito se concluye que la hipótesis es verdadera, que La Implementación de un nuevo sistema de frenos optimiza el rendimiento de camiones de bajo perfil de la Empresa DOE RUN PERÚ S.R.L. – Cobriza, generando disponibilidad de operatividad.

4.2.2 Hipótesis específica

Los componentes del sistema de frenos optimizan el rendimiento de los camiones de bajo perfil de la Empresa DOE RUN PERÚ S.R.L. – Cobriza.

Tabla 13:
Comparación del antes y después de costos de los componentes y repuestos del nuevo sistema de frenos.

Antes de la implementación - Costos total del año 2018	\$ 110245
Después de la implementación - Costo total del año 2019	\$ 63085
Reducción de costos	\$ 47160

Fuente: elaboración propia

El nuevo sistema de frenos reduce los costos de repuestos en un 74.76% a comparación del año 2018.

En base a lo descrito se concluye que la hipótesis específica es verdadera, que los componentes de frenos optimizan el rendimiento de los camiones de bajo perfil de la Empresa DOE RUN PERÚ S.R.L. – Cobriza, reduciendo los costos de los componentes y repuestos.

4.3 Discusión de resultados

Cuando se trata de equipos de alta producción en minería el incremento ligero del rendimiento operativo (disponibilidad). Es consecuencia del nuevo sistema de frenos instalado en el camión de bajo perfil DUX EPT-0598 y esto implica mayor producción empleando los mismos recursos.

- **Discusión de resultados 1:**

En el presente apartado se compara la variación de los indicadores en los camiones de bajo perfil, productos de la implementación del nuevo sistema de frenos en la empresa DOE RUN PERÚ S.R.L.- Cobriza en consecuencia de la intervención metodológica.

Llegando a la conclusión que tienen algún parecido con la tesis **“Adaptación de un Sistema de Frenos ABS a un Vehículo Fiat, para mejorar la seguridad del frenado”** presentado por Ayala Luis y Vallejo Orbe Juan de la carrera de Mantenimiento Automotriz en la Universidad Técnica del Norte en la ciudad de Ibarra-Ecuador en el año 2011. (3)

El autor concluye, la adaptación del Sistema de Frenos ABS al automóvil Fiat 127, mejora la seguridad del frenado. Con respecto a esta investigación la implementación de un nuevo tipo de sistema de frenos es muy parecida a su contenido de su tesis. Solo que, en el contenido de sus tesis el sistema de frenado es por presión de hidráulica; en cambio el desarrollo de nosotros el sistema de frenado es por corte de presión hidráulica (presión 0.)

- **Discusión de resultados 2:**

Se acepta y valida la hipótesis general debido a una recopilación de datos de una encuesta que se hizo a los operadores, jefe de mantenimiento, logística y datos estadísticos donde se mencionan una mejoría de la eficiencia y eficiencia del funcionamiento del equipo de bajo perfil DUX EPT-0598 referente al trabajo que se realizó de la implementación de un nuevo sistema de frenos, que mejoró la disponibilidad en el camión de bajo perfil de la unidad de la empresa DOE RUN PERÚ S.R.L.-Cobriza.

Estos resultados de eficiencia guardan relación con los nuevos sistemas de frenos que vienen ahora ya en los equipos de bajo perfil de las empresas Caterpillar y Atlas Copto como son los frenos SAHR, frenos tipo multidisco activados por resorte y liberados por aceite, dentro del mando final. Frenos que cumplen la misma función de frenado del equipo de bajo perfil EPT-0598 modificado. Donde tienen también productividad y vida útil del sistema de frenos igual de acorde al estudio que se ha implementado en el equipo de bajo perfil EPT-0598.

- **Discusión de resultados 3:**

Pero en lo que no concuerda el estudio referente a estos sistemas de frenos de las empresas ya mencionadas es en el costo de mantenimiento y costo del sistema de frenos, el sistema de frenos implementado es más económico que el freno SAHR debido a una reutilización de componente en la modificación del freno que se hizo al equipo EPT-0598.

CONCLUSIONES

- En esta tesis se desarrolló e implemento un nuevo sistema de frenos que optimizo la disponibilidad operativa de camiones de bajo perfil en la empresa DOE RUN PERÚ S.R.L.- Cobriza.
- En el proceso de desarrollo del trabajo realizado en la empresa DOE RUN PERÚ S.R.L.- Cobriza. Se definió los componentes implementados que se hizo en el camión de bajo perfil con adaptaciones de la bomba de frenos de caudal variable, válvula auxiliar de carga, enfriador hidráulico, manómetro independiente del sistema de carga. Lo que se consiguió optimizar la eficiencia del equipo para su funcionamiento en comparación con los otros equipos no implementados.
- La investigación realizada del nuevo sistema de frenos en el camión de bajo perfil DUX EPT-598, se obtuvo una mejora de la operatividad del equipo como menos horas de mantenimiento en los talleres, menos horas de parada no programadas de mantenimiento, mayor rendimiento de producción del equipo, se redujo el costo de componentes y reparación del sistema de frenos implementado.
- Con la implementación del nuevo sistema de frenos la empresa fue favorecida de forma positiva y esto conlleva a que se pueda implementar de forma general en todos los camiones de bajo perfil.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda desarrollar más investigaciones en el ámbito minero ya que la mayoría de las empresas dedicados a la extracción de variedad de minerales utilizan un pool de maquinarias de diferentes marcas y modelos de acuerdo al contexto donde realizan sus operaciones, y esto ayuda a obtener mayor cantidad de información para así seguir implementando un nuevo sistema de frenos en los diferentes camiones.
- Se recomienda conocer de forma detallada y especifica el manual de funcionamiento de cada componente para no tener inconvenientes al momento desarrollar la implementación, ya que es un sistema muy importante para el control del frenado del equipo y garantizar, sobre todo la vida del operador.
- Se recomienda llevar un control programado de servicios de mantenimiento de acuerdo a las horas y condiciones desarrolladas del equipo durante su operación del sistema de frenos para garantizar su vida útil de los componentes y no tener paradas imprevistas del equipo, por ende, también el abastecimiento de todos los componentes y lubricantes deben siempre estar al alcance para programar el plan de mantenimiento.
- Se recomienda a la empresa hacer adquisición de los componentes principales para la implementación de un nuevo sistema de frenos, ya que se tuvo como resultado una la mejora en el camión de bajo perfil DUX EPT-598 experimentado; para aumentar la implementación en el resto de la flota de camiones de bajo perfil.

Referencias Bibliográficas

1. Farinango, Shiguango Grefa Javier & Casanova. *Implementación de un tablero didáctico de un sistema de frenado hidráulico con accionamiento manual, control de parada y presión de frenado Electrónico, para el Laboratorio de la escuela de ingeniería Automotriz de la ESPOCH. Riobamba –Ecuador : s.n., 2012. RIOBAMBA –ECUADOR : s.n., 2012.*
2. Velastegui Carrillo, Andres. *Los Materiales de Fricción y su Influencia en la Eficiencia de Frenado.* Quito : s.n., 2015.
3. Juan, Ayala Ayala Luis Gerardo & Vallejo Urbe. *Adaptación de un Sistema de Frenos ABS a un Vehículo Fiat, para mejorar la seguridad del frenado.* Ibarra-Ecuador : s.n., 2011.
4. Miranda Álvarez, Freddy & Negrín Hernández Luis. *Peritaje del Frenado en Automóviles.* Santa Clara-Cuba : s.n., 2013.
5. Chaca Cordova, Cesar & Peñafiel Urgiles. *Monitoreo De Sistema De Frenos, Para La Optimización De Los Periodos De Mantenimiento, Mediante La Implementación De Un Sistema Electrónico, Para Un Vehículo Volkswagen Gol G3.* Ecuador : s.n., 2013.
6. Hinostroza Zevallos, Lourdes & Paucar Quispe, Lisseth. *Manual didáctico PAHI y aprendizaje del acoplamiento de bombas auxiliares de freno en estudiantes de las instituciones educativas técnicas de la Provincia de Tarma.* Tarma- Peru : s.n., 2014.
7. Carbajal Tacanga, Pedro. *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresas de transportes El Dorado S.A.C.* Trujillo : s.n., 2016.
8. Cantorin Benites, Rafael Anthony. *Freno regenerativo en la eficiencia energética de Vehículos Híbridos utilizados en Lima Metropolitana.* Huancayo-Peru : s.n., 2018.
9. Albert, Martí Parera. *Frenos ABS.* Barcelona : Marcombo, 1993. ISBN.
10. Wilfredo, Escobar. *Manual Ejes y Frenos.* 2014.
11. Kerwin, Alpaca. *Manual Sistema Frenos Camion Minero 797f Caterpillar (2).* 2015. ISBN.
12. Prueba de ruta. [En línea] [Citado el: 24 de Septiembre de 2018.] [https://como-funciona.co › una-bomba-de-frenos.](https://como-funciona.co › una-bomba-de-frenos)
13. Ferreyros. *Hidráulica I y II.* 2001. pág. 54, Manual del estudiante instrucción técnica.
14. Educalingo. [En línea] Noviembre de 2019. [Citado el: 17 de Noviembre de 2019.] [https://educalingo.com/es/dic-es/presostato.](https://educalingo.com/es/dic-es/presostato)
15. mecanica automotriz. [En línea] [Citado el: 16 de Noviembre de 2019.] [http://hola-mecanicaautomotriz.blogspot.com/2012/01/sistema-de-frenos.html.](http://hola-mecanicaautomotriz.blogspot.com/2012/01/sistema-de-frenos.html)
16. Cetemin. *Ejes y Frenos.* 2011. pág. 81, Manual del estudiante instrucción técnica.
17. Sampiere, Roberto Hernandez. *Metodología de investigacion.* Mexico : Mc. Educacion, 2010. ISBN: 978-607-15-0291-9.

ANEXOS

Anexo 1: Grabación en audio – Exposición de Galindo Taype Jaime.

https://drive.google.com/open?id=1dKB-_dDg6GtSF4XFJOa-QoRBDEDWOyBo

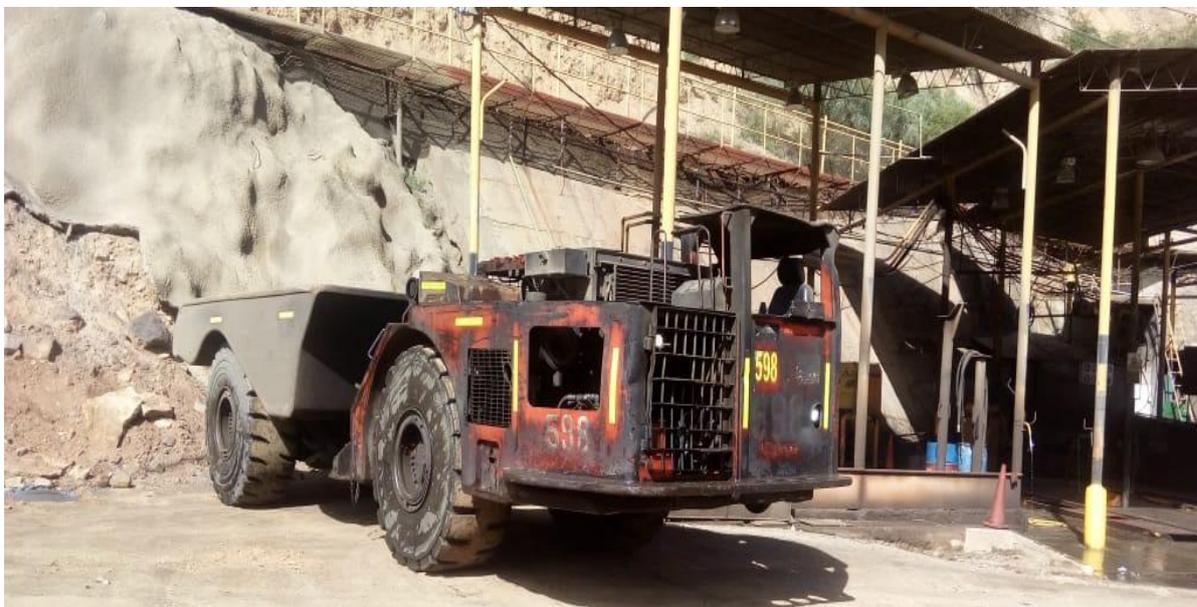
Anexo 2: Grabación en audio – Exposición de Ramos Rivera Primitivo.

https://drive.google.com/file/d/1CwKkgV9uCv27p4vw_qInr8H7glxiJSq/view?usp=sharing

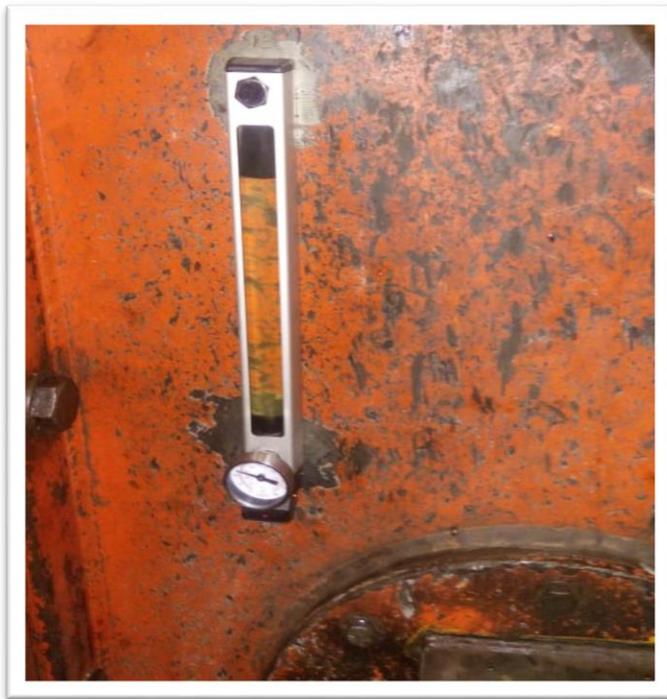
Anexo 3: Grabación en audio – Exposición de Simeon Cordova Gustavo

https://drive.google.com/file/d/1_U1jMPKbqGPHd6Aq0N80_hU6PcmjJR-9/view?usp=sharing

Anexo 4: Camión de bajo perfil EPT 598 implementado nuevo sistema de freno.



Anexo 5: Indicador de nivel y temperatura



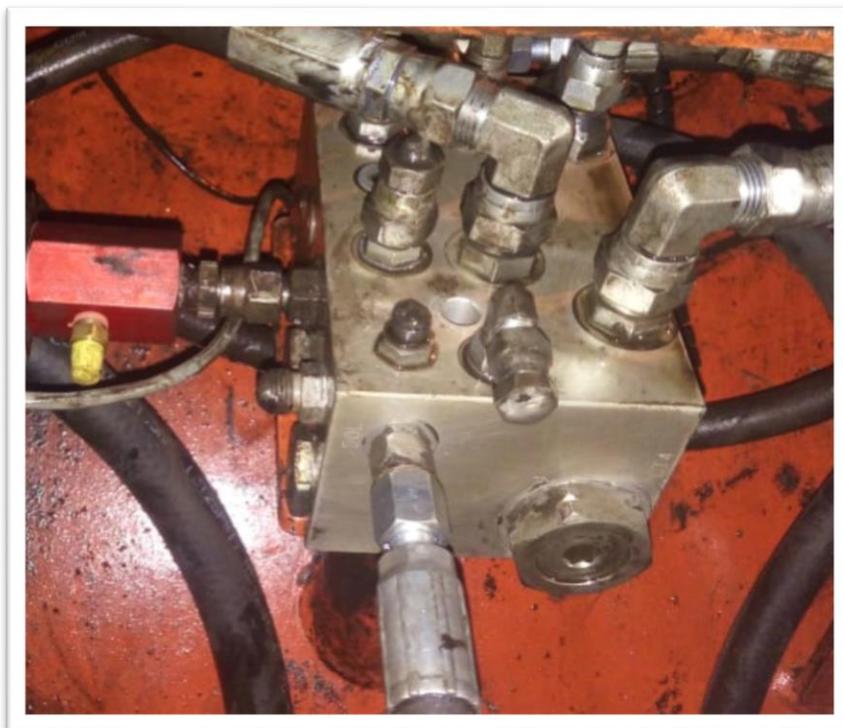
Anexo 6: Bomba hidráulica de freno



Anexo 7: Filtro de presión



Anexo 8: Válvula auxiliar de freno



Anexo 9: Válvula pedal de freno



Anexo 10: Manómetros de presión



Anexo 11: Enfriador hidráulico



Anexo 12: Switch de baja presión y temperatura



Anexo 13: Desarmado del sistema de freno.



Anexo 14: Hoja de inspección de sistemas

HOJA DE INSPECCIÓN

NO: 598 HOROMETRO: 3471
 PORTADO: WILDO BUENDIA U. FECHA: 05/10/2019.

REPORTAR ANOMALIAS ENCONTRADAS PREVIAS AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO O REPARACIÓN MAYOR.
 PRESENTAR ESTE REPORTE A RESPONSABLE DE TALLER CENTRAL, PARA SER CONSIDERADAS Y TRABAJADAS.

MOTOR (MOTOR DIESEL / RADIADOR / AFTERCOOLER / LINEAS DE ADMISIÓN DE AIRE / LINEAS DE COMBU)

RECALENTAMIENTO <input checked="" type="checkbox"/>	PERDIDA DE POTENCIA <input type="checkbox"/>	EXCESO DE HUMO <input checked="" type="checkbox"/>	BAJA PRESIÓN DE ACEITE DE MOTOR <input type="checkbox"/>	BAJA PRESIÓN DE AIRE O COMBUSTIBLE <input type="checkbox"/>
RUIDO O VIBRACIÓN ANORMAL <input type="checkbox"/>	FUGA DE ACEITE O REFRIGERANTE <input type="checkbox"/>	FUGA DE AIRE DE ADMISIÓN <input type="checkbox"/>	FUGA DE COMBUSTIBLE <input type="checkbox"/>	PROBLEMA ELECTRICO <input type="checkbox"/>

DETALLE LAS ANOMALIAS ENCONTRADAS EN ESTE SISTEMA

- MEDICIÓN DEL CO MOTOR, ESTA POR ENCIMA DE LO NORMAL (VER HOJA REPORTE VENTILACIÓN)
- REAJUSTO DE ABRAPADERAS SISTEMA ADMISIÓN DE AIRE.
- MEDICIÓN DEL FLUJO AIRE REFRIGERANTE, MEDIDA MUY POR DEBAJO DEL RECOMENDADO
- NO SE PUEDE LEER PARAMETROS CON EL INSITE. PORQUE ESTA VEXIDO LA LICENCIA.

MOTOR TRAIL (CAJA DE TRANSFERENCIA / CONVERTIDOR / FUNDOS / CARGA / ESTOQUE DE OIL / ALTERNADORES ENALTE)

RECALENTAMIENTO DEL SISTEMA <input checked="" type="checkbox"/>	PERDIDA DE FUERZA O PATINAJE <input checked="" type="checkbox"/>	BAJA PRESIÓN DE TRANSFERENCIA <input checked="" type="checkbox"/>	PERDIDA DE VELOCIDADES <input checked="" type="checkbox"/>	SEMIMENTALIZA <input checked="" type="checkbox"/>
RUIDO ANORMAL <input checked="" type="checkbox"/>	FUGA DE ACEITE <input checked="" type="checkbox"/>	BAJA PRESIÓN DE CONVERTIDOR <input checked="" type="checkbox"/>	PROBLEMA ELECTRICO <input checked="" type="checkbox"/>	OTROS <input checked="" type="checkbox"/>

DETALLE LAS ANOMALIAS ENCONTRADAS EN ESTE SISTEMA **MOTOR**

RECOMENDACIONES

- LIMPIAR ENFRADORES (PEÑAR) SE REALIZO.
- PRESIONAR PARA COMPRAR LICENCIA DEL INSITE Y EL ET.
- LUEGO DE TRABAJOS COMPROBAR MECANICAMENTE VALORES

3. SISTEMA HIDRAULICO (CILINDROS, VALVULAS, ACTUADORES, MANGUERAS DE IMPLEMENTOS, DIRECCIÓN Y FRENO)

RECALENTAMIENTO DEL SISTEMA <input type="checkbox"/>	PERDIDA DE FUERZA O VELOCIDAD <input type="checkbox"/>	CAIDA DE PRESIONES <input type="checkbox"/>	FUGA DE ACEITE HIDRAULICO <input type="checkbox"/>	RUIDO O VIBRACIÓN ANORMAL <input type="checkbox"/>
ACUMULADORES DESCARGADOS <input type="checkbox"/>	TIEMPO DE CICLO DE CARGA INADECUADO <input type="checkbox"/>	PROBLEMAS CON BOMBA HIDRAULICA <input type="checkbox"/>	PROBLEMAS CON VALVULA HIDRAULICA <input type="checkbox"/>	PROBLEMA ELECTRICO <input type="checkbox"/>

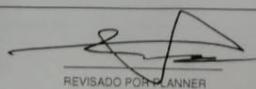
DETALLE LAS ANOMALIAS ENCONTRADAS EN ESTE SISTEMA

4. EQUIPO EN GENERAL (SIST. ELECTRICO, FRENO DE SERVICIO Y PARQUEO, CHASIS, LLANTAS, ACCESORIOS, OTROS)

PROBLEMAS ELECTRICOS <input type="checkbox"/>	RAJADURAS O ROTURAS <input type="checkbox"/>	EXCESIVO JUEGO DE CINTURA <input type="checkbox"/>	EXCESIVO JUEGO EN CUCHARA <input type="checkbox"/>	EXCESIVO JUEGO EN CILINDRO HYO. <input type="checkbox"/>
FRENOS DE SERVICIO O PARQUEO INEFICIENTE <input type="checkbox"/>	RUIDO O VIBRACIONES ANORMALES <input type="checkbox"/>	FALLA DE ENGRASE AUTOMÁTICO <input type="checkbox"/>	ESTADO DE LLANTAS O ESPARRAGOS <input type="checkbox"/>	OTROS <input type="checkbox"/>

DETALLE LAS ANOMALIAS ENCONTRADAS EN ESTE SISTEMA

Anexo 15: Hoja de inspección

FORMATO DE INSPECCION DE CAMION DUX			
PERU Cabletica Division	FECHA/HORA	8-oct-19	EQUIPO/MODELO
	NOMBRES		598
			HOROMETRO
REALIZAR	MAL	REGULAR	BUENO
OBSERVACIONES			
VERIFICAR ESTADO DE EXTINTOR			
VERIFICAR CINTA REFLECTIVA			✓
VERIFICAR NIVEL DE ACEITE DE MOTOR			✓
VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR			
VERIFICAR MANGUERAS Y CONEXIONES EN LA ADMISION DE AIRE			✓
VERIFICAR TUBERIAS DE GASES DE ESCAPE			✓
VERIFICAR ALETAS DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR, DUCTOS Y VENTILADOR			✓
VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DE PEDAL DE ACELERACION			✓
VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE APAGADO DEL MOTOR			✓
VERIFICAR PERNOS DE SOPORTE DE ENFRIADOR DE ACEITE			✓
VERIFICAR AJUSTE DE PERNOS DE LOS MULTIPLES DE ADMISION Y ESCAPE			✓
TRANSMISION			
VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DE MARCHA Y VELOCIDAD			✓
VERIFICAR CARDANES Y CRUCETAS (JUEGO AXIAL Y RADIAL)		✓	
VERIFICAR NIVELES DE ACEITE, RELLENAR SI ES NECESARIO			✓
AXILICO			
VERIFICAR NIVEL DE ACEITE, RELLENAR SI ES NECESARIO			✓
VERIFICAR RESPIRADERO TANQUE HIDRAULICO		✓	
VERIFICAR FUGAS INTERNAS Y EXTERNAS EN CILINDROS HIDRAULICOS		✓	
VERIFICAR ESTADO DE MANGUERAS HIDRAULICAS		✓	
FRENOS, SERVICIO Y PARQUEO			
VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DE FRENOS DE SERVICIO			✓
VERIFICAR FUGAS DE ACEITE POR LOS MF DE LAS RUEDAS			✓
VERIFICAR PRESION DE INICIO Y CORTE DEL PROCESO DE CARGA			✓
VERIFICAR TIEMPO DE PROCESO DE CARGA			✓
VERIFICAR LIMPIEZA DE FRENOS			✓
VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DEL FRENO DE PARQUEO			✓
ALTERNADOR			
VERIFICAR ESTADO Y TENSION DE LAS FAJAS DE ALTERNADOR			✓
VERIFICAR CABLES, BORNES Y GUARDA DE BATERIAS			✓
VERIFICAR TABLERO ELECTRICO			✓
VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DEL HOROMETRO			✓
VERIFICAR FAROS DELANTEROS Y POSTERIORES			✓
CHASIS			
VERIFICAR ESTADO DEL CHASIS EN GENERAL			✓
VERIFICAR ESTADO DE PINES Y BOCINAS DE ARTICULACION CENTRAL		✓	
VERIFICAR ESTADO DE PINES Y BOCINAS DE CILINDROS HIDRAULICOS		✓	
VERIFICAR PARANTES DE TECHO DE CABINA DE OPERADOR			✓
VERIFICAR TOPES DE DIRECCION			✓
VERIFICAR CORTES DE LLANTAS DELANTERAS Y POSTERIORES			✓
VERIFICAR AJUSTE DE TUERCAS DE RUEDAS			✓
VERIFICAR CARGA DE LAS LLANTAS DELANTERAS Y POSTERIORES			✓
VERIFICAR ESTADO DE TOLVA (RAJADURAS)		✓	
VERIFICAR ESTADO DE CILINDROS LEVANTE TOLVA		✓	
VERIFICAR PINES Y BOCINAS (ENGRASE)		✓	
OBSERVACIONES: PISTON LEVANTE Y/O FUGA EXESIVA			
REMARKS Y COMENTARIOS			
AIR RECALENTAMIENTO MOTOR y MONDEADO ESTA CON 700 PPM. U DE LEVANTE / DERECHO EXESIVA FUGA DE ACEITE			
INGENIERO MEDRANO FERNANDO PAUCARA LABORADO POR TECNICO	 REVISADO POR PLANNER	_____ SUPERVISOR DE GUARDIA	

Anexo 16: Hoja se servicios de mantenimiento

DOE RUN PERU

**CARTILLA DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
CAMION MINERO DUX**

No de Equipo 598 Horometro 3423

Fecha 19-07-19 Turno DIA

Tipo de Servicio MP-2 Electricista Nombre y Firma _____

Tecnico Nombre y Firma P. MARIN-E. MIRANDA Supervisor Nombre y Firma _____

Nota: Antes de realizar cualquier operacion o cualquier procedimiento de mantenimiento Referirse al Manual de Operacion y Mantenimiento suministrado para esta maquina BIEN MAL

Tipo	INSTRUCCIONES	Estado	COMENTARIO
MP1	Lavado de maquina, use desengrasante y proteja los componentes electricos	✓	
MP1	OPERACIONES CON MOTOR PRENDIDO 250H		
MP1	Chequear nivel de aceite de diferenciales.	✓	
MP1	Chequear nivel de aceite de planetarios.	✓	
MP1	Lavar radiador con vapor (cuando se aplique) y culminar despues de apagado		
MP1	Revisar parametros de motor usando Prolink (Detroit Diesel) o Insite (Cummins)		
MP1	OPERACIONES CON MOTOR APAGADO		
	MOTOR		
MP1	Seguir instrucciones de manual de operacion de motor QSM11.		
MP1	Verifique y elimine fugas de aire del sistema de admision (prueba de hermeticidad)	✓	
MP1	Verificar y elimine fugas del sistema de agua	✓	
MP1	Chequear estado de filtros de aire y reemplazarlos si se requiere	✓	
MP1	Verifique el estado y condicion de abrazaderas y ductos de admision de aire	✓	
MP1	Cambiar aceite de motor.	✓	
MP1	Cambiar filtro de aceite de motor.	✓	
MP1	Cambiar filtro de combustible Primario	✓	
MP1	Cambiar filtro de combustible Secundario	✓	
	GENERAL		
MP1	Chequear visualmente el indicador del filtro de la linea de presion del sistema de frenos.	✓	
MP1	Chequear visualmente el indicador del filtro de la linea de presion del sistema de hidraulico.	✓	
MP1	Chequeo del apriete de pernos de los ejes.	✓	
MP1	Chequeo del apriete de pernos de las tapas de los planetarios.	✓	
MP1	Chequeo del apriete de los pernos de los cardanes (incluido el PILOW BLOCK)	✓	
MP1	Chequeo de apriete de fittings y eliminacion de fugas	✓	
MP1	Verificar estado de oscilante y bocinas (juegos axiales y radiales)	✓	<i>Pequeno juego ART. C</i>
MP1	Verificar estado de articulacion central y rodamientos (juegos axiales y radiales)	✓	
MP1	ELECTRICO		
MP1	Chequear nivel de bateria (si es requerido)		
MP1	Revision y limpieza de tablero de cabina.		
MP1	Verificar estado de cableados e indicadores		
MP1	Verificar sistemas de seguridad electricos, circulina, claxon, luces de retroceso		