

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial



PROPUESTA DE MEJORA DEL PLAN DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE
MOTORES DIÉSEL EN LOS CAMIONES 730E,
BAYOVAR-PIURA, 2018

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Fernando LLontop Bellodas.

Asesor:

Ing. Luis A. Mantilla Rodríguez

Trujillo - Perú

2020

DEDICATORIA

A Dios por haber permitido en seguir adelante con buena salud y haberme dado las fuerzas para lograr mis objetivos y tener a mi lado a una familia que me apoyo durante este tiempo de mi carrera profesional.

A mis padres quienes son las personas que desde un primer momento me guiaron y me enseñaron a valorar la vida con sus consejos y sus valores mostrados para salir adelante permitiendo ser una persona de bien.

A mi esposa Mariella y a mis hijos Fernando, Edgardo y Rafael quienes se convirtieron en el motor para continuar adelante, en todo momento me apoyaron y que estuvieron conmigo en los buenos y malos momentos durante el largo tiempo que me toco atravesar en mi carrera.

Mis hermanos, mi hermana rosita quienes son parte de mi familia que estuvieron apoyándome y dando fuerzas para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Quiero brindar mi sincero agradecimiento a Dios Todopoderoso, por guiarme, darme sabiduría y entendimiento para alcanzar una de mis metas, darme la oportunidad de vivir e iluminar mi camino. A mis padres por haberme educado, formado en valores y principios que definieron lo que hoy soy.

A mi esposa Mariella e hijos Fernando, Edgardo y Rafael por saber comprender y entender en los momentos de mi ausencia durante mi formación académica profesional y por estar siempre a mi lado, gracias por su amor, comprensión y dedicación.

A mis hermanos, a Rosita por su apoyo y que me motivaron a ser cada día mejor persona.

A la Universidad Privada del Norte, casa de estudios en especial a la facultad de Ingeniería Industrial por la formación académica recibida. A todos los docentes que laboran en dicha Universidad, que con sus conocimientos contribuyeron en mi desarrollo profesional y con su dedicación supieron orientarme hacia el camino del éxito.

A mis compañeros de clases que juntos emprendimos un gran reto y que poco a poco fuimos avanzando hasta culminar nuestra carrera con éxito.

A todos, muchas gracias.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
INDICE DE ECUACIONES	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad Problemática	12
1.1.1 Antecedentes	15
1.1.2 Términos Básicos	24
1.2. Formulación del problema	37
1.3.1. Objetivo general	37
1.3.2. Objetivos específicos	37
1.4 Hipótesis	37
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	38
2.1. Tipo de investigación	38
2.2. Diseño	38
2.3. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	38
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	39
2.5. Matriz de Variables	44
2.6. Procedimientos	45
CAPÍTULO III. RESULTADOS	46

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	85
4.1. Discusión	85
4.2. Conclusiones	87
REFERENCIAS	89
ANEXOS	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Flota actual camiones 730E.....	14
Tabla 2: Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	42
Tabla 3: Operacionalizacion de variables.....	43
Tabla 4: Disponibilidad de 5 camiones de agosto 2017 a julio 2018.....	47
Tabla 5: Promedio indisponibilidad por sistema del camión 730e.....	49
Tabla 6: Análisis reportes de paradas por sistema Ago 2017 – jul 2018.....	50
Tabla 7: Flota actual motores diésel camiones 730e.....	51
Tabla 8: Reporte paradas camiones 730e – 12 meses.....	52
Tabla 9: Resumen de paradas de los camiones 730e anuales.....	53
Tabla 10: Horas de fuera de servicio de los camiones 730e.....	54
Tabla 11: Diagnóstico de reportes de paradas del motor diésel.....	56
Tabla 12: Diagnóstico de causas de fallas del motor diésel.....	57
Tabla 13: Periodo de consideraciones del mantenimiento.....	60
Tabla 14: Componentes afectados en las fallas del motor diésel del camión 730E.....	63
Tabla 15: Componentes afectados en las fallas del motor diésel del camión 730E.....	65
Tabla 16: Inversión en equipos predictivos.....	66

Tabla 17: Inversión en Capacitación	67
Tabla 18: Plan de mantenimiento preventivo mejorado	68
Tabla 19: Paradas no programadas después de la mejora del plan.....	72
Tabla 20: Promedio indisponibilidad de motores diésel	73
Tabla 21: Paradas no programadas sistemas camión 730E	75
Tabla 22: Indicadores trimestrales antes y después de la mejora Setiembre –Noviembre (2017-2018)	76
Tabla 23: Inversión de la propuesta de mejora.....	77
Tabla 24: Inversión en Capacitación	78
Tabla 25: Resultados antes y después de la mejora.....	79
Tabla 26: Ingresos generados por la propuesta de mejora en un año	79
Tabla 27: Estado de resultados mensual.....	80
Tabla 28: Flujo de caja mensual	80
Tabla 29: Indicadores económicos	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Indisponibilidad acumulada camión 730E.....	15
Figura 2: Fórmula de reporte de mantenimiento camión 730e.....	46
Figura 3: Disponibilidad anual camiones 730E.....	48
Figura 4: Indisponibilidad acumulada camión 730E.....	50
Figura 5: Número de paradas camiones 730E.....	54
Figura 6: Horas fuera de servicio camiones 730E anual	55
Figura 7: Fallas sistema motor Diésel	56
Figura 8: Diagrama de Ishikawa de la baja disponibilidad de motores.....	59
Figura 9: Plan de mantenimiento preventivo sin mejora.....	61
Figura 10: Flujograma de mantenimiento propuesto.....	71
Figura 11: Paradas después de la mejora del plan.....	73
Figura 12: Indisponibilidad acumulada sistemas camiones 730E.....	74
Figura 13: Disponibilidad trimestral camiones 730E.....	77

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Formula de Disponibilidad	25
Ecuación 2: Fórmula de reporte de mantenimiento	45

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo determinar el efecto de la propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo en la disponibilidad de motores diésel en camiones 730E Bayovar-Piura en el año 2018.

Cabe mencionar que se tomó como muestra 5 camiones de un total 20 camiones con los que cuenta la empresa.

Dentro de los diferentes sistemas que están conformados los camiones 730E, se seleccionó al motor diésel por ser una parte fundamental del camión y por contar con más fallas recurrentes.

La mejora consistió en adicionar actividades al plan de mantenimiento actual, adquisición de equipos predictivos, flujograma de mantenimiento y un cronograma de capacitación.

Estas mejoras lograron incrementar la disponibilidad en 1.26% en los motores con lo cual se redujo a su vez el número de paradas de los 3 meses en los que se evaluó la mejora de 205 a 196, con lo cual se incrementó la disponibilidad de los camiones a 84.18%, generando un ahorro para la empresa de S/. 2, 203,070.21.

Se realizó una evaluación económica financiera de la mejora obteniendo un VAN positivo de S/. 197,770, TIR de 122.2% mayor al costo de oportunidad trimestral de la empresa de 3.33% y un B/C de 1.1, lo que significa que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/. 0.10.

PALABRAS CLAVES: Disponibilidad, motores diésel, plan de mantenimiento.

ABSTRACT

The purpose of this test is to determine the effect of the proposed improvement of the preventive maintenance plan on the availability of diesel engines in 730E Bayovar-Piura trucks in 2018.

It is worth mentioning that 5 trucks of a total of 20 trucks that the company has were taken as a sample.

Within the different systems that are made up of 730E trucks, the diesel engine can be selected as an essential part of the truck and have more recurrent failures.

The improvement consists in adding activities to the current maintenance plan, acquisition of predictive equipment, maintenance flowchart and a training schedule.

These improvements were able to increase the availability in 1.26% in the engines, which in turn reduced the number of stops of the 3 months in which the improvement was evaluated from 205 to 196, which increased the availability of the trucks 84.18%, generating savings for the company of S /. 2, 203.070.21.

A financial economic evaluation of the improvement was carried out obtaining a positive NPV of S /. 197,770, IRR of 122.2% higher than the company's quarterly opportunity cost of 3.33% and a B / C of 1.1, which means that for each sun invested it obtains a profit of S /. 0.10.

KEYWORDS: Availability, diesel engines, maintenance plan.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Tras la evolución industrial y el crecimiento de las maquinas, el mantenimiento ha cumplido un papel fundamental que permite conservar y prolongar la vida de los mecanismos. Al pasar los años se ha planteado una serie de formas de mantenimiento, al transcurrir de los años se han implementado diversas formas de mantenimiento, en estos días, podemos ofrecer el soporte preventivo tal es el caso de los camiones 730 E, que a veces adolecen de paradas por múltiples factores entre ellos es no tener en su recuento la disponibilidad de motores diésel. Los motores diésel son excelentes y confiables si se mantienen de forma regular y adecuada; tienen sus propias necesidades de mantenimiento únicas y son distintas a las de un motor a gasolina. Conocer estas necesidades es importante para todos los que poseen o comercializan vehículos motorizados a diésel. (Roshfrans, 2001)

En el ámbito internacional por su parte Mojica, sostiene que existe una necesidad de optimizar el rendimiento de las unidades y componentes industriales (mecánicos, eléctricos y electrónicos) de los procesos dentro de la instalación de una planta industrial. El objetivo buscado por el mantenimiento es contar con instalaciones en óptimas condiciones en todo momento, para asegurar una disponibilidad total del sistema en todo su rango de performance, lo cual está basado en la carencia de errores y falla. El mantenimiento debe procurar un desempeño continuo de la maquinas operando bajo las mejores condiciones técnicas, sin importar las condiciones internas (ruido, polvo, humedad, calor, etc.) del ambiente el cual este sometido el sistema. (Mojica, 2010)

Así mismo Ruiz nos dice que el mantenimiento predictivo no es la respuesta definitiva que conllevará a una línea de gestión teniendo un modelo macro. Esto parte de una idea más grande de mantenimiento basado en la operación óptima permitiendo alcanzar metas teniendo en cuenta el incremento de la vida útil del mecanismo o sistema con poca confiabilidad de uso. (Ruiz, 2012)

En el ámbito nacional y local dentro de las empresas el mantenimiento correctivo ocasionan gastos innecesarios ocasionando paradas no programadas teniendo como problemática los gastos realizados sin fundamento por no tener una gestión de mantenimiento que permita reducir estos problemas teniendo que existe un porcentaje grande de egresos con respecto a los ingresos obtenidos por estas razones se recomienda organizar labores que permitan realizar una buena gestión de mantenimiento llevando esto a un mejor control de la maquinaria. (Rojas, 2015)

La presente investigación se llevará a cabo en una empresa dedicada a la extracción y venta de minerales, la cual ha venido teniendo problemas en la disponibilidad de las unidades responsables del traslado del mineral.

Cabe mencionar que las unidades a las que hacemos referencia son camiones que pueden trasladar 260 toneladas en un solo viaje.

En este caso se refiere a un Plan de Mantenimiento para los camiones 730E en Bayovar – Piura 2018, que cuenta con una flota de maquinaria pesada la cual nos permite elaborar una mejora para aumentar la disponibilidad de los motores diésel en los camiones 730E, donde podemos definir las tareas y procedimientos necesarios, realizando un correcto control y mantenimiento para lograr los objetivos trazados. Estos camiones requieren que sean disponibles para

que realicen labores importantes como acarreo de mineral los cuales están sometidos a un plan de mantenimiento preventivo y correctivo.

La importancia de esta investigación se basa en la oportunidad de brindar al área de mantenimiento una manera más efectiva de realizar sus actividades, con un enfoque planificado, permitiendo mejorar el proceso de mantenimiento, para garantizar la disponibilidad operacional de los motores diésel, la cual apoyara su proceso productivo proporcionando un rendimiento óptimo que dentro de la flota total de 20 camiones de los cuales se eligió solo 5 unidades como muestra por ser los más antiguos.

Tabla 1

Flota actual camiones 730E

FLOTA ACTUAL CAMIONES 730E, BAYOVAR - PIURA								
ID	EQUIPO	MODELO	NUMERO INTERNO	NUMERO DE SERIE	FECHA ENTREGA	HRS ENTREGA	MODELO MOTOR	N/S MOTOR
1	CAMION ELECTRICO	730E	1	A30573	15-Set-2009	11	SSA16V159 (K50)	33176761
2	CAMION ELECTRICO	730E	2	A30581	15-Set-2009	11	SSA16V159 (K50)	33193882
3	CAMION ELECTRICO	730E	3	A30582	15-Set-2009	7	SSA16V159 (K50)	33178959
4	CAMION ELECTRICO	730E	4	A30583	15-Set-2009	6	SSA16V159 (K50)	33193845
5	CAMION ELECTRICO	730E	5	A30585	15-Set-2009	11	SSA16V159 (K50)	33178371
6	CAMION ELECTRICO	730E	6	A30586	22-may-10	5	SSA16V159 (K50)	33179144
7	CAMION ELECTRICO	730E	7	A30587	22-may-10	3	SSA16V159 (K50)	33176762
8	CAMION ELECTRICO	730E	8	A30588	25-jun-10	5	SSA16V159 (K50)	33179348
9	CAMION ELECTRICO	730E	9	A30592	25-jun-10	5	SSA16V159 (K50)	33178758
10	CAMION ELECTRICO	730E	10	A30593	15-jul-10	5	SSA16V159 (K50)	33178767
11	CAMION ELECTRICO	730E	11	A30597	20-sep-10	6	SSA16V159 (K50)	33178633
12	CAMION ELECTRICO	730E	12	A30598	17-sep-10	4	SSA16V159 (K50)	33179178
13	CAMION ELECTRICO	730E	13	A30599	18-sep-10	8	SSA16V159 (K50)	33178994
14	CAMION ELECTRICO	730E	14	A30606	12-feb-11	7	SSA16V159 (K50)	33173939
15	CAMION ELECTRICO	730E	15	A30607	17-feb-11	9	SSA16V159 (K50)	33183146
16	CAMION ELECTRICO	730E	16	A30608	01-may-11	10	SSA16V159 (K50)	33181328
17	CAMION ELECTRICO	730E	17	A30609	15-may-11	10	SSA16V159 (K50)	33183127
18	CAMION ELECTRICO	730E	18	A30656	18-ene-13	18	SSA16V159 (K50)	33194237
19	CAMION ELECTRICO	730E	19	A30657	19-ene-13	16	SSA16V159 (K50)	33194364
20	CAMION ELECTRICO	730E	20	A30658	20-ene-13	22	SSA16V159 (K50)	33183126

Fuente: Elaboración Propia

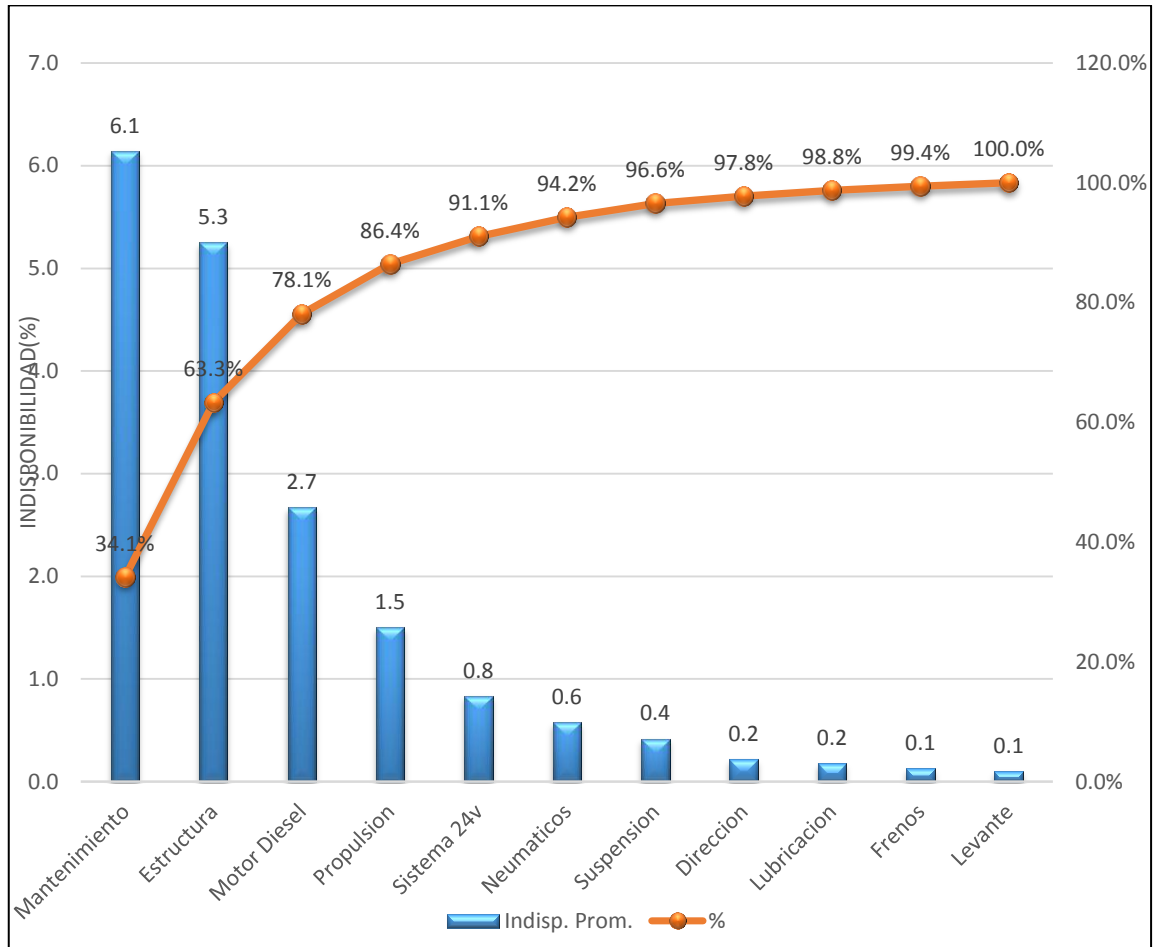


Figura 1. Indisponibilidad acumulada camión 730E

Fuente: Área de Mantenimiento Flota Camiones 730E

En la figura 1 se muestra que la falta de disponibilidad de las unidades se da por falta de un adecuado mantenimiento.

En los indicadores de fallas se observó que dentro de los diferentes sistemas de los camiones 730E, el motor diésel es uno de los que cuenta con la mayor frecuencia de averías y pérdida de tiempo productivo.

1.1.1 Antecedentes

A) Internacional:

En Ecuador, Pico (2011), en su tesis titulada : Gestión del mantenimiento para la sección de equipo caminero del gobierno municipal

de Arajuno, menciona que: “El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Arajuno, cantón de la Provincia de Pastaza en cumplimiento con su política de bienestar para con su pueblo, ha establecido como una de las prioridades fundamentales la red vial del cantón que permita el desarrollo socio-económico y sustentable de todas las comunidades que la integran, para lo cual posee una flota de equipo caminero de nueve unidades comprendidos entre tractores Bulldozer, Cargadora frontal, rodillo vibratorio, motoniveladora, retroexcavadoras, excavadoras, que permiten realizar la construcción de nuevas vías y el mantenimiento de las existentes.

Esta tesis concluye: en que la falta de una planificación y programación del mantenimiento en estos equipos ha ocasionado la indisponibilidad de los mismos, generando como consecuencia retraso en la construcción y mantenimiento de las obras viales planificadas debido a los diferentes fallos que han producido paros totales y parciales en los equipos con la consecuente elevación de costos tanto operativos como de mantenimiento, constituyéndose en un grave problema para la administración municipal. Esta situación planteó implementar un sistema de gestión de mantenimiento que permita planificar, programar y controlar las tareas de mantenimiento preventivo a los equipos a fin de cumplir su funcionalidad con eficiencia y eficacia en los trabajos programados, mayor disponibilidad de los mismos y bajos costos operativos y de mantenimiento complementándose con un mejor manejo de la logística del mantenimiento como: mano de obra, materiales, repuestos y herramientas”. (p.1).

En Cuba, Michael y Yoenia. (2016), en su tesis: Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento, menciona que: “como en el resto de los países de Latinoamérica se han encontrado problemas con la gestión de mantenimiento. Según estadísticas y el trabajo del CEIM (Centro de Estudios en Ingeniería de Mantenimiento) las empresas que implantan estos sistemas (por concepto de la organización y el control) incrementan la disponibilidad de las máquinas en más de un 30% y reducen los gastos en alrededor de un 20%. En una Auditoría integral de mantenimiento en 4 instalaciones hospitalarias se planteó qué se están haciendo las cosas correctamente a un nivel promedio de un 26,57%

Esta tesis concluye: Se evidencia la necesidad de establecer una metodología que auxilie a las empresas en la implementación de un programa de gestión de mantenimiento asistido por computadora. Es una solución práctica y de fácil implementación, para aquellas industrias que pertenezcan fundamentalmente a la rama biotecnológica. Pretende dar solución a la deficiencia en la planificación, control y evaluación de la Gestión de Mantenimiento; así como demostrar que con la utilización de un sistema automatizado se logra mejorar la calidad de los servicios de mantenimiento”.

En México, García, Rico y Romero (2015), en su tesis : Factores tecnológicos asociados al éxito del mantenimiento preventivo total (TPM) en Maquilas, menciona que: “El Mantenimiento Preventivo Total (TPM) es en la actualidad uno de los sistemas fundamentales para lograr la

eficiencia y competitividad, lo que supone cumplir con especificaciones de calidad, tiempo y costo de la producción y generalmente se ejecuta en conjunto con TQM (Total Quality Management), el cual se fundamenta en la búsqueda permanente por mejorar los rendimientos de procesos y los medios de producción. Quien concluyo: TPM (Total Quality Management), es una técnica altamente eficaz en aquellas empresas que cuentan con muchas operaciones automáticas y secuenciales (empresas que hace uso intensivo de maquinaria), ya que combina un conjunto de actividades y técnicas específicas para lograr un mejor avance en la capacidad de producción, sin requerir grandes inversiones y logrando por ende un mejor aprovechamiento de las instalaciones existentes.” (p.115)

En Cuba, Concepción, Castillo, García y Gómez (2016), en su tesis: Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica, menciona: “El mantenimiento industrial, día a día, está rompiendo con las barreras del pasado. Quien concluyo: Hoy en la práctica, en muchas empresas, los directivos del mantenimiento tienen que pensar que es un negocio invertir en mantenimiento de activos y no ver al mantenimiento como un gasto. Esta transformación que está ocurriendo en el mundo del mantenimiento ha hecho patente la necesidad de una mejora sustancial y sostenida de los resultados operacionales y financieros de las empresas, a través de la implementación de filosofías o sistemas de organización factibles a su contexto de desempeño” (p.137).

En México, Carazo (2017), en su tesis: Aplicación de la metodología actualización RCM (Backfit RCM) para maquinaria utilizada

en procesos de enseñanza aprendizaje en estudiantes universitarios, menciona: “El principal objetivo del mantenimiento es prevenir las fallas o extender el tiempo medio entre fallas (MTBF). Las actividades de mantenimiento pueden impactar en la frecuencia de fallas previniendo las causas de las mismas, la frecuencia o duración de los paros o interrupciones, y están relacionadas con la confiabilidad del sistema. Quien concluyó: Ante un escenario industrial de nuevas tecnologías y herramientas, el mantenimiento preventivo trata de responder a las expectativas cambiantes que incluyen una conciencia cada vez mayor de cómo afecta un fallo a la seguridad y medio ambiente las instalaciones y equipos, la conexión entre mantenimiento y calidad del producto que se refleja una alta disponibilidad en la planta reduciendo costos. El personal de mantenimiento tiene que adoptar nuevas formas de pensar y de actuar, buscando estrategias de trabajo en equipo, sintetizando los nuevos desarrollos dentro de un plan coherente, de modo que se pueda evaluar buscando el mayor beneficio para la empresa. El RCM es una metodología que permite el diseño y optimización de los planes de mantenimiento preventivo mediante el análisis de cada sistema, determinando cómo puede fallar funcionalmente y qué consecuencias pueden derivarse de esas fallas” (p.22).

B) Nacional

En Perú, Calderón (2014), en su tesis: Mejora del tiempo de operatividad de camiones volquetes en proyectos de mantenimiento vial, utilizando teoría de confiabilidad en un sistema simulado, menciona: “El

objetivo principal de este trabajo es brindar una propuesta de mejora para el tiempo de operatividad de una flota de camiones volquetes mediante la presentación de diferentes escenarios a través de la aplicación de la Teoría de Confiabilidad en un Sistema Simulado. Para lograr este objetivo se realizó un diagnóstico de la situación actual de los camiones volquetes mediante un estudio de análisis de fallas, con la finalidad de aplicar la teoría de confiabilidad para proponer escenarios alternativos que cumplan con el objetivo de la investigación; mejorar el tiempo de operatividad de la flota. La metodología empleada fue no experimental, exploratoria y descriptiva”. Esta tesis concluye: Se ha probado la hipótesis que si se aplica la teoría de confiabilidad en un sistema simulado de la flota de camiones volquetes, entonces es posible mejorar el tiempo de operatividad de la flota. (p.6).

En Perú, Rodríguez (2012), en su tesis: Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca, menciona: “El presente trabajo tuvo como objetivo general la mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca permitiendo lograr incrementar la disponibilidad mecánica en dichos equipos. Se inició con el diagnóstico de la situación actual de la empresa y de la gestión de mantenimiento para llegar a conocer los puntos débiles dentro del proceso y poder formular propuestas para mejorar y reducir costos relacionados al mantenimiento .Así mismo, la propuesta de mejora será aplicada en el área involucrada con la gestión de mantenimiento. Esta tesis concluye: Al comprobar la

factibilidad de la propuesta de mejora con un VAN de \$ 15'402,040.02 siendo mayor que cero, permite afirmar que el proyecto rinde una tasa mayor que la exigida y por ende el proyecto es aceptable luego de haber comparado el ahorro que tendríamos aplicando los indicadores con la situación actual y lo óptimo que tendría que medir la empresa. Los resultados que se lograron son:

- Que el área de mantenimiento tenga un diagnóstico para identificar sus debilidades y poder retroalimentar el proceso
- Se establecieron los indicadores para asegurar una adecuada gestión de mantenimiento y asegurar la disponibilidad de equipos de acarreo
- Acciones de mejora valorizadas
- Análisis FODA del área de mantenimiento para establecer las estrategias de mantenimiento”. (p.9).

En Perú, Waldo (2017), en su tesis: Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de la planta de inyección de la empresa Industrias Plásticas Reunidas S.A.C, menciona: que “El mantenimiento de tipo preventivo nació de la necesidad del sector industrial de determinar qué tipos de acciones previas se deben realizar para garantizar el buen funcionamiento de una máquina y los sistemas que la integran, como es requerido en toda industria moderna y productiva. Al inicio de la revolución industrial primó el concepto de mantenimiento correctivo, que consiste en aplicar soluciones rápidas a las fallas que se presentan, sin hacer un análisis de las causas del problema para prevenir su ocurrencia. Quien concluyo: Uno de los principales beneficios de diseñar e

implementar un programa de mantenimiento preventivo es minimizar los tiempos de parada o tiempos muertos, en los cuales una maquina deja de funcionar, y que afectan el proceso productivo y causan pérdidas económicas a la empresa. Al analizar los problemas de una maquina el diseñador del programa puede integrar todos los tipos de mantenimiento. Donde lo ideal es disponer de registros históricos y estadísticas sobre la máquina que permitan identificar el problema y su posible solución.”. (p.12).

En Perú, García (2016), en su tesis: Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo para mejorar la disponibilidad de la empresa UESFALIA ALIMENTOS S.A, Quien concluyo: Lo que se busca con la implementación del mantenimiento preventivo es incrementar al máximo la confiabilidad y disponibilidad de la maquinaria y equipos, permitiendo que estos se encuentren en un buen estado de funcionamiento la mayor parte del tiempo, cumpliendo más eficiente el propósito para el cual han sido diseñado.

Con el estudio se pretende realizar un programa de mantenimiento preventivo de los equipos del proceso productivo, empezando por establecer la criticidad de los equipos principales de la operación de la empresa, seguido del levantamiento de la información de especificaciones técnicas, recurrencias de mantenimiento preventivo, recomendaciones técnicas, establecidas por cada fabricante, para así poder conocer las frecuencias y mecanismos de mantenimiento y las características de los

equipos críticos seleccionados; todo esto complementado con la información proporcionada por el personal de la empresa y/o externo a ella (outsourcing, técnicos de soporte), obteniendo así un mejor control y preservación de los equipos. (p.13).

Cruzado (2019), en su tesis: “Mejoramiento del mantenimiento preventivo, correctivo de motores electrónicos diésel en el área de maquinaria pesada en el distrito de Tarapoto – 2019”, siendo esta investigación de tipo propositiva y de diseño pre experimental, ha tomado una población y muestra de 38 mecánicos especialistas en el área, en la que fueron encuestados mediante un cuestionario. Quien concluyo : De acuerdo al plan de mejoramiento del mantenimiento preventivo, correctivo de motores electrónicos diésel en el área de maquinaria pesada en el distrito de Tarapoto, se ha logrado determinar que: en cuanto a los recursos humanos debe contar con al menos 7 trabajadores para poder realizar adecuadamente y eficiente el proceso de mantenimiento; asimismo estas personas recibieron constantemente capacitaciones y talleres en cuanto a temas de mantenimiento de motores diésel; por otro lado se debe contar con los patrimonios y equipos necesarios para poder ejecutar el proceso de mantenimiento tomando en cuenta los espacios físicos y la bodega de repuestos. Finalmente se debe tomar en cuenta la programación de mantenimiento que se deben realizar correspondiente de cada máquina; asimismo se ha determinado que diversas fichas de mantenimiento que se deben utilizar para poder registrar y controlar cada uno de los procesos de mantenimiento, requerimientos, la cantidad de repuestos y los costos que se van a tomar en cuenta para todo el proceso. (p.14)

1.1.2 Términos Básicos

a) Plan de Mantenimiento

Según García (2003) en su libro define: “El plan de mantenimiento es un documento que contiene el conjunto de tareas de mantenimiento programado que debemos realizar en una planta para asegurar los niveles de disponibilidad que se hayan establecido. Es un documento vivo, pues sufre de continuas modificaciones, fruto del análisis de las incidencias que se van produciendo en la planta y del análisis de los diversos indicadores de gestión”. (p.37)

b) Mantenimiento Preventivo

Según Escudero (2016) menciona: Es el conjunto de actividades planificadas que se ejecuta en todas las instalaciones, máquinas o equipos, con el fin de disminuir los casos de emergencias y permitir un mayor tiempo de operación en forma continua. (p.40)

Según Concepción (2016) menciona: En la actualidad, el desarrollo del mantenimiento va enfocado, entre otras directivas, a optimizar costos, aumentar la disponibilidad y confiabilidad operacional, optimizar el rendimiento y aumentar el período de vida útil de los activos. (p.137)

c) Disponibilidad

Según Escudero (2016) menciona: la disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función principal para la cual fue destinada.

Es la probabilidad que un activo realice la función asignada cuando se requiere de ella. La disponibilidad depende de cuán frecuente se producen los fallos en determinado tiempo y condiciones y de cuánto tiempo se requiere para corregir el fallo. De modo que la mantenibilidad queda definida como la probabilidad de que un activo (o conjunto de activos) en fallo, sea restaurado a su estado operativo, dentro de un tiempo determinado, cuando la acción de corrección se efectúa acorde a los procedimientos establecidos por la empresa. (p.32).

Según Concepción, (2016) y otros menciona: “La disponibilidad es una característica que resume cuantitativamente el perfil de funcionabilidad de un elemento. La central es una planta base de generación de energía eléctrica que trabaja ininterrumpidamente. Por tal motivo, el tiempo en que debe permanecer en estado de funcionamiento es el mayor posible, de ahí que el indicador fundamental que se mide y se controla es precisamente el Factor de Potencia Disponible dado por la ecuación” (p.220)

Ecuación 1 : Formula de Disponibilidad

$$FDP (\%) = \frac{T. Disponible * 100}{T. Disponible + T. Indisponible} \dots\dots\dots(1)$$

$$T. Disponible + T. Indisponible$$

Donde:

T. Disponible: Tiempo en estado de funcionamiento o listo para funcionar a plena capacidad.

T. Indisponible: Tiempo fuera de servicio por mantenimiento o reparación.

d) Programa de mantenimiento rutinario.

Este es un apoyo importante de las personas que vela por la correcta disponibilidad de los motores diésel ya que son responsables del suministro diario del gran número de camiones, tanto de forma superficial como externa.

e) Hoja de registro de almacén

Este informe servirá para enumerar todas las piezas adicionales, suministros y dispositivos que salen de la bodega para completar cualquier movimiento de mantenimiento en las máquinas.

f) Reporte de Servicio

Precisa, desde el punto de vista de mantenimiento, el motivo de la ejecución del servicio, con detalle del diagnóstico técnico hecho por el especialista o el jefe de taller.

g) Bitácora

La Bitácora constituye un elemento fundamental del programa de mantenimiento de una máquina que permite prevenir fallas mayores, evitando sobrecostos. En la Bitácora, el operador de la máquina registra los hechos significativos que ocurran a la máquina cada día con indicación de horómetro, fecha y hora.

h) Motores Diésel

Según Becerra y otros (2014) menciona: El motor diésel es una máquina térmica que fue creada por el ingeniero Alemán, de origen Francés Rudolf Diésel en el año de 1892, este motor trabaja bajo el principio de encendido por compresión, en lugar del encendido provocado, esto se logra debido a las altas relaciones de compresión que se alcanzan dentro de la cámara de combustión comprendidas en un rango de entre 16:1 a 23:1, las cuales hacen que la temperatura

del aire sea suficientemente alta para que se produzca la ignición del combustible inyectado, este hasta ahora es el único método para producir la ignición, razón por la cual recibe el nombre de MEC (motor de encendido por compresión). (p.1)

i) Características de Motores Diésel

Según la Asociación Latinoamericana de Libre Comercio (2005) menciona que “los motores diésel son esenciales y fundamentales en el desarrollo de sus acciones en lo que este tipo de motores permite que los vehículos de transportes tengan más rendimiento, factibles y eficaces” (p.35); además, podemos decir son los más utilizados porque permiten más rapidez a los equipos para que de esa manera tengan una mayor realización de todas sus funciones destacadas.

i.1) Fase de admisión

Esta etapa crea y entrega el llenado de aire y la válvula de admisión continúa abierta a medida que el cilindro cae en picado hacia el estancamiento inferior.

i.2.) Fase de compresión

En la etapa, la válvula de admisión se cierra cuando el cilindro alcanza el bloqueo más bajo y comienza el camino hacia la parte superior empaquetando el aire dentro de la cámara.

i.3) Fase de combustión

El inyector rocía el combustible en la cámara y lo despierta rápidamente cuando entra en contacto con el aire caliente.

i.4) Fase de escape

Los gases consumidos se eliminan y se permite la latencia para comenzar el ciclo una vez más.

j) Camión 730e

j.1. Descripciones:

- Capacidad: 190 toneladas.
- Propulsión: Eléctrica.
- Combustible: Diésel.
- Peso Bruto: 324318 kg. (Ver anexo 3)

j.2 Sistemas camión 730e

➤ Dirección

El sistema de dirección del camión es un sistema hidráulico con acumuladores de nitrógeno operado por una válvula medidora (Orbitrol), que de acuerdo a la acción de operador, girando el volante, determina el giro de las ruedas.

La válvula Orbitrol regula el flujo de aceite desde la válvula amplificadora de flujo hacia los cilindros de dirección, lo que determina la velocidad de giro y la dirección de las ruedas.

El sistema cuenta con todas las alarmas de seguridad que indican al operador las fallas que se producen y le entrega potencia de emergencia en caso de pérdida de efectividad del sistema. (Ver anexo 4)

➤ Frenos

La función fundamental del sistema de frenos es proporcionar al operador un sistema de control para detener el camión en forma modulada o en una distancia tan corta como sea posible. El camión 730E está equipado con

frenos de discos actuados hidráulicamente y tiene 3 tipos de frenos: freno de servicio, freno de estacionamiento y freno de carga y descarga. (Ver anexo 5)

➤ **Levante**

El levante de la tolva es producido por 2 cilindros hidráulicos telescópicos de tres etapas, montados sobre rotulas en el bastidor del camión y en la base de la tolva.

El accionamiento del sistema se realiza por una válvula piloto que accionada por el operador desde su posición en la cabina comanda el levante de la tolva. (Ver anexo 6)

➤ **Suspensiones**

Las suspensiones delanteras y traseras del camión son componentes hidroneumáticos que contienen aceite y nitrógeno seco. El aceite y el gas en las 4 suspensiones soportan el peso total del camión a excepción de las ruedas. Ejes delanteros y mandos finales. (Ver anexo 7)

➤ **Lubricación**

El sistema automático de lubricación es controlado por un temporizador eléctrico y operado por una válvula solenoide. Durante la operación del camión el temporizador opera periódicamente gobernando completamente el sistema de acuerdo a intervalos de tiempo regulados según sea definido para el equipo.

La operación de la bomba de engrase del camión es producida por la presión de aire que hace funcionar al sistema de engrase y la envía a los diferentes

bancos de inyectores a través de líneas flexibles para que la grasa fluya. (Ver anexo 8).

➤ **Sistema eléctrico de 24 voltios**

El camión 730E utiliza un sistema eléctrico de 24 voltios el cual suministra corriente a todos los componentes eléctricos no propulsados. Esta corriente eléctrica es suministrada por 4 baterías de 12 voltios conectadas en serie paralelo.

Cuando el motor está funcionando el sistema eléctrico de 24 voltios es mantenido por un alternador, que es movido mediante una polea conectada al motor diésel. (Ver anexo 9).

➤ **Sistema eléctrico de potencia**

La fuente de energía para operar el camión 730E es un motor diésel al que se encuentra acoplado un alternador. El alternador convierte la energía mecánica del motor diésel en energía eléctrica la que mediante sistemas de control y comandos hará posibles los movimientos del equipo. La energía eléctrica producida por el alternador, es controlada por un Sistema Control para ser aplicada a los motores de tracción, los que accionaran las ruedas del equipo para realizar los movimientos de avance, retroceso y dirección del movimiento. Esto es una conversión de energía eléctrica a mecánica. El sistema de Propulsión y control Eléctrico del camión está formado por los siguientes componentes principales:

- ❖ Alternador principal.
- ❖ Soplador de aire para enfriamiento de componentes.

- ❖ Ruedas motorizadas.
- ❖ Motor soplador para enfriar las resistencias de retardo.
- ❖ Sistema de control.
- ❖ Conjunto de Resistencias de Retardo. Ver anexo 10)

➤ **Neumáticos**

Los neumáticos para los equipos mineros han sido desarrollados en un amplio rango de características y especificaciones de modo de instalar el neumático en los vehículos de acuerdo al trabajo que desarrollaran. Los neumáticos no usan cámara interior y sellan el interior con los componentes del aro (se denomina sin cámara). El inflado de neumáticos de estos camiones se realiza con gas nitrógeno. (Ver anexo 11)

➤ **Estructura**

Los componentes estructurales presentes en el camión tienen la función de soportar e integrar los distintos sistemas del camión. Estos están dispuestos para que se cumpla con los objetivo de soportar grandes cargas de material y generar el movimiento de la maquina a través del correcto funcionamiento de los distintos sistemas. (Ver anexo 12).

➤ **Sistemas motor diésel**

- ❖ Sistema de Combustible.
- ❖ Sistema de Aceite Lubricante.
- ❖ Sistema de Enfriamiento.
- ❖ Sistema de Admisión de Aire.
- ❖ Sistema de Escape. (Ver anexo 13)

❖ **Sistema de Combustible**

- Suministro de combustible del tanque
- Cabezal del filtro de combustible.
- Filtros de combustible
- Entrada de la bomba del combustible
- ECM Centry.
- De la salida de la bomba de combustible a la válvula de cierre.
- Válvula de cierre
- Línea de señal de combustible a la válvula STC
- Interruptor de presión de combustible STC
- Suministro de combustible al bloque del combustible
- Bloque del combustible
- Suministro de combustible al banco derecho
- Suministro de combustible al banco izquierdo
- Inyector
- Drenado de combustible del banco izquierdo
- Drenado de combustible del banco derecho
- Retorno de combustible al tanque. (Ver anexo 14)

❖ Sistema de aceite lubricante

- Tubo de entrada del aceite
- Bomba del aceite lubricante
- Válvula de alivio de alta presión (sólo motor K38)
- Válvula de alivio de alta presión (sólo motor K50)
- Cubierta puente
- Enfriador de aceite

- Filtro de aceite
- Galería de enfriamiento del pistón (externa)
- Galería del aceite/suministro a los enfriadores de aceite
- Galería del aceite del árbol de levas
- Vena principal del aceite
- Aceite enfriado hacia el cabezal del filtro. (Ver anexo 15).

❖ Sistema de enfriamiento

- Flujo de refrigerante desde el block
- Suministro de refrigerante del turbo-cargador
- Tubo de transferencia trasero
- Protector térmico
- Ventilación del protector térmico
- Ventilación del turbo-cargador para el tanque de expansión
- Retorno de refrigerante del turbo-cargador a la derivación
- Retorno de refrigerante a la carcasa del termostato
- Retorno de refrigerante del post-enfriador
- Suministro de refrigerante del post-enfriador
- Salida de refrigerante al radiador
- Carcasa del termostato
- Derivación de refrigerante a la bomba del refrigerante
- Enfriador del aceite lubricante.
- Línea de ventilación del post-enfriador
- Suministro de refrigerante al block
- Bomba del refrigerante

- Entrada de refrigerante desde radiador
- Tubo de transferencia frontal. (Ver anexo 16)

❖ Sistema de admisión de aire

- Entrada de aire de admisión a los turbo-cargadores
- Turbo-cargadores de etapa baja
- Turbo-cargadores de etapa alta
- Aire del turbo-cargador al post-enfriador
- Post-enfriadores
- Aire del post-enfriador a los cilindros
- Puerto de admisión. (Ver anexo 17)

❖ Sistema de escape

- Puerto de escape
- Múltiples de escape
- Turbo-cargadores de etapa baja
- Turbo-cargadores de etapa alta
- Salidas de escape del turbo-cargador. (Ver anexo 18)

❖ Sistema de control electrónico cense

El sistema CENSE es un sistema electrónico de monitoreo del motor. Este sistema se usa principalmente para proporcionar diagnósticos mejorados del motor y para registrar datos de operación del motor a través del tiempo. Cense está compuesto de un módulo (ECM) que va instalado en el motor (alta potencia) y de un conjunto de sensores.

El sistema CENSE opera del mismo modo que cualquier otro sistema electrónico que mide la velocidad del motor y muchas de las mismas temperaturas y presiones. CENSE es el encargado de monitorear parámetros del motor en tiempo real, de esta forma puede avisar al operador de alguna anomalía en el funcionamiento del motor. Por otro lado, CENSE es un almacén de esta información, que puede ser descargada utilizando el software INSITE CENSE y puede ser utilizada para distintos fines como: determinar el estado de la frecuencia de la operación, determinar los ciclos de carga frecuentes y determinar la necesidad de reparar el motor.

CENSE es el responsable de operar el sistema de luces, las cuales son tres que cuenta el sistema y que indican distintos niveles de fallas. (Ver anexo 19 y 20)

❖ Sistema de control electrónico cense

- Sensor de presión del refrigerante
- Sensor de temperatura de entrada del compresor del turbo-cargador
- Sensor de temperatura del refrigerante
- Sensor de temperatura del múltiple de admisión
- Sensor de presión del múltiple de admisión
- Módulo de control electrónico (ECM)
- Sensor de velocidad del motor
- Sensor de presión posterior al filtro de aceite
- Sensor de presión previo al filtro de aceite
- Sensor de presión del paso de gases al cárter del motor

- Sensor de presión del riel de combustible. (Ver anexo 21)

❖ **Arnés cableado de motor**

El arnés de cableado el cual está sujeto a condiciones extremas de trabajo, provee de alimentación a los componentes eléctricos del motor, además envía señales desde el motor a los accesorios y equipos relacionados al motor.

Se debe tener en cuenta varios factores para el buen funcionamiento de nuestro circuito, el principal de ellos es la resistencia eléctrica. Debido a elementos como suciedad, oxido, grasa, etc., la resistencia de nuestro circuito puede aumentar ocasionando calentamiento excesivo, perdidas eléctricas y a la larga fallas en nuestro cableado.

Otro factor importante es el aislamiento debido a las condiciones en que trabaja el arnés de cableado, ya que la falta de este ocasionara fallas como corto circuitos ocasionando daños severos. (Ver anexo 22)

❖ **Herramienta y componentes de Diagnostico Insite Cense**

- Cable del enlace de datos.
- Cable de alimentación.
- PC con herramienta electrónica de servicio INSITE.
- Adaptador del Enlace de Datos
- Cable cambiador de género.
- Mini Cable Principal.
- Cable USB o cable serie.
- Conector de 3 pines del arnés del motor. (Ver anexo 23)

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo en la disponibilidad de motores diésel en camiones 730E Bayovar-Piura en el año 2018?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar el efecto de la propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo en la disponibilidad de motores diésel en camiones 730E Bayovar-Piura en el año 2018.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar la disponibilidad histórica de motores diésel en camiones 730E.
- Analizar las fallas más recurrentes de motores diésel en camiones 730E.
- Diagnostico actual del plan de mantenimiento preventivo de motores diésel en los camiones 730E.
- Desarrollar la propuesta de mejora en el mantenimiento de los motores diésel en los camiones 730E, estimando su efecto en la disponibilidad de los mismos.
- Realizar una evaluación económica financiera de la mejora realizada.

1.4 Hipótesis

La propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de motores diésel en los camiones 730E Bayovar-Piura.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La metodología de investigación para la presente tesis será de tipo pre-experimental, a fin de conocer la mejora de la disponibilidad a través de variables porcentuales.

2.2. Diseño

Esta investigación es Pre-experimental se analizó la disponibilidad de motores diésel entre todos sus sistemas del camión 730E con el plan de mantenimiento preventivo actual, se desarrolló la mejora al plan de mantenimiento y se estimó la disponibilidad en el periodo programado de manera prospectiva y luego se comparó sus resultados.

2.3. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

- La población está conformada por la totalidad de las unidades de motores diésel en los camiones 730E Bayovar-Piura, actualmente en funcionamiento, en número de 20 unidades, productivas.
- La muestra para el estudio se estableció por el criterio de 5 unidades productoras, que representaron la cuarta parte de nuestra población por ser los equipos de mayor antigüedad, mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia considerando las unidades más críticas de la empresa.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

A) Técnicas

Las técnicas que se realizaron a lo largo de la investigación sirvieron para buscar en la literatura de libros, para poder afianzar nuestra para esta investigación y estas fueron:

A.1) Fichas bibliográfica: La ficha bibliográfica contienen los datos de una identificación de algún libro, donde nos permite clasificar un libro de acuerdo con el nombre con el autor de la obra. Estas fichas se hacen para todos los libros o artículos que eventualmente pueden ser útiles a nuestra investigación. (Pérez, 2013).

A.2) Fichas de resumen: Se utilizó para seleccionar la idea central que sirvan de apoyo o ejemplifiquen la idea central. Redactar en forma sumaria en las fichas de resumen las ideas fundamentales del texto. Numerar y archivar las fichas obtenidas. (Bahena, 1998).

A.3.) Análisis Documental: Se utilizó para analizar todos los documentos y poder dar una interpretación al tema de investigación.

Según García, Rico y Romero (2015) menciona que : “La metodología empleada en una investigación ha implicado el diseño de un *instrumento de recolección de datos e identificación de actividades de tipo metodológico que son consideradas importantes en el éxito de TPM*, recoger y analizar la información y concluir en base a los resultados encontrados”. (p.117)

B. Instrumentos

B.1) Reporte de Servicio:

Según Flores (2010) menciona: “Precisa, desde el punto de vista de mantenimiento, el motivo de la ejecución del servicio, con detalle del diagnóstico técnico hecho por el especialista o el jefe de taller.” (p.151). (Ver anexo 26)

B.2) Bitácora

Según Flores (2010) menciona: “La Bitácora constituye un elemento fundamental del programa de mantenimiento de una máquina que permite prevenir fallas mayores, evitando sobrecostos. En la Bitácora, el operador de la máquina registra los hechos significativos que ocurran a la máquina cada día con indicación de horómetro, fecha y hora. Los registros consideran: Intervenciones de mantenimientos preventivos, Fallas observadas, Ruidos extraños, Fugas de aceite o combustible, Horas de trabajo y abastecimiento de combustible, Otros El supervisor de maquinaria, verificará el correcto llenado de la Bitácora, observando si se ha dado atención oportuna a alguna falla mecánica anotada, debiendo dejar constancia mediante su firma en el rubro de observaciones” (p.153). (Ver anexo 25)

B.3) Check list

Según Cuya (2006) menciona: “Es un documento que lleva en la cabeza la Matriz de evaluación del riesgo que te permite evaluar todas las condiciones en la que incide riesgo, eliminando el peligro. Contiene un recuadro que te permite evaluar actividades de rutina evaluando y calificando su riesgo, sin dejar de lado algún elemento, de manera ordenada. Las decisiones y el modo de eliminar las condiciones de peligro, lo definen en coordinación con todos los involucrados en la labor. Se

anota en recuadro las conclusiones de eliminación de peligro de acuerdo a las prioridades que requiere, firmado de conformidad, la supervisión y los obreros” (p.26)

B.4) Software Insite

Según Komatsu (2001), menciona: “La herramienta electrónica de servicio INSITE es una aplicación de software basado en Windows que trabaja con los ECMs para diagnosticar y localizar problemas del motor, almacenar y analizar información histórica acerca de un motor, y para modificar valores de operación de un motor.

La herramienta electrónica de servicio INSITE Profesional también permite que usted transfiera calibraciones a un ECM. La herramienta electrónica de servicio INSITE se usa en una computadora personal (PC) que se conecta a un ECM a través de un kit adaptador de enlace de datos INLINE.

Después de registrar una copia de la herramienta electrónica de servicio INSITE y de conectarse a una fuente de datos de ECM, la herramienta electrónica de servicio INSITE le permite a usted recuperar datos presentes o registrados acerca de un motor, alterar valores del ECM, almacenar datos para verlos en un momento posterior, analizar datos para monitorear y evaluar la operación de un motor, y ver códigos de falla activos o inactivos del motor”. (Ver anexo 23)

Tabla 2

Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

OBJETIVOS	TECNICAS	INSTRUMENTOS	FUENTES	RESULTADOS
Analizar la disponibilidad histórica de los motores diésel en camiones 730E	-Análisis de Información. -Análisis de Información. -Análisis de Información.	-Reporte de Servicio. -Diagrama de Pareto. -Software Insite.	-Reporte de paradas. -Reporte base de datos. - Camión 730E.	-Detalle del diagnóstico técnico sobre la parada del mes, día y horas no trabajadas.
Analizar las fallas más recurrentes de los motores diésel en camiones 730E	-Análisis de Información.	-Lluvia de ideas.	-Reporte base de datos.	-Planificación de nueva disponibilidad.
Diagnostico actual del plan de mantenimiento preventivo de motores diésel en los camiones 730E.	-Análisis de Información.	-Reporte de Servicio.	-Reporte de paradas.	-Plan de mantenimiento preventivo mejorado.
Determinar los mantenimientos a realizarse a los sistemas de los motores diésel en camiones 730E, estimando su efecto en la disponibilidad de los mismos	-Aplicación de Mejora del Plan de Mantenimiento.	-Fortalecer el formato del Plan de Mantenimiento.	-Reporte base de datos.	-Disminuir las ocurrencias de parada para aumentar la disponibilidad.

Fuente:

Elaboración

propia

2.5. Matriz de Variables

Variable independiente: Propuesta de mejora del Plan de Mantenimiento Preventivo

Variable dependiente: Disponibilidad de motores diésel.

2.5.1. Operacionalización de Variables

Tabla 3

Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Propuesta de mejora del Plan de Mantenimiento Preventivo de motores diésel en los camiones 730E.	Se basa en incluir un mantenimiento preventivo a las fallas generadas las cuales no están consideradas en el mantenimiento programado.	Puede realizarse a través de objetivos proporcionando preferencias a las fallas.	Mantenimiento Preventivo	-Determinar fallas repetitivas. -Prevenir fallas repetitivas. -Priorizar fallas.	Nominal
Disponibilidad de motores diésel en los camiones 730E.	La posibilidad que los motores diésel se encuentren funcionando en perfectas condiciones durante un periodo y bajo condiciones normales de trabajo	Se realiza determinando a través de la evaluación de los tiempos de trabajo y tiempos de parada o reparación de fallas.	Base de datos	$MTBF = \frac{\text{Tiempo Total}}{\text{Número de paradas}}$ $MTTR = \frac{\text{Tiempo F/S}}{\text{Número de paradas}}$ $D = \frac{T.T - T.F/S}{100} \times 100$	Razón

Fuente: Elaboración propia

Donde:

MTBF= Tiempo medio entre fallas.

MTTR= Tiempo medio para reparar.

D= Disponibilidad.

T.T= Tiempo Total

N/P= Número de Paradas

T.F/S= Tiempo Fuera de Servicio.

2.6. Procedimientos

- Análisis del plan de mantenimiento actual mediante la recolección de información de datos.
- Elaboración de un diagnóstico para la propuesta de mejora del mantenimiento preventivo.
- Desarrollar la propuesta de mejora del mantenimiento actual para brindar mejor soporte y reducir el número de fallas a través de diversas actividades.
- Evaluación económica de la propuesta realizada.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Para la obtención de los resultados el procedimiento que se utilizó fue recurrir a la empresa en búsqueda de información a través del reporte de servicios donde se encontró detalladamente las paradas, el n° de equipo, fecha, horómetro, tiempo de parada, descripción de la falla, sistema afectado, actividad del trabajo realizado y cantidad de personas que estuvieron involucradas, para luego con ayuda del programa Excel, se hiciera el análisis estadístico con el diagrama de Pareto arrojándonos el resultado de indisponibilidad.

3.1. Análisis de la disponibilidad histórico de motores diésel en camiones 730 E

La disponibilidad de un equipo o sistema es una medida que nos indica cuanto tiempo está disponible ese equipo o sistema operativo respecto de la duración total durante la que se hubiese deseado que funcione, este factor se expresa en porcentaje del tiempo total del periodo que el equipo está en condiciones de ser operado.

Ecuación 2 : Fórmula de reporte de mantenimiento

$$\text{Disponibilidad (\%)} = \frac{\text{Tiempo Total} - \text{Tiempo Fuera de Servicio}}{\text{Tiempo Total}} \times 100 \dots(2)$$

Para el análisis de la disponibilidad se tuvo en cuenta lo siguiente:

- El tiempo mensual de disponibilidad de cada camión oscila entre 720 y 744 horas dependiendo de los días que contenga cada mes del calendario.
- El tiempo mensual de disponibilidad por los 5 camiones oscila desde las 3600 horas a 3720 horas.
- Los camiones 730E Bayovar-Piura utiliza como indicador de gestión la siguiente fórmula :

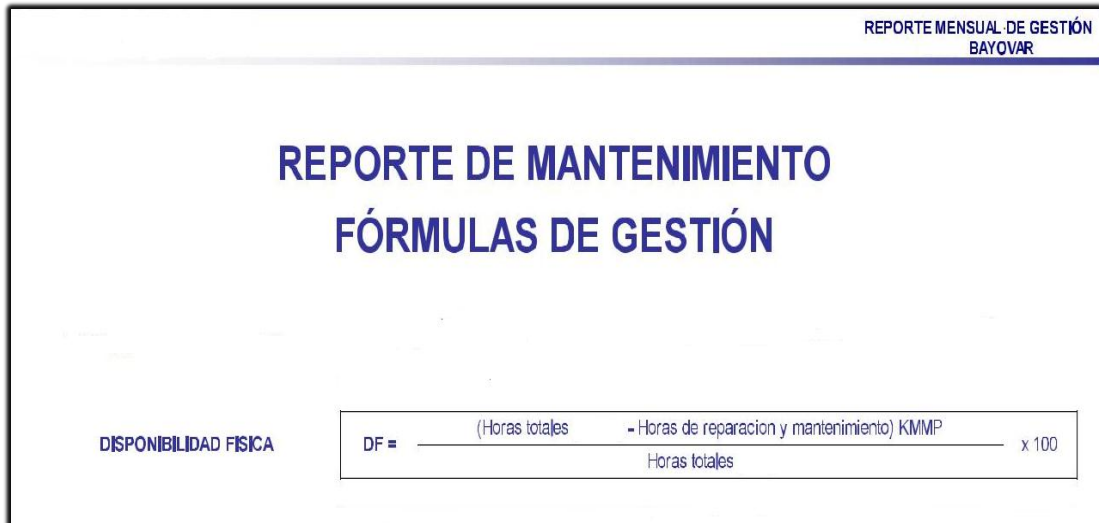


Figura 2. Fórmula de reporte de mantenimiento camión 730e

Fuente: La empresa

Como se puede apreciar en la figura 2 el indicador de la disponibilidad permite recolectar información que servirá para el análisis de las paradas que causa una falla o reparación programada y no programada la cual tendrá como objetivo tener una información de la operatividad de los equipos.

En la tabla 4, se muestra la disponibilidad de los 5 camiones desde Agosto del 2017 hasta Julio del 2018, la cual nos indica que el mes de Marzo del 2018 tuvo un 80% de disponibilidad siendo el más bajo dentro de los 12 meses de análisis y con un mayor índice de disponibilidad el mes de Noviembre del 2017 y Enero del 2018 con el 84%.

Adicional a ello se determinó que el Tiempo promedio entre reparaciones (MTTR) fue de 9.14 horas ya que se tuvo un total de 7793 horas en los 5 camiones lo que al multiplicar por la utilidad neta por hora de la empresa el cual es de S/. 10,152.00, dio como resultado un pérdida de S/. 79, 117,632. Cabe mencionar que el monto de pérdida parece elevado pero al comparar con las ventas de la empresa de S/. 825, 000,000, vemos que representa solo un 9.59% de las ventas.

Tabla 4

Disponibilidad de 5 camiones de agosto 2017 a julio 2018

CAMION 730E	T- TOTAL (H)	N° PARADAS 5 CAMIONES 730E	T-FUERA DE SERVICIO (H)	TIEMPO PERDIDO MENSUAL	T- UTIL MENSUAL	MTBF (T-Max/ N° PARADAS)	MTTR (TPM/N°DP)	COSTO LUCRO CESANTE POR PAROS NO PROGRAMADOS	DISPONIBILIDAD: T.TOTAL-T.FUERA DE SERV./T.TOTAL (100)
ago-17	3720	63	618	618	3102	61.68	10.03	S/. 6,274,181.51	83%
sep-17	3600	69	679	679	2921	55.54	9.84	S/. 6,893,477.74	81%
oct-17	3720	73	618	618	3102	51.21	8.48	S/. 6,274,181.51	83%
nov-17	3600	63	584	584	3016	58.45	9.38	S/. 5,929,000.00	84%
dic-17	3720	70	645	645	3075	56.21	9.44	S/. 6,548,296.23	83%
ene-18	3720	60	603	603	3117	62.88	10.10	S/. 6,121,895.55	84%
feb-18	3360	51	626	626	2734	67.73	12.43	S/. 6,355,400.68	81%
mar-18	3720	61	750	750	2970	63.13	12.16	S/. 7,614,297.95	80%
abr-18	3600	104	679	679	2921	35.43	6.63	S/. 6,893,477.74	81%
may-18	3720	84	635	635	3085	46.91	7.97	S/. 6,446,772.26	83%
jun-18	3600	117	660	660	2940	31.00	5.68	S/. 6,700,582.19	82%
jul-18	3720	93	696	696	3024	40.12	7.51	S/. 7,066,068.49	81%
PROMEDIO ANUAL	3650	76	7793	7793	3001	52.52	9.14	S/. 79,117,632	82%

Fuente: Reporte base de datos camión 730E.

En la figura 3 de la disponibilidad anual de los camiones 730E se analiza que entre los meses de Agosto del 2017 y Julio del 2018 la disponibilidad fue disminuyendo por las constantes paradas que generan los sistemas que conforman el equipo o camión. Como vemos en el grafico que la disponibilidad anual llego a un promedio del 82%.

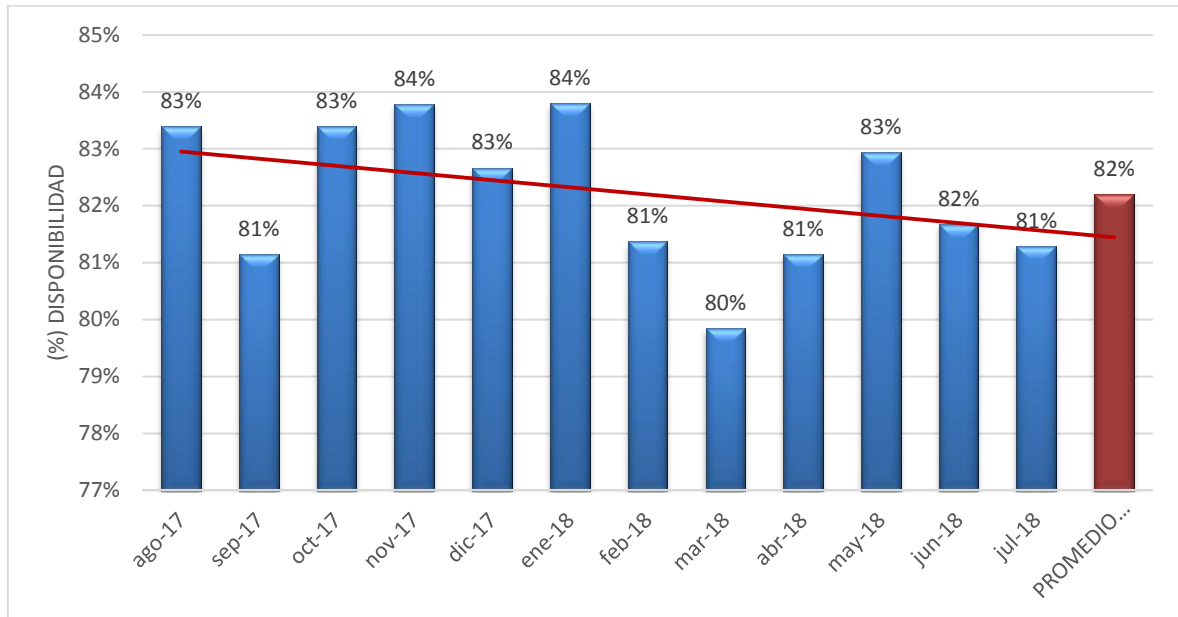


Figura 3. Disponibilidad anual camiones 730E

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se puede observar que dentro del camión 730E existen sistemas que conforman dicho equipo: estructura, motor Diésel, propulsión, sistema 24V, neumáticos, suspensión, dirección, lubricación y frenos, de tal manera que estos realicen funciones de acuerdo a lo diseñado, como se puede analizar los índices con mayor promedio de indisponibilidad son el sistema de 24V, propulsión, motor diésel y estructura.

Tabla 5

Promedio indisponibilidad por sistema del camión 730e

Sistema	Indisp. Promedio	%
Mantenimiento	6.14	34.1%
Estructura	5.25	63.3%
Motor Diésel	2.67	78.1%
Propulsión	1.50	86.4%
Sistema 24v	0.83	91.1%
Neumáticos	0.57	94.2%
Suspensión	0.42	96.6%
Dirección	0.22	97.8%
Lubricación	0.18	98.8%
Frenos	0.13	99.4%
Levante	0.10	100.0%
TOTAL	18.0	

Fuente: Reporte base de datos camión 730E.

En la figura 4 de la indisponibilidad acumulada podemos apreciar que dentro de los sistemas del camión 730E el motor diésel cuenta con mayor promedio de indisponibilidad, siendo un sistema fundamental, se ha seleccionado para un análisis y el estudio de los problemas o fallas que ocasionan la baja disponibilidad entre todos los sistemas que lo conforman.

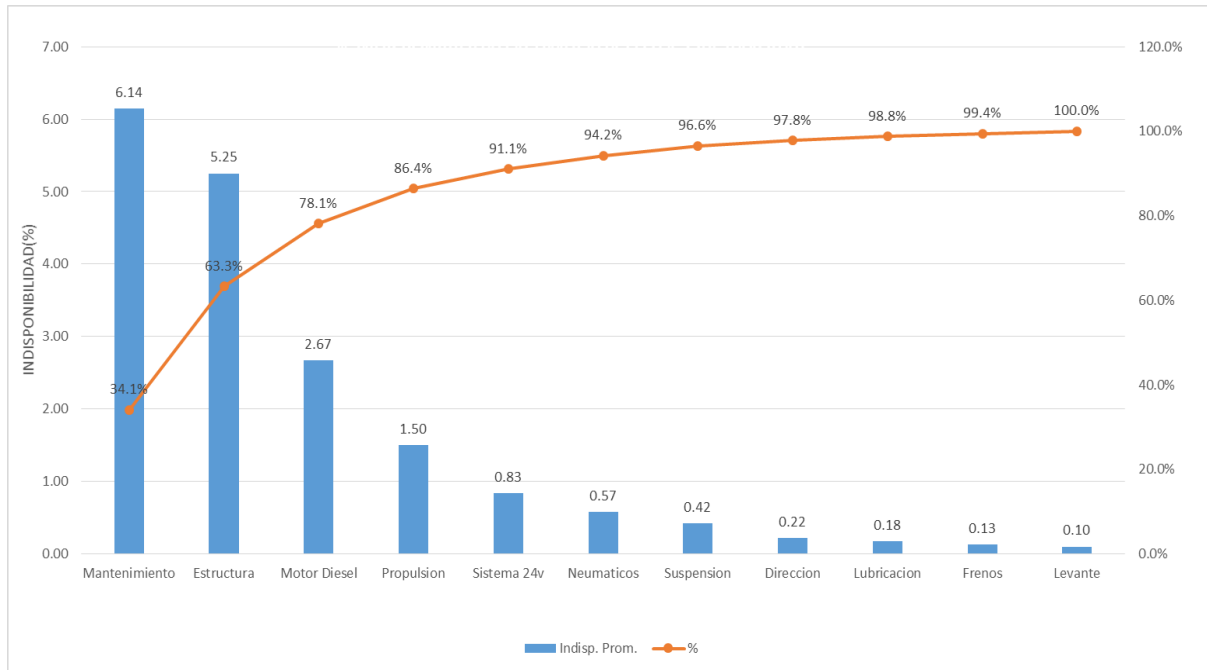


Figura 4. Indisponibilidad acumulada camión 730E

Fuente: Elaborada por el autor

En la tabla 6 se puede observar el análisis de los reportes de paradas por sistemas, que dentro del total de las 908 paradas que se generaron en los sistemas del camión 730E, el motor diésel es el que cuenta con un alto número de paradas desde agosto del 2017 hasta julio del 2018.

Tabla 1

Análisis reportes de paradas por sistema Ago 2017 – jul 2018

FALLAS	N° DE PARADAS		
		%	% ACUMULADO
Estructuras	286	31.5	31.5
Motor Diésel	213	23.5	55.0
Propulsión	154	17.0	71.9
Sistema 24v	130	14.3	86.2
Neumáticos	53	5.8	92.1
Suspensión	28	3.1	95.2
Dirección	13	1.4	96.6
Lubricación	13	1.4	98.0
Frenos	9	1.0	99.0
Levante	9	1.0	100.0

TOTAL 908.0

Fuente: Reporte base de datos camión 730E.

En la tabla 7 se aprecia que de la flota actual de motores diésel de los camiones 730E los motores son reparados y que cuentan con una vida útil de trabajo de 19000 horas, también indica que cuentan entre 9000 y 10000 horas de trabajo hasta el mes de agosto del 2018 desde la fecha de su arranque inicial.

Tabla 7

Flota actual motores diésel camiones 730e

FLOTA ACTUAL MOTORES DIÉSEL CAMIONES 730E, BAYOVAR-PIURA									
NUMER O INTERN O	EQUIPO	N° DE SERIE	MODELO MOTOR	N/S MOTOR	VIDA UTIL	HORAS	ESTADO	FECHA	HRM
						TOTALES ACUMULAD AS DEL MOTOR	DEL MOTOR	DE ARRANQ UE INCIAL	T AGO 18
1	CAMION 730E	A305 73	SSA16V159 (K50)	33176761	1900 0	54,823	REPARA DO	may-17	9332
2	CAMION 730E	A305 81	SSA16V159 (K50)	33193882	1900 0	54,935	REPARA DO	jun-17	9205
3	CAMION 730E	A305 82	SSA16V159 (K50)	33178959	1900 0	56,441	REPARA DO	abr-17	9987
4	CAMION 730E	A305 83	SSA16V159 (K50)	33193845	1900 0	54,089	REPARA DO	feb-17	9568
5	CAMION 730E	A305 85	SSA16V159 (K50)	33178371	1900 0	52,920	REPARA DO	ene-17	9039

Fuente: Elaboración propia

3.1.1. Análisis del mantenimiento correctivo (Paradas no programadas)

Para analizar el estudio de la disponibilidad se utilizó la base de datos de las paradas de los camiones 730E desde Agosto del 2017 a Julio del 2018. La información fue proporcionada por el sistema de despacho de los camiones 730E Bayovar-Piura.

Tabla 2

Equipo	Fecha	Hora	Duracion	Estado	Razon	Comentarios	Flota	Mes	Tiempo	Sistema	Sub-Sistema
HT01	07-ago-17	15:45:05	00:28:09	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO		730E	ago-17	0.47	SISTEMA 24V	SISTEMA 24V
HT01	09-ago-17	13:39:19	02:11:52	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	FUGA DE ACEITE FILT	730E	ago-17	2.20	MOTOR DIESEL	SISTEMA DE COMBUSTIBLE
HT01	10-ago-17	02:33:04	03:59:45	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	CAMBIO ACEIT MOTOR	730E	ago-17	4.00	MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO PROGRAI
HT01	15-ago-17	07:00:00	14:45:44	Mantenim	MANTENIMIENTO PROGRAMADC	SOLDADURA DE TOLVA	730E	ago-17	14.76	MANTENIMIENTO	SOLDADURA KMMP
HT01	16-ago-17	00:36:31	01:14:14	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	SIN RETARDO	730E	ago-17	1.24	PROPULSION	RETARDO
HT01	17-ago-17	07:00:00	23:08:25	Mantenim	MANTENIMIENTO PROGRAMADC	SOLDADURA	730E	ago-17	23.14	MANTENIMIENTO	SOLDADURA KMMP
HT01	23-ago-17	10:17:41	00:18:57	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	FUGA A/C	730E	ago-17	0.32	MANTENIMIENTO	DEMORA DE MANTENIMIEN
HT01	25-ago-17	08:38:11	00:52:10	Mantenim	NEUMATICOS CORRECTIVO		730E	ago-17	0.87	NEUMATICOS	NEUMATICOS
HT01	28-ago-17	20:11:43	01:18:06	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	INDICADOR DE PRESION DE ACEI	730E	ago-17	1.30	MOTOR DIESEL	ACCESORIOS ELECTRICOS
HT01	29-ago-17	22:01:30	02:33:34	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	FALLA ELECTRICA	730E	ago-17	2.56	MOTOR DIESEL	ACCESORIOS ELECTRICOS
HT01	31-ago-17	21:14:57	07:29:13	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO		730E	ago-17	7.49	SISTEMA 24V	STATEX
HT02	02-ago-17	04:32:29	00:13:04	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	SUSPENSIONES	730E	ago-17	0.22	SUSPENSIONES	SUSPENSION DELANTERA
HT02	04-ago-17	20:36:13	01:47:39	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	ALARMA DE MANTTO MOTOR	730E	ago-17	1.79	MOTOR DIESEL	ACCESORIOS ELECTRICOS
HT02	09-ago-17	17:24:45	05:32:33	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	RECALENTAMIENTO MOT	730E	ago-17	5.54	MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO PROGRAI
HT02	11-ago-17	00:14:05	00:30:55	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	SOLDADURA TOLVA PARTE SUPEF	730E	ago-17	0.52	ESTRUCTURA	TOLVA
HT02	11-ago-17	17:45:20	00:35:23	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	ACELERADOR	730E	ago-17	0.59	PROPULSION	PROPULSION
HT02	13-ago-17	18:24:34	02:18:31	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	PARADA DE EMERGENCIA DE MO	730E	ago-17	2.31	MOTOR DIESEL	ACCESORIOS ELECTRICOS
HT02	15-ago-17	11:37:03	00:29:58	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	PLM	730E	ago-17	0.50	SISTEMA 24V	PLM
HT02	16-ago-17	07:00:00	00:36:52	Mantenim	MANTENIMIENTO PROGRAMADO		730E	ago-17	0.61	MANTENIMIENTO	SOLDADURA KMMP
HT02	21-ago-17	11:02:50	04:19:22	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	FALLA ELECTRICA	730E	ago-17	28.32	PROPULSION	RETARDO
HT02	14-ago-17	20:36:13	01:47:39	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	ALARMA DE MANTTO MOTOR	730E	ago-17	1.79	MOTOR DIESEL	ACCESORIOS ELECTRICOS
HT02	29-ago-17	07:08:05	00:41:20	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	FUEGO EN PARRILLAS DE RETARD	730E	ago-17	0.69	ESTRUCTURA	PLATAFORMAS/ESCALERAS/
HT02	29-ago-17	07:49:25	23:10:35	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	CONTACTOR DE RETARDO	730E	ago-17	23.18	PROPULSION	RETARDO
HT02	31-ago-17	07:13:11	00:04:41	Mantenim	NEUMATICOS CORRECTIVO	INSPECCION	730E	ago-17	0.08	NEUMATICOS	NEUMATICOS
HT03	04-ago-17	02:12:42	00:38:59	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	FALLA ELECTRICA	730E	ago-17	0.65	PROPULSION	MOTOR DE TRACCION
HT03	05-ago-17	05:20:00	12:43:52	Mantenim	MANTENIMIENTO PROGRAMADC	CAMBIO CILINDRO DE DIRECCIO	730E	ago-17	12.73	DIRECCION	CILINDRO DE DIRECCION
HT03	10-ago-17	14:20:41	01:09:15	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	PARADA DE MOTOR	730E	ago-17	1.15	MOTOR DIESEL	FALLA NO ENCONTRADA
HT03	13-ago-17	15:42:02	00:09:18	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	BAJA DE DATA	730E	ago-17	0.16	MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO PROGRAI
HT03	14-ago-17	20:36:13	01:47:39	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	ALARMA DE MANTTO MOTOR	730E	ago-17	1.79	MOTOR DIESEL	ACCESORIOS ELECTRICOS
HT03	15-ago-17	19:24:08	01:48:41	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	LUCES	730E	ago-17	1.81	SISTEMA 24V	LUCES / FAROS
HT03	16-ago-17	01:20:48	00:17:16	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	CAMBIO DE BULBO	730E	ago-17	0.29	SISTEMA 24V	LUCES / FAROS
HT03	17-ago-17	20:51:17	01:03:12	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	CODIGO PARADA DE EMRGENCI/	730E	ago-17	1.05	MOTOR DIESEL	ACCESORIOS ELECTRICOS
HT03	18-ago-17	23:05:26	14:01:09	Mantenim	MANTENIMIENTO PROGRAMADO		730E	ago-17	230.02	MANTENIMIENTO	PIC
HT03	20-ago-17	21:17:26	01:28:56	Mantenim	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	NO LEVANTA TOLVA	730E	ago-17	1.48	ESTRUCTURA	TOLVA

Reporte paradas camiones 730e – 12 meses

Fuente: La empresa

De esta información proporcionada por la empresa se hizo la selección de los 5 camiones más antiguos que son analizados en el momento de su detención considerando fecha, hora de inicio (momento en que se genera la parada del equipo), falla (motivo del problema), componente (falla del sistema), duración (tiempo que demora en reparar) y hora final (momento que el equipo queda operativo), de la intervención que generó dicha parada.

Para poder analizar la disponibilidad en la tabla 9, se muestra la cantidad de paradas realizadas en los 5 camiones 730E seleccionados como muestra, desde el mes de agosto del 2017 hasta el mes de julio del 2018, teniendo un promedio anual de 76 del total de paradas de los camiones, con un promedio anual de 15 del promedio de paradas de la muestra indicada. Teniendo en cuenta que cada parada no programada constituye una indisponibilidad de cada equipo, generando gastos innecesarios.

Tabla 9

Resumen de paradas de los camiones 730e anuales

CAMION	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	PARADA	PROMEDIO
730E	2017	2017	2017	2017	2017	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	POR	ANUAL DE
													CAMION	PARADAS
K 01	15	19	15	11	18	13	13	15	26	26	22	19	212	18
K 02	16	12	14	14	18	11	11	10	17	14	21	18	176	15
K 03	12	11	16	15	10	10	9	15	23	16	24	19	180	15
K 04	9	10	13	10	12	12	8	10	19	14	23	20	160	13
K 05	11	17	15	13	12	14	10	11	19	14	27	17	180	15
TOTAL	63	69	73	63	70	60	51	61	104	84	117	93	908	
													PROMEDIO	76
														15

Fuente: Reporte de paradas Agosto 2017 a Julio 2018

En la figura 5 se observa que en el número de paradas por mes, Abril con 104 paradas, Junio con 117 paradas y Julio con 93 paradas quienes fueron los meses con mayor índice de indisponibilidad, en cambio el que obtuvo menos índice fue el mes de febrero con 51 paradas.

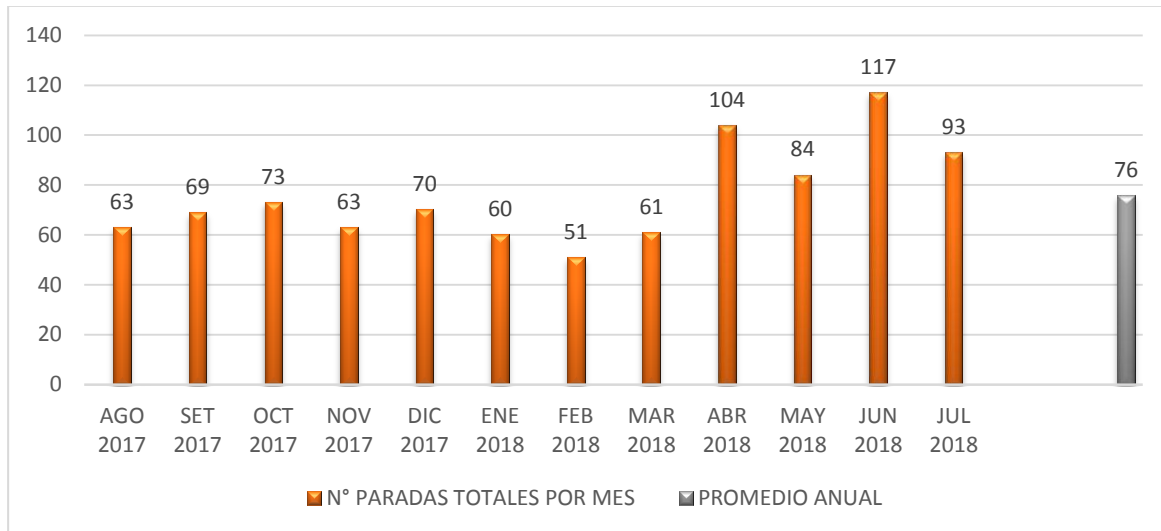


Figura 5. Número de paradas camiones 730E

Fuente: Elaboración del autor

En la tabla 10, se puede observar detalladamente las horas fuera de servicio por mes y por camión, teniendo como promedio anual de los totales de los 5 camiones 649 horas y como promedio de los promedios anuales de los 5 camiones 130 horas.

Tabla 10

Horas de fuera de servicio de los camiones 730e

CAMION 730E	AGO 2017	SET 2017	OCT 2017	NOV 2017	DIC 2017	ENE 2018	FEB 2018	MAR 2018	ABR 2018	MAY 2018	JUN 2018	JUL 2018	PARADA POR CAMION	PROM. ANUAL DE PARADAS
K 01	159	160	134	55	150	144	131	190	153	131	117	178	1702	142
K 02	120	120	110	135	140	140	135	120	126	125	144	134	1549	129
K 03	124	100	133	105	91	105	125	200	131	135	127	116	1492	124
K 04	107	99	122	131	140	77	97	110	133	135	133	128	1412	118
K 05	108	200	119	158	124	137	138	130	136	109	139	140	1638	137
TOTAL	618	679	618	584	645	603	626	750	679	635	660	696	7793	
													PROMEDIO	649
														130

Fuente: Elaboración propia

En la figura 6, se observa el número de horas de fuera de servicio de los camiones 730E desde el mes de agosto del 2017 hasta julio del 2018, como resultado el mes de noviembre del 2017 con 584 horas de fuera de servicio o parada fue con menos tiempo de indisponibilidad y el mes de marzo del 2018 con 750 horas de fuera de servicio o parada fue con más tiempo de indisponibilidad.

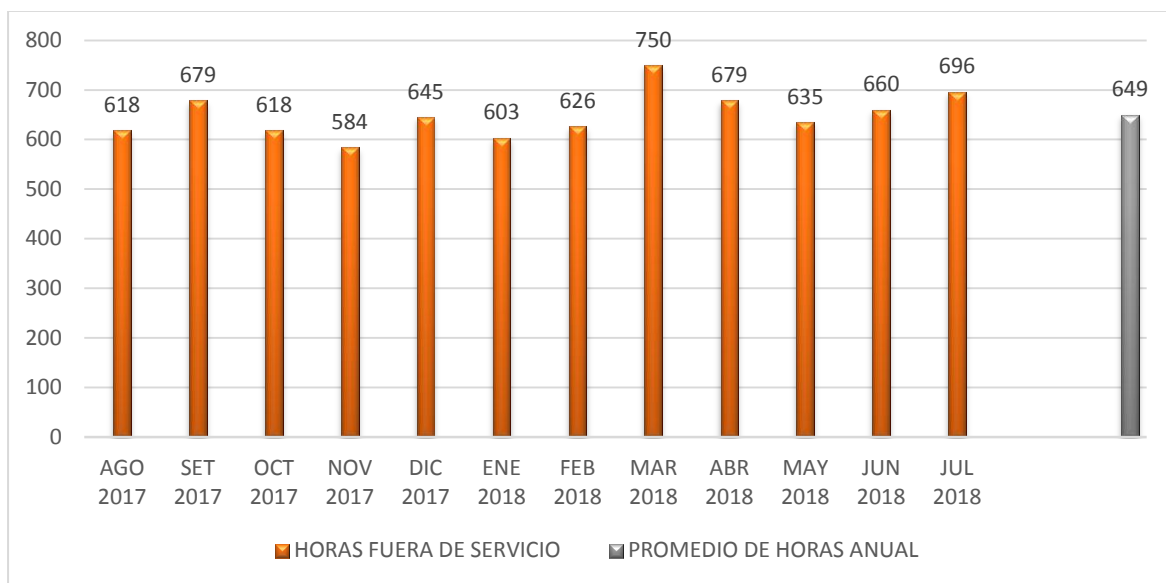


Figura 6. Horas fuera de servicio camiones 730E anual

Fuente: Elaboración propia

3.2. Análisis de las fallas más recurrentes de los motores diésel en camiones 730

Para poder realizar una mejora en el plan de mantenimiento preventivo en la tabla 11 se realizó un análisis de los reportes de paradas de la base de datos y poder determinar cuáles son las fallas de mayor ocurrencia ya que se pueden generar por diferentes causas.

Tabla 11

Diagnóstico de reportes de paradas del motor diésel

FALLAS SISTEMAS MOTOR DIÉSEL	N° DE PARADA	%	% ACUMULADO
Circuito electrónico	61	28.6	28.6
Combustible	46	21.6	50.2
Admisión	42	19.7	70.0
Aceite Lubricante	31	14.6	84.5
Escape	22	10.3	94.8
Enfriamiento	11	5.2	100.0
TOTAL	213		

Fuente: Reporte de paradas de la base de datos

En la figura 7 se observa que las fallas que son ocasionadas con mayor ocurrencia en el sistema del motor diésel de Agosto del 2017 a Julio del 2018 , del total de las 213 fallas , 61 fallas son del circuito electrónico 28.6%, 46 fallas son del sistema de combustible 50,2%, 42 fallas son del sistema de admisión 70%, 31 fallas son del sistema del aceite lubricante 84, 5%, 22 fallas son del sistema de escape 94.8% y 11 fallas son del sistema de enfr

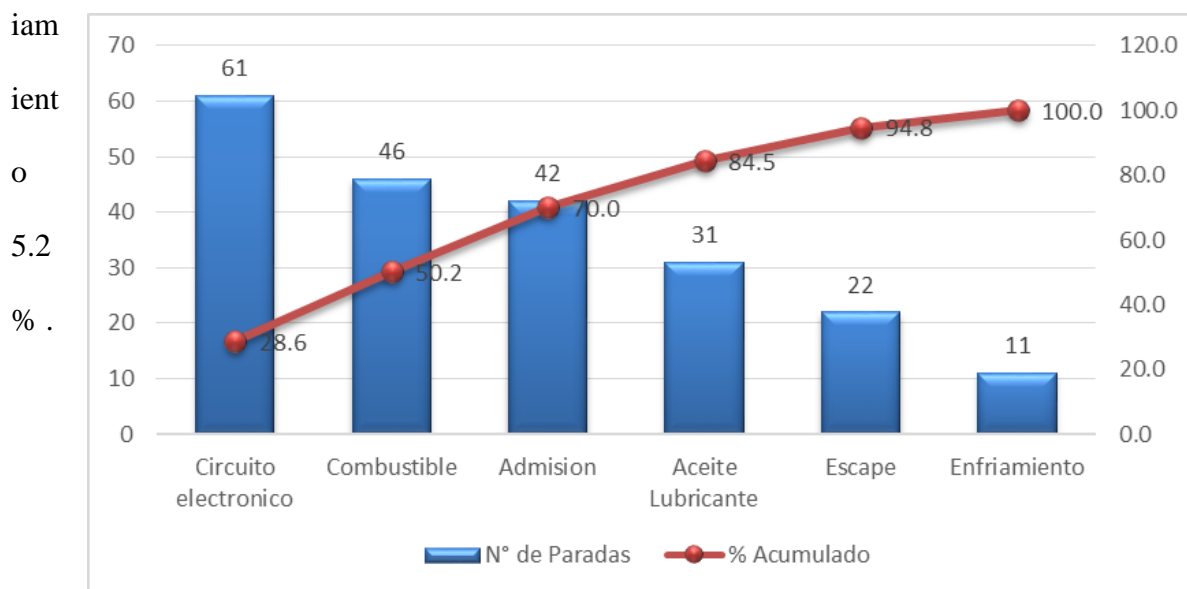


Figura 7. Fallas sistema motor Diésel

Fuente: Reporte de Base de Datos del Sistema del Motor Diésel Anual

3.2.3. Diagnóstico de fallas a través del Software Insite en el sistema del motor diésel.

Tabla 3

Diagnóstico de causas de fallas del motor diésel.

MOTOR DIÉSEL				
SISTEMA	FALLA	EFEECTO	CAUSA	CORRECCION
	Circuito sensor de presión admisión corto con fuente baja/alta o a tierra	corrosión / humedad / rotura / sensor	Falta de equipos predictivos	Rep. circuito o cambio de sensor
	Circuito sensor de temp. admisión corto con fuente baja/alta o a tierra	corrosión / humedad / rotura / sensor	Falta de equipos predictivos	Rep. circuito o cambio de sensor
	Circuito sensor de presión de aceite corto con fuente baja/alta o a tierra	corrosión / humedad / rotura / sensor	Falta de equipos predictivos	Rep. circuito o cambio de sensor
	Circuito sensor de temp. de aceite corto con fuente baja/alta o a tierra	corrosión / humedad / rotura / sensor	Falta de capacitación	Rep. circuito o cambio de sensor
	Circuito sensor de nivel de aceite corto con fuente baja/alta o a tierra	corrosión / humedad / rotura / sensor	Falta de capacitación	Rep. circuito o cambio de sensor
Circuito electrónico	Circuito sensor de temp. de refrigerante corto con fuente baja/alta o a tierra	corrosión / humedad / rotura / sensor	Polución	Rep. circuito o cambio de sensor
	Circuito sensor de presión de refrigerante corto con fuente baja/alta o a tierra	corrosión / humedad / rotura / sensor	Ambiente húmedo	Rep. circuito o cambio de sensor
	Circuito sensor de nivel de refrigerante corto con fuente baja/alta o a tierra	corrosión / humedad / rotura / sensor	Falta de gestión de la documentación	Rep. circuito o cambio de sensor
	Circuito sensor de temp. de aceite corto con fuente baja/alta o a tierra	corrosión / humedad / rotura / sensor	Falta de equipos predictivos	Rep. circuito o cambio de sensor
	Módulo de control electrónico (ECM) error de software	componentes internos defectuosos	Falta de equipos predictivos	cambio
	Circuito sensor de presión del cárter corto con fuente baja/alta o a tierra	corrosión / humedad / rotura / sensor	Técnico con poca experiencia	Rep. circuito o cambio de sensor

	Circuito sensor de temp.gases de escape corto con fuente baja/alta o a tierra	corrosión / humedad / rotura / sensor	Técnico con poca experiencia	Rep. circuito o cambio de sensor
	Circuito de sensor de RPM corto con fuente baja/alta o a tierra	corrosión / humedad / rotura / sensor	Falta de gestión de la documentación	Rep. circuito o cambio de sensor
	Fuga de combustible	cañerías	Falta de capacitación	Cambio de orings
		riel	Procedimiento no estandarizado	Cambio empaq.
		Filtros comb. obstruidos	Falta de equipos predictivos	Cambio de filtros
Combustible		Bba comb. sucio	Ambiente húmedo	Limpieza de strainer
	Baja potencia	Cañerías flojas	Falta de capacitación	Ajuste adecuado
		Actuador con partículas	Falta de capacitación	Limpieza de actuador
		Tanque de comb. Sucio	Ambiente húmedo	Limp. Tanque de comb.
	Baja potencia	Filtros aire obstruidos	Polución	Cambio o limpieza
Admisión	Excesivo ruido	Manguera/empa. roto	Falta de equipos predictivos	Cambio
	Fuga de gases de escape	Empaq. rota	Procedimiento no estandarizado	Cambio
Escape	Excesivo gases de escape(ralentf)	Inyectores mal calibrados	Herramientas deterioradas	Calibración de Inyectores

Fuente: Software Insite-camión 730E.

En la tabla 12, se puede apreciar que las causas que originan las fallas más resaltantes en los sistemas del circuito eléctrico, combustible, admisión y escape son los que se muestra a continuación el diagrama de Ishikawa.

3.2.4. Diagrama de Ishikawa

A continuación se presenta el diagrama de Ishikawa de las causas de la Baja disponibilidad de los motores Diésel.

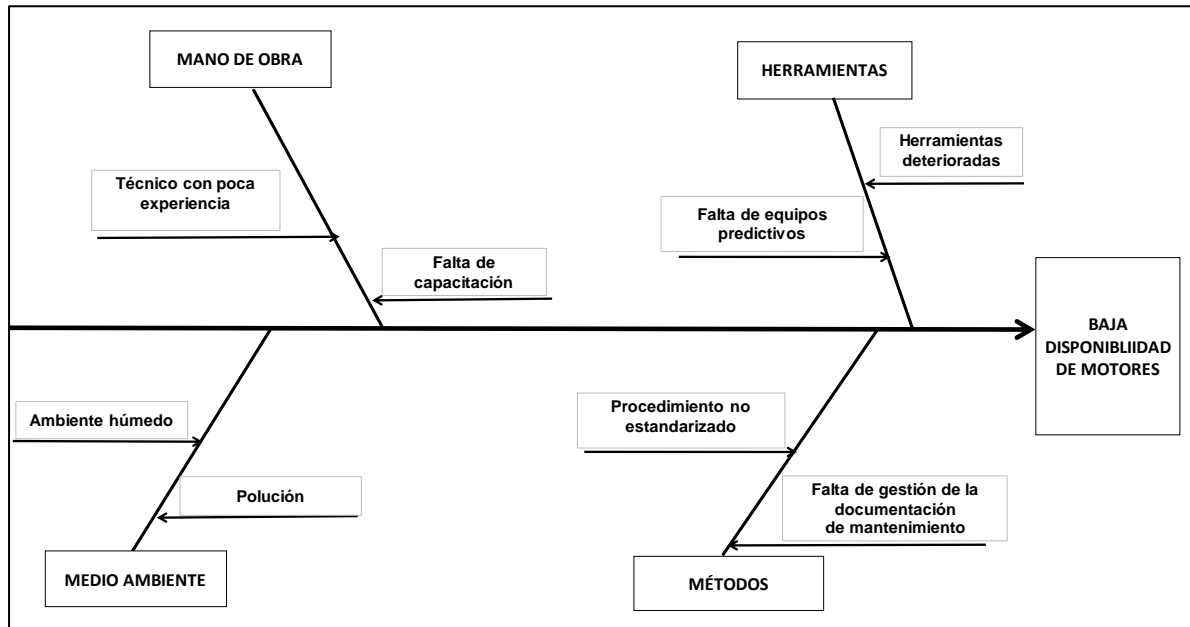


Figura 8. Diagrama de Ishikawa de la baja disponibilidad de motores

Fuente: Elaboración del autor

Cabe mencionar que la gran mayoría de causas con las mejoras realizadas en el plan de mantenimiento se van dar solución como: Falta de equipos predictivos, Falta de capacitación, falta de gestión de la documentación.

3.3. Diagnostico actual del plan de mantenimiento preventivo de los motores diésel en los camiones 730 E.

En la tabla 13 de periodo de consideraciones de mantenimiento se determinó que por cada 5000 horas de trabajo se realiza afinamiento de motor, a las 19000 horas se realiza cambio de motor diésel para luego ser llevado a la área centro de reparaciones de motores Diésel (CRMD) que se encuentra fuera de las instalaciones del proyecto Bayovar-Piura, y luego por cada 250 horas de trabajo se realiza un mantenimiento preventivo en la cual se está utilizando un formato estándar.

Tabla 4

Periodo de consideraciones del mantenimiento.

CAMION 730E BAYOVAR-PIURA		
PERIODO DE		
HORAS	SISTEMA	ACTIVIDADES
5000		Afinamiento de Motor
19000		Cambio de Motor
250		Mantenimiento Preventivo
500	Motor diésel	Mantenimiento Preventivo
750		Mantenimiento Preventivo
1000		Mantenimiento Preventivo
2000		Mantenimiento Preventivo

Fuente: Elaboración del autor.

En el análisis del formato del plan de mantenimiento preventivo del motor diésel como resultado se observó lo siguiente:

- El formato no cuenta con la evaluación de los diferentes ítems de inspección y pruebas de los sistemas electrónicos.
- El formato estándar no se encuentra actualizado.
- El formato no cuenta con una evaluación que especifique la descarga e interpretación de data del motor diésel.

A continuación en la figura 9 se presenta el programa de mantenimiento preventivo actual para los motores diésel de los camiones 730 E.

**PAUTA DE MANTENCION 2000 HRS
MOTOR DIESEL 730E-7**

EQUIPO HOROMETRO _____ HORA DE INICIO _____
 HOROMETRO _____ HORA DE TERMINO _____
 FECHA _____ DURACIÓN _____ SUPERVISOR _____
 MECANICO 1 _____ ELECTRICO 1 _____
 MECANICO 2 _____ ELECTRICO 2 _____
 MECANICO 3 _____ ELECTRICO 3 _____

DESCRIPCIÓN DE TAREA	Realizado por	Program (Sí / No)	OBSERVACION
MOTOR DIESEL			
Cambiar filtros de combustible.			
Cambiar filtros y aceite de Motor Diesel 10w40 x 55 gln. Esperar 10 minutos después revise nivel. Rellene si es necesario (Depende del sistema de filtrado del motor).			
Revisar nivel de aceite Motor Diesel			
Revisar operatividad del tensor de correas automático			
Revisar estado de correa ventilador.			
Revisar apriete pernos de soporte de Motor (Delantero y trasero).			
Refiérase al Manual de servicio (Shop Manual), sección Montaje modulo de potencia.			
ADMISIÓN			
Revisar nivel de saturación de filtros de aire. (máx. 25" agua) "Consulte la Sección C en el manual de servicio para las instrucciones de servicio de los elementos del depurador de aire. Vacíe las tapas de polvo del depurador de aire. Después de dar servicio, presione el botón de reseteo en el frente del medidor para que vuelva acero". Si el indicador continua marcando restricción cambie los filtros primarios y secundarios Limpie tazones decantadores de polvo en caja filtros de aire.			
Revisar gomas y tensores ductos de admisión.			
Revisar estado de mantas térmicas de ductos de escape.			
REFRIGERACIÓN			
Cambiar filtros del refrigerante.			
Revisar la concentración del refrigerante.			
Revisar fugas sistema refrigeración, lubricación y escape.			
SISTEMA DE COMBUSTIBLE			
Drenar todos los filtros separadores de agua (Combustible).			
Revisar válvula check de combustible.			
SISTEMA 24V			
Revisar tensión y estado de correa de alternador 24V. Observar que el tensor automático funcione adecuadamente.			
Revisar la condición de alineamiento de la correa de alternador 24V.			

Responsables :

NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMAS	COMENTARIOS
_____	_____	_____

 NOMBRE / FIRMA LIDER DE MANTENIMIENTO

 SUPERVISOR DE GUARDIA

Figura 9. Plan de mantenimiento preventivo sin mejora

Fuente: Camión 730E Bayovar-Piura

3.4. Desarrollo de la propuesta de mejora en el mantenimiento de los motores diésel en los camiones 730E, estimando su efecto en la disponibilidad de los mismos.

Después de haber analizado el plan de mantenimiento preventivo y las fallas de los camiones 730E, se determinó que se necesita la mejora del plan de mantenimiento para prevenir las fallas que se vienen generando de las cuales consiste en:

- Realizar un mantenimiento preventivo de acuerdo a las fallas que se están generando.
- Realizar un formato de inspección de acuerdo a los sistemas que generan más fallas.
- Realizar un reajuste en el plan de mantenimiento tomando en cuenta el diagnóstico de fallas.
- Cronograma de Capacitación
- Adquisición de equipos predictivos para detectar la falla antes de que suceda.

3.4.1. Plan de Mantenimiento Preventivo del Motor Diésel Camión 730E

De: Fernando LLontop Bellodas

Descripción: plan de mantenimiento preventivo basado al sistema electrónico, sistema de combustible, sistema de admisión y escape del motor diésel.

Fecha: Agosto del 2018.

Objetivo: evaluar paradas con respecto al mantenimiento correctivo de los motores diésel de los camiones 730E para evitar paradas inesperadas.

Antecedentes:

- Bayovar – Piura cuenta con una flota de 20 camiones 730E.
- El horómetro actual de los motores diésel son de un promedio de 54641 horas totales acumuladas de operación en los camiones 730E.

Evaluación:

En la evaluación e inspección realizada con respecto al sistema electrónico, sistema de combustible, sistema de admisión y escape de los motores diésel en los camiones 730E se recolectó la siguiente información:

- Circuito sistema electrónico con empalmes, corroídos y húmedos.
- Sistema de combustible con filtros obstruidos (mal ajustados), tanque contaminado, mangueras flojas.
- Sistema de admisión con empaquetaduras, mangueras y abrazaderas rotas.
- Sistema de escape calibración de válvulas e inyectores fuera de valores permisibles.

Componentes afectados en las fallas del motor diésel del camión 730E

Tabla 14

Componentes afectados en las fallas del motor diésel del camión 730E

N°	COMPONENTE	N° DE PARTE
1	Manguera	3632607
2	Empaquetadura	3047665
3	Abrazadera	3633974
4	Filtro aire Prim.	FGAF27696
5	Filtro aire Sec.	FGAF27695

Fuente: Elaboración propia

Plan de mantenimiento del motor diésel

- Según lo hallado en la evaluación realizada se procedió a desarrollar el plan de mantenimiento.
- El plan de mantenimiento que se desarrolla es preventivo, correctivo y predictivo.

Mantenimiento preventivo

- **Trabajos en taller**
 - Se realizara inspección y limpieza del circuito electrónico como los conectores, sensores y módulos de control electrónico.

- En el sistema o circuito electrónico se aislara los terminales, conectores con protectores o cinta aislante, se evitara que tenga contacto con materiales de conductividad eléctrica como el fierro, el agua, etc.
- Se realizara afinamiento de las válvulas e inyectores según evaluación de la descarga de la data.
- Se realizara inspección de ajustes de las abrazaderas, mangueras y empaquetaduras.
- Se realizara inspección y evaluación de filtros de aire, se cambiara por condición.

Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se realiza en operaciones (campo) o en los talleres de mantenimiento.

➤ Trabajos para el sistema electrónico del motor diésel

- Evaluar data del módulo de control electrónico.
- Reparar circuitos electrónicos con herramientas adecuadas.

➤ Trabajos para el sistema de combustible

- Evaluar y/o cambiar filtros de combustible.
- Inspeccionar ajuste de cañerías y fugas de combustible.
- Limpiar actuador (EFC)
- Inspeccionar tanque de combustible.

➤ Trabajos para el sistema de admisión

- Se evaluara filtros de aire.

- Se evaluara cierre hermético de empaquetaduras y estado de mangueras.

➤ **Trabajos para el sistema de escape**

- Se evaluara data de ECM en tiempo real.
- Se evaluara cierre hermético de empaquetaduras.

Mantenimiento predictivo

➤ **Se realizara seguimiento a corto, mediano y largo plazo**

Para realizar un buen seguimiento se tendrá que elaborar un cuadro Excel donde habrá un registro de fecha y hora que se realizaron las mejoras recomendadas, las cuales serán de utilidad para calcular el tiempo de vida que se presentara las fallas.

Repuestos para el plan de mantenimiento:

Para este proyecto es necesario tener en almacén los siguientes:

Tabla 15

N°	COMPONENTE	N° DE PARTE	CANT.	RECOMENDACIONES
1	Manguera	3632607	3	Este componente se cambiara según su estado critico
2	Empaquetadura	3047665	6	Este componente se cambiara si se encuentra fuga de gases
3	Abrazadera	3633974	6	Este componente si se encuentra en las condiciones de trabajo
4	Filtro aire Prim.	FGAF27696	12	Este componente se cambiara según condición de trabajo

				(saturación de polvo)
5	Filtro aire Sec.	FGAF27695	12	Este componente se cambiara según condición de trabajo
				(saturación de polvo)

Componentes afectados en las fallas del motor diésel del camión 730E

Fuente: Elaboración propia

- ❖ Los componentes que se necesitan para el plan de mantenimiento no generaran un costo porque estos se encuentran en stock que serán retirados según condición del componente que se encuentra en evaluación.

Equipos predictivos para el plan de mantenimiento:

Para llevar un adecuado plan de mantenimiento preventivo y predictivo se consideró necesario la adquisición de equipos predictivos los cuales permiten a través del seguimiento de determinados parámetros cuando puede fallar un componente de los motores diésel y de esta forma hacer el recambio o el mantenimiento antes de que esto suceda.

A continuación en la tabla 16 se presentan los equipos predictivos necesarios

Tabla 16

Inversión en equipos predictivos

LISTA DE EQUIPOS	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Termógrafo	S/. 6,500.00	2	S/. 13,000.00
Voltímetro	S/. 3,391.00	2	S/. 6,782.00
Amperímetro	S/. 4,243.00	2	S/. 8,486.00
Viscosímetro	S/. 4,159.00	2	S/. 8,318.00
TOTAL			S/. 36,586.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede apreciar que el monto de inversión para los equipos predictivos es de S/. 36,586.00

Cronograma de capacitación

Para llevar un adecuado plan de mantenimiento preventivo se consideró necesario realizar un cronograma de capacitaciones para el personal de mantenimiento con la finalidad de mejorar las aptitudes y conocimientos y de esta forma mejorar el rendimiento y eficacia de los trabajos realizados.

En cronograma consta de 6 capacitaciones los cuales tienen una duración de 6 horas y fueron realizados por una entidad externa, ascendiendo a un monto en capacitaciones de S/. 36,000.00, así como se detalla en la tabla 17.

Tabla 17

Inversión en Capacitación

N°	TEMA	Horas	COSTO
1	Mantenimiento preventivo	5	S/. 6,000
2	Herramientas para la Gestión del Mantenimiento	5	S/. 6,000
3	Gestión del Mantenimiento Basado en la Confiabilidad	5	S/. 6,000
4	Técnicas de Lubricación Industrial	5	S/. 6,000
5	Análisis de la calidad de aceite	5	S/. 6,000
6	Evaluación del sistema electrónico del motor	5	S/. 6,000
TOTAL		30	S/. 36,000.00

Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Mejora del Plan de Mantenimiento Preventivo

Después de realizar el análisis del plan de mantenimiento preventivo anterior, determinar las paradas y observar la realidad de los camiones 730E se tuvo conveniente mejorar el formato, aumentando los tiempos de mantenimiento programado y se considere necesario

la evaluación y corrección de las observaciones halladas, así de esta manera reducir las paradas no programadas. A continuación en la tabla se puede apreciar las actividades que se adicionaron al plan de mantenimiento actual

Tabla 18
Plan de mantenimiento preventivo mejorado

DESCRIPCIÓN DE TAREAS		
N°	ANTES DE LA MEJORA	CON LA MEJORA
MOTOR DIÉSEL		
1		Descarga y análisis de data cense.
2		Comprobar funcionamiento del Prelube.
3		Lubricar soporte delantero de motor Diésel
4	Cambiar filtros de combustible.	Cambiar filtros de combustible.
5		Revisar y limpiar respiraderos de cárter de motor
6	Cambiar filtros y aceite de Motor Diésel 10w40 x 55 gl. Esperar 10 minutos después revise nivel. Rellene si es necesario (Depende del sistema de filtrado del motor).	Cambiar filtros y aceite de Motor Diésel 10w40 x 55 gl. Esperar 10 minutos después revise nivel. Rellene si es necesario (Depende del sistema de filtrado del motor).
7	Revisar nivel de aceite Motor Diésel	Revisar nivel de aceite Motor Diésel
8		Revisar que los flexibles de motor no presenten fugas
9	Revisar operatividad del tensor de correas automático	Revisar operatividad del tensor de correas automático
10	Revisar estado de correa ventilador.	Revisar estado de correa ventilador.
11		Revisar mangueras de lubricación de fun clutch: reemplazar si es necesario
12		Comprobar torque en los pernos de masa del ventilador de refrigeración: 237N.m(175 ft lb)
13		Revisar mangueras de lubricación de cabezal de los filtros de aceite
14		Revisar fugas en sistema de lubricación

15		Revisar el torque de los 6 pernos de montaje del cubo del ventilador
16		Revisar por fugas cubo del ventilador
17	Revisar apriete pernos de soporte de Motor (Delantero y trasero).	Revisar apriete pernos de soporte de Motor (Delantero y trasero).
18	Refiérase al Manual de servicio (Shop Manual), sección Montaje módulo de potencia.	Refiérase al Manual de servicio (Shop Manual), sección Montaje módulo de potencia.
	ADMISIÓN	
19	Revisar nivel de saturación de filtros de aire. (máx. 25" agua) "Consulte la Sección C en el manual de servicio para las instrucciones de servicio de los elementos del depurador de aire. Vacíe las tapas de polvo del depurador de aire. Después de dar servicio, presione el botón de reseteo en el frente del medidor para que vuelva acero". Si el indicador continua marcando restricción cambie los filtros primarios y secundarios. Limpiar tazones decantadores de polvo en caja filtros de aire.	Revisar nivel de saturación de filtros de aire. (máx. 25" agua) "Consulte la Sección C en el manual de servicio para las instrucciones de servicio de los elementos del depurador de aire. Vacíe las tapas de polvo del depurador de aire. Después de dar servicio, presione el botón de reseteo en el frente del medidor para que vuelva acero". Si el indicador continua marcando restricción cambie los filtros primarios y secundarios. Limpiar tazones decantadores de polvo en caja filtros de aire.
20		Revisar que ductos de admisión del motor Diésel, tenga todos sus soportes y tensores en ambos lados del motor. Revisar que las gomas de unión entre tubo y turbo no se encuentre deformada.
21	Revisar gomas y tensores ductos de admisión.	Revisar gomas y tensores ductos de admisión.
22		Revisar abrazaderas ductos de admisión.
23	Revisar estado de mantas térmicas de ductos de escape.	Revisar estado de mantas térmicas de ductos de escape.
	ESCAPE	
24		Revisar abrazaderas de múltiple de escape, ductos de escape y belows
25		Revisar estado de mantas térmicas de ductos de escape.
	REFRIGERACIÓN	
26	Cambiar filtros del refrigerante.	Cambiar filtros del refrigerante.
27	Revisar la concentración del refrigerante.	Revisar la concentración del refrigerante.

- 28 Revisar mangueras del sistema de refrigeración.
- 29 Revisar fugas de refrigerante por testigo de bomba de agua
-
- 30 Inspeccionar panel radiador, obstruido, daños en el panel, fugas de refrigerante.
- 31 Revisar nivel de refrigerante, rellenar si es necesario.
- 32 Revisar tapa de radiador: sello desgastado, rotura
- 33 Revisar fugas sistema refrigeración, lubricación y escape. Revisar fugas sistema refrigeración, lubricación y escape.

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

- 34 Drenar todos los filtros separadores de agua (Combustible). Drenar todos los filtros separadores de agua (Combustible).
- 35 Revisar válvula check de combustible. Revisar válvula check de combustible.

CIRCUITO ELECTRONICO

- 36 Revisar terminales de válvula STC (reemplazar si fuera necesario)
- 37 Revisar terminales de válvula shutoff (reemplazar si fuera necesario)
- 38 Revisión y limpieza de sensor de temperatura de aceite.
- 39 Revisión y limpieza de sensor de presión de refrigerante, nivel de refrigerante y presión de combustible.
- 40 Revisar estado y limpieza de termocuplas (sensor gases de escape).
- 41 Limpieza de conectores C5 y C6

SISTEMA 24V

- 42 Revisar tensión y estado de correa de alternador 24V. Observar que el tensor automático funcione adecuadamente. Revisar tensión y estado de correa de alternador 24V. Observar que el tensor automático funcione adecuadamente.
- 43 Revisar la condición de alineamiento de la correa de alternador 24V. Revisar la condición de alineamiento de la correa de alternador 24V.
- 44 Evaluar estado de las poleas de alternador

45

Revisar por falta de fijación o roce cables de
alimentación de motores de arranque

Fuente: Elaboración propia

Adicional a ello se procedió a realizar un flujograma para el desarrollo del mantenimiento

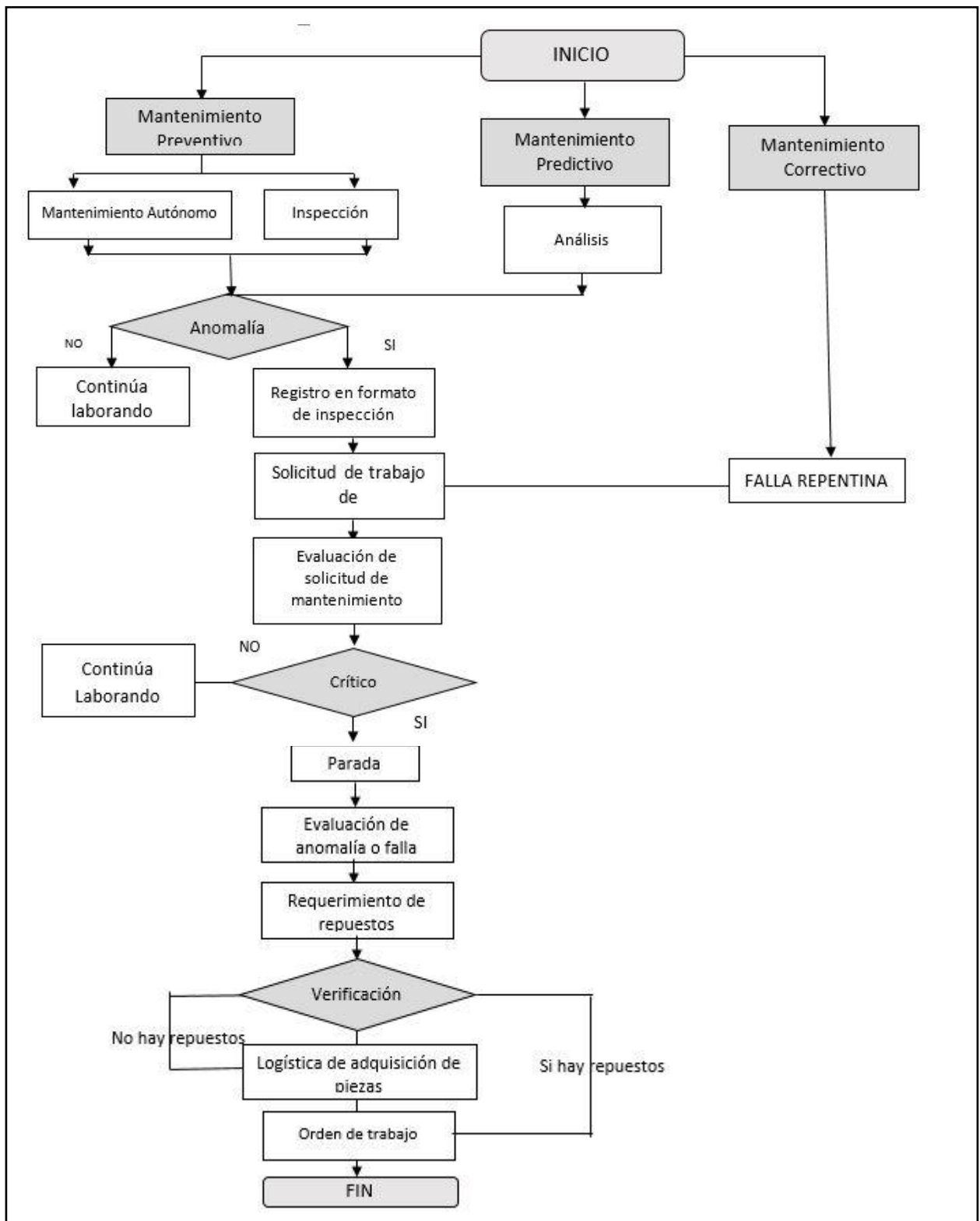


Figura 10. Flujograma de mantenimiento propuesto.

Fuente: Elaboración propia

3.4.3. Evaluación del impacto de la mejora del Plan de Mantenimiento Preventivo para en la Disponibilidad de Motores Diésel en los Camiones 730E.

a. Paradas no programadas después de la ejecución de la mejora del plan de mantenimiento preventivo.

En la tabla 19 se puede observar que hay una reducción en los totales de paradas no programadas de los camiones 730E desde el mes de setiembre del 2018, teniendo como resultado el mes de noviembre del 2018 con 62 paradas por los 5 camiones siendo el número de paradas más bajas y durante los 3 meses de haber aplicado el plan de mantenimiento preventivo mejorado se obtuvo como resultado un promedio trimestral de 65 paradas, equivalente a 13 paradas de promedio trimestral por camión, teniendo en cuenta que el mes de junio del 2018 fue el mes que se obtuvo como resultado de 117 paradas no programadas.

Tabla 19

Paradas no programadas después de la mejora del plan

CAMION 730E	SET 2018	OCT 2018	NOV 2018	PARADA POR CAMION	PROMEDIO ANUAL DE PARADAS
K 01	17	11	19	47	16
K 02	22	9	16	47	16
K 03	12	13	9	34	11
K 04	13	15	8	36	12
K 05	10	12	10	32	11
TOTAL	74	60	62	196	
	PROMEDIO			65	13

Fuente: Reporte de paradas de la base de datos

En la figura 11 se observa que durante los meses de setiembre, octubre y noviembre del 2018 hubo una tendencia que reducción de paradas no programadas siendo el mes de setiembre con 74 paradas y el mes de noviembre con 62 paradas, obteniendo un promedio

del total de los 5 camiones 65 paradas no programadas durante los 3 meses de aplicación de la mejora del plan de mantenimiento preventivo.

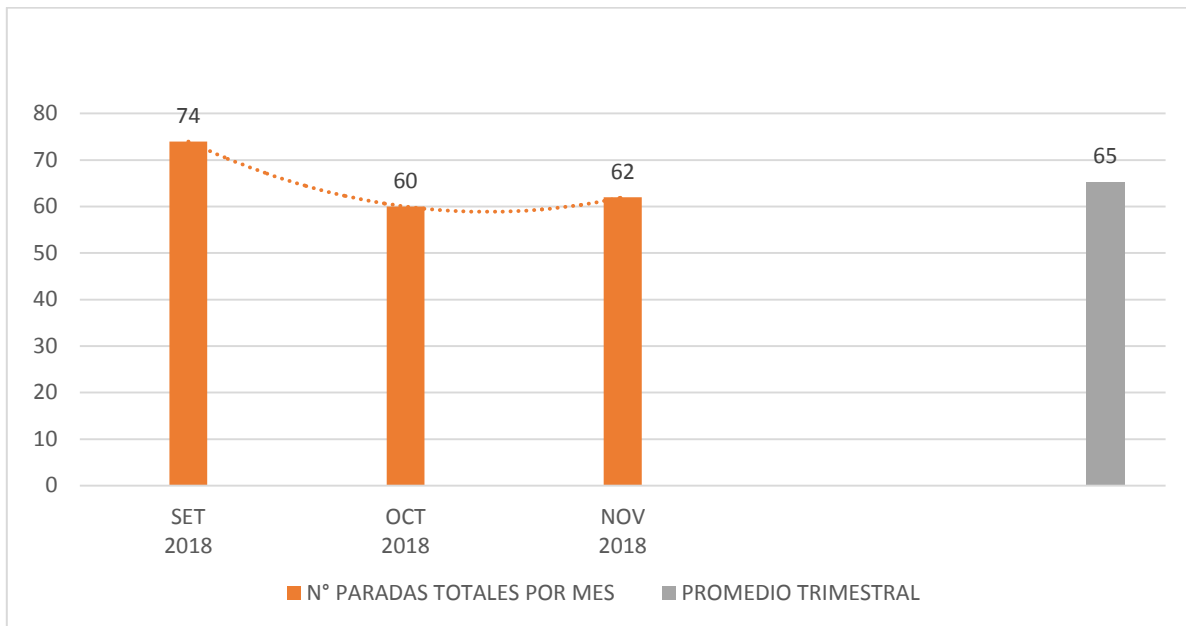


Figura 11. Paradas después de la mejora del plan

Fuente: Reporte base de datos camión 730E.

b. Indisponibilidad de los motores diésel en los camiones 730E

En la tabla 20 se puede observar que dentro de sus sistemas del camión 730E el motor diésel con respecto a la tabla 5, ha reducido su promedio de indisponibilidad de 2.67% a 1.41%, que dentro de todos los sistemas ha sumado un total de promedio de indisponibilidad del 15.82%.

Tabla 20

Promedio indisponibilidad de motores diésel

Sistema	Indisp. Prom	%
Mantenimiento	6.20	39.2%
Estructura	4.65	68.6%
Sistema 24v	1.50	78.1%
Motor Diésel	1.41	87.0%

Propulsión	0.80	92.0%
Dirección	0.50	95.2%
Suspensión	0.31	97.2%
Neumáticos	0.20	98.4%
Lubricación	0.10	99.1%
Frenos	0.08	99.6%
Levante	0.07	100.0%
TOTAL	15.82	

Fuente: Reporte base de datos camión 730E.

En la figura 12 se observa que con la mejora del plan de mantenimiento preventivo en el motor diésel su promedio de indisponibilidad ha reducido, teniendo como resultado en el grafico del top ten que dicho sistema disminuyó del tercero al cuarto lugar en indisponibilidad con relación a todos los sistemas.

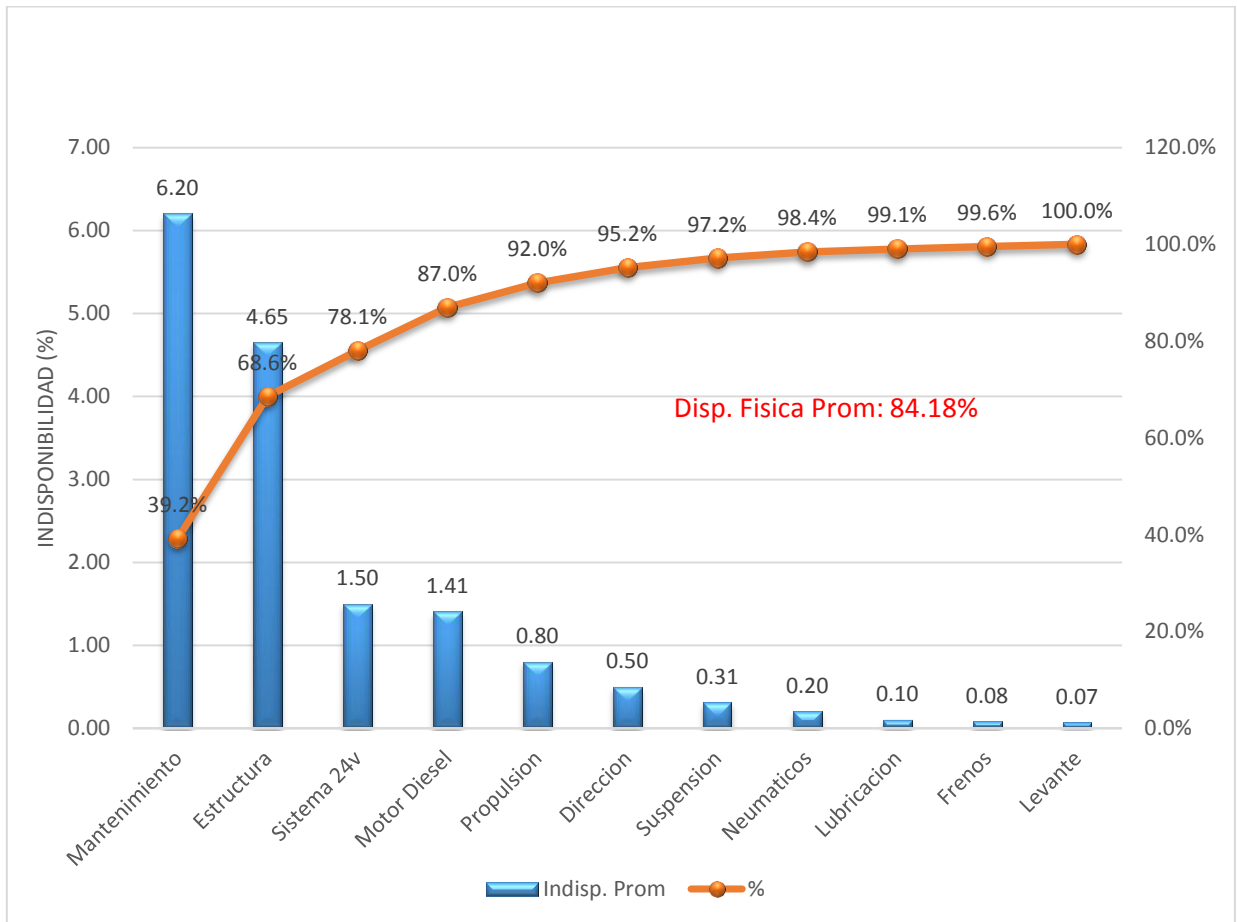


Figura 12. Indisponibilidad acumulada sistemas camiones 730E

Fuente: Elaboración propia

c. Disponibilidad de los camiones 730E después de la mejora del plan de mantenimiento preventivo de los motores diésel.

En la tabla 21 se puede observar que durante los 3 meses de haber aplicado el plan de mantenimiento preventivo mejorado al sistema de los motores diésel, el número de paradas no programadas de este sistema disminuyó a 28 paradas, que sumado a las paradas de todos los sistemas se llegó a 196 paradas del total.

Tabla 21

Paradas no programadas sistemas camión 730E

FALLAS	N° DE PARADAS	%	% ACUMULADO
Estructura	71.8	36.6	36.6
Sistema 24v	36.4	18.6	55.2
Motor Diésel	28.0	14.3	69.5
Propulsión	24.4	12.4	81.9
Dirección	20.0	10.2	92.1
Suspensión	10.0	5.1	97.2
Neumáticos	3.3	1.7	98.9
Lubricación	1.3	0.7	99.6
Frenos	0.6	0.3	99.9
Levante	0.2	0.1	100.0
TOTAL	196.0		

Fuente: Reporte de paradas de la base de datos

En la tabla 22 se puede observar que el número total de paradas entre los meses de Setiembre a Noviembre de los años 2017 y 2018, se tuvo una reducción del número de paradas de 205 a 196, con lo cual se logró incrementar la disponibilidad de 82.77% a 84.18%, reduciendo a su vez el Costo lucro cesante por los paros no programados a S/. 16,893,589.04, generando un ahorro para la empresa de S/. 2,203,070.21.

Tabla 22

Indicadores trimestrales antes y después de la mejora Setiembre –Noviembre (2017-2018)

Indicadores	Setiembre -		Reducción o incremento
	Noviembre 2017	Setiembre - Noviembre 2018	
	Antes de la mejora	Después de la mejora	
Número de paradas	205	196	-4.4%

MTTR Promedio	9.23	9.19	-0.4%
MTBF Promedio	55.07	60.43	9.7%
Disponibilidad Promedio	82.77%	84.18%	1.41%
Costo Lucro cesante por paros no programados	S/. 19,096,659.25	S/. 16,893,589.04	-S/ 2,203,070.21

Fuente: Elaboración propia

En la figura 13 se puede observar que después de la mejora del plan de mantenimiento preventivo de los motores diésel, el índice de disponibilidad de los camiones 730E, en los meses de setiembre, octubre y noviembre del 2018 va en aumento, teniendo como resultado trimestral de un promedio de 84.18%, logrado gracias al plan de mantenimiento preventivo mejorado.

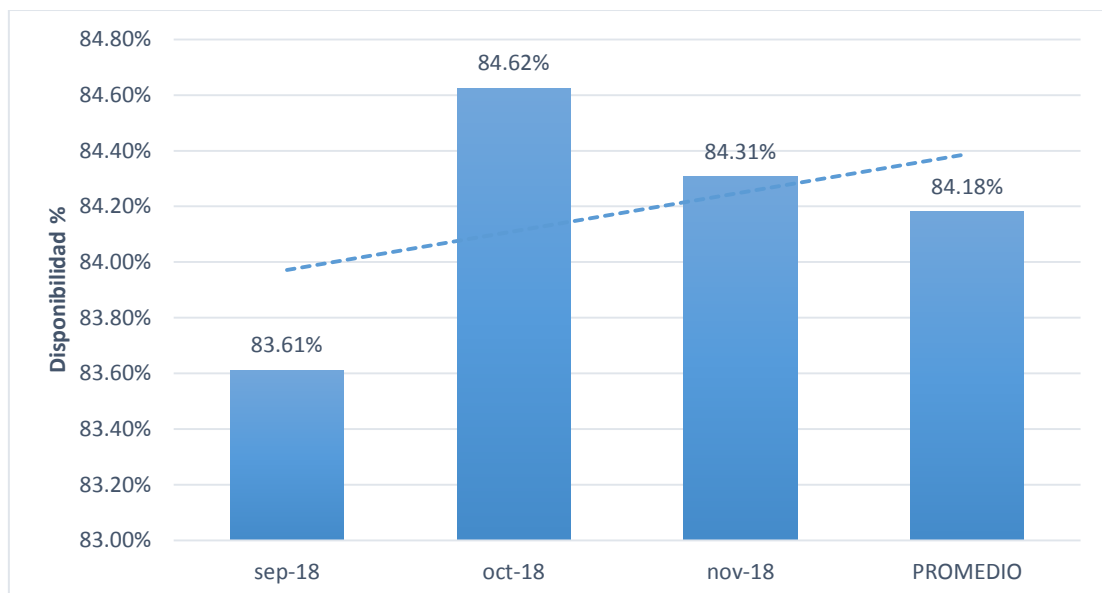


Figura 13. Disponibilidad trimestral camiones 730E

Fuente: Reporte de la base de datos.

3.5. Evaluación económica de la mejora realizada en el mantenimiento preventivo.

3.1 Evaluación Económica

a) Inversión para la mejora

Para el desarrollo de la propuesta de mejora en el área de mantenimiento es necesario realizar la inversión que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 23

Inversión de la propuesta de mejora

LISTA DE EQUIPOS	PRECIO UNITARIO	VIDA		TOTAL	DEPRECIA
		UTIL	CANTIDAD		CIÓN
		(AÑOS)			MENSUAL
Termógrafo	S/. 6,500.00	5	2	S/. 13,000.00	S/. 216.67
Voltímetro	S/. 3,391.00	5	2	S/. 6,782.00	S/. 113.03
Amperímetro	S/. 4,243.00	5	2	S/. 8,486.00	S/. 141.43
Viscosímetro	S/. 4,159.00	5	2	S/. 8,318.00	S/. 138.63
	TOTAL			S/. 36,586.00	S/. 609.77

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla anterior se tuvo una inversión en equipos predictivos de S/36,586.00, además se tiene una depreciación mensual de: S/609.77.

Adicional a ello se tuvo que invertir en capacitación externa para el personal del área de mantenimiento el cual ascendió a un monto de S/36,000.00.

Tabla 24

Inversión en Capacitación

N°	TEMA	Horas	COSTO
1	Mantenimiento preventivo	5	S/. 6,000
2	Herramientas para la Gestión del Mantenimiento	5	S/. 6,000

3	Gestión del Mantenimiento Basado en la Confiabilidad	5	S/. 6,000
4	Técnicas de Lubricación Industrial	5	S/. 6,000
5	Análisis de la calidad de aceite	5	S/. 6,000
6	Evaluación del sistema electrónico del motor	5	S/. 6,000
			S/.
TOTAL		30	36,000.00

Fuente: Elaboración propia

b) Ahorro implementando la propuesta

1. Para determinar el impacto de la mejora se hizo un comparativo de 3 meses antes de la mejora con los mismos 3 meses pero luego de que se realizó la mejora. Los meses a comparar fueron Setiembre, Octubre y Noviembre.

Tabla 25

Resultados antes y después de la mejora

Indicadores	Setiembre - Noviembre		Reducción o incremento
	2017		
	Antes de la mejora	Después de la mejora	
Número de paradas	205	196	-4.4%
MTTR Promedio	9.23	9.19	-0.4%
MTBF Promedio	55.07	60.43	9.7%
Disponibilidad Promedio	82.77%	84.18%	1.41%
Costo Lucro cesante por paros no programados	S/. 19,096,659.25	S/. 16,893,589.04	-S/. 2,203,070.21

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 25, luego de la implementación de la mejora se logró reducir el número de paradas por fallas en 4.4%, generando un incremento de

la disponibilidad de 1.41%, con lo cual se logró reducir el Costo Lucro cesante por el tiempo de reparaciones generado un ahorro para la empresa por el incremento en las ventas de mineral de S/. 2, 203,070.21.

A continuación en la tabla 26 se detalla los ingresos obtenidos por la mejora para cada mes.

Tabla 26

Ingresos generados por la propuesta de mejora en un año

Mes	Costo lucro cesante -2017	Costo lucro cesante -2018	Ahorro
Setiembre	S/. 6,893,477.74	S/. 5,989,914.38	S/. 903,563.36
Octubre	S/. 6,274,181.51	S/. 5,807,171.23	S/. 467,010.27
Noviembre	S/. 5,929,000.00	S/. 5,096,503.42	S/. 832,496.58
Total	S/. 19,096,659.25	S/. 16,893,589.04	S/. 2,203,070.21

Fuente: Elaboración propia

c) Estado de resultados

Inversión total: S/. 31,562. Costo de oportunidad anual: 14% anual

Tasa mensual: 1.10%

Tabla 27

Estado de resultados mensual

Mensual	0	1	2	3
Ingresos		S/. 903,563	S/. 467,010	S/. 832,497
Costos operativos		S/. 492,803	S/. 254,707	S/. 454,044
Depreciación		S/. 610	S/. 610	S/. 610
Utilidad bruta		S/. 410,150	S/. 211,693	S/. 377,843
Gav		S/. 290,586	S/. 150,191	S/. 267,731

Utilidad antes de impuestos	S/. 119,564	S/. 61,503	S/. 110,112
Impuestos	S/. 6,019	S/. 4,133	S/. 6,654
Utilidad después de impuestos	S/. 113,545	S/. 57,370	S/. 103,458

Fuente: Elaboración propia

d) Flujo de caja

Tabla 28

Flujo de caja mensual

Meses	0	1	2	3
Utilidad después de impuestos		S/. 113,545	S/. 57,370	S/. 103,458
mas depreciación		S/. 610	S/. 610	S/. 610
Flujo neto Efectivo	-S/. 72,586	S/. 114,155	S/. 57,979	S/. 104,068

Fuente: Elaboración propia

e) Calculo del TIR/VAN

Tabla 29

Indicadores económicos

Meses	0	1	2	3
Flujo neto Efectivo	-S/. 72,586	S/. 114,155	S/. 57,979	S/. 104,068
Ingresos totales		S/. 903,563	S/. 467,010	S/. 832,497
Egresos totales		S/. 789,408	S/. 409,031	S/. 728,429
VAN ingresos	S/. 2,156,341	Soles		
VAN egresos	S/. 1,885,985	Soles		
PRI	0.8	Meses		
PRI	24.2	Días		
VAN	S/. 197,770.14			
TIR	122.2%	>	COK	3.33% trimestral
B/C	1.1			

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 29, se hizo una evaluación económica de 3 meses (debido a que en esos meses se hizo seguimiento al impacto de la mejora) de horizonte de tiempo. Los resultados de la evaluación económica son:

- Un VAN positivo de S/. 197,770.
- Un TIR de 122.2% mayor al costo de oportunidad trimestral de la empresa de 3.33%, cabe mencionar que este valor es elevado debido a que la empresa la cual es objeto de estudio tiene unas ventas de \$250 millones de dólares anuales.
- Un B/C de 1.1, lo que significa que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/. 0.10.
- Un Periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 24 días.

Por lo antes mencionado se concluye que la mejora realizada es RENTABLE para la empresa.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Analizando la disponibilidad histórica de los motores diésel en los últimos 12 meses se encontró un promedio de disponibilidad de 82% de los camiones 730E, la cual uno de sus sistemas que genera más paradas no programadas es el motor diésel, cuyo plan de mantenimiento no se encontraba tan enfocado a las fallas que ocasionaba las paradas, ya que el personal solo se dedican a reparar estas fallas cuando se generan. Por lo que según el autor García, Rico y Romero (2015), nos menciona que: “El Mantenimiento Preventivo Total (TPM) es en la actualidad uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia y competitividad, lo que supone cumplir con especificaciones de calidad, tiempo y costo de la producción, el cual se fundamenta en la búsqueda permanente por mejorar los rendimientos de procesos y los medios de producción. Por lo que no solo basta con lo que no con tener un plan de mantenimiento preventivo que este enfocado a fallas del momento, si no que se enfoque más a la prevención de las mismas, para generar la disponibilidad en el momento.

En el análisis de las fallas más recurrentes de los motores diésel en camiones 730E se determinó los sub-sistemas y componentes del motor diésel que tienen mayor cantidad de fallas con la finalidad de realizar un mantenimiento adecuado antes que el equipo genere una parada no programada. Por lo que según el García (2016), lo que se busca con la implementación del mantenimiento preventivo es incrementar al máximo la confiabilidad y disponibilidad de la maquinaria y equipos, permitiendo que estos se encuentren en un buen estado de funcionamiento la mayor parte del tiempo, cumpliendo más eficiente el propósito para el cual han sido diseñados. Por ende se necesita saber el diagnostico actual de los motores diésel para dar un mantenimiento adecuado.

Para determinar los mantenimientos a realizarse a los sistemas de los motores diésel en camiones 730E, se evidenció que hay baja disponibilidad de los motores diésel porque no están en mantenimiento constante o porque estas adolecen de fallas, por lo que con la determinación de la mejora del plan de mantenimiento preventivo se podría tener una mejor disponibilidad de los motores para los camiones 730 E. Y es que según el autor Waldo (2017), uno de los principales beneficios de diseñar e implementar un programa de mantenimiento preventivo es minimizar los tiempos de parada o tiempos muertos, en los cuales una maquina deja de funcionar, y que afectan el proceso productivo y causan pérdidas económicas a la empresa. Al analizar los problemas de una maquina el diseñador del programa puede integrar todos los tipos de mantenimiento. Donde lo ideal es disponer de registros históricos y estadísticas sobre la máquina que permitan identificar el problema y su posible solución.”. Por lo que es muy trascendental proponer un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de motores diésel en los camiones 730E, Bayovar-Piura, 2018.

4.2. Conclusiones

- Se determinó que la propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo tuvo un incremento en la disponibilidad de 1.26% en los motores diésel con lo cual se logró incrementar la disponibilidad de los camiones 730E Bayovar-Piura en el año 2018 de 82.77% a 84.18%.
- En el análisis de la disponibilidad de los motores diésel de los camiones 730E, se encontró en el sistema de mantenimiento que el Top Ten de la indisponibilidad es del cuarto puesto, siendo la propuesta reducir el nivel, para que de esta forma la disponibilidad de los motores diésel aumente, cabe mencionar que la disponibilidad en el año fue de 82.20% sin embargo de los meses con los que se comparó la mejora (Setiembre a Noviembre) fue de 82.77%.
- Se analizó las fallas más recurrentes de motores diésel en camiones 730E determinado que del total de las 213 fallas, 61 fallas son del circuito electrónico 28.6%, 46 fallas son del sistema de combustible 21.6%, 42 fallas son del sistema de admisión 19.7%, 31 fallas son del sistema del aceite lubricante 14.5%, 22 fallas son del sistema de escape 10.3% y 11 fallas son del sistema de enfriamiento 5.2%.
- Se diagnosticó que en el plan de mantenimiento preventivo actual de los motores diésel en los camiones 730E se tenía los siguiente problemas: El formato no cuenta con la evaluación de los diferentes ítems de inspección y pruebas de los sistemas electrónicos, el formato estándar no se encuentra actualizado y por último el formato no cuenta con una evaluación que especifique la descarga e interpretación de data del motor diésel.
- Se desarrolló la propuesta de mejora para el plan de mantenimiento de los motores diésel en los camiones 730E el cual consistió en mejorar las actividades del plan de mantenimiento actual, adquisición de equipos predictivos, flujograma de

mantenimiento y cronograma de capacitación., logrando incrementar la disponibilidad en 1.26% en los motores con lo cual se redujo a su vez el número de paradas de los 3 meses en los que se evaluó la mejora de 205 a 196 con lo cual se incrementó la disponibilidad de los camiones a 84.18%, generando un ahorro para la empresa de S/. 2, 203,070.21. Se sugiere a la empresa que en el desarrollo del mantenimiento se efectúe una auditoría para definir factores del desarrollo que se encuentran con falla y establecer una estrategia adecuada.

- Se realizó una evaluación económica financiera de la mejora obteniendo un VAN positivo de S/. 197,770, TIR de 122.2% mayor al costo de oportunidad trimestral de la empresa de 3.33% y un B/C de 1.1, lo que significa que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/. 0.10.

REFERENCIAS

- Becerra, B. y otros (2014). Caracterización de fallos en la ignición de un motor de combustión interna alternativo Diésel, mediante el uso de termografía infrarroja, Ecuador.
- Calderón, N. (2014). Mejora del tiempo de operatividad de camiones volquetes en proyectos de mantenimiento vial, utilizando teoría de confiabilidad en un sistema simulado, Perú.
- Carazo, J. (2017). Aplicación de la metodología actualización RCM (Backfit RCM) para maquinaria utilizada en procesos de enseñanza aprendizaje en estudiantes universitarios, México.
- Chávez, W. (2017), Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de la planta de inyección de la empresa Industrias Plásticas Reunidas S.A.C., Perú.
- Cuya, C. (2006). Técnica de supervisión en seguridad minera, Perú.
- Díaz, A. (2016), Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica, Cuba.
- Escudero, A. (2016), Propuesta de un programa maestro de mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos en la empresa Productos Industriales del Cuero S.A.C., Perú.
- Fallabella, M. y otros (2006), Cíclico, preventivo y constante/ cyclical, preventive and constant: El mantenimiento edilicio y su relación con la patología constructiva, Argentina.

- Flores, C. (2010), Mantenimiento preventivo para vehículos de carga y maquinaria pesada en operación de movimiento de tierras, Perú.
- García, E. (2016), Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo para mejorar la disponibilidad de la empresa UESFALIA ALIMENTOS S.A., Perú.
- García, J., Rico, L. y Romero, J. (2015), Factores tecnológicos asociados al éxito del mantenimiento preventivo total (TPM) en Maquilas, México.
- Gonzales, F. (2004), Auditoria del mantenimiento e indicadores de gestión, España.
- Gonzales, S. y Maicelo, M. (2017), Diseño del sistema de gestión de mantenimiento preventivo, para incrementar la disponibilidad de los equipos de laboratorio clínicos de la empresa Jampar, Perú.
- Komatsu (2001) Maintenance Equipment Basic. Osaka - Japón
- Michael, G. y Yoenia, A. (2016), Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento, Cuba.
- Mojica, R. (2010). "Plan de mantenimiento preventivo para línea de producción de Baldosa en la planta Baldosines Torino S.A". COLOMBIA: s.n., 2010. pág. 114.
- Penabad, L., Iznaga, A., Rodríguez, P. y Cazañas, C. (2016), "Disposición y disponibilidad como indicadores para el transporte, Cuba.
- Pico, C. (2011), Gestión del mantenimiento para la sección de equipo caminero del gobierno municipal de Arajuno, Ecuador.
- Reyes, E. (2017), Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos en el centro de beneficiado de aves Chimú Agropecuaria, Perú.

- Rodríguez, M. (2012), Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca, Perú.
- Rojas, C. (2015). Análisis técnico de un programa de mantenimiento en una planta de harina de pescado de 60 ton/hr de capacidad. Lima: s.n., 2015. pág. 193.
- Roshfrans (2001). Mantenimiento del motor diésel. ARCO. Recuperado de:
https://www.roshfrans.com/blog/mantenimiento_motor_diésel.
- Ruiz, A. (2012). "Modelo para la implementación de mantenimiento predictivo en las facilidades de producción de petróleo". BUCARAMANGA: s.n., 2012. pág. 130.
- Santiago, G. (2003), Organización y gestión integral de mantenimiento, España.

ANEXOS

ANEXO N°01 RESUMEN PARADAS NO PROGRAMADAS AGOSTO 17-JULIO 18

31 D	CAMION 730E	T- TOTAL (H)	N° PARADAS AGOSTO (2017)	T-FUERA DE SERVICIO (HORAS)	TIEMPO PERDIDO MENSUAL	T- UTIL MENSUAL	MTBF (T-Max/ N° PARADAS)	MTTR (TPM/N°DP)	DISPONIBILIDAD: T.TOTAL-T.FUERA DE SERV./T.TOTAL (100)
	K 01		744	15	159	159	585	50	11
K 02		744	16	120	120	624	47	8	84%
K 03		744	12	124	124	620	62	10	83%
K 04		744	9	107	107	637	83	12	86%
K 05		744	11	108	108	636	68	10	85%
TOTAL		3720	63	618	618	3102	62	10	83%

ANEXO N°01 RESUMEN PARADAS NO PROGRAMADAS AGOSTO 17-JULIO 18

30 D	CAMION 730E	T- TOTAL (H)	N° PARADAS SETIEMBRE (2017)	T-FUERA DE SERVICIO (HORA)	TIEMPO PERDIDO MENSUAL	T- UTIL MENSUAL	MTBF (T-Max/ N° PARADAS)	MTTR (TPM/N°DP)	DISPONIBILIDAD: T.TOTAL-T.FUERA DE SERV./T.TOTAL (100)
	K 01		720	19	160	160	560	38	8
K 02		720	12	120	120	600	60	10	83%
K 03		720	11	100	100	620	65	9	86%
K 04		720	10	99	99	621	72	10	86%
K 05		720	17	200	200	520	42	12	72%
TOTAL		3600	69	679	679	2921	56	10	81%

ANEXO N°01 RESUMEN PARADAS NO PROGRAMADAS AGOSTO 17-JULIO 18

31 D	CAMION 730E	T- TOTAL (H)	N° PARADAS OCTUBRE (2017)	T-FUERA DE SERVICIO (HORA)	TIEMPO PERDIDO MENSUAL	T- UTIL MENSUAL	MTBF (T-Max/ N° PARADAS)	MTTR (TPM/N°DP)	DISPONIBILIDAD: T.TOTAL-T.FUERA DE SERV./T.TOTAL (100)
	K 01		744	15	134	134	610	50	9
K 02		744	14	110	110	634	53	8	85%
K 03		744	16	133	133	611	47	8	82%
K 04		744	13	122	122	622	57	9	84%
K 05		744	15	119	119	625	50	8	84%
TOTAL		3720	73	618	618	3102	51	8	83%

ANEXO N°01 RESUMEN PARADAS NO PROGRAMADAS AGOSTO 17-JULIO 18

30 D	CAMION 730E	T- TOTAL (H)	N° PARADAS NOVIEMBRE (2017)	T-FUERA DE SERVICIO (HORA)	TIEMPO PERDIDO MENSUAL	T- UTIL MENSUAL	MTBF (T-Max/ N° PARADAS)	MTRR (TPM/N°DP)	DISPONIBILIDAD: T.TOTAL-T.FUERA DE SERV./T.TOTAL (100)
	K 01		720	11	55	55	665	65	5
K 02		720	14	135	135	585	51	10	81%
K 03		720	15	105	105	615	48	7	85%
K 04		720	10	131	131	589	72	13	82%
K 05		720	13	158	158	562	55	12	78%
TOTAL		3600	63	584	584	3016	58	9	84%

ANEXO N°01 RESUMEN PARADAS NO PROGRAMADAS AGOSTO 17-JULIO 18

31 D	CAMION 730E	T- TOTAL (H)	N° PARADAS DICIEMBRE (2017)	T-FUERA DE SERVICIO (HORA)	TIEMPO PERDIDO MENSUAL	T- UTIL MENSUAL	MTBF (T-Max/ N° PARADAS)	MTRR (TPM/N°DP)	DISPONIBILIDAD: T.TOTAL-T.FUERA DE SERV./T.TOTAL (100)
	K 01		744	18	150	150	594	41	8
K 02		744	18	140	140	604	41	8	81%
K 03		744	10	91	91	653	74	9	88%
K 04		744	12	140	140	604	62	12	81%
K 05		744	12	124	124	620	62	10	83%
TOTAL		3720	70	645	645	3075	56	9	83%

ANEXO N°01 RESUMEN PARADAS NO PROGRAMADAS AGOSTO 17-JULIO 18

31 D	CAMION 730E	T- TOTAL (H)	N° PARADAS ENERO (2018)	T-FUERA DE SERVICIO (HORA)	TIEMPO PERDIDO MENSUAL	T- UTIL MENSUAL	MTBF (T-Max/ N° PARADAS)	MTRR (TPM/N°DP)	DISPONIBILIDAD: T.TOTAL-T.FUERA DE SERV./T.TOTAL (100)
	K 01		744	13	144	144	600	57	11
K 02		744	11	140	140	604	68	13	81%
K 03		744	10	105	105	639	74	11	86%
K 04		744	12	77	77	667	62	6	90%
K 05		744	14	137	137	607	53	10	82%
TOTAL		3720	60	603	603	3117	63	10	84%

ANEXO N°01 RESUMEN PARADAS NO PROGRAMADAS AGOSTO 17-JULIO 18

28 D	CAMION 730E	T- TOTAL (H)	N° PARADAS FEBRERO (2018)	T-FUERA DE SERVICIO (HORA)	TIEMPO PERDIDO MENSUAL	T- UTIL MENSUAL	MTBF (T-Max/ N° PARADAS)	MTTR (TPM/N°DP)	DISPONIBILIDAD: T.TOTAL-T.FUERA DE SERV./T.TOTAL (100)
	K 01		672	13	131	131	541	52	10
K 02		672	11	135	135	537	61	12	80%
K 03		672	9	125	125	547	75	14	81%
K 04		672	8	97	97	575	84	12	86%
K 05		672	10	138	138	534	67	14	79%
TOTAL		3360	51	626	626	2734	68	12	81%

ANEXO N°01 RESUMEN PARADAS NO PROGRAMADAS AGOSTO 17-JULIO 18

31 D	CAMION 730E	T- TOTAL (H)	N° PARADAS MARZO (2018)	T-FUERA DE SERVICIO (HORA)	TIEMPO PERDIDO MENSUAL	T- UTIL MENSUAL	MTBF (T-Max/ N° PARADAS)	MTTR (TPM/N°DP)	DISPONIBILIDAD: T.TOTAL-T.FUERA DE SERV./T.TOTAL (100)
	K 01		744	15	190	190	554	50	13
K 02		744	10	120	120	624	74	12	84%
K 03		744	15	200	200	544	50	13	73%
K 04		744	10	110	110	634	74	11	85%
K 05		744	11	130	130	614	68	12	83%
TOTAL		3720	61	750	750	2970	63	12	80%

ANEXO N°01 RESUMEN PARADAS NO PROGRAMADAS AGOSTO 17-JULIO 18

30 D	CAMION 730E	T- TOTAL (H)	N° PARADAS ABRIL (2018)	T-FUERA DE SERVICIO (HORA)	TIEMPO PERDIDO MENSUAL	T- UTIL MENSUAL	MTBF (T-Max/ N° PARADAS)	MTTR (TPM/N°DP)	DISPONIBILIDAD: T.TOTAL-T.FUERA DE SERV./T.TOTAL (100)
	K 01		720	26	153	153	567	28	6
K 02		720	17	126	126	594	42	7	83%
K 03		720	23	131	131	589	31	6	82%
K 04		720	19	133	133	587	38	7	82%
K 05		720	19	136	136	584	38	7	81%

TOTAL	3600	104	679	679	2921	35	7	81%
--------------	------	-----	-----	-----	------	----	---	------------

ANEXO N°01 RESUMEN PARADAS NO PROGRAMADAS AGOSTO 17-JULIO 18

31 D	CAMION 730E	T- TOTAL (H)	N° PARADAS MAYO (2018)	T-FUERA DE SERVICIO (HORA)	TIEMPO PERDIDO MENSUAL	T- UTIL MENSUAL	MTBF (T-Max/ N° PARADAS)	MTTR (TPM/N°DP)	DISPONIBILIDAD: T.TOTAL-T.FUERA DE SERV./T.TOTAL (100)
	K 01	744	26	131	131	613	29	5	82%
	K 02	744	14	125	125	619	53	9	83%
	K 03	744	16	135	135	609	47	8	82%
	K 04	744	14	135	135	609	53	10	82%
	K 05	744	14	109	109	635	53	8	85%
	TOTAL	3720	84	635	635	3085	47	8	83%

ANEXO N°01 RESUMEN PARADAS NO PROGRAMADAS AGOSTO 17-JULIO 18

30 D	CAMION 730E	T- TOTAL (H)	N° PARADAS JUNIO (2018)	T-FUERA DE SERVICIO (HORA)	TIEMPO PERDIDO MENSUAL	T- UTIL MENSUAL	MTBF (T-Max/ N° PARADAS)	MTTR (TPM/N°DP)	DISPONIBILIDAD: T.TOTAL-T.FUERA DE SERV./T.TOTAL (100)
	K 01	720	22	117	117	603	33	5	84%
	K 02	720	21	144	144	576	34	7	80%
	K 03	720	24	127	127	593	30	5	82%
	K 04	720	23	133	133	587	31	6	82%
	K 05	720	27	139	139	581	27	5	81%
	TOTAL	3600	117	660	660	2940	31	6	82%

ANEXO N°01 RESUMEN PARADAS NO PROGRAMADAS AGOSTO 17-JULIO 18

31 D	CAMION 730E	T- TOTAL (H)	N° PARADAS JULIO (2018)	T-FUERA DE SERVICIO (HORA)	TIEMPO PERDIDO MENSUAL	T- UTIL MENSUAL	MTBF (T-Max/ N° PARADAS)	MTTR (TPM/N°DP)	DISPONIBILIDAD: T.TOTAL-T.FUERA DE SERV./T.TOTAL (100)
	K 01	744	19	178	178	566	39	9	76%
	K 02	744	18	134	134	610	41	7	82%
	K 03	744	19	116	116	628	39	6	84%
	K 04	744	20	128	128	616	37	6	83%

K 05	744	17	140	140	604	44	8	81%
TOTAL	3720	93	696	696	3024	40	8	81%

ANEXO N°02 RESUMEN PARADAS DESPUES DE LA MEJORA DEL PLAN

30 D	CAMION 730E	T-TOTAL (H)	N° PARADAS SETIEMBRE (2018)	T-FUERA DE SERVICIO (HORA)	TIEMPO PERDIDO MENSUAL	T- UTIL MENSUAL	MTBF (T-Max/ N° PARADAS)	MTTR (TPM/N°DP)	DISPONIBILIDAD: T.TOTAL-T.FUERA DE SERV./T.TOTAL (100)
	K 01	720	17	126	126	594	42	7	82.5%
	K 02	720	22	107	107	613	33	5	85.1%
	K 03	720	12	124	124	596	60	10	82.8%
	K 04	720	13	118	118	602	55	9	83.6%
	K 05	720	10	115	115	605	72	12	84.0%
	TOTAL	3600	74	590	590	3010	52.5	8.6	83.61%

ANEXO N°02 RESUMEN PARADAS DESPUES DE LA MEJORA DEL PLAN

31 D	CAMION 730E	T-TOTAL (H)	N° PARADAS OCTUBRE (2018)	T-FUERA DE SERVICIO (HORA)	TIEMPO PERDIDO MENSUAL	T- UTIL MENSUAL	MTBF (T-Max/ N° PARADAS)	MTTR (TPM/N°DP)	DISPONIBILIDAD: T.TOTAL-T.FUERA DE SERV./T.TOTAL (100)
	K 01	744	11	135	135	609	68	12	81.9%
	K 02	744	9	121	121	623	83	13	83.7%
	K 03	744	13	110	110	634	57	8	85.2%
	K 04	744	15	106	106	638	50	7	85.8%
	K 05	744	12	100	100	644	62	8	86.6%
	TOTAL	3720	60	572	572	3148	63.8	9.9	84.62%

ANEXO N°02 RESUMEN PARADAS DESPUES DE LA MEJORA DEL PLAN

30 D	CAMION 730E	T-TOTAL (H)	N° PARADAS NOVIEMBRE (2018)	T-FUERA DE SERVICIO (HORA)	TIEMPO PERDIDO MENSUAL	T- UTIL MENSUAL	MTBF (T-Max/ N° PARADAS)	MTTR (TPM/N°DP)	DISPONIBILIDAD: T.TOTAL-T.FUERA DE SERV./T.TOTAL (100)
	K 01	720	19	116	105	604	38	6	83.9%
	K 02	720	16	120	100	600	45	6	83.3%
	K 03	720	9	109	109	611	80	12	84.9%

K 04	720	8	115	98	605	90	12	84.0%
K 05	720	10	105	90	615	72	9	85.4%
TOTAL	3600	62	565	502	3035	65.0	9.0	84.3%

ANEXO N°03 CAMION 730E



ANEXO N°04 SISTEMA DE DIRECCION



ANEXO N°05 SISTEMA DE FRENOS



ANEXO N°06 SISTEMA DE LEVANTE



ANEXO N°07 SISTEMA DE SUSPENSION



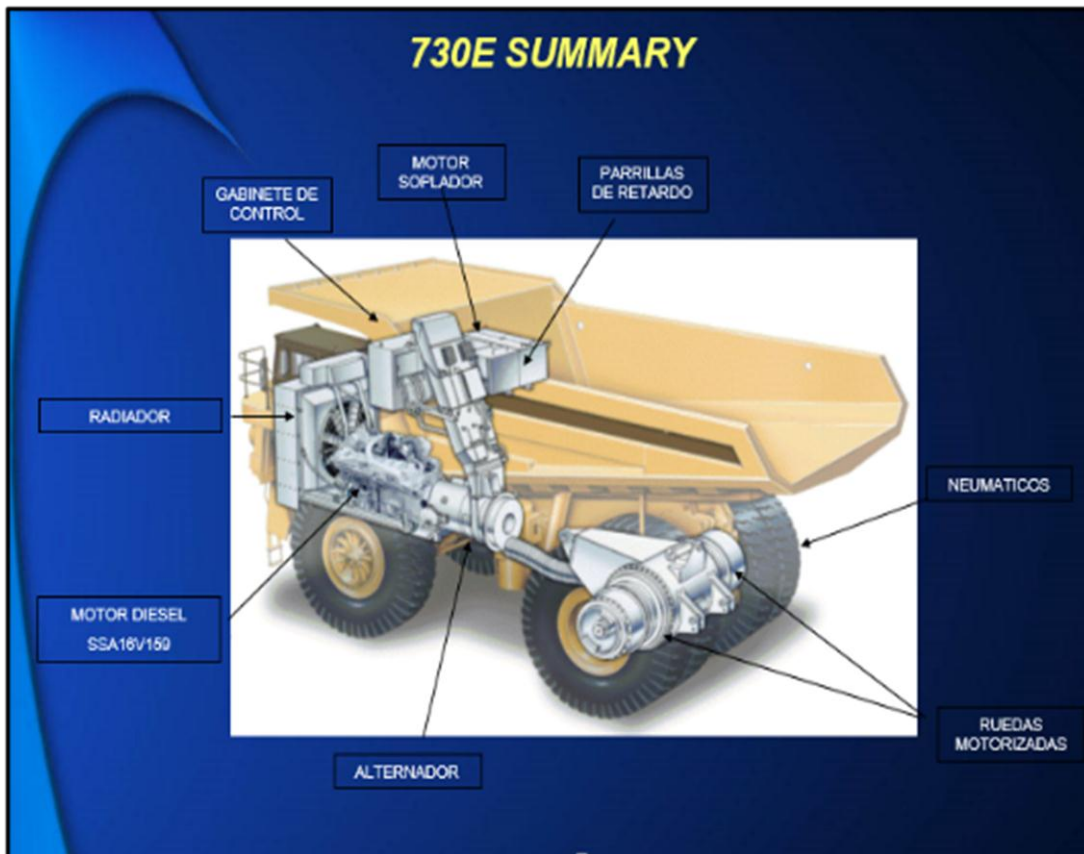
ANEXO N°08 SISTEMA DE LUBRICACION



ANEXO N°09 SISTEMA ELECTRICO DE 24 VOLTIOS



ANEXO N°10 SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA



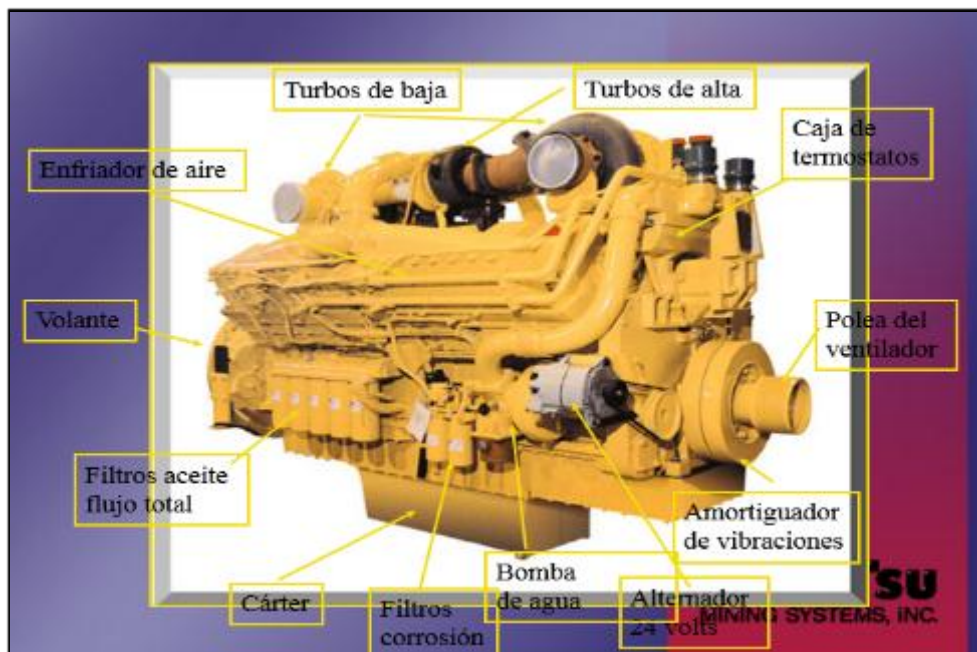
ANEXO N°11 SISTEMA DE NEUMATICOS



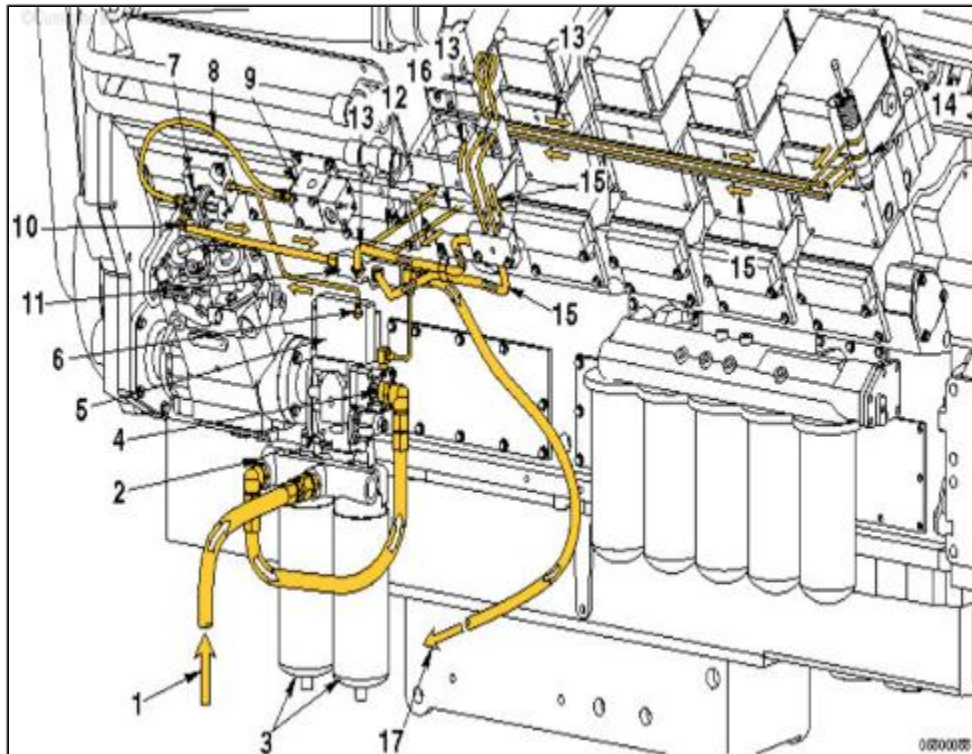
ANEXO N°12 SISTEMA DE ESTRUCTURA



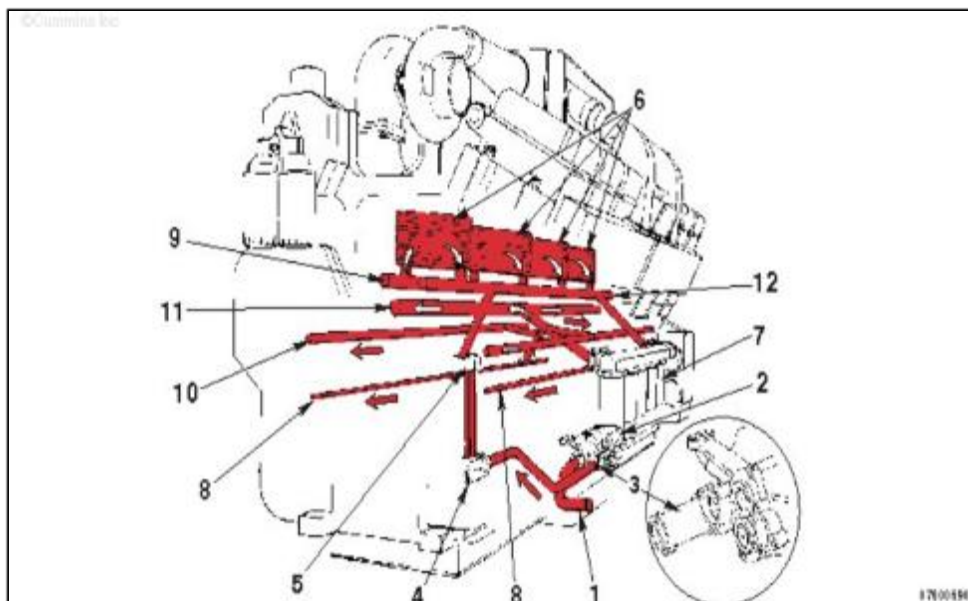
ANEXO N°13 SISTEMA DE MOTOR DIÉSEL



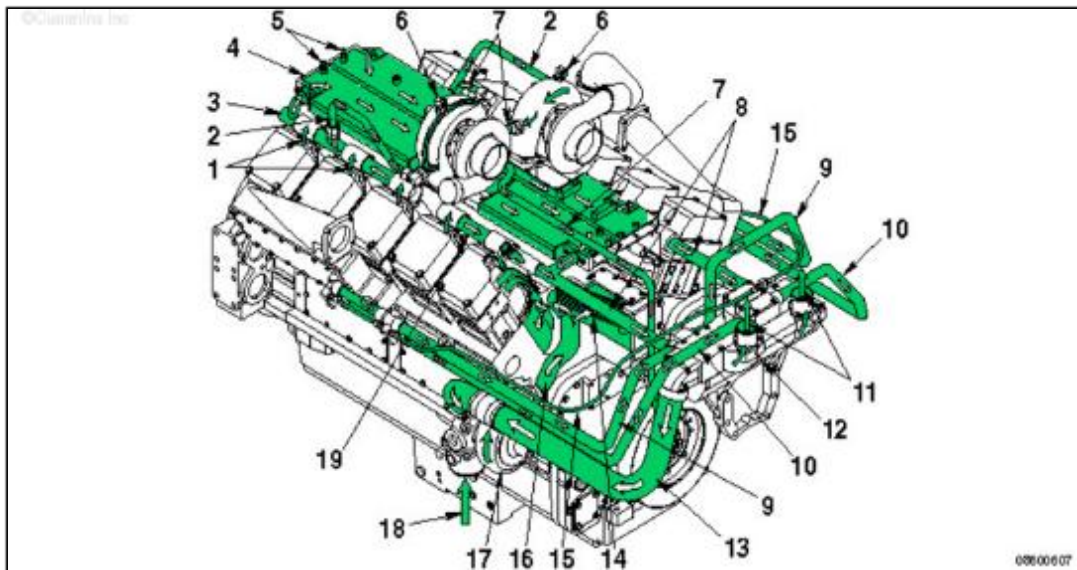
ANEXO N°14 SISTEMA DE COMBUSTIBLE



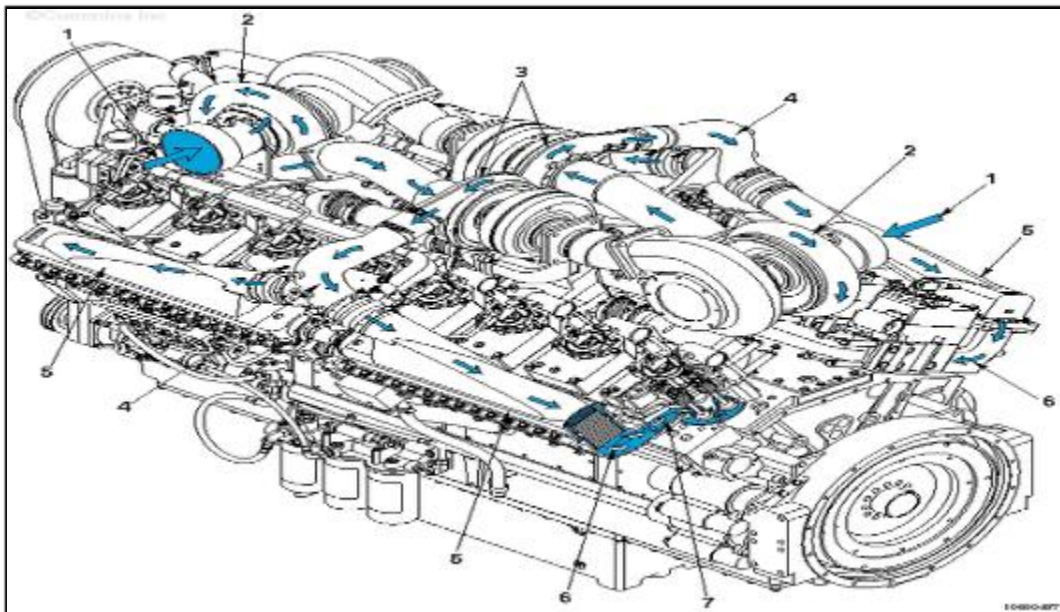
ANEXO N°15 SISTEMA DE ACEITE LUBRICANTE



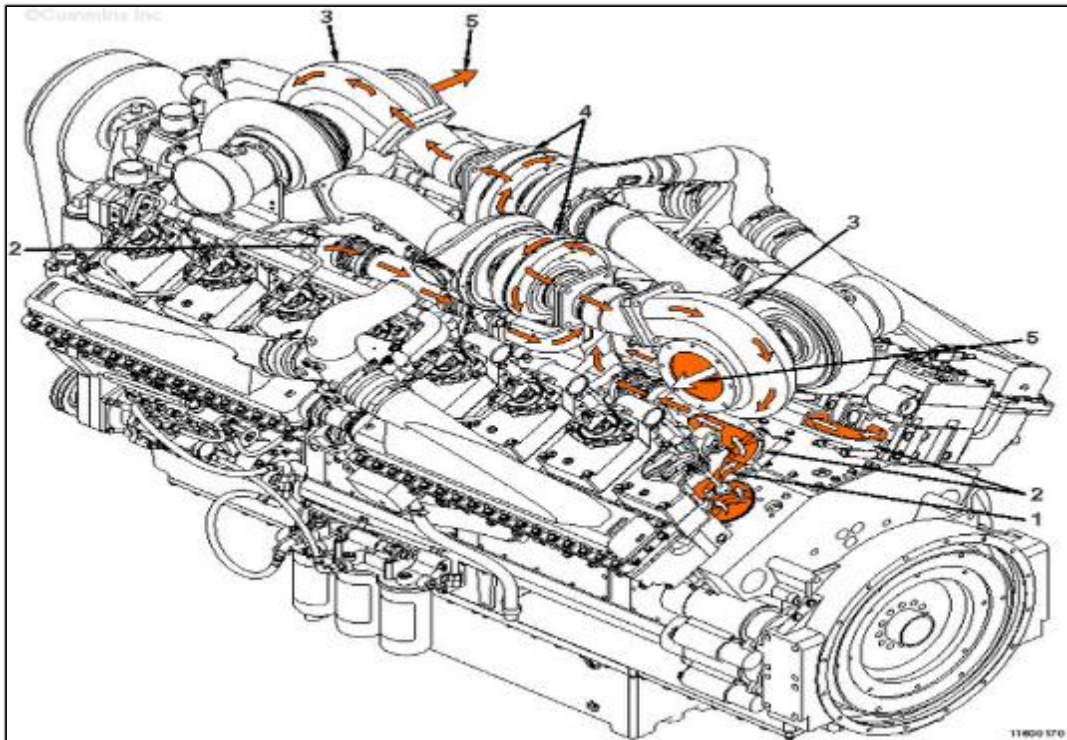
ANEXO N°16 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO



ANEXO N°17 SISTEMA DE ADMISION DE AIRE



ANEXO N°18 SISTEMA DE ESCAPE



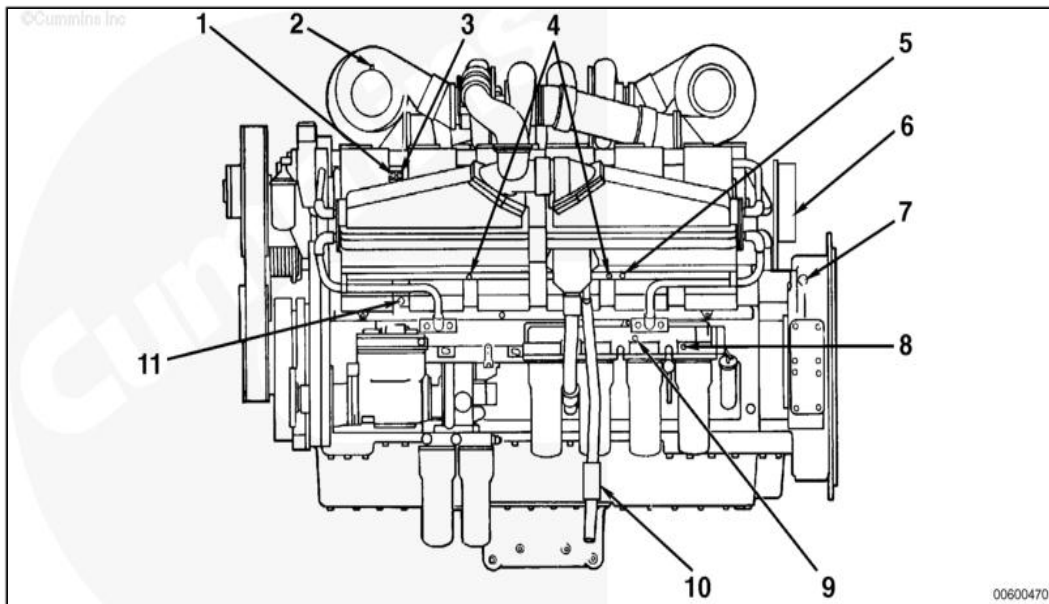
ANEXO N°19 INDICADORES DE FALLAS PROTECCIÓN Y PRECAUCION



ANEXO N°20 INDICADOR DE MANTENCION



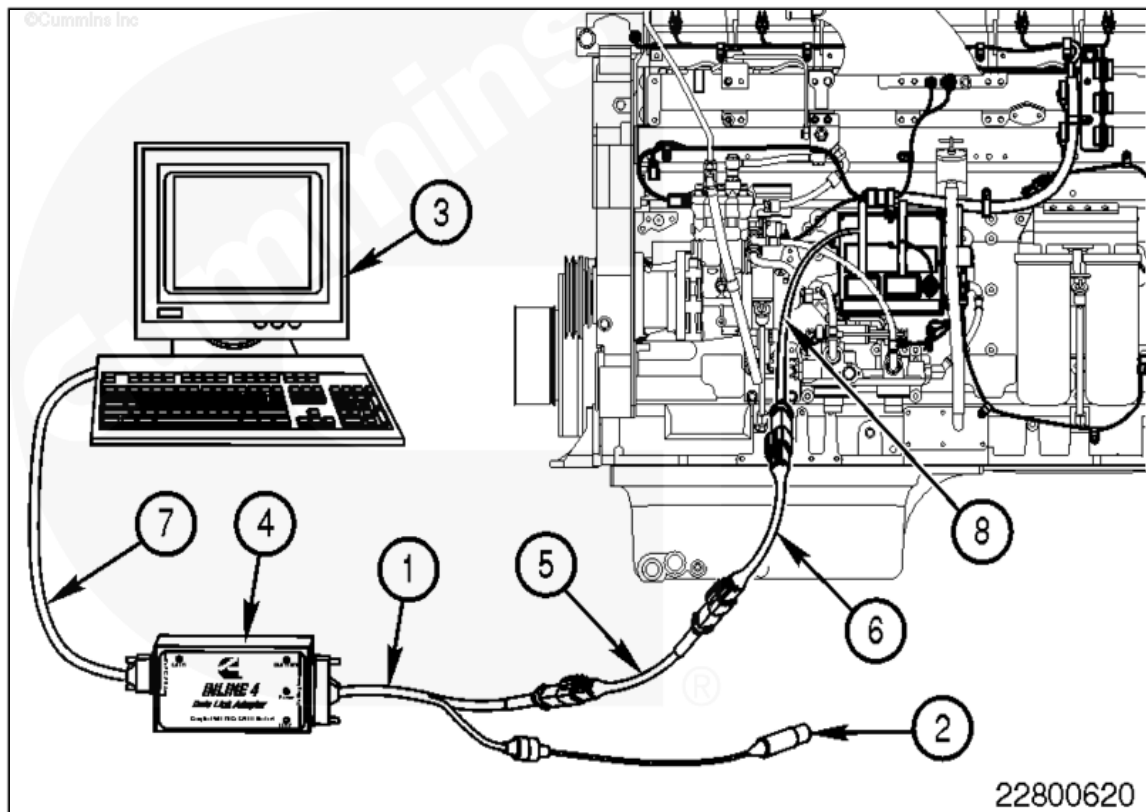
ANEXO N°21 SISTEMA DE CONTROL ELECTRONICO CENSE



ANEXO N°22 ARNES CABLEADO DE MOTOR DIÉSEL



ANEXO N°23 HERRAMIENTA Y COMPONENTES DE DIAGNOSTICO INSITE CENSE



ANEXOS N°24 REPORTE DE FALLA

BAYOVAR - PIURA

REPORTE DE FALLAS DEL OPERADOR Y CONFORMIDAD DEL SERVICIO TECNICO

MODELO Y N° INTERNO DEL EQUIPO:

HOROMETRO:

FECHA DEL REPORTE:

MOTIVO DE INTERVENCION DEL EQUIPO: (PM PROGRAMADO) - (FALLA IMPREVISTA/CORRECTIVO) - (INSPECCION PROGRAMADA) - (CAMBIO DE COMPONENTES)- (OTROS)

NOMBRE DEL OPERADOR:

HORA DE INICIO :

FECHA INICIO:

HORA DE SALIDA:

FECHA SALIDA:

ITEM	FALLA / OBSERVACION	CORREGIDO		SE GENERARÁ BACKLOG		COMENTARIO
		SI	NO	SI	NO	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

COMENTARIOS ADICIONALES:

FIRMA DEL OPERADOR (REPORTANTE)

NOMBRE Y FIRMA DEL LIDER RESPONSABLE DEL SERVICIO

NOMBRE Y FIRMA DEL OPERADOR (EQUIPO SALIENTE - OPERATIVO)

NOMBRE Y FIRMA DEL SUPERVISOR DE GUARDIA.

OBSERVACION: La firma del operador (equipo saliente - operativo), significa la CONFORMIDAD DEL SERVICIO TECNICO y conocimiento del estado en el cual se entrega el equipo.

ANEXO N°25 BACKLOG

EQUIPO		CODIGO	HOROMETRO	FECHA DE GENERACION	TIPO DE PEDIDO			FECHA DE EJECUCION
730E					PROGRAMADO	URGENTE	EMERGENCIA	
ORIGEN DEL BACKLOG:							TIEMPO DE EJECUCIÓN	INICIO: FIN:
CODIGO COMPONENTE		Estimado Reparacion	HORAS: MINUTOS:	PLANEAMIENTO	Fecha Recibido	Fecha Procesado	F_EntregaRptos	
ACTIVIDAD A REALIZAR								
PROBLEMA								
FECHA INICIO BACKLOG			HOROMETRO INICIO BACKLOG		FECHA TERMINO BACKLOG		HOROMETRO TERMINO BACKLOG	
REPUESTOS							OS :	
ITEM	NRO PARTE	DESCRIPCION			CANTIDAD	SOLICITANTE		
						Vo Bo JEFE AREA / SUPERVISOR GUARDIA		
CANTIDAD DE PERSONAL REQUERIDO					OBSERVACIONES			
ESPECIALIDAD	PLANEADO		REAL					
	Cantidad (N°)	Horas	Cantidad (N°)	Horas				
SUPERVISOR								
MECANICO								
ELECTRICISTA								
SOLDADOR								
AYUDANTE								

