



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas para mejorar la disponibilidad de las palas pc4000 de la compañía minera Misky Mayo de la ciudad de Bayóvar.”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Br. Arellano Abad, Carlos Eduardo (ORCID: 0000-0002-7606-927X)

ASESOR:

Mgtr. Seminario Atarama, Mario Roberto (ORCID: 0000-0002-9210-3650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

PIURA - PERÚ

2020

Dedicatoria

A mi madre con mucho amor y cariño le dedico todo mi esfuerzo y trabajo puesto para la realización de esta tesis.

Agradecimiento

A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, dándome fortaleza para continuar.

A mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi educación siendo mi apoyo en todo momento.

A mi esposa y a mis hijos por el sacrificio realizado para culminar satisfactoriamente esta meta trazada, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

Es por ello que soy lo que soy ahora.

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad

Yo, Arellano Abad, Carlos Eduardo, estudiante de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo – Sede Piura declaro que el trabajo académico titulado "Implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas para mejorar la disponibilidad de las palas pc4000 de la compañía minera Misky Mayo de la ciudad de Bayóvar presentado para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Industrial es de mi autoría.

Por lo tanto, declaro lo siguiente:

- He mencionado todas las fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación. Identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis provenientes de otras fuentes, de acuerdo con lo establecido por las normas de elaboración de trabajos académicos.
- No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellas expresamente señaladas en este trabajo. Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
- Soy consciente de que mi trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios. - Así mismo autorizo a la Universidad César Vallejo publicar la presente investigación si cree conveniente.
- De encontrar uso de material intelectual ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el procedimiento disciplinario.

Piura 30 de junio del 2020



Arellano Abad, Carlos Eduardo

Índice

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	19
2.1. Diseño de la investigación	19
2.2. Variables, Operacionalización	19
2.3. Población y muestras	22
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
2.5. Métodos de análisis de datos, validez y confiabilidad	23
2.6. Aspectos éticos	24
III. RESULTADOS	25
IV. DISCUSIÓN.....	28
V. CONCLUSIONES	30
VI. RECOMENDACIONES.....	31

REFERENCIAS	32
ANEXOS.....	35
ANEXO 01: Matriz de consistencia	35
ANEXO 02: Instrumentos de recolección de información.....	37
ANEXO 03. Validación de Instrumentos	80
ANEXO 04: Propuesta de Ingeniería	86
ANEXO 05: Documentos	99
ANEXO 06: Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis	104
ANEXO 07: Captura de Pantalla.....	105
ANEXO 08: Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional	106
ANEXO 09: Autorización de la versión final del trabajo de investigación	107

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es implementar una metodología para el diagnóstico de fallas por síntomas en el motor diesel QSK60 de la PC4000 bajo los requerimientos en su contexto operacional. Para lograr este objetivo se realizó un diagnóstico de la situación actual de los motores de las palas, verificando su estado y comportamiento durante su operación. Luego se aplicó la técnica de causa efecto para determinar las fallas. La cual se estableció como hipótesis general que la implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas de la pala PC4000, produce cambios significativos en la disponibilidad de las palas PC4000 de la compañía minera Misky Mayo de la ciudad de Bayovar. Para ello la unidad de análisis de la población de esta investigación estuvo conformada por los 6 motores diesel de las 6 Palas PC4000 que pertenecen a la Compañía Minera Misky Mayo. Para su análisis se realizó un estudio descriptivo y experimental, con un diseño de investigación de pre test y pos test. En cuanto a la recolección de datos se utilizaron formatos para determinar el número de fallas, de causas y efectos de fallas, control de inspección, tiempo medio entre fallas, tiempo medio de reparación y de confiabilidad. Finalmente se realizó un análisis de los resultados obtenidos, y con ellos las conclusiones, para mejorar las condiciones actuales de los motores.

El beneficio que aportó el siguiente trabajo fue mejorar significativamente la disponibilidad.

Palabras Claves: Metodología - Diagnóstico de Fallas por Síntomas- Disponibilidad.

ABSTRACT

The main objective of this work is to implement a methodology for fault diagnosis by symptoms in the Diesel engine QSK60 of the PC4000 under the requirements in its operational context. To achieve this objective It has been made a diagnosis of the current situation of the engine shovel, checking their status and behavior during operation. Then, the cause and effect technique was applied to determine failures. Which was established as a general hypothesis that the implementation of the methodology of fault diagnosis for symptoms of PC4000 shovel, Produces significant changes in the mean time between failures of the blades PC4000 of the mining company Misky mayo of the bayovar city. To do the analysis unit of the population of this research it consisted of 6 diesels for that, the analysis unit of the population of this research consisted of 6 diesel engines of the 6 shovel PC4000 belonging to minig Company Misky mayo. For analysis, a study was conducted descriptive and experimental, with a research design of pretest and posttest. As for data, collection were used formats to determine the number of failures, assessment of causes and effects of failures, control inspection, Mean time between failures, mean time of repair and reliability. Finally, was performed an analysis of the results. And the conclusions too, to improve the current conditions of motors. The benefit provided by the next work It was significantly improved mean time between failures, means repair times of the failures and reliability.

Keywords: Methodology - Fault diagnosis by symptoms – Availability.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

La empresa Cummins, es una empresa que cuenta con una gama completa de motores de diesel y de gas, los cuales se extienden desde 45.00kW (60 hp) hasta los 2.611kW (3.500 hp) para satisfacer los segmentos diferentes del mercado, ya sea minero, automotriz, industrial, construcción, marino y forestal. Independientemente del mercado, Cummins se centraliza en brindar el mayor porcentaje de disponibilidad de motores, a los mejores costos posibles en desarrollo, logrando los estándares más exigentes en cuanto a las regulaciones de emisiones en el Perú. Para lograr satisfacer las necesidades de los clientes, la empresa se encuentra en todas partes del mundo, para ello la empresa hoy en día tiene más de 860 patentes activas. Una de ellas se encuentra en el departamento de Piura, ubicada en la Av. Sánchez Cerro # 1168, distrito de Piura.

El área de mantenimiento de la empresa Distribuidora Cummins del Perú está encargada de la manutención de los 60 motores de los equipos Komatsu de la compañía minera Misky Mayo, entre ellos se encuentran las 6 palas PC4000, asimismo el área forma parte de los sistemas de combustible, su proceso de producción, sistema de filtración, tratamiento de aire, control de emisiones y post el tratamiento, con la disposición de la tecnología máxima y el mejor desempeño de sus motores con beneficio de costo operativo de los clientes.

La pala es una excavadora gigante de modelo PC4000, que se encarga de excavar fosfato que es llenado en los camiones, siendo el equipo más importante en la operación de mina de tajo abierto, por lo tanto la disponibilidad de las palas es muy importante porque solo son 6 y son encargadas de abastecer a los veinte camiones. Los horarios de trabajo en la mina son de dos turnos, de 7:00am a 7:00pm y viceversa, es decir estos equipos no tienen descanso salvo que se malogren, pues si una pala para por alguna falla, a la vez paran de dos a tres camiones para evitar el excesivo

consumo de combustible de estos, es por lo cual que a la minera no le conviene tener camiones arrancados sin producir. Una pala se demora más o menos dos minutos y medio en llenar un camión gigante de 200 toneladas, la pala consume un promedio de 65 galones de combustible (petróleo) en una hora de trabajo.

El operador de cada pala, al terminar su jornada de trabajo, deja la pala en el lugar que se quedó trabajando. No se trasladan a un parqueo o taller salvo en reparación general, porque es un equipo muy grande, que al trasladarse el aceite de sus rodillos que hacen girar la cadena de la pala y sus motores de traslado calentarían muy rápidamente y si hubiera una excesiva temperatura estos podrían dañarse. Pero si se necesita su traslado, esta lo haría por el lapso de 10 a 15 min y descansaría una hora para enfriar el aceite, ayudado por una cisterna la cual se encarga de verter agua a sus rodillos y motores de traslado para bajar la temperatura. A la vez, cuando el operador de la pala avisa que no tiene combustible, hay cisternas esperando para que le abastezcan. La capacidad del tanque de combustible fue de 1000.00 galones. Cada “cucharonazo” de la pala carga de 30 a 35 toneladas, por lo que la pala tiene la capacidad de llenar un camión de 200 toneladas con 6 “cucharonazos”, demorándose dos minutos y medio en llenar este camión gigante.

La pala PC4000, casi a menudo tiene problemas de fallas por síntomas de motor diesel, éstas fallas originan paradas en el equipo por gran cantidad de horas, varias veces al día, a la vez originan paradas intempestivas del equipo en el tajo de la compañía minera Misky Mayo. Las fallas en las palas pueden ser de 5 formas: por problemas en el sistema mecánico, hidráulico, electrónico, eléctrico y de motor diesel. Algunas fallas en los equipos no es por códigos de falla o alarma, sino por síntomas, como ejemplo: excesivo humo negro, demasiada vibración, etc., el operador detecta el síntoma y reporta a Komatsu Mitsui maquinarias del Perú S.A (KMMP) el cual se acerca, evalúa, inspecciona y busca detectar cuales son las fallas; al no estar seguro que falla presenta el equipo, KMMP reporta a Cummins. Este se acerca y evalúa el motor diesel, al realizar estas evaluaciones conjuntamente por no identificar a que

parte del motor pertenece la falla, se ha perdido mucho tiempo, han habido casos que ha llegado a estar parado el equipo 1 semana.

Si estas demoras en las fallas intempestivas continúan, y se dan con mayor ocurrencia, el cliente minero Misky Mayo, sería un cliente con descontento, no que impediría realizar sus actividades de extracción minera con efectividad, llegando a ocasionar perdidas en su proceso minero.

Es por ello que para evitar que el motor diesel de la pala PC4000 tenga problemas de fallas por síntoma, se buscar la implementación de una metodología de diagnóstico de fallas por síntomas, con el objetivo de realizar una mejora de la disponibilidad de las palas y no se presenten retrasos en el proceso de extracción de la compañía Misky Mayo, y como consecuencia la empresa Cummins se vea beneficiada al obtener un mayor reconocimiento en cuanto a ofrecer un servicio de calidad.

1.2. Trabajos Previos

Con el propósito de conocer el resultado de investigaciones y estudios realizados acerca de disponibilidad y la aplicación de metodologías de síntomas por fallas a nivel internacional se muestra a continuación algunos de estos estudios investigativos que contribuyen a la fundamentación de este proceso de investigación.

En el ámbito internacional el estudio de Bravo (2010), realizó la investigación acerca de elaborar un modelo experto, para realizar un diagnóstico de falla en el caso Grúa Horquilla, para ello se determinó el objetivo general de elaborar una aplicación mediante Visual Basic, se basa en árboles de decisión que facilita el diagnóstico de la causa más factible de la falla dentro de una máquina o equipo, sin contar con la presencia de un experto en dicha maquinaria. La investigación llegó a la conclusión de que tras desarrollar una funcional aplicación del Visual Basic 6.0 tiene la capacidad de simular la forma de actuar de un experto humano, haciendo uso de los conocimientos del experto, guardados dentro de una base de datos, la cual es revisada mediante el

mismo experto para realizar un diagnóstico de la posible causa de una falla presente. Dicho trabajo de investigación desarrolla el nacimiento de las ideas para el desarrollo de este trabajo de investigación, ya que el técnico sin contar con experiencia, pueda resolver una determinada falla, considerando los síntomas del equipo, sin contar con la presencia de un técnico especialista, únicamente con el apoyo de un cuadro de efectos y causas de las causas posibles de la falla, hasta dar soluciones posibles, debido a que esto está relacionado de manera directa con el objetivo específico número uno, para poder verificar los significativos cambios en un tiempo medio, entre fallas de palas PC 4000, a través de la rápida solución de efectos y causas de las fallas.

De igual manera, en el ámbito internacional Criollo y Matute (2014), desarrollaron su investigación abordando como título el diagnóstico de fallos o errores en el funcionamiento de los motores de combustión interna alternativos diésel, mediante análisis de vibraciones, y tienen como objetivo general en su trabajo de investigación, el diagnóstico de fallas con presencia más común en la combustión de un de estos tipos de motores alternativos Diesel, basándose en el análisis de vibraciones. Finalmente se llegó a concluir que el trabajo de investigación realiza un cumplimiento de las expectativas a determinar, y así tener la capacidad de emitir un determinado diagnóstico de los fallos en el funcionamiento de un motor de combustión en el encendido por compresión mediante el estudio de imágenes espectrales que se procesaron mediante el algoritmo de computo que es propio del software Lab VIEW. El objetivo general de la investigación en mención, tiene vínculo con el objetivo primero específico, de este presente trabajo, el cual consiste en realizar una verificación de los cambios significativos dentro del medio tiempo, entre las fallas de las palas PC 4000, a través de la solución rápida de efectos y causas de las fallas determinadas, ya que para determinar las fallas se realizó un diagnóstico de causas y efectos, a la vez el aporte de esta investigación dio el modelo a este trabajo para analizar las fallas por síntomas del motor diesel propias de la combustión o del color de los gases resultantes de la combustión.

A la vez Medina (2004), en su trabajo de investigación titulado: “*Metodología para el diagnóstico de fallas en los motores Detroit diesel de control electrónico (DDEC-III)*”, tiene como objetivo general: “establecer una metodología para la localización de fallas, que sirvan de ayuda para ampliar la capacidad de diagnóstico de nuestros técnicos en problemas con los motores DETROIT DIESEL de control electrónico”, a la vez sus objetivos específicos son: diagnosticar las fallas de los motores Detroit diesel de control electrónico (DDEC-III) a través de la identificación de las causas y efectos de la fallas presentados en el periodo de operaciones. Finalmente, la investigación concluye que para evaluar los resultados se realizó un análisis en el laboratorio a través de tres ensayos experimentales de un aceite lubricante de los motores Detroit diesel. El primer objetivo específico, verificar los cambios significativos en el tiempo medio entre fallas de las palas PC4000, mediante la rápida solución de las causas y efectos de las fallas, se relaciona con la investigación de esta tesis, ya que aporta en gran medida en la manera de cómo identificar las causas y fallas de los motores de la pala PC4000.

Así mismo el investigador Miño (2015), desarrollo su trabajo de investigación al que tituló como análisis de mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad (RAM) de un determinado motor de combustión interna modelo WARTSILA 1.8.V.3.2.L.N.G.D, el investigador determinó como objetivo general, poder elaborar un análisis de las características anteriormente mencionadas (RAM) de un determinado motor con combustión interna, teniendo como objetivos específicos realizar la descripción del contexto operacional de una planta, otro objetivo específico es la capacidad de poder describir el concepto RAM, desarrollando un análisis y cálculo RAM de los determinados motores y elaborar la propuesta de mejora. Con la finalidad de obtener los determinados resultados, se realizó la distribución estadística, analizando efectos y causas, para poder implementar el mantenimiento, a su vez también poder determinar el tiempo medio entre las fallas y el tiempo medio para la reparación con la finalidad de hallar la disponibilidad. Este trabajo de investigación está relacionado con los objetivos específicos, verificar los cambios significativos en la confiabilidad de las

palas PC4000. Y reducir el tiempo medio en reparaciones de fallas de las palas PC4000, mediante controles de inspección en cada mantenimiento programado a realizar, ya que se determinará la confiabilidad y el tiempo medio de reparación de fallas de los Motores de las palas PC4000.

Finalmente la investigación de Solis, R. (2013), realizó la tesis titulada: “Estrategias de aseguramiento de disponibilidad palas de cable de Mina Radomiro Tomic”, para ello se determinó como objetivo general, el desarrollo de determinadas estrategias de mantenimiento a aplicar en una flota de palas de cable de setenta y tres yardas cúbicas de Mina Radomiro Tomic, Codelco, con la finalidad de cumplir y garantizar el cumplimiento de su disponibilidad principal KPI, considerándose esta, como su propuesta de valor. Para ello se desarrollaron actividades como la determinación de indicadores, como es la disponibilidad, tiempo medio entre fallas, y para poder reparar, siendo comparada con la situación de determinadas palas de Radomiro Tomic con dicha industria, así como también se halló el % de confiabilidad para determinar cuán confiable será el funcionamiento de las palas. Se concluyó que las estrategias de componentes, se aseguró lograr los indicadores de disponibilidad, que los Planes Mineros necesitan de las palas. Esta investigación se relaciona mucho con el segundo objetivo específico, disminuir el tiempo medio de reparación de fallas de las palas PC4000, mediante controles de inspección en cada mantenimiento programado a realizar, ya que tomaremos en cuenta que la estrategia de componentes, la cual aseguró alcanzar los indicadores de disponibilidad

1.3. Teorías relacionadas al tema

A continuación se presenta el desarrollo de los temas considerados en esta investigación, para lo cual comprende la metodología por fallas, definición de la Pala PC4000, así como sus sistemas y funciones, finalmente se analiza información respecto a los motores diesel, ya que las operaciones de las Palas se da por medio del funcionamiento de los motores diesel.

1.3.1. Metodología de fallas por síntomas

Para Parra (2005), las metodologías de análisis sistemáticos, documentados y objetivos, usado para la determinación de las necesidades en cuanto al mantenimiento físico de diferentes activos en un contenido operativo, lo que garantiza el cumplimiento de determinados estándares necesarios para llevar a cabo los procesos de producción.

De igual manera puede servir como guía para poder identificar determinadas actividades en la reparación de sus frecuencias respectivas a los activos de mayor importancia de un contexto operacional. Esta no se trata de una fórmula matemática, y el éxito es apoyado de manera principal en los análisis funcionales de unos activos determinados en un contexto operacional llevado a cabo por un equipo natural de trabajo.

1.3.1.1. Las siete preguntas básicas para el análisis de la Metodología de fallas por síntomas

Para Parra (2005), estos pasos centran el interés explícitamente en la relación que existe entre los elementos físicos que la componen y la organización. Por ello es importante realizar una exploración de esta relación de manera detallada, antes de iniciar, esto facilita que se conozcan los tipos de elementos físicos existentes, y tomar la decisión de cuáles de ellos deberán encontrarse sujetos a una respectiva revisión.

Esta determinada metodología, consiste en un procedimiento capaz de identificar la necesidad real de reparar los equipos en su contexto operacional, partiendo del análisis de las siguientes 07 preguntas: ¿ Qué pasa cuándo falla el equipo?, ¿ de qué manera puede fallar el equipo?, ¿ Qué origina la falla del equipo ?, ¿Cuál es la función del equipo ?, ¿ Importa si falla el equipo ?, ¿ Qué pasa si no podemos prevenir la falla del equipo ?, ¿ Se puede hacer algo para prevenir la falla del equipo?.

Para poder dar respuesta a las preguntas mencionadas, se consideran técnicas claves para aplicar la metodología de análisis de los modos y efectos de las fallas, que

facilitan la determinación de las consecuencias de modos de fallas de cada activo de su contexto operacional. Para ello se requiere del análisis de aspecto como: contexto operacional, resumen operativo, personal y división de procesos.

Contexto Operacional, Parra (2005), determina que el primero de los documentos que se llevarán a cabo para realizar un análisis de fallas dentro del contexto operacional, este muestra las situaciones en las que se puede esperar que opere un activo sistema o físico”. El contexto operacional se debe realizar de manera cuidadosa, debido a que de ello estará supeditada la ejecución del análisis, este debe ser contenedor de un detallada descripción de la instalación que será analizada; así mismo se logra reflejará el objetivo del sistema o equipo, describir los procesos y equipos, si existiese una división del sistema en diferentes subsistemas, tomando en cuenta los dispositivos de indicadores e seguridad.

Independientemente de quién aplicase esta metodología, se debe asegurar de tener un entendimiento claro acerca del contexto operacional, previo a comenzar, debido que puede afectarse la totalidad del proceso en la formulación de estrategia, iniciando por definir las funciones, la naturaleza de patrones sobre las fallas que pueden acaecer, sus consecuencias y efectos, el periodo con el que puede suceder y que se debe hacer para manipularlos. Según Parra (2005) los siguientes factores deben ser considerados:

Personal, gerencia, turnos rotativos, mantenimiento, operaciones, parámetros de calidad.

Resumen Operativo, se necesita de un propósito del Sistema, dispositivo de seguridad, descripción de Proceso, descripción de equipos, planes a futuro, metas de Seguridad-Ambientales-Operacionales, diagrama de entrada Proceso Salida (EPS).

División de Procesos, definición de límites de los sistemas, división del proceso en sistemas, lista de componentes para cada uno de los sistemas, considerando también los dispositivos de indicadores e seguridad.

1.3.1.2. Funciones y estándares de funcionamiento

Según Moubray (2004), la meteorología deberá brindar seguridad en el sentido que los activos cumplirán de manera eficiente las funciones, para las que se diseñaron, inmerso en un específico contexto operacional, desde las actividades de prevención (actuar anterior al acaecimiento de la falla). Por otro lado, en el momento que las actividades de mantenimiento se llevan a cabo como consecuencia de una falla no considerada previamente, se le llama actividad correctiva de mantenimiento, en estos casos, los activos no pueden llegar al cumplimiento de sus funciones. Para tener la capacidad de identificar cuando un activo no se encuentra cumpliendo con sus funciones, se debe tener claro y definido cuando un activo se encuentra cumpliendo su misión, de forma eficiente, sin embargo ¿cómo se conoce cuándo un activo se encuentra cumpliendo su función, de manera eficiente?

El proceso en el que se identifican los estándares en los que funciona cada activo, no siendo una tarea fácil, debido a que cada tipo de función cuenta básicamente con 02 estándar de funcionamiento ligado al activo, estos serán nombrados a continuación: Lo estándar del funcionamiento que se desea (hace referencia al parámetro que es funcional y lo que se espera o desea obtener del activo en un contexto operacional) y el funcionamiento estándar que está asociado con la capacidad inherente (hace referencia al parámetro funcional, con la capacidad de realizar un activo dependiendo de su confiabilidad o la capacidad en diseñar), o la confiabilidad que se encuentra inherente.

1.3.2. Fallas y fallas funcionales

Las fallas se presentan en todo tipo de operación, ya sea motores, equipos, etc. Siempre existirá un problemas y esto se debe a que los equipos nunca tendrán un funcionamiento eficaz por la falta de revisiones o controles de reparaciones.

Una falla presente, es la no previsible aparición, de forma inherente al elemento de un determinado equipo, haciendo imposible el cumplimiento del objetivo para lo que fue pensado, y un fallo funcional es definido como la total o parcial incapacidad, de un componente o elemento de un determinado equipo con la finalidad de cumplir con el estándar de funcionamiento a un grado de desempeño esperado. (KNEZEVIC, 1996).

Además KNEZEVIC, nos expresa que la metodología de procesos de fallas, tiene como principal objetivo, poder asegurar que un elemento físico se mantenga desempeñando las deseadas funciones. Para esto, realiza anticipaciones, corrigiendo o impidiendo los estados en los que el equipo ya no puede desarrollar la función deseada (fallo funcional). Esto hace la sugerencia de que los criterios usados para la definición del fallo, conforman la base de todo el resto del proceso de selecciona las decisiones acerca del mantenimiento. Por eso se necesita definir de forma clara, los criterios para el funcionamiento ligado a cada función, y en dentro de lo posible poder cuantificarlos.

1.3.2.1. Modos de fallas

El paso siguiente tratar de lograr identificar todo acontecimiento que pudiese causar de manera razonable cada estado de falla de un activo físico (proceso o sistema).

Los modos de las fallas pueden clasificarse en tres grupos; cuando la capacidad se ubica por debajo del funcionamiento deseado, cuando el funcionamiento deseado es elevado por sobre la capacidad inicial, y cuando desde el inicio, el activo físico no tiene la capacidad de hacer lo requerido.

1.3.2.2. Efectos de fallas

El 4° paso en dentro del proceso busca describir los sucedido cuando se da cada modo de falla. De forma concreta, tener la capacidad de describir los efectos de una falla, debe considerarse lo siguiente:

Si existiese evidencia de que se ha incurrido en una falla, en qué forma (si lo hubiese), la falla presupone una amenaza tanto para la seguridad como para el medio ambiente, también si hubiesen forma que dañan o afecten las operaciones o producción, el daño físico (si existiesen) originados por las fallas, ¿qué debe realizarse para la reparación de la falla?. KNEZEVIC, (1996).

1.3.2.3. Consecuencias de las fallas

El objetivo principal de este paso, consiste en determinar cuánto y cómo importa cada una de las fallas, para contar con un conocimiento claro si una falla se necesita o no necesita prevenirse. Todo fallo realiza un tipo de efecto, ya sea indirecto o directo, acerca del comportamiento funcional o la seguridad de una planta. El punto en el que la Planta es afectada, depende directamente del contexto operacional del equipo, del estándar de criterios de funcionamiento deseados o prestación para cada una de las funciones y el efecto físico de cada modo de falla. Esta combinación de estándares, contexto y efectos se traduce en que cada fallo cuenta con un grupo determinado de causas asociadas a él. (KNEZEVIC, 1996).

1.3.2.4. Factibilidad, técnica y tareas proactivas

Según (Masaji y Fumio, 1992), las determinadas acciones que se pueden considerar para definir las fallas, se pueden dividirse en las dos categorías siguientes, las acciones por defecto y tareas proactivas.

Acciones por defecto, estas se eligen cuando no se cuenta con la posibilidad de identificar una eficaz tarea proactiva. Las acciones por defectos consideran la ausencia de investigación, ejecutar y rediseño al fracaso.

Tareas proactivas, son tareas realizadas antes de producirse fallas, con la finalidad de evitar que el componente cuente con un estado de falla. Cubre lo ya conocido de manera tradicional como "preventiva" y "predecible" de conservación.

El análisis de Modo y Efectos de Fallas, Para (Masaji y Fumio, 1992), "constituye la herramienta principal de la metodología del proceso de fallas, para lograr una optimización de la gestión de en una determinada organización". Es aquel método sistemático que brinda la facilidad de poder identificar el problema anterior a su ocurrencia, y los cuales puedan impactar o afectar a los productos y procesos en un determinada área, en un contexto operacional determinado.

Por lo anteriormente expresado, se llega a deducir que el objetivo base del A M E F, es hallar todos los modos o formas en los que puede fallar un determinado activo inmerso en un proceso, e identificar las consecuencias o efectos posibles de las fallas en relación a 03 criterios básicos: ambiente, seguridad humana y operaciones (producción). Para tener cumplimiento con el objetivo el cual debe realizar el A M E F tomando en consideración la siguiente secuencia:

Explicar las determinadas funciones de los activos del área puntualizada y cada uno de sus estándares de ejecución: hacer una definición de las fallas funcionales vinculadas a cada una de las funciones del activo, determinar los modos de fallas vinculados a cada funcional falla, determinar las consecuencias o efectos asociados a cada tipo de falla.

La disponibilidad, es la posibilidad con la que cuenta un sistema o un equipo de disponibilidad para su usar durante cualquiera tiempo, solo se considera en equipos reparables. Según Sexto (2013) Capacidad de un elemento para poder tener

encuentro con un estado en el que puede realizarse una función como y cuando sea requerido, en condiciones determinadas, considerando que se puede disponer de los recursos necesarios externos necesarios.

La disponibilidad se considera la probabilidad que tiene un activo, para poder realizar una función asignada cuando es requerida de ella. La disponibilidad tiene dependencia de la frecuencia producida por los fallos en puntuales condiciones (confiabilidad) y tiempo; y del tiempo y la capacidad requerida para mantener la funcionalidad (mantenibilidad) (Sexto, 2005).

La disponibilidad se describe con la siguiente ecuación: (sexto, 2014).

Tiempo medio entre fallas/ tiempo medio entre fallas + tiempo medio de reparación.

Tiempo medio entre fallas: Nachias. (1995), define que los tiempos medios entre fallas son el tiempo promedio que un equipo, línea, planta o máquina cumple una función sin alguna interrupción producto de una falla funcional. Brinda el tiempo promedio de operaciones normales entre fallas.

Tiempo medio de reparación, son los tiempos promedios necesarios para restaurar las funciones de una maquinaria, línea, equipos o procesos luego de fallas funcionales. Este proceso considera el tiempo para diagnosticar y analizar la falla, tiempo con la finalidad de conseguir el tiempo de planeación o de refacción. También puede definirse como la medida del mantenimiento de los equipos. Este resultado es obtenido dividido del total tiempo de la reparación entre el total número de errores en un sistema. (Nachias. 1995).

La confiabilidad, según Avizienis (2001) *“es considerada la capacidad que se tiene de entregar servicios sobre el que puede confiarse justificadamente”*. Las características que determinan la confiabilidad o no de un sistema, se encuentran en relación de muchas cosas, ¿Cómo es entregado el servicio?, ¿en qué tiempo se hace?, ¿Cuánto tiempo lo hace?, ¿está disponible todo el tiempo?, etc.

La confiabilidad busca comprender y moldear los desempeños de un determinado sistema, evalúa los componentes (entradas, salidas y partes internas) y servir de base para decisiones correctivas, preventivas, de automatización y inversión (Baeza, 2003).

1.3.3. Principales fallas por síntomas en el motor diesel de la pala PC4000

Las principales fallas por síntomas en el motor diesel de la pala PC4000 son las siguientes:

- A) El motor se desacelera lentamente.
- B) El motor no arranca.
- C) El motor no se apaga.
- D) El motor no alcanza su velocidad nominal.
- E) Baja potencia de salida del motor.
- F) Excesivo humo negro.
- G) Excesivo consumo de combustible.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Pregunta principal

¿En qué medida se comprobará una mejora en la disponibilidad de las palas PC4000, mediante la implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas en el motor diesel de la pala PC4000 de la Compañía Minera Misky Mayo de la ciudad de Bayovar?

1.4.2. Preguntas Específicas

- ¿En cuánto se verificará los cambios significativos en el tiempo medio entre fallas de las palas PC4000, mediante la rápida solución de las causas y efectos de las fallas?
- ¿En cuánto se verificará los cambios significativos en el tiempo medio de reparación de las palas PC4000, mediante la realización de controles de inspección en cada mantenimiento programado?
- ¿En cuánto se verificará los cambios significativos en la confiabilidad del funcionamiento de las palas PC4000?

1.5. Justificación

La implementación de la metodología de diagnóstico de fallas se justifica socialmente porque al disminuir las averías y desperfectos en los motores DIESEL de la pala PC4000 los trabajadores de la compañía podrán desarrollar sus actividades sin interrupciones, incrementando su eficiencia laboral y por ende mejorando la rentabilidad de la empresa Misky Mayo.

Además el desarrollo de esta implementación metodológica desarrolla un beneficio técnico directamente a la empresa Misky mayo ya que permite el aumento el proceso de extracción de mineral, así como también a la empresa de servicios Distribuidora Cummins del Perú, porque al ofrecer un servicio de calidad a los equipos mineros respectivos, incrementará la confiabilidad del servicio que ofrece. Además al reducir y eliminar las fallas por síntomas del motor diesel de la pala PC4000 y proponer una metodología que permita cumplir con los indicadores de disponibilidad maximizará la disponibilidad de loa flota de palas en su proceso de trabajo y como consecuencia se generará más ganancias para la minera otorgándole una ventaja competitiva a través de la mejora de las operaciones de extracción, mejorando la imagen de la empresa y haciéndola más competitiva.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

- La hipótesis general del presente trabajo es comprobar si la implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas, produce o no, cambios significativos, en los resultados de la disponibilidad de las palas PC4000 en la operación minera Misky Mayo de la ciudad de Bayovar y se plantea de la siguiente manera:

H_a. La implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas de la palas PC4000 produce cambios significativos en los resultados de la disponibilidad de las palas PC4000 en las operaciones de la compañía minera Misky Mayo en la ciudad de Bayovar.

H₀. Que los resultados obtenidos con la implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas de la palas PC4000 de la compañía minera Misky Mayo en la ciudad de Bayovar no son significativos.

1.6.2. Hipótesis específicas

- La primera hipótesis específica que probaremos está relacionada con el tiempo medio entre fallas de las palas PC4000 de la compañía minera Misky Mayo de la ciudad de Bayovar y queda planteada de la siguiente manera:

H_a. La implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas de la pala PC4000, produce cambios significativos en el tiempo medio entre fallas de las palas PC4000 de la compañía minera Misky Mayo de la ciudad de Bayovar.

- H₀.** La implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas de la pala PC4000, no produce cambios significativos en los tiempos medios entre fallas de las palas PC4000 de la compañía minera Misky Mayo de la ciudad de Bayovar.
- La segunda hipótesis específica que planteamos está relacionada con el tiempo medio de reparación de fallas de las palas PC4000 de la compañía minera Misky Mayo de la ciudad de Bayovar y queda planteada de la siguiente manera:

Ha. Que la implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas de la pala PC4000, produce cambios significativos en el tiempo medio de reparación de fallas de las palas PC4000 de la compañía minera Misky Mayo de la ciudad de Bayovar.

H₀. Que la implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas de la pala PC4000, no produce cambios significativos en los tiempos medios de reparación de fallas de las palas PC4000 de la compañía minera Misky Mayo de la ciudad de Bayovar.
 - La tercera hipótesis específica que planteamos está relacionada con la confiabilidad de las palas PC4000 de la compañía minera Misky Mayo de la ciudad de Bayovar y queda planteada de la siguiente manera:

Ha. Que la implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas de la pala PC4000, produce cambios significativos en la confiabilidad de las palas PC4000 de la compañía minera Misky Mayo de la ciudad de Bayovar.

H₀. Que la implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas de la pala PC4000, no produce cambios significativos en la confiabilidad de las palas PC4000 de la compañía minera Misky Mayo de la ciudad de Bayovar.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivos General

Comprobar una mejora en la disponibilidad de las palas PC4000 mediante la implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas en los motores diesel de la Compañía Minera Misky Mayo.

1.7.2. Objetivos específicos

- Verificar cambios significativos en el tiempo medio entre fallas de las palas PC4000, mediante la rápida solución de las causas y efectos de las fallas.
- Verificar cambios significativos en el tiempo medio de reparación de las palas PC4000, realizando controles de inspección en cada mantenimiento programado.
- Verificar cambios significativos en la confiabilidad de las palas PC4000.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de la investigación

Según Hernández (2010), un tipo de diseño considerado en la presente investigación hace correspondencia al tipo de investigación pre experimental, debido a que el grupo de estudio es aplicado a una previa prueba del tratamiento experimental; luego se administra los tratamientos y finalmente es aplicada una posterior prueba al tratamiento.

El diseño se representa de la manera siguiente:

G: O1 X O2

Dónde:

G : Motores Diesel de la pala PC4000.

O1 : Disponibilidad de las Palas PC4000 de la compañía Minera Misky Mayo antes de la implementación metodología de diagnóstico de fallas por síntomas.

X : Implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas.

O2 : Disponibilidad de las Palas PC4000 de la compañía Minera Misky Mayo después de la implementación metodología de diagnóstico de fallas por síntomas.

2.2. Variables, Operacionalización

La investigación plantea como variable independiente la Metodología de diagnóstico de fallas por síntomas, la cual realizará cambios sobre la variable dependiente disponibilidad de las palas. La operacionalización de variables se describe en la Tabla 02.

TABLA N° 01: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición
<p>Implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas.</p>	<p>Busca determinar aspectos principales que pueden caracterizar actividades productivas considerando los factores técnicos, y organizativos, que trasgreden en la calidad de las asistencias técnicas. Al mismo tiempo permitir asegurar de aplicar procesos y operaciones de mantenimiento técnico y de reparaciones, dependiendo del real estado de los elementos (Medina, 2004).</p>	<p>Se identificará las veces en que falla un motor en sus operaciones durante un periodo determinado.</p> <p>Identificación de las causas y efectos de las fallas según experiencias anteriores y propias, la cual se elaborará en base a fallas por síntomas del motor diesel de la pala PC4000.</p> <p>Mediante los estándares de inspecciones generales a los motores PC4000, en cada mantenimiento programado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Número de fallas. • Evaluación de causas y efectos de fallas. • Número de inspecciones. 	<p>Ordinal.</p>

Variables Dependiente	Definición conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición
Disponibilidad de las palas PC4000	<p>Es la capacidad del motor para que realice su función asignada cuando se requiere de ello. Para lo cual va a depender la frecuencia en la que son producidos los fallos en un lapso de tiempo determinado, y la cantidad de tiempo necesaria para corregir dicho fallo, en otras palabras, es la división del tiempo medio entre las fallas y entre la suma del tiempo medio entre dichas fallas y el tiempo medio para poder repararlas (Canfield, 2012).</p>	<p>Se logrará identificar el tiempo en el que los motores se encuentran funcionando hasta que se presente una falla.</p> <p>Se identifica el tiempo en el que se demora en operar la reparación, de los motores luego de que se presente una falla.</p> <p>Se determina que los motores cumplan con su función básica en un período de tiempo pre-establecido, con las condiciones y estándares de operación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo medio de reparación. • Tiempo medio entre fallas. • Confiabilidad 	<p>Razón</p>

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Población y muestras

La unidad de análisis de la población de esta investigación está conformada por los 6 motores diesel de las 6 Palas PC4000 que pertenecen a la Compañía Minera Misky mayo, de los periodos 2009 al 2013. Las cuales 3 motores pertenecen al año 2009, 2 motores al año 2011 y 1 motor al 2013. Siendo la población total los 6 motores diesel de las 6 palas, por lo tanto la población será igual a la muestra. Asimismo los motores han tenido las mismas fallas en este periodo, por lo que para la medición de los indicadores se han considerado toda la muestra en conjunto.

Tabla 02. Población y muestra

Indicador	Población	Muestra
N° de fallas	▪ Palas PC4000	6
Evaluación de causas y efectos de fallas.	▪ Palas PC4000	6
Tiempo medio entre fallas	▪ Palas PC4000	6
Tiempo medio de reparación.	▪ Palas PC4000	6
Confiabilidad	▪ Palas PC4000	6

Fuente: Elaboración propia

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la tabla 03 se señalan los indicadores con su respectivo instrumento y técnica a utilizar con la finalidad de recopilar datos.

Tabla N° 03: Técnica e Instrumentos de los Indicadores

Indicador	Técnica	Instrumento
<ul style="list-style-type: none">• N° de fallas• Evaluación de efectos y causas de fallas.• Control de inspección	Observación Observación Observación	Formato de identificación de fallas (anexo N°01) Formato de causas y efectos (anexo N°02) Formato de control de inspección (anexo N°03)
<ul style="list-style-type: none">• Tiempo medio entre fallas• Tiempo medio de reparación.• Confiabilidad	Observación Observación Observación	Formato de tiempo medio entre fallas (anexo N°04) Formato de tiempo medio de reparación de fallas (anexo N°05) Formato de confiabilidad (anexo N°07)

Fuente: Elaboración propia

2.5. Métodos de análisis de datos, validez y confiabilidad

El software SPSS se usó para el análisis estadístico de los datos obtenidos, el cual permitió mostrar los comparativos del MTBF (total horas de funcionamiento/cantidad de fallas totales), MTTR (total horas de reparación/ cantidad de fallas totales) y CONFIABILIDAD ($MTBF / (MTBF + MTTR)$) antes y de después de implementación de la metodología. Asimismo se realizó una interpretación descriptiva de los formatos realizados de los indicadores de causas y efectos y control de inspección, la cual se tomó la información obtenida de las operaciones que realizan los motores de las palas PC4000. A la vez los instrumentos para recolectar los datos se

validaron mediante el jefe de operaciones en las áreas de mantenimientos de la compañía Cummins, así mismo también se toma en cuenta con el juicio crítico de expertos, con la finalidad de que se logre la obtención de la información veraz y carente de errores que dañen el análisis del presente trabajo de investigación.

2.6. Aspectos éticos

El desarrollo de la presente investigación cuenta con el permiso dado por la compañía minera Misky Mayo, así como también el permiso de acceder a toda la información requerida por el investigador. A la vez el investigador se compromete a respetar la veracidad de los resultados de los formatos aplicados en el proceso de la investigación.

III. RESULTADOS

Verificación de cambios significativos en el tiempo medio entre fallas de las palas PC4000, mediante la rápida solución de las causas y efectos de las fallas.

Evaluación de causas y efectos de fallas.

Se realizó una tabla con las fallas más comunes presentadas en los motores diesel de las palas PC4000. Para realizar la evaluación de las fallas más comunes presentadas en los motores diesel de las palas PC4000 y sus posibles causas y efectos de estas, se comenzó desde la posible causa de la falla más fácil, teniendo en cuenta que sea: fácil de evaluar, reparar o si el caso lo amerite el cambio de repuesto o componente sea de bajo costo, es de esta manera como se procede a evaluar las causas y efectos de las fallas, hasta llegar a la posible causa de la falla más compleja de evaluar, que demande más tiempo de reparación o que el cambio de componente o repuesto sea más costoso que el de las anteriores causas.

Ver tabla en el ANEXO 10.

Tiempo medio entre fallas

Sin Implementación

Se tomaron como primera muestra los meses de enero a diciembre del año 2015 y se obtuvo un promedio del tiempo medio entre fallas sin implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas de 1033,51 horas.

Con Implementación

Para la segunda muestra, se tomaron los meses de enero a junio del año 2016, para esta muestra se usó la implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas y se obtuvo un promedio de tiempo medio entre fallas de 1770,00 horas.

Tabla 04. Resultados del MTBF, sin implementación / con implementación

	Medición en las palas sin y con implementación	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Tiempo medio entre fallas en horas.	Sin implementación	18	1,033.5133	551.22804	129.92570
	Con implementación	12	1,770.0033	390.24083	112.65282

Verificación de cambios significativos en el tiempo medio de reparación de las palas PC4000, realizando controles de inspección en cada mantenimiento programado.

Control de inspección

Se implementó un formato de control de inspección, en el que se detalla que se revise e inspeccione en todos los PM (mantenimientos programados) de la pala PC4000, los componentes o partes del motor diesel descritos en el formato, esta implementación del formato revisa o verifica los componentes relacionados o componentes pertenecientes a las principales fallas por síntomas en el motor diesel de la pala PC4000.

Ver formato en el Anexo 03.

Tiempo medio de reparación.

Sin implementación

Para la primera muestra se tomó los meses de enero a diciembre del año 2015 y se obtuvo un promedio del tiempo medio de reparación de fallas sin implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas de 3,86 horas.

Con implementación

Para la segunda muestra, se tomaron los meses de enero a junio del año 2016, para esta muestra se usó la implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas y se obtuvo un promedio de tiempo medio de reparación de fallas de 2,70 horas.

Tabla 05. Resultados del MTTR, sin implementación / con implementación

	Medición en las palas sin y con implementación	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Tiempo medio de reparación en horas	Sin implementación	18	3.8589	1.75645	.41400
	Con implementación	12	2.7037	1.31595	.37988

FUENTE: Elaboración propia

Verificación de cambios significativos en la confiabilidad de las palas PC4000.

Confiabilidad

Sin implementación

Para la primera muestra se tomó los meses de enero a diciembre del año 2015 y se obtuvo una confiabilidad promedio sin implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas de 93,16 %.

Con implementación

Para la segunda muestra, se tomaron los meses de enero a junio del año 2016, para esta muestra se usó la implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas y se obtuvo un promedio de confiabilidad de 97,60 %.

Tabla 06. Resultados de confiabilidad, sin implementación / con implementación.

	Medición en las palas sin y con implementación	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Confiabilidad porcentual de las palas	Sin implementación	18	93.1578	3.08240	.72653
	Con implementación	12	97.6017	1.61909	.46739

FUENTE: Elaboración propia

CONCLUSIONES FINALES DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS:

Al analizar los indicadores de disponibilidad observamos que en los tres casos de análisis se comprueba que si existen diferencias significativas antes y después de implementar la metodología de diagnóstico. Por lo tanto, si podemos afirmar que los cambios producidos en los resultados de la disponibilidad como consecuencia de la implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas son altamente significativos.

IV. DISCUSIÓN

Con respecto al primer objetivo específico de la presente investigación que consistió en verificar los cambios significativos en el tiempo medio entre fallas de las palas PC4000, mediante la rápida solución de las causas y efectos de las fallas. La cual los resultados que se obtuvo a nivel pre test fueron: con respecto al indicador del tiempo medio entre fallas de 1033,51 horas

Sin embargo después de la implementación de la metodología del diagnóstico de fallas por síntomas se obtuvo que el tiempo medio entre fallas fue de 1770.00 horas Para ello se llevó a cabo la evaluación de las causas y efectos de las fallas, la cual las causas fueron: actuadores de combustible, inyectores de combustible y módulo de control electrónico en mal estado y los efectos encontrados fueron baja potencia de salida en el motor, excesivo humo negro y el motor no arranca.

Estos resultados se comparan con la investigación de Bravo (2010), quien realizó la investigación titulada “Elaboración de un modelo experto para el diagnóstico de fallas: caso Grúa Horquilla”, su objetivo general fue: elaborar una aplicación en Visual Basic basada en árboles de decisiones que permitan diagnosticar la causa más probable de falla en un equipo o máquina, sin la presencia de un experto en la máquina.

A la vez el segundo objetivo específico fue verificar cambios significativos en el tiempo medio de reparación de las palas PC4000, realizando los controles de inspección en cada mantenimiento programado de la pala PC4000.

Para ello se determinó que los resultados que se obtuvieron a nivel pre test fueron: con respecto al indicador del tiempo medio de reparación de la falla de 3,86 horas

Sin embargo después de la implementación de la metodología del diagnóstico de fallas por síntomas se obtuvo que el tiempo medio de reparación de falla fue de 2,70 horas

Para ello se utilizó el control de inspección para poder verificar las posibles causas de las fallas y aprovechar el mantenimiento programado para corregirlas.

Asimismo los resultados se asemejan a la investigación de Solis, R. (2013), quien realizó la tesis titulada: *“Estrategias de Aseguramiento de Disponibilidad Palas de Cable de Mina Radomiro Tomic”*, él determinó como objetivo general: desarrollar estrategias de mantenimiento a aplicar en flota de palas de cable de 73 yardas cúbicas de Mina Radomiro Tomic, Codelco, para asegurar el cumplimiento de la Disponibilidad, El concluyó que fue la estrategia de componentes por la cual aseguró alcanzar los indicadores de disponibilidad.

Finalmente el tercer objetivo específico: verificar los cambios significativos en la confiabilidad de las palas PC4000, para ello se determinó que los resultados que se obtuvieron a nivel pre test fueron: con respecto al indicador de confiabilidad de 93,16%. Sin embargo después de la implementación de la metodología del diagnóstico de fallas por síntomas se obtuvo que la confiabilidad fue de 97,60% Asimismo los resultados se asemejan a la investigación de Miño, M. (2015), en su proyecto de investigación llamado: *“Análisis de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad (RAM) de un motor de combustión interna WARTSILA 18V32LNGD”*, el cual estableció como objetivo general: elaborar el análisis de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad (RAM) de un motor de combustión interna. Este proyecto se relaciona con este objetivo específico, de verificar los cambios significativos en la confiabilidad de las palas PC4000, ya que Miño en su investigación realiza un análisis de la confiabilidad.

V. CONCLUSIONES

1. El promedio mensual del tiempo medio entre fallas (MTBF) de las palas PC4000 se logró aumentar de 1033 horas, sin la implementación de la metodología a 1770 horas con la implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas en los motores diesel de la pala PC4000.
2. El promedio mensual del tiempo medio de reparación de fallas (MTTR) de las palas PC4000 se logró disminuir de 3,86 horas, sin la implementación de la metodología a 2,70 horas con la implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas en los motores diesel de la pala PC4000.
3. El promedio mensual de la confiabilidad de las palas PC4000 se logró aumentar de 93,16%, sin la implementación de la metodología a 97,60% con la implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas en los motores diesel de la pala PC4000.
4. Por lo tanto al tener mejoras considerables en los tres indicadores citados anteriormente, se logró mejorar la disponibilidad de las palas PC4000 de la compañía minera Misky Mayo, ubicada en la ciudad de Bayovar.
5. Con el aumento de la disponibilidad queda demostrado la importancia de implementar una guía donde se detalle el procedimiento a seguir frente a una falla intempestiva, es decir, se ha demostrado que esta guía ha funcionado de manera positiva en la compañía minera Misky Mayo.

VI. RECOMENDACIONES

Las fallas en las palas PC4000 pueden ser de 5 formas, por problemas en el sistema mecánico, hidráulico, electrónico, eléctrico y de motor diesel, siendo estos últimos la materia de estudio del presente trabajo. Se debería ampliar esta investigación en las otras cuatro formas de problemas en dichas palas.

Se han detectado 6 principales fallas por síntomas en el motor diésel de la pala PC4000, sin embargo, no son las únicas, se podría aumentar la cantidad de fallas detectadas a través del tiempo. El problema con un número elevado de fallas sería que la guía se haría interminable, por lo que se deberá encontrar un equilibrio entre número e importancia.

En cualquier empresa, se debería tener guías establecidas y escritas para seguir correctamente los procedimientos ante algún inconveniente. Ha quedado demostrado que esta práctica es favorable para los trabajadores, aunque al principio puede significar una etapa de adaptación que podría más bien demorar los tiempos, pero al final se acortarían significativamente los tiempos para dar solución a dichos inconvenientes.

En un futuro se puede obtener más fallas por síntomas que permitan implementar matemáticamente una metodología de diagnóstico de fallas por síntomas y pronosticar con números los beneficios obtenidos si una empresa decide hacerlo, todo esto con el fin de mejorar la disponibilidad de los equipos y no se presenten retrasos en el proceso de cualquier compañía.

REFERENCIAS

BRAVO, Edgardo. "Elaboración de un modelo experto para diagnóstico de fallas: caso Grúa Horquilla", Director: Fernando Espinoza, Departamento de ingeniería de ejecución en mecánica, Universidad de Talca, Curicó, Chile 2010.

CANFIELD, Murray. Etapas del proceso productivo de una Mina. SONAMI. Santiago-Chile. 2012.

CRIOLLO JADAN Olger y MATUTE BRAVO Héctor. "Diagnóstico de fallos en la combustión para motores de combustión interna alternativos diesel por análisis de vibraciones", Director: Cristian García, Departamento de Mecánica Automotriz, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca 2014.

GILARDI, Jaime. Diagnóstico de falla en los motores de combustión. Editores IICA: San José. Costa Rica. 1985.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., & BATISTA, P. Metodología de la Investigación Científica. 3ª Edición. México: Edit. Mc Graw Hill 1999.

HERNÁNDEZ, Natacha. Importancia del mantenimiento en los motores DIESEL. Madrid: Editores Puerto Ordaz. 2005.

KNEZEVIC, Jezdemir. Mantenimiento. Isdefe. Madrid. 1996.

MEDINA, Wilder. "Metodología para el diagnóstico de fallas en los motores Detroit diesel de control electrónico (DDEC-III)", Director: Dr. Guillermo Lira Cacho, Departamento de ingeniería mecánica, Universidad nacional de ingeniería, Lima, Perú 2004.

Manual de Operación y mantenimiento (2006). PC4000-Excavadora minera hidráulica. N° de serie 08180 y 08181. [en línea]. Febrero, 2000 [ref. el 14 de octubre del 2015]. Disponible en Web: <https://es.scribd.com/doc/228881626/Manual-de-Operacion-Excavadora-Pc4000-Komatsu>.

MOUBRAY, John. RCM Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, Edición en español. Asheville, North Carolina, USA: Aladon LLC, 2004).

MASAJI, Tajari, FUMIO Gotoh. 1992. TPM implementation. Ed. Mac Graw Hill. 1ª. Edición. U.S.A.

MALVATE, Paulo. Revista de camiones y buses, el motor Diesel. Ediciones Hispanoamericana. 2004.

PARRA, Carlos. Mantenimiento centrado en confiabilidad. Taller de mantenimiento centrado en confiabilidad / PDVSA-Inteved, Valencia Edo. 2005. Vista general de la actividad minera y sus impactos. Módulo 1 [en línea]. Febrero, 2000 [ref. el 14 de octubre del 2015]. Disponible en Web: <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiN0tGI0rLKAhVCOSYKHeRCAIQQFggaMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.elaw.org%2Ffiles%2Fmining-eia-guidebook%2FCapitulo%25201.pdf&usg=AFQjCNHBaYgMbRi616WcpCJmLaAPAj4FPQ&sig2=scQhZUKU8n8raEFv4QnW1w&bvm=bv.112064104,d.eWE>.

Sexto, L. (2014). "Ingeniería de fiabilidad". Riobamba-Ecuador: Radical Managment.

Sexto, L. (2013). "Inspección basada en análisis de fallas y riesgos". Riobamba-Ecuador: Radical Managment.

Sexto, L. (2005). "Confiabilidad integral del activo". Seminario internacional del Mantenimiento, (Perú-Arequipa-TECSUP del 23 al 25 de febrero del 2005). 10 p.

Miño, M. (2015), "Análisis de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad (RAM) de un motor de combustión interna WARTSILA 18V32LNGD",

Solís, R. (2013), "Estrategias de Aseguramiento de Disponibilidad de Palas de Cable de Mina Radomiro Tomic",

Avizienis, A. (2001). "Conceptos fundamentales de la confiabilidad"

ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de consistencia

Problemas General	Objetivos General	Hipótesis General	Variable	Indicadores	Método
<p>¿En qué medida se comprobará una mejora en la disponibilidad de las palas PC4000, mediante la implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas en el motor diesel de la pala PC4000 de la Compañía Minera Misky Mayo de la ciudad de Bayovar?</p>	<p>Comprobar una mejora en la disponibilidad de las palas PC4000 mediante la implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas en los motores diesel de la Compañía Minera Misky Mayo.</p>	<p>HI: La Implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas de la palas PC4000 produce cambios significativos en los resultados de la disponibilidad de las palas PC4000 en las operaciones de la compañía minera Misky Mayo en la ciudad de Bayovar.</p>	<p>Implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas.</p> <p>Disponibilidad de las palas PC4000</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Número de fallas. • Evaluación de causas y efectos. • Número de inspecciones. • Tiempo medio entre fallas • Tiempo medio de reparación. • Confianza. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Tipo de investigación: descriptiva y explicativa. ❖ Diseño de investigación: pre experimental. G : Motores Diesel de la pala PC4000. O1 : Disponibilidad de las Palas PC4000 antes de la implementación metodología de diagnóstico de fallas por síntomas. X : Implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas. O2 : Disponibilidad de las Palas PC4000 después de la implementación metodología.

<p>¿En cuánto se verificará los cambios significativos en el tiempo medio entre fallas de las palas PC4000, mediante la rápida solución de las causas y efectos de las fallas?</p>	<p>Verificar cambios significativos en el tiempo medio entre fallas de las palas PC4000, mediante la rápida solución de las causas y efectos de las fallas.</p>	<p>Específicos: Hi: La implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas de la pala PC4000, produce cambios significativos en el tiempo medio entre fallas de las palas PC4000 de la compañía minera Misky Mayo de la ciudad de Bayovar.</p>			
<p>¿En cuánto se verificará los cambios significativos en el tiempo medio de reparación de las palas PC4000, mediante la Realización de los controles de inspección en cada mantenimiento programado?</p>	<p>Verificar cambios significativos en el tiempo medio de reparación de las palas PC4000, realizando controles de inspección en cada mantenimiento programado.</p>	<p>Hi: Que la implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas de la pala PC4000, produce cambios significativos en el tiempo medio de reparación de fallas de las palas PC4000 de la compañía minera Misky Mayo de la ciudad de Bayovar.</p>			
<p>¿En cuánto se verificará los cambios significativos en la confiabilidad del funcionamiento de las palas PC4000?</p>	<p>Verificar cambios significativos en la confiabilidad de las palas PC4000.</p>	<p>Hi: Que la implementación de la metodología de diagnóstico de fallas por síntomas de la pala PC4000, produce cambios significativos en la confiabilidad de las palas PC4000 de la compañía minera Misky Mayo de la ciudad de Bayovar.</p>			

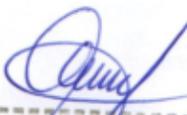
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 02: Instrumentos de recolección de información

A. Identificación de fallas (N° de fallas)

Motor	Fecha	Hora Inicio	Falla	Hora Final
MOTOR 1				
MOTOR 2				
MOTOR 3				
MOTOR 4				
MOTOR 5				
MOTOR 6				

Fuente: Elaboración Propia.


 JORGE ENRIQUE ALCAMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Marino Arrese
 ING. MECÁNICO ELÉCTRICO
 CIP. 137163


 ADAMS JORDAN GUINGCHIO
 RICARDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

C. Control de inspección de motor

Semana del.....del 20.....

Motor: Serie:	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de

Día	Turno										
Lu	n										
Ma	rt										
Mi	ér										
Ju	ev										
Vie	r										
Sá	b										
Do	m										
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido		C1 Fuga de aceite		D1 Temperatura alta					
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste		C2 Fuga de agua		D2 Temperatura baja					
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza		C3 Fuga de aire		D3 Presión alta					
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación		C4 Requiere calibración / software		D4 Presión baja					

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR:


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Marino Arrese
 INGENIERO MECANICO ELECTRICO
 CIP. 137163


 ADAMS JORDAN GUINGOCHI
 RICARDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

SEMANA: del 04 al 08 de enero del 2016.

Motor: QSK60 Serie: 33183107	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminator.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día / 05	A1	C1	B2	B2	A1	A1	A4	A4	A1	A1
Mi ér	Día										
Ju ev	Día										
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite			D1 Temperatura alta		
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua			D2 Temperatura baja		
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire			D3 Presión alta		
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software			D4 Presión baja		

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Arrese
 INGENIERO MECANICO ELECTRICO
 CIP. 137163


 ADAMS JORDAN GUINOCCHIO
 RICARDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 04 al 08 de enero del 2016

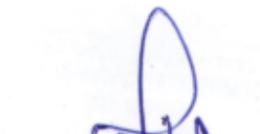
Motor: QSK60 Serie: 33169108	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día										
Mi ér	Día										
Ju ev	Día / 07	A1	A1	A1	B2	A3	A4	A4	A1	A4	C4
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite			D1 Temperatura alta		
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua			D2 Temperatura baja		
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire			D3 Presión alta		
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software			D4 Presión baja		

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Moreno Arrese
 INGENIERO MECANICO ELECTRICO
 CIP. 137183


 ADAMS JORDAN GUINGCHIO
 RICARDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 11 al 15 de enero del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33183677	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma r t	Día / 12	A1	A1	D1	A1	A1	A2	C2	B3	A4	A1
Mi é r	Día										
Ju ev	Día										
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido		C1 Fuga de aceite		D1 Temperatura alta					
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste		C2 Fuga de agua		D2 Temperatura baja					
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza		C3 Fuga de aire		D3 Presión alta					
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación		C4 Requiere calibración / software		D4 Presión baja					

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Moreno Arrese
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137183


 ADAMS JORDAN GUINGOCHI
 RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 18 al 22 de enero del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33183871	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día / 19	A1	B2	A1	A1	A4	A1	A1	B3	A4	A1
Mi ér	Día										
Ju ev	Día										
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite		D1 Temperatura alta			
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua		D2 Temperatura baja			
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire		D3 Presión alta			
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software		D4 Presión baja			

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137183


 ADAMS JORDAN GUINGOCHI
 RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 18 al 22 de enero del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33176303	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día										
Mi ér	Día										
Ju ev	Día / 21	A1	A1	A1	B2	A3	A4	A4	A1	A4	C4
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite		D1 Temperatura alta			
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua		D2 Temperatura baja			
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire		D3 Presión alta			
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software		D4 Presión baja			

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137183


 ADAMS JORDAN GUINGCHO
 RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 25 al 29 de enero del 2016

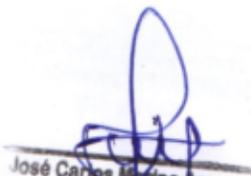
Motor: QSK60 Serie: 33187558	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día										
Mi ér	Día										
Ju ev	Día / 28	A1	C1	B2	B2	A1	A1	A4	A4	A1	A1
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite		D1 Temperatura alta			
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua		D2 Temperatura baja			
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire		D3 Presión alta			
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software		D4 Presión baja			

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Arrese
 INGENIERO MECANICO ELECTRICO
 CIP. 137163


 ADAMS JORDAN GUINGOCHIO
 RICARDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 01 al 05 de febrero del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33183107	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día										
Mi ér	Día										
Ju ev	Día / 04	A1	A1	A1	B2	A3	A4	A4	A1	A4	C4
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite		D1 Temperatura alta			
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua		D2 Temperatura baja			
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire		D3 Presión alta			
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software		D4 Presión baja			

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 CIP. 137183


 ADAMS JORDAN GUINGOCHIO
 RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 08 al 12 de febrero del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33169108	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día / 09	A1	A1	D1	A1	A1	A2	C2	B3	A4	A1
Mi ér	Día										
Ju ev	Día										
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite			D1 Temperatura alta		
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua			D2 Temperatura baja		
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire			D3 Presión alta		
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software			D4 Presión baja		

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 CIP. 137183


 ADAMS JORDAN GUINGOCHI
 RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 08 al 12 de febrero del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33183677	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día										
Mi ér	Día										
Ju ev	Día / 11	A1	B2	A1	A1	A4	A1	A1	B3	A4	A1
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite		D1 Temperatura alta			
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua		D2 Temperatura baja			
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire		D3 Presión alta			
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software		D4 Presión baja			

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137183


 ADAMS JORDAN GUINGCHO
 RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 15 al 19 de febrero del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33183871	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día										
Mi ér	Día										
Ju ev	Día / 18	A1	A1	D1	A1	A1	A2	C2	B3	A4	A1
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido		C1 Fuga de aceite		D1 Temperatura alta					
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste		C2 Fuga de agua		D2 Temperatura baja					
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza		C3 Fuga de aire		D3 Presión alta					
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación		C4 Requiere calibración / software		D4 Presión baja					

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137183


 ADAMS JORDAN GUINGOCHI
 RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 22 al 26 de febrero del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33176303	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día										
Mi ér	Día										
Ju ev	Día / 25	A1	A1	A1	B2	A3	A4	A4	A1	A4	C4
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite			D1 Temperatura alta		
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua			D2 Temperatura baja		
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire			D3 Presión alta		
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software			D4 Presión baja		

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Arrese
 INGENIERO MECANICO ELECTRICO
 CIP. 137163


 ADAMS JORDAN GUINGOCHI
 RICARDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 29 de febrero al 04 de marzo del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33187558	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día / 01	A1	B2	A1	A1	A4	A1	A1	B3	A4	A1
Mi ér	Día										
Ju ev	Día										
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite			D1 Temperatura alta		
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua			D2 Temperatura baja		
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire			D3 Presión alta		
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software			D4 Presión baja		

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECANICO ELECTRICO
 CIP. 137163


 ADAMS JORDAN GUINGOCHI
 RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 07 al 11 de marzo del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33183107	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día										
Mi ér	Día										
Ju ev	Día / 10	A1	C1	B2	B2	A1	A1	A4	A4	A1	A1
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite		D1 Temperatura alta			
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua		D2 Temperatura baja			
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire		D3 Presión alta			
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software		D4 Presión baja			

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137183


 ADAMS JORDAN GUINGCHO
 RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 14 al 18 de marzo del 2016

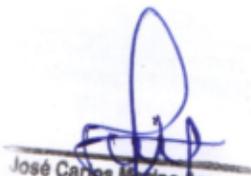
Motor: QSK60 Serie: 33169108	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día /15	A1	A1	A1	B2	A3	A4	A4	A1	A4	C4
Mi ér	Día										
Ju ev	Día										
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite		D1 Temperatura alta			
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua		D2 Temperatura baja			
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire		D3 Presión alta			
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software		D4 Presión baja			

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 CIP. 137183


 ADAMS JORDAN GUINGCHO
 RICARDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 14 al 18 de marzo del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33183677	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día										
Mi ér	Día										
Ju ev	Día / 17	A1	C1	B2	B2	A1	A1	A4	A4	A1	A1
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite		D1 Temperatura alta			
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua		D2 Temperatura baja			
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire		D3 Presión alta			
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software		D4 Presión baja			

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137183


 ADAMS JORDAN GUINGCHO
 RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 21 al 25 de marzo del 2016

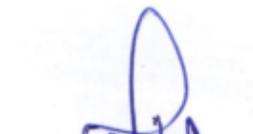
Motor: QSK60 Serie: 33183871	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma r t	Día / 22	A1	A1	A1	B2	A3	A4	A4	A1	A4	C4
Mi é r	Día										
Ju ev	Día										
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite			D1 Temperatura alta		
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua			D2 Temperatura baja		
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire			D3 Presión alta		
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software			D4 Presión baja		

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137183


 ADAMS JORDAN GUINGOCHI
 RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 21 al 25 de marzo del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33176303	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día										
Mi ér	Día										
Ju ev	Día /24	A1	A1	D1	A1	A1	A2	C2	B3	A4	A1
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite			D1 Temperatura alta		
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua			D2 Temperatura baja		
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire			D3 Presión alta		
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software			D4 Presión baja		

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137183


 ADAMS JORDAN GUINGCHO
 RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 28 de marzo al 01 de abril del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33187558	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día / 29	A1	B2	A1	A1	A4	A1	A1	B3	A4	A1
Mi ér	Día										
Ju ev	Día										
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite			D1 Temperatura alta		
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua			D2 Temperatura baja		
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire			D3 Presión alta		
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software			D4 Presión baja		

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Arrese
 INGENIERO MECANICO ELECTRICO
 CIP. 137163


 ADAMS JORDAN GUINGOCHIO
 RICARDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 04 al 08 de abril del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33183107	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día / 05	A1	C1	B2	B2	A1	A1	A4	A4	A1	A1
Mi ér	Día										
Ju ev	Día										
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite		D1 Temperatura alta			
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua		D2 Temperatura baja			
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire		D3 Presión alta			
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software		D4 Presión baja			

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137163


 ADAMS JORDAN GUINGOCHI
 RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 04 al 08 de abril del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33169108	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día										
Mi ér	Día										
Ju ev	Día / 07	A1	A1	D1	A1	A1	A2	C2	B3	A4	A1
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite			D1 Temperatura alta		
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua			D2 Temperatura baja		
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire			D3 Presión alta		
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software			D4 Presión baja		

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECANICO ELECTRICO
 CIP. 137163


 ADAMS JORDAN GUINGOCHI
 RICARDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 11 al 15 de abril del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33183677	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día /12	A1	A1	A1	B2	A4	A4	C3	A1	A4	C4
Mi ér	Día										
Ju ev	Día										
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido			C1 Fuga de aceite			D1 Temperatura alta			
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste			C2 Fuga de agua			D2 Temperatura baja			
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza			C3 Fuga de aire			D3 Presión alta			
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación			C4 Requiere calibración / software			D4 Presión baja			

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Moreno Arrese
 INGENIERO MECANICO ELECTRICO
 CIP. 137183


 ADAMS JORDAN GUINGOCHI
 RICARDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 18 al 22 de abril del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33183871	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---	--

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día										
Mi ér	Día										
Ju ev	Día / 21	A1	A1	A1	B2	A3	A4	A4	A1	A4	C4
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)	B1 Requiere relleno de fluido		C1 Fuga de aceite				D1 Temperatura alta				
A2 Vibración excesiva	B2 Requiere ajuste		C2 Fuga de agua				D2 Temperatura baja				
A3 Ruido excesivo	B3 Requiere limpieza		C3 Fuga de aire				D3 Presión alta				
A4 Requiere reemplazo	B4 Requiere reparación		C4 Requiere calibración / software				D4 Presión baja				

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


JORGE ENRIQUE ALOMINO RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137163


ADAMS JORDAN GUINGCHO RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 25 al 29 de abril del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33176303	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---	--

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma r t	Día / 26	A1	A1	B2	B2	A1	A1	A4	A4	A1	A1
Mi é r	Día										
Ju ev	Día										
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite			D1 Temperatura alta		
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua			D2 Temperatura baja		
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire			D3 Presión alta		
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software			D4 Presión baja		

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


JORGE ENRIQUE ALOMINO RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137163


ADAMS JORDAN GUINGCHO RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 25 al 29 de abril del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33187558	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---	--

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día										
Mi ér	Día										
Ju ev	Día / 28	A1	C1	B2	B2	A1	A1	A4	A4	A4	A1
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite			D1 Temperatura alta		
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua			D2 Temperatura baja		
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire			D3 Presión alta		
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software			D4 Presión baja		

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


JORGE ENRIQUE ALOMINO RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137163


ADAMS JORDAN GUINGCHO RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 02 al 06 de mayo del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33183107	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día / 03	A1	A1	D1	A1	A1	A2	C2	B3	A4	A1
Mi ér	Día										
Ju ev	Día										
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite			D1 Temperatura alta		
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua			D2 Temperatura baja		
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire			D3 Presión alta		
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software			D4 Presión baja		

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137163


 ADAMS JORDAN GUINGCHO
 RICARDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 09 al 13 de mayo del 2016

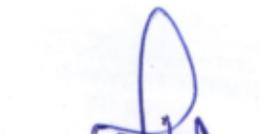
Motor: QSK60 Serie: 33169108	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---	--

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma r t	Día / 10	A1	A1	A1	B2	A3	A4	A4	A1	A4	C4
Mi é r	Día										
Ju ev	Día										
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite			D1 Temperatura alta		
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua			D2 Temperatura baja		
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire			D3 Presión alta		
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software			D4 Presión baja		

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


JORGE ENRIQUE ALOMINO RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137163


ADAMS JORDAN GUINGCHO RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 09 al 13 de mayo del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33183677	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---	--

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día										
Mi ér	Día										
Ju ev	Día / 12	A1	C1	B2	B2	A1	A1	A4	A4	A4	A1
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)	B1 Requiere relleno de fluido		C1 Fuga de aceite				D1 Temperatura alta				
A2 Vibración excesiva	B2 Requiere ajuste		C2 Fuga de agua				D2 Temperatura baja				
A3 Ruido excesivo	B3 Requiere limpieza		C3 Fuga de aire				D3 Presión alta				
A4 Requiere reemplazo	B4 Requiere reparación		C4 Requiere calibración / software				D4 Presión baja				

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


JORGE ENRIQUE ALOMINO RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137163


ADAMS JORDAN GUINGCHO RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 16 al 20 de mayo del 2016

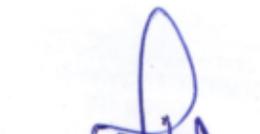
Motor: QSK60 Serie: 33183871	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---	--

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma r t	Día / 17	A1	C1	B2	B2	A1	A1	A4	A4	A1	A1
Mi ér	Día										
Ju ev	Día										
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite			D1 Temperatura alta		
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua			D2 Temperatura baja		
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire			D3 Presión alta		
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software			D4 Presión baja		

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


JORGE ENRIQUE ALOMINO RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137163


ADAMS JORDAN GUINGCHO RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 23 al 27 de mayo del 2016

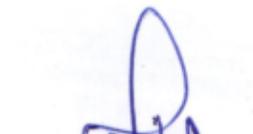
Motor: QSK60 Serie: 33187558	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---	--

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día / 24	A1	A1	A1	B2	A3	A4	A4	A1	A4	C4
Mi ér	Día										
Ju ev	Día										
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite			D1 Temperatura alta		
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua			D2 Temperatura baja		
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire			D3 Presión alta		
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software			D4 Presión baja		

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


JORGE ENRIQUE ALOMINO RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137163


ADAMS JORDAN GUINGCHO RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 30 de mayo al 03 de junio del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33187558	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---	--

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día / 31	A1	A1	B2	B2	A1	A1	A4	A4	A1	A1
Mi ér	Día										
Ju ev	Día										
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite			D1 Temperatura alta		
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua			D2 Temperatura baja		
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire			D3 Presión alta		
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software			D4 Presión baja		

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


JORGE ENRIQUE ALOMINO RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137163


ADAMS JORDAN GUINGCHO RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 06 al 10 de junio del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33183107	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día / 07	A1	C1	B2	B2	A1	A1	A4	A4	A4	A1
Mi ér	Día										
Ju ev	Día										
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite		D1 Temperatura alta			
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua		D2 Temperatura baja			
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire		D3 Presión alta			
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software		D4 Presión baja			

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137163


 ADAMS JORDAN GUINGCHO
 RICARDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 06 al 10 de junio del 2016

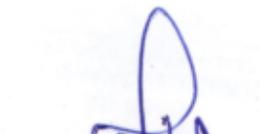
Motor: QSK60 Serie: 33169108	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---	--

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día										
Mi ér	Día										
Ju ev	Día / 09	A1	A1	A1	B2	A3	A4	A4	A1	A4	C4
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)	B1 Requiere relleno de fluido		C1 Fuga de aceite				D1 Temperatura alta				
A2 Vibración excesiva	B2 Requiere ajuste		C2 Fuga de agua				D2 Temperatura baja				
A3 Ruido excesivo	B3 Requiere limpieza		C3 Fuga de aire				D3 Presión alta				
A4 Requiere reemplazo	B4 Requiere reparación		C4 Requiere calibración / software				D4 Presión baja				

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


JORGE ENRIQUE ALOMINO RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137163


ADAMS JORDAN GUINGCHO RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 13 al 17 de junio del 2016

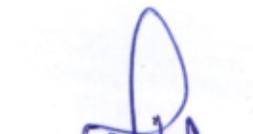
Motor: QSK60 Serie: 33183677	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---	--

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día / 14	A1	A1	B2	B2	A1	A1	A4	A4	A1	A1
Mi ér	Día										
Ju ev	Día										
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite			D1 Temperatura alta		
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua			D2 Temperatura baja		
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire			D3 Presión alta		
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software			D4 Presión baja		

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


JORGE ENRIQUE ALOMINO RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137163


ADAMS JORDAN GUINGCHO RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 20 al 24 de junio del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33183871	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---	--

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día										
Mi ér	Día										
Ju ev	Día / 23	A1	A1	A1	B2	A4	A4	C3	A1	A4	C4
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)	B1 Requiere relleno de fluido		C1 Fuga de aceite				D1 Temperatura alta				
A2 Vibración excesiva	B2 Requiere ajuste		C2 Fuga de agua				D2 Temperatura baja				
A3 Ruido excesivo	B3 Requiere limpieza		C3 Fuga de aire				D3 Presión alta				
A4 Requiere reemplazo	B4 Requiere reparación		C4 Requiere calibración / software				D4 Presión baja				

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


JORGE ENRIQUE ALOMINO RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137163


ADAMS JORDAN GUINGCHO RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 20 al 24 de junio del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33176303	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---	--

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día										
Mi ér	Día										
Ju ev	Día										
Vie r	Día / 24	A1	A1	A1	B2	A4	A4	C3	A1	A4	C4
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite			D1 Temperatura alta		
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua			D2 Temperatura baja		
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire			D3 Presión alta		
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software			D4 Presión baja		

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


JORGE ENRIQUE ALOMINO RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


José Carlos Moreno Arrese
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137163


ADAMS JORDAN GUINGCHO RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

Semana: del 27 de junio al 01 de julio del 2016

Motor: QSK60 Serie: 33187558	Revisar alternador (físico/ data)	Verificar área de trabajo limpia y ordenada.	Verificar bomba de trasiego de aceite y sistema centinel	Verificar temperaturas de cilindros.	Verificar pernos de anclaje de base de motor.	Verificar estado de bomba prelube.	Verificar centrífugo del Eliminador.	Inspección de Mangueras, abrazaderas y tuberías.	Desmontaje y limpieza de actuadores de combustible.	Revisar estado de filtros de aire.	Verificar y monitorear parámetros de motor con herramienta electrónica de
---------------------------------	--------------------------------------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	---	--	---------------------------------------	---

Día	Turno										
Lu n	Día										
Ma rt	Día / 28	A1	C1	B2	B2	A1	A1	A4	A4	A4	A1
Mi ér	Día										
Ju ev	Día										
Vie r	Día										
Sá b											
Do m											
A1 OK (Revisado)		B1 Requiere relleno de fluido				C1 Fuga de aceite		D1 Temperatura alta			
A2 Vibración excesiva		B2 Requiere ajuste				C2 Fuga de agua		D2 Temperatura baja			
A3 Ruido excesivo		B3 Requiere limpieza				C3 Fuga de aire		D3 Presión alta			
A4 Requiere reemplazo		B4 Requiere reparación				C4 Requiere calibración / software		D4 Presión baja			

Fuente: Elaboración Propia.

REALIZADO POR: Carlos Arellano Abad.


 JORGE ENRIQUE ALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251


 José Carlos Arellano Abad
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. 137163


 ADAMS JORDAN GUINGCHO
 RICARDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

D. Formato de tiempo medio entre fallas

MOTOR N°	Total de horas de funcionamiento	Cantidad de fallas totales	Tiempo Medio entre fallas (MTBF)
MOTOR 1			
MOTOR 2			
MOTOR 3			
MOTOR 4			
MOTOR 5			
MOTOR 6			

Fuente: Elaboración Propia.

MTBF = Total de horas de funcionamiento/Cantidad de fallas totales



 JORGE ENRIQUE PALOMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251



 José Carlos Marino Arrese
 3. MECÁNICO ELECTRICO
 CIP. 137183



 ADAMS JORDAN GUINGOCHIO
 RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

E. Formato de tiempo medio de reparación

MOTOR N°	Total de horas de reparación	Cantidad de fallas totales	Tiempo medio para la reparación (MTTR)
MOTOR 1			
MOTOR 2			
MOTOR 3			
MOTOR 4			
MOTOR 5			
MOTOR 6			

Fuente: Elaboración Propia

MTTR = Total de horas de reparación /Cantidad de fallas totales



JORGE ENRIQUE FALCIMINO
RIVERA
INGENIERO MECATRONICO
Reg. CIP N° 149251



José Carlos Marino Arrese
INGENIERO MECANICO ELECTRICO
CIP. 137163



ADAMS JORDAN GUINUCHIO
RICALDI
INGENIERO MECATRONICO
Reg. CIP N° 149930

F. Disponibilidad de funcionamiento

MOTOR N°	Tiempo Medio entre fallas (MTBF)	Tiempo medio para la reparación (MTTR)	Disponibilidad (efectividad) de motores
MOTOR 1			
MOTOR 2			
MOTOR 3			
MOTOR 4			
MOTOR 5			
MOTOR 6			

Fuente: Elaboración Propia

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$



 JORGE ENRIQUE ALCAMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251



 José Carlos Marino Arrese
 INGENIERO MECANICO ELECTRICO
 CIP. 137183



 ADAMS JORDAN GUINGOCHIO
 RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

G. Confiabilidad de funcionamiento

MOTOR N°	Excluidas (EX)	Tiempo medio para la reparación (MTBF)	Confiabilidad de los motores
MOTOR 1			
MOTOR 2			
MOTOR 3			
MOTOR 4			
MOTOR 5			
MOTOR 6			

Fuente: Elaboración Propia

$$\text{CONFIABILIDAD} = \text{EX} (-24 / \text{MTBF})100$$



 JORGE ENRIQUE ALCAMINO
 RIVERA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149251



 José Carlos Marino Arrese
 3. MECÁNICO ELÉCTRICO
 CIP. 137163



 ADAMS JORDAN GUINCHU
 RICALDI
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP N° 149930

ANEXO 03. Validación de Instrumentos



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo José Carlos Merino Arrese con DNI N° 42607762, de profesión Ingeniero mecatrónico desempeñándome actualmente como Jefe de servicios en la empresa Distribuidora Cummins del Perú SAC.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos:

Tiempo total del proceso, características de materia prima y porcentaje de rendimiento total del proceso

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Identificación de fallas, Formato de causas de fallas y Control de inspección de motor	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

Formato de tiempo medio entre fallas, Formato de tiempo medio de reparación	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

Disponibilidad de funcionamiento, Confiabilidad funcionamiento	de	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X	
2. Objetividad					X	
3. Actualidad					X	
4. Organización					X	
5. Suficiencia					X	
6. Intencionalidad					X	
7. Consistencia					X	
8. Coherencia					X	
9. Metodología					X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 19 días del mes de mayo del dos mil dieciséis.

Ing. : José Merino Arrese.
DNI : 40607762
Especialidad : Ingeniero mecatrónico
E-mail : jose.merino@cumminsperu.pe



José Carlos Merino Arrese
ING. MECÁNICO ELÉCTRICO
CIP. 137163

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Adams Jordan Guinochio Ricaldi con DNI N° 40762647, de profesión Ingeniero mecánico desempeñándome actualmente como supervisor de servicios en la empresa Komatsu – Mitsui Maquinarias Perú.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos:

Tiempo total del proceso, características de materia prima y porcentaje de rendimiento total del proceso

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Identificación de fallas, Formato de causas de fallas y Control de inspección de motor	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

Formato de tiempo medio entre fallas, Formato de tiempo medio de reparación	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

Disponibilidad de funcionamiento, Confiabilidad de funcionamiento	de	de	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad						X	
2. Objetividad						X	
3. Actualidad						X	
4. Organización						X	
5. Suficiencia						X	
6. Intencionalidad						X	
7. Consistencia						X	
8. Coherencia						X	
9. Metodología						X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 19 días del mes de mayo del dos mil dieciséis.

Ing. : Adams Jordan Guinochio Ricaldi.
DNI : 40762647
Especialidad : Ingeniero mecatrónico
E-mail : adams.guinochio@kmmp.com.pe



ADAMS JORDAN GUINOCHIO
RICALDI
INGENIERO MECATRONICO
Reg. CIP N° 149930

Yo Jorge Enrique Palomino Rivera con DNI N° 42163585, de profesión Ingeniero mecánico desempeñándome actualmente como supervisor de servicios en la empresa Komatsu – Mitsui Maquinarias Perú.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos:

Tiempo total del proceso, características de materia prima y porcentaje de rendimiento total del proceso

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Identificación de fallas, Formato de causas de fallas y Control de inspección de motor	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

Formato de tiempo medio entre fallas, Formato de tiempo medio de reparación	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

Disponibilidad de funcionamiento, Confiabilidad funcionamiento	de	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X	
2. Objetividad					X	
3. Actualidad					X	
4. Organización					X	
5. Suficiencia					X	
6. Intencionalidad					X	
7. Consistencia					X	
8. Coherencia					X	
9. Metodología					X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 19 días del mes de mayo del dos mil dieciséis.

Ing. : Jorge Enrique Palomino Rivera.
DNI : 42163585
Especialidad : Ingeniero mecatrónico
E-mail : jorge.palomino@kmmp.com.pe



JORGE ENRIQUE PALOMINO
RIVERA
INGENIERO MECATRONICO
Reg. CIP N° 149251

ANEXO 04: Propuesta de Ingeniería

Implementación de la Metodología de Diagnóstico de Fallas por Síntomas.

A) El motor se desacelera lentamente.

- a) Puede verificar si existe aire en el combustible usando el método de la mirilla: Quite la línea de entrada de combustible e instale un tubo de mirilla en la línea y opere el motor a altas rpm sin carga.
 - NOTA: Una fuga de aire pequeña tendrá una apariencia "lechosa".
 - NOTA: Una fuga de aire grande se verá como burbujas en el combustible.
- b) Quite la manguera de drenado de combustible. Instale el adaptador y el manómetro de 10 psi entre la manguera de drenado de combustible y la conexión de drenado de combustible del motor.

Arranque y opere el motor a altas rpm, sin carga y la presión que debe marcar el manómetro debe ser de 0 a 3 psi. Si la restricción de la línea de drenado de combustible está por arriba de 3 psi, inspeccione la línea de drenado de combustible.
- c) Puede verificar el adecuado funcionamiento de la bomba combustible probando la presión de combustible de salida de la bomba, instale un manómetro de 400 psi en el adaptador de desconexión rápida de la bomba de combustible. Opere el motor a altas rpm sin carga, la presión medida debe ser de 264 psi a más. Si la presión de la bomba no llega a lo especificado. La bomba se encuentra defectuosa.
- d) Revise la resistencia de cada uno de los 4 actuadores con un multímetro, la resistencia debe ser de 7 a 9 Ohm, luego realice una inspección visual y asegúrese de que los o'rings estén en buen estado y la rejilla no esté sucia o rota. Si no cumple con ninguna de estas condiciones, se deberá reemplazar.

B) El motor tiene dificultad para arrancar o no arranca, pero sale humo por el escape.

- a) Revise el nivel del tanque de combustible.
- b) Mal funcionamiento de la transmisión.
- c) Verificar con el escáner para eliminar los códigos activos o inactivos.
- d) Conectarse con el escáner y verificar la calibración del módulo.
- e) Inspeccione el sensor de velocidad del motor si el sensor de velocidad del motor presenta suciedad, limpie el sensor. Si el sensor está agrietado, destruido, o dañado, reemplace el sensor con uno nuevo. Luego instale el sensor dentro del agujero de montaje, hasta que haga contacto con el diente de la volante y regrese $\frac{1}{2}$ vuelta, ajuste a un torque de 25 lbs/pie.
- f) Verificar la lectura del restrictor de combustible, que se encuentra en la entrada de la bomba de combustible. La restricción de combustible debe estar de 3 a 6 in hg. Si la restricción excede los 3 a 6 in hg reemplace los filtros de combustible.
- g) Puede verificar si existe aire en el combustible usando el método de la mirilla: Quite la línea de entrada de combustible e instale un tubo de mirilla en la línea y opere el motor a altas rpm sin carga.
 - NOTA: Una fuga de aire pequeña tendrá una apariencia "lechosa".
 - NOTA: Una fuga de aire grande se verá como burbujas en el combustible.
- h) Puede verificar el adecuado funcionamiento de la bomba de combustible, probando la presión de combustible de salida de la bomba, instale un manómetro de 400 psi en el adaptador de desconexión rápida de la bomba de combustible. Opere el motor a altas rpm sin carga, la presión medida debe ser de 264 psi a más. Si la presión de la bomba no llega a lo especificado. La bomba se encuentra defectuosa.
- i) Revise la resistencia del actuador con un multímetro, la resistencia debe ser de 7 a 9 Ohm, luego realice una inspección visual y asegúrese de que los o'rings estén en buen estado y la rejilla no este sucia o rota. Si no cumple con ninguna de estas condiciones reemplácelo.

- j) Revisar que el sistema de admisión se encuentre libre en la entrada de aire.
- k) Inspeccionar que la salida de gases de escape no está restringida y los gases de escape salgan sin dificultad.
- l) Revise el motor por presión alta del cárter, compresión baja, sincronización de inyección estática, pistones dañados, árbol de levas, y otras partes.

C) El motor no se apaga

- a) Verifique si hay códigos de falla electrónicos activos o inactivos, usando la herramienta de servicio electrónico INSITE o INSITE CENSE.
- b) Revise el switch de la llave de la pala, la cual envía un voltaje al ECM que activa o desactiva el ECM.
 - Revise el voltaje en el pin 1 del conector de 31 pines de lado de la pala.

Con la punta de prueba positiva del multímetro toque el pin 1 del conector de 31 pines, del lado de la pala y con la otra punta de prueba del multímetro, toque una superficie limpia y sin pintar del block del motor. El voltaje medido debe ser de 24 VDC o voltaje de batería. Si el voltaje no es el especificado, hay un problema con el cable del arnés del OEM, el interruptor de llave, o las conexiones de la batería.

Repáre, reemplace el arnés, el interruptor de llave, o revise las conexiones de la batería.

- c) Revise la válvula de cierre de combustible (válvula shut off) o el actuador del riel, estos pueden estar pegados en posición abierta.
 - El circuito de la válvula de cierre de combustible (válvula shut off) es un cable que envía un voltaje del pin 30 del conector B del ECM, del arnés del motor hacia el solenoide de la válvula de cierre de combustible. Poste positivo (+), el poste negativo está conectado a tierra a través del ECM QUANTUN.

- Conecte la punta de prueba del multímetro en el pin 30 del conector del arnés del motor, con el otro cable de prueba del multímetro toque el cable del solenoide de la válvula de cierre de combustible. Mida la resistencia. Esta debe ser de 10 ohmios o menos. Si el circuito no está cerrado, reparar o cambiar el arnés del motor.
 - Revise la resistencia del actuador de dosificación con un multímetro, la resistencia debe ser de 7 a 9 Ohm, luego realice una inspección visual y asegúrese de que los o'rings estén en buen estado y la rejilla no este sucia o rota. Si no cumple con ninguna de estas condiciones reemplácelo.
- d) El motor está aspirando gases de escape.
- Arranque el motor en ralentí y revise los ductos de admisión de aire, localice y corrija la fuente de los gases.
- e) Revise visualmente si existe fugas de aceite por los sellos de la turbina y del compresor del turbo cargador, de ser necesario para una mejor revisión, desacople los tubos de admisión y escape. Si se visualiza alguna fuga repare o reemplace el turbo cargador.
- f) El apriete de la abrazadera de ajuste del inyector no está dentro de lo especificado. Retire la tapa de balancines y verifique con un torquímetro el perno de la abrazadera de sujeción, este debe tener un torque de 40lbs/ pie. De no ser así corregir el ajuste.

D) Baja potencia de salida del motor.

- a) Puede verificar si existe aire en el combustible usando el método de la mirilla: Quite la línea de entrada de combustible e instale un tubo de mirilla en la línea y opere el motor a altas rpm sin carga.
- NOTA: Una fuga de aire pequeña tendrá una apariencia "lechosa".
 - NOTA: Una fuga de aire grande se verá como burbujas en el combustible.
- b) Las cargas parásitas de la pala son excesivas.
- Revise la pala por mal funcionamiento de la transmisión, o unidades impulsadas por el motor. Revisarlo con personal de KMMP.

- c) El tren motriz está dañado o no está correctamente adaptado al motor. Revisarlo conjuntamente con ayuda de personal de KMMP.
- d) Revisar que el nivel del aceite lubricante no esté por encima de lo especificado. Verifique la bayoneta medidora de aceite y la capacidad del cárter de aceite.
- e) Verificar el nivel del tanque de combustible, de manera física como en el indicador de nivel de combustible de la pantalla del operador.
- f) Use la herramienta electrónica de servicio INSITE para verificar si existen altos conteos de códigos de falla electrónicos activos o inactivos.
- g) Use la herramienta electrónica de servicio INSITE para verificar si el módulo de control electrónico (ECM) no está calibrado o tiene una calibración incorrecta
- h) Verifique que el filtro de aire se encuentre limpio, dentro de lo permisible para que no pueda causar restricción en el sistema de admisión de aire.
- i) Verifique las revoluciones del tacómetro del operador con las RPM obtenidas por la herramienta electrónica de servicio INSITE. Estas deben ser iguales.
- j) El sensor de velocidad del motor (ESS) o el circuito funciona mal
 - Inspeccione el sensor de velocidad del motor si el sensor de velocidad del motor presenta suciedad, limpie el sensor. Si el sensor está agrietado, destruido, o dañado, reemplace el sensor con uno nuevo. Luego instale el sensor dentro del agujero de montaje, hasta que haga contacto con el diente de la volante y regrese ½ vuelta, ajuste a un torque de 25 lbs/pie.
- k) Verifique visualmente si hay fugas de combustible, mangueras rotas, niples flojos, filtros desajustados.
- l) Verifique la restricción de entrada combustible, en la entrada de la bomba de combustible. La restricción de combustible debe estar de 3 a 6 in hg. Si la restricción excede los 3 a 6 in hg reemplace los filtros de combustible
- m) Restricción de la línea de drenado de combustible

- Instale el manómetro de 10 psi entre la manguera de drenado de combustible y la conexión de drenado de combustible del motor.
 - Arranque y opere el motor a altas rpm, sin carga y la presión que debe marcar el manómetro debe ser de 0 a 3 psi. Si la restricción de la línea de drenado de combustible está por arriba de 3 psi, inspeccione la línea de drenado de combustible.
- n) Verifique si existe aire en el combustible usando el método de la mirilla: Quite la línea de entrada de combustible e instale un tubo de mirilla en la línea y opere el motor a altas rpm sin carga.
- NOTA: Una fuga de aire pequeña tendrá una apariencia "lechosa".
 - NOTA: Una fuga de aire grande se verá como burbujas en el combustible.
- o) Verifique el adecuado funcionamiento de la bomba combustible probando la presión de combustible de salida de la bomba, instale un manómetro en el adaptador de desconexión rápida de la bomba de combustible. Opere el motor a altas rpm sin carga, la presión medida debe ser de 264 psi a más. Si la presión de la bomba no llega a lo especificado. La bomba se encuentra defectuosa.
- p) Revise el sensor de presión de la bomba de combustible, desconecte el sensor de presión de la bomba de combustible, sitúe las puntas del multímetro en el pin A y C del conector del sensor de presión de combustible y mida voltaje, gire la llave del operador y con contacto abierto de la pala, el multímetro debe marcar de 4,75 a 5.0 VDC
- m) Revise la resistencia del actuador de la bomba de combustible con un multímetro, la resistencia debe ser de 7 a 9 Ohm, luego realice una inspección visual y asegúrese de que los o'rings estén en buen estado y la rejilla no este sucia o rota. Si no cumple con ninguna de estas condiciones reemplácelo.
- n) Mida la restricción del sistema de escape conectando un manómetro en la tubería de escape. El calibrador debe tener una capacidad de 66 in-H₂O.

- Opere el motor en rpm y carga nominales y registre la lectura del manómetro.
 - NOTA: La presión de escape no debe exceder de 40 in-H₂O.
 - Si la presión de escape excede la especificación, inspeccione visualmente la tubería de escape por daño.
- q) Realice una inspección visual para descartar fugas de aire de admisión o de escape, de marcha el motor a rpm nominales con carga para escuchar presencia de fugas de aire.
- r) Revise el número de parte de los 4 turbo cargadores y compárelos con el listado de partes críticas del motor.
- s) La temperatura de entrada de combustible a la bomba está por arriba de especificación, revise el estado del enfriador de combustible.
- t) El sensor de presión del múltiple de admisión funciona mal
- Instale un manómetro [0-80 pulg. Hg] en la carcasa del post enfriador.
 - Opere el motor en rpm nominales a carga plena. Compare la lectura de la herramienta electrónica de servicio con la lectura del manómetro. Si la lectura de la herramienta electrónica de servicio difiere por más de 2 pulg. Hg con respecto a la lectura del indicador, entonces reemplace el sensor de presión del múltiple de admisión.
- u) Use la herramienta electrónica de servicio Insite y mida el sensor de presión de aire ambiente, esta medida debe ser igual a 14,7 psi o un bar. (en la costa)
- v) Conecte la herramienta electrónica de servicio INSITE a la pala, gire el interruptor de llave en posición abierta.
- Monitoree la presión del riel con la herramienta electrónica de servicio.
 - La presión del riel deberá ser cero psi.
 - Arranque el motor y permita que opere en ralentí.
 - Monitoree la presión del riel con la herramienta electrónica de servicio, la presión del riel deberá ser de 15 psi.
- w) Use la herramienta electrónica de servicio INSITE y verifique si hay códigos activos o inactivos relacionados al sensor de presión de

sincronización, si existieran estos códigos relacionados al sensor de presión de sincronización, por favor resolverlos antes de seguir con el próximo paso.

- x) Revise la resistencia del actuador de dosificación con un multímetro, la resistencia debe ser de 7 a 9 Ohm, luego realice una inspección visual y asegúrese de que los o'rings estén en buen estado y la rejilla no este sucia o rota. Si no cumple con ninguna de estas condiciones reemplácelo.
- y) Revise la resistencia de los 2 actuadores de sincronización con un multímetro, la resistencia debe ser de 7 a 9 Ohm, luego realice una inspección visual y asegúrese de que los o'rings estén en buen estado y las rejillas no estén sucias o rotas. Si no cumplen con ninguna de estas condiciones reemplácelos.
- z) El apriete de la abrazadera de ajuste del inyector no está dentro de lo especificado. Retire la tapa de balancines y verifique con un torquímetro el perno de la abrazadera de sujeción, este debe tener un torque de 40lbs/ pie. De no ser así corregir el ajuste.
 - Verifique el ajuste del tren de válvulas e inyectores.
 - Revise el motor por alta presión de blow-by, compresión baja, sincronización de inyección estática, pistones dañados, árbol de levas.

E) Excesivo humo negro

- a) Use la herramienta electrónica de servicio INSITE para verificar si existen altos conteos de códigos de falla electrónicos activos o inactivos.
- b) Use la herramienta electrónica de servicio INSITE para verificar si el módulo de control electrónico (ECM) no está calibrado o tiene una calibración incorrecta.
- c) El sensor de presión del múltiple de admisión funciona mal
 - Instale un manómetro [0-80 pulg. Hg] en la carcasa del post enfriador.

- Opere el motor en rpm nominales a carga plena. Compare la lectura de la herramienta electrónica de servicio con la lectura del manómetro. Si la lectura de la herramienta electrónica de servicio difiere por más de 2 pulg. Hg con respecto a la lectura del indicador, entonces reemplace el sensor de presión del múltiple de admisión.
- d) Restricción de la línea de drenado de combustible
- Instale el manómetro de 10 psi entre la manguera de drenado de combustible y la conexión de drenado de combustible del motor.
 - Arranque y opere el motor a altas rpm, sin carga y la presión que debe marcar el manómetro debe ser de 0 a 3 psi. Si la restricción de la línea de drenado de combustible está por arriba de 3 psi, inspeccione la línea de drenado de combustible.
- e) Verifique que el filtro de aire se encuentre limpio, dentro de lo permisible para que no pueda causar restricción en el sistema de admisión de aire.
- f) Verifique el adecuado funcionamiento de la bomba combustible probando la presión de combustible de salida de la bomba, instale un manómetro en el adaptador de desconexión rápida de la bomba de combustible. Opere el motor a altas rpm sin carga, la presión medida debe ser de 264 psi a más. Si la presión de la bomba no llega a lo especificado. La bomba se encuentra defectuosa.
- g) Revise el sensor de presión de la bomba de combustible, desconecte el sensor de presión de la bomba de combustible, sitúe las puntas del multímetro en el pin A y C del conector del sensor de presión de combustible y mida voltaje, gire la llave del operador y con contacto abierto de la pala, el multímetro debe marcar de 4,75 a 5.0 VDC
- h) Revise la resistencia del actuador de la bomba de combustible con un multímetro, la resistencia debe ser de 7 a 9 Ohm, luego realice una inspección visual y asegúrese de que los o'rings estén en buen estado y la rejilla no este sucia o rota. Si no cumple con ninguna de estas condiciones reemplácelo.

- i) Mida la restricción del sistema de escape conectando un manómetro en la tubería de escape. El calibrador debe tener una capacidad de 66 in-H₂O.
- Opere el motor en rpm y carga nominales y registre la lectura del manómetro.
 - NOTA: La presión de escape no debe exceder de 40 in-H₂O.
 - Si la presión de escape excede la especificación, inspeccione visualmente la tubería de escape por daño.
- j) Realice una inspección visual para descartar fugas de aire de admisión o de escape, de marcha el motor a rpm nominales con carga para escuchar presencia de fugas de aire.
- k) Revise el número de parte de los 4 turbo cargadores y compárelos con el listado de partes críticas del motor.
- l) Conecte la herramienta electrónica de servicio INSITE a la pala, gire el interruptor de llave en posición abierta.
- Monitoree la presión del riel con la herramienta electrónica de servicio.
 - La presión del riel deberá ser cero psi.
 - Arranque el motor y permita que opere en ralentí.
 - Monitoree la presión del riel con la herramienta electrónica de servicio, la presión del riel deberá ser de 15 psi.
- m) Use la herramienta electrónica de servicio INSITE y verifique si hay códigos activos o inactivos relacionados al sensor de presión de sincronización, si existieran estos códigos relacionados al sensor de presión de sincronización, por favor resolverlos antes de seguir con el próximo paso.
- n) Use la herramienta electrónica de servicio Insite y mida el sensor de presión de aire ambiente, esta medida debe ser igual a 14,7 psi o un bar. (en la costa)
- o) Inspeccione el sensor de velocidad del motor si el sensor de velocidad del motor presenta suciedad, limpie el sensor. Si el sensor está agrietado, destruido, o dañado, reemplace el sensor con uno nuevo.

Luego instale el sensor dentro del agujero de montaje, hasta que haga contacto con el diente de la volante y regrese $\frac{1}{2}$ vuelta, ajuste a un torque de 25 lbs/pie.

- p) Revise la resistencia del actuador de dosificación con un multímetro, la resistencia debe ser de 7 a 9 Ohm, luego realice una inspección visual y asegúrese de que los o-rings estén en buen estado y la rejilla no este sucia o rota. Si no cumple con ninguna de estas condiciones reemplácelo.
- q) Revise la resistencia de los 2 actuadores de sincronización con un multímetro, la resistencia debe ser de 7 a 9 Ohm, luego realice una inspección visual y asegúrese de que los o-rings estén en buen estado y las rejillas no estén sucias o rotas. Si no cumplen con ninguna de estas condiciones reemplácelos.
- r) Verifique visualmente si se a presentado fugas de aceite en el sello del turbo cargador, tanto del compresor como de la turbina.
- s) El apriete de la abrazadera de ajuste del inyector no está dentro de lo especificado. Retire la tapa de balancines y verifique con un torquímetro el perno de la abrazadera de sujeción, este debe tener un torque de 40lbs/ pie. De no ser así corregir el ajuste.
- t) Verifique el ajuste del tren de válvulas e inyectores.
- u) Revise el motor por alta presión de blow-by, compresión baja, sincronización de inyección estática, pistones dañados, árbol de levas.

F) Excesivo consumo de combustible

- a) Verifique conjuntamente con personal de KMMP la técnica del operador y realice medidas de tiempo de carguío.
- b) Realice una inspección visual y verifique fugas de combustible
- c) Revisar que el nivel del aceite lubricante no esté por encima de lo especificado. Verifique la bayoneta medidora de aceite y la capacidad del cárter de aceite.

- d) Verifique las revoluciones del tacómetro del operador con las RPM obtenidas por la herramienta electrónica de servicio INSITE. Estas deben ser iguales.
- e) Las cargas parásitas de la pala son excesivas.
 - Revise la pala por mal funcionamiento de la transmisión, o unidades impulsadas por el motor. Revisarlo con personal de KMMP.
- f) El tren motriz está dañado o no está correctamente adaptado al motor
- g) Use la herramienta electrónica de servicio INSITE para verificar si existen altos conteos de códigos de falla electrónicos activos o inactivos.
- h) Use la herramienta electrónica de servicio INSITE para verificar si el módulo de control electrónico (ECM) no está calibrado o tiene una calibración incorrecta.
- i) Conecte la herramienta electrónica de servicio INSITE a la pala, gire el interruptor de llave en posición abierta.
 - Monitoree la presión del riel con la herramienta electrónica de servicio.
 - La presión del riel deberá ser cero psi.
 - Arranque el motor y permita que opere en ralentí.
 - Monitoree la presión del riel con la herramienta electrónica de servicio, la presión del riel deberá ser de 15 psi.
- j) El sensor de presión del múltiple de admisión funciona mal
 - Instale un manómetro [0-80 pulg. Hg] en la carcasa del post enfriador.
 - Opere el motor en rpm nominales a carga plena. Compare la lectura de la herramienta electrónica de servicio con la lectura del manómetro. Si la lectura de la herramienta electrónica de servicio difiere por más de 2 pulg. Hg con respecto a la lectura del indicador, entonces reemplace el sensor de presión del múltiple de admisión.
- k) Realice una inspección visual para descartar fugas de aire de admisión o de escape, de marcha el motor a rpm nominales con carga para escuchar presencia de fugas de aire.
- l) La restricción del sistema de admisión de aire está arriba de la especificación

- m) Mida la restricción del sistema de escape conectando un manómetro en la tubería de escape. El calibrador debe tener una capacidad de 66 in-H₂O.
- Opere el motor en rpm y carga nominales y registre la lectura del manómetro.
 - NOTA: La presión de escape no debe exceder de 40 in-H₂O.
 - Si la presión de escape excede la especificación, inspeccione visualmente la tubería de escape por daño.
- n) Revise el número de parte de los 4 turbo cargadores y compárelos con el listado de partes críticas del motor.
- o) Verifique el ajuste del tren de válvulas e inyectores.
- p) El apriete de la abrazadera de ajuste del inyector no está dentro de lo especificado. Retire la tapa de balancines y verifique con un torquímetro el perno de la abrazadera de sujeción, este debe tener un torque de 40lbs/ pie. De no ser así corregir el ajuste.
- q) Revise el motor por alta presión de blow-by, compresión baja, sincronización de inyección estática, pistones dañados, árbol de levas.

ANEXO 05: Documentos

A. Maestro de equipos de Misky Mayo

ID	N/S	Equipo	Modelo	N° Interno	Modelo Motor	N/S Motor
1	08199	PALA HIDRAULICA FS	PC4000-6 FS	01	QSK60 (SDA16V160)	33169108
2	08200	PALA HIDRAULICA FS	PC4000-6 FS	02	QSK60 (SDA16V160)	33183677
3	08201	PALA HIDRAULICA BH	PC4000-6 BH	03	QSK60 (SDA16V160)	33176303
4	08210	PALA HIDRAULICA FS	PC4000-6 FS	04	QSK60 (SDA16V160)	33183107
5	08211	PALA HIDRAULICA BH	PC4000-6 BH	05	QSK60 (SDA16V160)	33183871
6	58120	PALA HIDRAULICA FS	PC4000-6 FS	06	QSK60 (SDA16V160)	33187558
7	70031	CARGADOR FRONTAL	WA800-3E0	01	SAA12V140E-3	502321
8	70032	CARGADOR FRONTAL	WA800-3E0	02	SAA12V140E-3	502332
9	70033	CARGADOR FRONTAL	WA800-3E0	03	SAA12V140E-3	502310
10	70034	CARGADOR FRONTAL	WA800-3E0	04	SAA12V140E-3	502352
11	70035	CARGADOR FRONTAL	WA800-3E0	05	SAA12V140E-3	502351
12	A30573	CAMIÓN ELÉCTRICO	730E	01	K2000 (SSA16V159)	33176761
13	A30581	CAMIÓN ELÉCTRICO	730E	02	K2000 (SSA16V159)	33193882
14	A30582	CAMIÓN ELÉCTRICO	730E	03	K2000 (SSA16V159)	33176785
15	A30583	CAMIÓN ELÉCTRICO	730E	04	K2000 (SSA16V159)	33193845
16	A30585	CAMIÓN ELÉCTRICO	730E	05	K2000 (SSA16V159)	33178371
17	A30586	CAMIÓN ELÉCTRICO	730E	06	K2000 (SSA16V159)	33179144
18	A30587	CAMIÓN ELÉCTRICO	730E	07	K2000 (SSA16V159)	33178758
19	A30588	CAMIÓN ELÉCTRICO	730E	08	K2000 (SSA16V159)	33178767
20	A30592	CAMIÓN ELÉCTRICO	730E	09	K2000 (SSA16V159)	33178959
21	A30593	CAMIÓN ELÉCTRICO	730E	10	K2000 (SSA16V159)	33178994
22	A30597	CAMIÓN ELÉCTRICO	730E	11	K2000 (SSA16V159)	33183939
23	A30598	CAMIÓN ELÉCTRICO	730E	12	K2000 (SSA16V159)	33179178
24	A30599	CAMIÓN ELÉCTRICO	730E	13	K2000 (SSA16V159)	33179348
25	A30606	CAMIÓN ELÉCTRICO	730E	14	K2000 (SSA16V159)	33181328
26	A30607	CAMIÓN ELÉCTRICO	730E	15	K2000 (SSA16V159)	33183126
27	A30608	CAMIÓN ELÉCTRICO	730E	16	K2000 (SSA16V159)	33183127
28	A30609	CAMIÓN ELÉCTRICO	730E	17	K2000 (SSA16V159)	33183146
29	A30656	CAMIÓN ELÉCTRICO	730E	18	K2000 (SSA16V159)	33194150
30	A30657	CAMIÓN ELÉCTRICO	730E	19	K2000 (SSA16V159)	33194174
31	A30658	CAMIÓN ELÉCTRICO	730E	20	K2000 (SSA16V159)	33194237
32	19282	TRACTOR DE ORUGAS	D375A-5	01	SA6D170E-3	322968
33	19297	TRACTOR DE ORUGAS	D375A-5	02	SA6D170E-3	319694
34	19298	TRACTOR DE ORUGAS	D375A-5	03	SA6D170E-3	319844
35	19300	TRACTOR DE ORUGAS	D375A-5	04	SA6D170E-3	319847
36	19196	TRACTOR DE ORUGAS	D375A-5	05	SA6D170E-3	318793
37	19581	TRACTOR DE ORUGAS	D375A-5	06	SA6D170E-3	321964
38	65410	TRACTOR DE ORUGAS	D375A-6R	07	SAA6D170E-5	613044
39	65411	TRACTOR DE ORUGAS	D375A-6R	08	SAA6D170E-5	613048
40	30123	TRACTOR DE ORUGAS	D275AX-5E0	01	SAA6D140E-5	534199
41	30258	TRACTOR DE ORUGAS	D275AX-5E0	02	SAA6D140E-5	537242
42	40009	TRACTOR DE ORUGAS	D275AX-5E0	03	SAA6D140E-5	538619
43	50215	TRACTOR DE RUEDAS	WD600-3	01	SAA6D170E-3	319172

44	50221	TRACTOR DE RUEDAS	WD600-3	02	SAA6D170E-3	322947
45	50291	TRACTOR DE RUEDAS	WD600-3	03	SAA6D170E-3	322086
46	ND	TRACTOR DE RUEDAS	WD600-3	04		
47	7869	CAMIÓN ALJIBE	HD785-7	21	SA12V140	501727
48	7871	CAMIÓN ALJIBE	HD785-7	22	SA12V140	501721
49	12471	MOTONIVELADORA	GD825A-2	01	S6D140E-2	37893
50	12476	MOTONIVELADORA	GD825A-2	02	S6D140E-2	39735
51	12647	MOTONIVELADORA	GD825A-2	03	S6D140E-2	39461
52	12755	MOTONIVELADORA	GD825A-2	04	S6D140E-2	40009
53	A90830	EXCAVADORA	PC300LC-8	01	SAA6D114E-3	3364200
54	A90906	EXCAVADORA	PC300LC-8	02	SAA6D114E-3	73427600
55	60628	CARGADOR MANIPULADOR	WA600-6	01	SAA6D170E-5	511633
56	85309	CARGADOR FRONTAL	WA470-6	01	SAA6D125E-5	565050
57	71012	TRACTOR DE ORUGAS	D65EX-15E0	01	SAA6D114E-3	26856054
58	310527	EXCAVADORA	PC200LC-8	03	SAA6D107E-1	35127447
59	10158242 1748	RODILLO VIBRATORIO	BW211D-40	01	BF4M2012C (DEUTZ)	10824875
60	10158242 1750	RODILLO VIBRATORIO	BW211D-40	02	BF4M2012C (DEUTZ)	1.01582E+11

Fuente: Misky Mayo

B. Tabla de causas y efectos de las fallas

FALLA POR SÍNTOMA	POSIBLES CAUSAS
A) El motor se desacelera lentamente.	<ul style="list-style-type: none"> • Presenta aire en el combustible. • Presenta restricción en la línea de drenado de combustible. • La bomba de combustible funciona mal. • El actuador de la bomba funciona mal. • El actuador de riel funciona mal. • Los actuadores de sincronización funcionan mal.
B) El motor no arranca.	<ul style="list-style-type: none"> • El nivel de combustible en el tanque es bajo. • El equipo tiene demasiadas cargas parasitas. • Hay códigos de falla electrónicos activos o altos conteos de códigos de falla inactivos. • La calibración del módulo electrónico está funcionando mal. • El sensor de velocidad del motor funciona mal. • Hay restricción en la entrada de combustible. • Presencia de aire en el sistema de combustible. • La bomba de combustible está funcionando mal. • El actuador de la bomba de combustible funciona mal. • El actuador de riel funciona mal. • El actuador de sincronización funciona mal. • Sistema de admisión obturado. • Sistema de escape restringido. • Problema del motor base.
C) El motor no se apaga.	<ul style="list-style-type: none"> • Excesivos códigos de falla electrónicos activos o códigos de falla inactivos. • El circuito del interruptor de la llave está funcionando mal. • El sello de aceite del turbo cargador está fugando. • La válvula de cierre de combustible (válvula shut off) o el actuador del riel está pegado en posición abierta • El motor está aspirando gases de otra fuente de aire en la admisión. • El apriete del inyector no está dentro de los especificado.
D) Baja potencia de salida del motor.	<ul style="list-style-type: none"> • Hay aire en el sistema de combustible • Las cargas parásitas de la pala son excesivas. • El tren motriz está dañado o no está correctamente adaptado al motor. • El nivel del aceite lubricante está por encima de lo especificado. • El nivel de combustible es bajo en el tanque

	<ul style="list-style-type: none"> • Hay altos conteos de códigos de falla electrónicos activos o inactivos. • El sistema del módulo de control electrónico no está calibrado o tiene calibración incorrecta • La restricción del sistema de admisión de aire está arriba de la especificación • El tacómetro no está calibrado o está funcionando mal • El sensor de velocidad del motor (ESS) o el circuito funciona mal • Hay fuga de combustible • Hay restricción en la entrada de combustible. • Hay restricción en la línea de drenado de combustible • Hay aire en el sistema de combustible • La bomba de combustible está funcionando mal. • El sensor de presión de la bomba de combustible funciona mal • El actuador de la bomba de combustible funciona mal • Hay restricción del sistema de escape • Hay fugas de aire de admisión o de escape • El turbo cargador no es el correcto • La temperatura de entrada de combustible a la bomba está por arriba de la especificación • El sensor de presión del múltiple de admisión (boost) o el circuito funciona mal • El sensor de presión de aire ambiente funciona mal • El sensor de presión del riel funciona mal • El sensor de presión de sincronización funciona mal • El actuador del riel está funcionando mal • El actuador de sincronización está funcionando mal • El apriete de la abrazadera del inyector no satisface lo especificado • Los ajustes del tren de válvulas e inyectores no son correctos • Hay problema del motor base.
<p>E) Excesivo humo negro.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hay altos conteos de códigos de falla electrónicos activos o inactivos • La calibración del módulo de control del motor (ECM) está funcionando mal • El sensor de presión del múltiple de admisión (boost) no es el correcto • La línea de drenado de combustible está restringida • La restricción del sistema de admisión de aire está por encima de la especificación • La bomba de combustible está funcionando mal

	<ul style="list-style-type: none"> • El sensor de presión de la bomba de combustible funciona mal • El actuador de la bomba de combustible funciona mal • Hay restricción del sistema de escape • Hay fugas de aire de admisión o de escape. • El turbo cargador no es el correcto. • El sensor de presión del riel funciona mal • El sensor de presión de sincronización funciona mal • El sensor de presión de aire ambiente funciona mal • El sensor de velocidad del motor está funcionando mal • El actuador del riel está funcionando mal • El actuador de sincronización está funcionando mal • El sello de aceite del turbo cargador está fugando • Los inyectores están funcionando mal • Los ajustes del tren de válvulas e inyectores no son correctos • Hay problema en el motor base.
<p>F) Excesivo consumo de combustible.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La técnica del operador no es correcta • Presenta fuga de combustible • El nivel del aceite lubricante está arriba de lo especificado. • El tacómetro no está calibrado o está funcionando mal • Las cargas parásitas de la pala son excesivas • El tren motriz está dañado o no está correctamente adaptado al motor • Altos conteos de códigos de falla electrónicos activos e inactivos. • La calibración del módulo de control electrónico (ECM) está funcionando mal • El sensor de presión del riel funciona mal • El sensor de presión del múltiple de admisión (boost) o el circuito funciona mal • Hay fugas de aire de admisión o de escape. • La restricción del sistema de admisión de aire está arriba de la especificación. • Hay restricción del sistema de escape • El turbo cargador no es el correcto. • Los ajustes del tren de válvulas e inyectores no son correctos • El apriete de la abrazadera de ajuste del inyector no satisface la especificación • Problema del motor base.

Fuente: Elaboración Propia