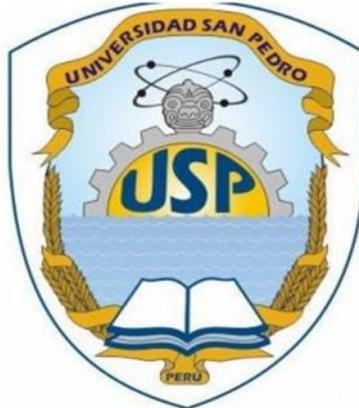


**UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
VICERRECTORADO ACADEMICO  
FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS  
INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA**



**Mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad  
y confiabilidad del motor generador marca Olympian modelo  
GEP88-1 de la empresa SERPETBOL 2018.**

**Tesis para obtener El título Profesional de  
Ingeniero Mecánico Electricista**

**Autor:** Neyra Asian, Christian Fernando

**Asesor:** Llenque Tume, Hugo

**Código ORCID:**0000-0002-0517-1429

**Chimbote-Perú**

**2020**

**PALABRAS CLAVES**

Mantenimiento preventivo, disponibilidad y confiabilidad.

**KEYWORD**

Preventive maintenance, availability and reliability.

**ESPECIALIDAD:** Ingeniería Mecánica

**LINEA DE INVESTIGACION:**

**Área** : Ingeniería y Tecnología

**Sub área** : Ingeniería Mecánica

**Disciplina** : Ingeniería Mecánica

**Línea de Investigación:** Ingeniería Mecánica

**Título:**

**Mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad y confiabilidad del motor generador marca Olympian modelo GEP88-1 de la empresa SERPETBOL 2018.**

## **Resumen.**

El propósito del presente trabajo de investigación es la implementación del mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad y confiabilidad del motor generador marca Olympian modelo GEP88-1 de la empresa SERPETBOL.

La metodología de investigación obedece a una investigación no experimental transversal, constituye un tipo de investigación cuantitativa, en el cual se evalúa la influencia del mantenimiento preventivo (variable independiente) en la disponibilidad y confiabilidad (variable dependiente).

Primero se realizó una evaluación de la disponibilidad y confiabilidad actual del motor generador para ello se tomó como muestra a dos grupos generadores, obteniéndose para el primero (SP-GE-07) un valor de disponibilidad de 98.94 % y confiabilidad de 64.14%. Asimismo para el segundo (SP-GE-06) un valor de disponibilidad de 99.18 % y confiabilidad de 76.52%.

Segundo se diseñó e implemento el programa de mantenimiento preventivo para motor generador marca Olympian modelo GEP88-1 de la empresa Serpetbol, para ello se determinó las fallas con mayor frecuencia las cuales fueron: instalación y calibración de bombas, sistema de inyección, cambio de filtro, mantenimiento del sistema eléctrico y cambio de alternador, estas suman un porcentaje acumulado de 58%, además de ello fue necesario un análisis de criticidad de falla donde estas representan una alta criticidad pues detiene la producción y/o realización del trabajo y es muy recurrente.

Tercero se realizó una evaluación de la disponibilidad y confiabilidad después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo obteniéndose para el primero (SP-GE-07) un valor de disponibilidad de 99.73 % y confiabilidad de 71.43%, Asimismo para el segundo (SP-GE-06) un valor de disponibilidad de 99.72 % y confiabilidad de 78.90%.

## **Abstract.**

The purpose of this research work is the implementation of preventive maintenance to increase the availability and reliability of the Olympian generator engine model GEP88-1 of the SERPETBOL company.

The research methodology is due to a cross-sectional non-experimental investigation, it constitutes a type of quantitative research, in which the influence of preventive maintenance (independent variable) on availability and reliability (dependent variable) is evaluated.

First, an evaluation of the current availability and reliability of the generator engine was carried out. To this end, two generator groups were taken as a sample, obtaining for the first one (SP-GE-07) an availability value of 98.94% and reliability of 64.14%. Also for the second (SP-GE-06) an availability value of 99.18% and reliability of 76.52%.

Second, the preventive maintenance program was designed and implemented for the Olympian generator engine model GEP88-1 of the Serpetbol company, for which the most frequent failures were determined which were: installation and calibration of pumps, injection system, filter change , maintenance of the electrical system and alternator change, these add up to a cumulative percentage of 58%, in addition to that a fault criticality analysis was necessary where they represent a high criticality because it stops production and/or performance of the work and is very recurrent .

Third, an evaluation of availability and reliability was carried out after the implementation of the preventive maintenance program, obtaining for the first (SP-GE-07) an availability value of 99.73% and reliability of 71.43%, also for the second (SP- GE-06) an availability value of 99.72% and reliability of 78.90%.

## Índice

Palabras claves	i
Título de la investigación	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice	v
I. Introducción	1
II. Metodología	35
III. Resultados	37
IV. Análisis y discusión	48
V. Conclusiones	50
VI. Recomendaciones	52
VII. Agradecimiento y dedicatoria	53
VIII. Referencias bibliográficas	54
IX. Anexos	56

## **I.- Introducción**

En la actualidad, la presencia de averías en las máquinas industriales se puede anticipar trabajando para preverlas, y así no causar una pérdida de ingresos ni aumento en sus costos, si eliminamos estas causas más bien mejoraría el rendimiento operacional y la seguridad. Muchas empresas aplican la frase “El mantenimiento es inversión, no gasto” (Sinais, 2016).

El mantenimiento en general es asegurar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos en las instalaciones industriales, por ello el manteniendo preventivo supone un paso importante para este fin, ya que pretende disminuir o evitar en cierta medida la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos deteriorados, lo que se conoce como las tres erres del mantenimiento: si la segunda y la tercera no se cumplen, la primera es inevitable. El mantenimiento preventivo se basa en una programación de actividades que ayudan a conservar en condiciones óptimas de operación los medios físicos que requiere la empresa para sacar adelante su producción en un tiempo establecido. El mantenimiento preventivo se basa en el control de las partes críticas del equipo. Se aplica cuando aún no se presentan fallas. Para ello se consideran factores como: vida útil, esfuerzo, potencia y algunas características específicas del equipo, que permiten establecer una periodicidad en las operaciones de mantenimiento, que dan como resultado una disminución de costos y un aumento de la vida útil del equipo. ([www.rochichan.blogspot.com](http://www.rochichan.blogspot.com))

En el mundo se observa con mayor frecuencia a las empresas dedicadas a actividades manufactureras que tienen que enfrentarse con problemas basados en el aumento de horas extras de producción debido a los problemas inesperados que se presentan en función a sus equipos. Asimismo dichas empresas requieren encontrar una metodología adecuada para crear una cultura corporativa que tenga como finalidad, el obtener una máxima eficiencia global en el sistema productivo y gestión de sus equipos propiamente dichos; tal como es el caso de la empresa Nippondenso, la cual proveía autopartes para Toyota, y que debido a la industrialización de sus procesos se veía envuelta en problemas relacionados con tiempos improductivos y alto costo de reparación debido a las fallas imprevistas ocasionadas en sus equipos productivos; de manera que sus fábricas exigían la aplicación intensa de los

principios de mantenimiento preventivo, mantenimiento a través de la mejora y prevención del mantenimiento necesitando de la participación de todos los departamentos involucrados, dando así el paso para la aplicación de la metodología del Mantenimiento Productivo Total enfocado en la participación de todos sus operarios que estaban a cargo del funcionamiento y cuidado de los mismos (Socconini, 2014, p.173). En consecuencia, el realizar un tipo de mantenimiento, como lo es el mantenimiento preventivo, conlleva a incrementar el tiempo de reparación de equipos; teniendo como necesidad el poder contar con un programa de mantenimiento preventivo planificado que pueda crear y desarrollar una cultura colectiva que involucre con mayor interés a sus operarios en la búsqueda por prolongar la vida útil de los equipos, la disponibilidad de operatividad y con todo ello el buscar incrementar el índice de productividad de la empresa.

En el ámbito nacional la empresa SERPETBOL PERÚ SAC, líder en el rubro de construcción y servicios generales para la industria de hidrocarburos, energética y minera, operando actualmente en el departamento de cusco provincia de la convención, realiza la construcción de una línea de ducto de 50 km de longitud, la empresa utiliza máquinas, equipos, herramientas y dispositivos los cuales son requeridos para lograr su objetivo, con la investigación a realizar se lograra obtener una alta disponibilidad mecánica y funcionamiento confiable procurando que su vida útil sea la máxima posible al mínimo costo, lo cual se logra a través del mantenimiento que actúa como una entidad de servicio a la producción, la manera más fácil de hacer cumplir a los activos es mediante el conocimiento y aplicaciones de herramientas que se relacionan con el mantenimiento.

Por ello el objetivo de esta investigación es implementar un programa de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad y confiabilidad del motor generador marca Olympian modelo GEP88-1 de la empresa SERPETBOL evaluada para el año 2018, asegurando así, el crecimiento constante y sostenible a través del tiempo, además invirtiendo en las diversas áreas para que el desempeño sea mejor; y día a día satisfaga los requerimientos de sus clientes aplicando técnicas modernas de mantenimiento con instrumentos de medición, los que permitirán confiar en las propuestas de solución y con ello analizar sus problemas y buscar soluciones para así lograr la diferencia y distinción de los demás empresas del rubro.

Mediante los antecedentes podemos proporcionar un mejor conocimiento referente al tema de estudio, se examinaron diversas fuentes relacionadas con el trabajo de investigación, entre ellas podemos mencionar los de mayor relevancia.

Es importante mencionar a **Ramos S. (2018)**, en su trabajo de investigación realizó la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos críticos que intervienen en el proceso de producción de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C, garantizando un aumento de la disponibilidad operacional de los equipos del taller de maestranza de la empresa, de una manera eficiente y segura. Para cumplir dicho objetivo fue necesario la recopilación de información de historiales de los tiempos de fallas de todas las maquinas del área de maestranza, siendo un total de 23 máquinas con la que dispone la empresa tales como tornos, fresadoras, mandriladora, máquinas de soldar, compresoras, puentes grúa y taladros. Las maquinas en estudio se sometieron a un análisis de criticidad, resultando cuatro máquinas críticas debido a su mayor incidencia de fallas: fresadora torno paralelo, torno vertical y mandriladora. Luego se procedió a realizar el cálculo de indicadores de mantenimiento, obteniendo una baja disponibilidad, pero después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo, se logró aumentar la disponibilidad de las máquinas críticas en más de un 10%, es decir, el torno paralelo de 83.33 % a 93.84%; la fresadora de 84.72% a 94.79% y la mandriladora de 86.97 a 96.96, mejorando de esta manera el rendimiento de las maquinarias. Mediante el desarrollo de la metodología para el plan de mantenimiento preventivo a lo largo del desarrollo de la tesis se determinaron los siguientes puntos básicos tales como: Indicadores de mantenimiento, Comparación de indicadores de mantenimiento, Evaluación económica para determinar que el desarrollo de esta tesis a través del plan de mantenimiento preventivo es realmente factible.

Además, respecto a la disponibilidad **Tuesta Y. (2014)**, en su trabajo de investigación propuso mejoras para reducir las imprevistas e incrementar la disponibilidad de los equipos de la empresa Obrainsa. Para lograr este objetivo se realizó un diagnóstico de la situación actual del mantenimiento recopilando información de sus características, averías, indicadores de gestión de mantenimiento que permita controlar el nivel de cumplimiento de los programas, la muestra estuvo constituida por los equipos críticos de la empresa, que motivaron la justificación del

presente estudio, el enunciado de la hipótesis, la recopilación de los datos que nos facilitaron dar con el marco teórico. Posteriormente se elaboró la metodología donde se diseñó, definió el tipo de investigación enfocada a la gestión de mantenimiento basado en la filosofía del TPM, se realizó un estudio de la confiabilidad actual de los equipos críticos donde se encuentra por debajo del 88% de la disponibilidad de los equipos, las fallas por desgaste donde se determinaron las causas que originan las averías de los equipos críticos. Por último, se analizaron dichas causas que originan las fallas de los equipos y en base a esta se propusieron actividades que permitan la ocurrencia de las fallas de los equipos críticos. También se analizaron la factibilidad de la mejora del plan de mantenimiento.

También es importante el aporte respecto a la confiabilidad y disponibilidad de **Soto B. (2016)**, en su trabajo de investigación implementó un programa de mantenimiento basado en la confiabilidad para el mejoramiento de la disponibilidad mecánica de los volquetes FAW en GYM S.A. La finalidad del trabajo fue evaluar los equipos utilizados para trabajos de acarreo de material en general. Debido a las fallas funcionales en los distintos sistemas que existen dentro de los volquetes, estos equipos quedan inoperativos en sus horas programadas de trabajo, dichas a esas paradas imprevistas se pudo obtener en promedio una disponibilidad mecánica de 90,14%, tal indicador de gestión no está permitido en la empresa. En el presente proyecto de investigación tiene por objetivo mejorar la disponibilidad mecánica de los volquetes pertenecientes a la empresa GYM S.A. Se aplicó la metodología del mantenimiento basado en la confiabilidad, recayendo a una metodología de estudio tipo descriptivo. Para realizar este trabajo se recopiló información de los siguientes formatos: checklist de equipos, partes diarios del operador, inspecciones semanales de equipos, status de equipos y observaciones diarias de los equipos (Data SISME), Gracias al mantenimiento basado en la confiabilidad se pudo obtener estrategias para la mejora del área de producción en los proyectos de la empresa GYM S.A. Después de haber aplicado esta metodología se consiguió una mejora de la disponibilidad en un 92%.

Es importante mencionar a **García M. (2016)**, su trabajo de investigación realizó una implementación de un plan de mantenimiento preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo para mejorar la disponibilidad de

la empresa UESFALIA Alimentos S.A” de la Universidad Privada del Norte de Lima, tiene como objetivo principal implementar un plan de mantenimiento preventivo a los equipos críticos del proceso productivo para mejorar la disponibilidad de la empresa UESFALIA Alimentos S.A. Se utilizó una metodología pre-experimental; como resultado logra que la implementación del programa de mantenimiento en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo mejore la disponibilidad de la empresa cumpliendo las actividades programadas de un 71.4% a un 96%, otro resultado se mostró con la intensificación de la disponibilidad de los equipos críticos de un 97.14% en enero a un 99.36% en el mes de octubre y finalmente el autor muestra una mejora en la confiabilidad operacional, puesto que en el mes de enero tuvo un resultado de 54.62 horas operacionales y después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo tuvo un aumento de 61.22 horas; donde el autor concluye que el plan efectuado sirvió para contrarrestar el problema pero hace énfasis en que debe revisarse constantemente el plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias a fin de mejorarlo en aspectos importantes que generen resultados eficientes.

Por otro lado, respecto a maquinarias pesadas, tenemos a **Amable S. (2017), en su trabajo de** investigación evalúa la influencia del mantenimiento preventivo en la disponibilidad de una de las maquinarias que posee la entidad que es el cargador frontal Caterpillar 966-C debido a que la información de los reportes diarios con el cuentan no son debidamente procesada, pese que actualmente cuentan con un plan de mantenimiento preventivo basado en lubricación el cual no se cumple al 100%. El objetivo de esta investigación es determinar la influencia del mantenimiento preventivo en la disponibilidad del cargador frontal Caterpillar 966-C de la Municipalidad de Huancayo. En relación a los resultados obtenidos en la investigación se determinó que el mantenimiento preventivo influye directamente en la disponibilidad del cargador frontal 966-C de la municipalidad de Huancayo, la cual se manifiesta con un coeficiente de correlación  $r=0.915$ , finalmente se concluye que el plan de mantenimiento preventivo con el que cuenta la municipalidad se desarrolla parcialmente y es necesario mejorar las actividades de trabajo así como también optimizar la gestión de mantenimiento, llevado los reportes diarios a hojas de cálculo para así tener más información del cargador

frontal Caterpillar 966-C, consiguiendo genera una prolongación de la vida útil de la maquinaria y con la aplicación adecuada y sofisticada generara en el futuro un mayor beneficio para la municipalidad de Huancayo, para lo cual se requiere que la municipalidad de Huancayo siga ejecutando el plan de mantenimiento preventivo pero al 100% para así poder mantener la disponibilidad de la maquinaria.

En esa misma línea de trabajo de máquinas pesadas **Cruz R. (2017)**, en su trabajo de investigación se centra en el aumento de la eficiencia en tiempo de vida de las 40 máquinas circulares (Vanguard, Monark y Mayer) de la empresa textil WG SAC. Para dar solución a esta problemática se planteó el diseño y propuesta de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad y disponibilidad. Se analizó la situación actual de las maquinarias circuladas encontrándose una confiabilidad 13.62% y disponibilidad 82.03%, reflejando valores críticos para la empresa textil. Se consideraron 1974 intervenciones, con fallas en promedio por cada máquina circular y 1552h/año perdidas por las diferentes fallas en las maquinas circulares. Encontrándose a través de un análisis de criticidad 6 fallas críticas tales como: variador de velocidad, disparo de agujas, detectores de telas, alimentadores positivos (Memminger), inadecuada colocación de agujas y falta de lubricantes. Se proyectaron los indicadores de mantenimiento en estado de mejora, obteniendo 98.5% disponibilidad y 58.5% confiabilidad.

La elaboración de esta investigación tiene por objetivo fundamental elaborar e implementar un programa de mantenimiento preventivo para poder incrementar los indicadores de disponibilidad y confiabilidad de los motores generadores de marca Olympian modelo GEP88-1, los cuales son usados ampliamente, durante las 24 horas que duran las jornadas de trabajos civiles de construcción de carreteras, los que requieren servicio eléctrico continuo y confiable, para las diversas labores realizados por la empresa SERPETBOL, en tal sentido la justificación se propone en los siguientes ámbitos:

#### *Justificación social.*

Porque la gestión de mantenimiento en toda empresa es de importancia pues ayuda al difícil deterioro de los equipos y sus componentes, por ello que para mejorar

en muchos aspectos se empieza con el aspecto social, en la cual se enfatizó la mejora en los motores generadores para que la empresa proporcione mejores servicios a sus clientes y operarios, en tal sentido evitar accidentes laborales dentro de las operaciones realizadas.

#### *Justificación tecnológica.*

Porque la implementación del programa de mantenimiento preventivo permitirá conocer los potenciales y deficiencias del motor generador, debido que implementar un programa de mantenimiento en la empresa repercutió de forma positiva, ya que pudo minimizar un mantenimiento correctivo e incrementó la eficiencia del equipo al no producirse fallas intempestivas.

#### *Justificación Económica*

Porque mediante el mejoramiento del control de motor generador la empresa se beneficie económicamente, puesto que la realización actual de mantenimiento correctivo implica cambiar una serie de accesorios por otra, ello agrava el problema con el transcurrir del tiempo; por el contrario la ejecución de un mantenimiento preventivo llevó a la reducción significativa en los costos de la máquina, dándole una mayor vida útil, seguridad, disponibilidad y alto nivel de calidad.

Finalmente, el mantenimiento preventivo es de gran utilidad para la toma de conciencia a los operadores de la necesidad abrumadora de prevenir posibles fallas en los motores generadores. En consecuencia, se mostrará el beneficio social, tecnológico y económico y además debido a que las fallas se pueden evitar generalmente si se tiene una inspección, revisión y control de las labores de mantenimiento de manera programada y sistemática, aumentando de esta manera la disponibilidad operativa y la confiabilidad de operación.

Por lo tanto, nos planteamos la siguiente pregunta de investigación:

¿En cuánto se incrementa la **disponibilidad y confiabilidad** mediante la implementación de un programa de **mantenimiento preventivo** para el motor generador marca Olympian modelo gep88-1 de la empresa SERPETBOL 2018?

Presentaremos ahora la fundamentación teórica relacionada con el trabajo de investigación:

## **1. Mantenimiento**

Dado que el mantenimiento se define comúnmente como aquellas acciones que identifican y disminuyen la degradación de un elemento funcional o que restaura las condiciones de diseño de una maquinaria que ha fallado, según (**Souris, 1996**) define el mantenimiento como: “Conjunto de acciones que permiten mantener un equipo o restablecer un bien (maquinarias, equipos, edificaciones, instalaciones, etc.) en buen estado de funcionamiento, para así obtener una mayor disponibilidad de dichos equipos hasta un tiempo finito de vida útil, a un costo global mínimo”.

El mantenimiento es el conjunto de acciones y/o intervenciones que se llevan a cabo en un equipo de trabajo para conservarlo en condiciones óptimas de productividad y seguridad.

La seguridad de un puesto de trabajo y el mantenimiento que se lleva a cabo en los equipos de trabajo que lo componen están directamente relacionados. En función del alcance de los puntos comprobados, de la frecuencia con la que se realiza el mantenimiento o de si se efectúa por avería o por revisión preventiva habrá más o menos posibilidades de que se produzca un accidente.

El mantenimiento, además, no se tiene que limitar solo a hacer intervenciones de conservación, sino que también tiene que participar en la mejora continua de los procesos productivos, teniendo en cuenta siempre la evolución de la tecnología.

Los objetivos del mantenimiento, para saber si el mantenimiento que se lleva a cabo es el correcto hay que observar el nivel de consecución de los objetivos siguientes:

- Evitar las paradas de máquinas por avería, el hecho de anticiparse a la aparición de las averías favorece que se reduzca significativamente las paradas de producción.
- Evitar anomalías causadas por un mantenimiento insuficiente y minimizar la gravedad de las averías, una correcta implantación de las revisiones periódicas en las máquinas se ve condicionada por el grado de detalle con que se ha diseñado el

plan de mantenimiento. Una planificación y unos niveles de concreción adecuados de los puntos a revisar reducen significativamente la aparición de posibles animalias y, en consecuencia, las averías graves.

- Conservar toda la maquinaria en condiciones óptimas de seguridad y productividad, la finalidad de elaborar e implantar un mantenimiento correcto en la de garantizar la productividad de la máquina y la máxima seguridad del personal.
- El manteamiento a realizar tiene que ser el adecuado a las características particulares de cada equipo de trabajo. Se tiene que evitar la estandarización de los puntos de revisión y potenciar las comprobaciones específicas en función del uso, el ritmo y el ambiente de trabajo, principalmente.
- Alcanzar o alargar la vida útil de los bienes productos, si se establecen calendarios de revisión adecuados para cada equipo de trabajo se consigue, como mínimo, alcanzar el rendimiento óptimo para el cual se diseñó y, en la mayoría de los casos, se sobrepasa la vida útil prevista.
- Innovar, tecnificar y automatizar el proceso productivo, el mantenimiento no se tiene que limitar solo a conservar los bienes productivos en la mejora continua de la empresa.
- Para garantizar la competitividad de la empresa en su sector, necesariamente, hay que innovar con nuevos métodos de trabajo, mejorar los procesos y, si es necesario, automatizarlos.
- Reducción de los costes de la empresa, el hecho de tener un mantenimiento correctamente implantado en la empresa se traduce en una reducción de costes directos e indirectos, como las horas de paro de producción, las pérdidas de ventas o los costes de reparaciones, entre otros.
- Integración de los departamentos de manteamiento, producción, el trabajo en grupo es la mejor herramienta para la integración de los diferentes departamentos, entre los cuales el de mantenimiento, que inter- vienen de forma directa e indirecta en la fabricación del producto con calidad y seguridad.

Los factores que influyen en el éxito del manteamiento son:

- *Recursos de la empresa*, el objetivo básico de una empresa tiene que ser producir más y mejor en una sociedad que cada vez es más competitiva y globalizada, por lo cual es preciso disponer de los recursos necesarios para alcanzar estos objetivos.
- *Organización, estructura, responsabilidad*, en general, la estructura más habitual de las empresas es la de tipo funcional, que se organiza por departamentos o secciones con funciones determinadas y dirigidas cada una por un jefe.
  - Según las particularidades de la empresa (capital, número de sociedades, actividad, etc.) se determinan las responsabilidades de cada uno y las líneas de acción a seguir por la compañía con la finalidad de evitar que cada departamento actúe de forma independiente hay que establecer mecanismos de comunicación para conseguir una producción óptima y segura.
- *Formación*, todo el personal que hace posible que una organización funcione tiene que haber recibido una formación mínima en prevención de riesgos laborales, así como formación específica, de acuerdo con la tarea que desarrolle cada uno.
  - Concretamente el personal que realiza tareas de mantenimiento además de estar formando en las intervenciones que normalmente se hacen en las máquinas y/o instalaciones, también tiene que conocer cómo se utiliza. Se tiene que garantizar que la revisión o reparación hecha no modificara las condiciones y trabajos y favorece la mejora continua del proceso.
- *Implantación y gestión*, como norma general se tiene que definir un departamento responsable de implantar el plan de mantenimiento de toda la maquinaria, que se tiene que diseñar según la estructura y los recursos de que dispone la empresa con la finalidad básica de garantizar una capacidad de producir con calidad, rentabilidad y seguridad.
  - Por otra parte, con una gestión correcta del mantenimiento se consigue optimizar los recursos y reducir los costes derivados de paros de producción y reparación de averías no previstas.
- *Coordinación*, para que la interrelación entre los departamentos de una empresa sea satisfactoria se tienen que establecer mecanismos para favorecer su

integración y conseguir que la coordinación entre ellos sea eficaz, potenciando la mejora continua.

La modalidad de manteamientos, según (Mosquera, 1995) en su libro tipos de mantenimiento hace referencia que los diferentes tipos de mantenimiento pueden ser considerados también como políticas de mantenimiento, siempre que su aplicación sea el resultado de una definición general o de una política global de las instalaciones; estas son el mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y el mantenimiento predictivo.

Además en forma general podemos definir los mantenimientos de la siguiente manera:

Preventivo; es el conjunto de intervenciones realizadas de forma periódica en una maquina o instalación, con la finalidad de optimizar su funcionamiento y evitar paradas imprevistas.

Correctivo; las intervenciones que se hacen en la maquina o instalaciones cuando ya se ha materializado la avería. Se sustituye la pieza estropeada para después devolver la maquina a su estado operativo habitual.

Predictivo; consiste en programar la intervención justo antes de que la avería se produzca, teniendo en cuenta factores como, por ejemplo, la vibración, la temperatura o el ruido, que permiten predecir que en breve se producirá una avería.

El Mantenimiento Preventivo, este mantenimiento también es denominado "mantenimiento planificado", tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos. Presenta las siguientes características: se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta, se lleva a cabo siguiente un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos

necesarios "a la mano", cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa, está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta, permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos, Permite contar con un presupuesto aprobado por la empresa. (**Méndez C. P., 2006**)

Los objetivos principales del mantenimiento preventivo son los siguientes:

- Garantizar la seguridad de los equipos y/o instalaciones para el personal.
- Reducir la gravedad de las averías.
- Evitar la parada productiva.
- Reducir los costes que se derivan del mantenimiento, optimizando los recursos.
- Mantener los equipos en condiciones de seguridad y productividad.
- Alargar la vida útil de las instalaciones y equipos.

Los alcances, se recomienda como norma general que el mantenimiento preventivo se haga en todo el centro de trabajo ya que serviría para llevar el control de todas sus revisiones, aunque haya algunas instalaciones o maquinarias con normativa específica y con el mantenimiento externalizado.

No se puede tener ningún puesto sin revisar y/o controlar. Se tiene que inventariar todo el material tangible del centro de trabajo para poder diseñar un plan de mantenimiento adecuado a las necesidades de la empresa, que permita obtener datos óptimos sobre las ratios entre costes, mantenimiento y producción.

#### Diseño del Plan de Mantenimiento

Se define como un conjunto de actividades o trabajos de mantenimiento planeados y rutinarios. Está integrado por posiciones de mantenimiento, que es el elemento que asocia a diferentes hojas de ruta con los equipos. (**Mosquera, 1995**).

Para diseñar el plan de mantenimiento de una empresa hay que valorar, en primer lugar, el alcance del plan y si el mantenimiento se hará con personal propio, de la estructura de la empresa y de recursos de que dispone.

Estos son los puntos básicos a tener en cuenta para hacer el plan de mantenimiento de una maquina o de todo un centro de trabajo:

- Relación de maquinarias, diferenciada por zonas o secciones.
- Recopilación, revisión y análisis de los manuales de mantenimiento de los equipos.
- Confección de fichas de mantenimiento, de revisión y la periodicidad de los controles.
- Prevención de recambios.
- Dotación de los recursos humanos en función de la estructura de la empresa y su productividad.
- Actuación por puntos críticos.
- Revisión y actualización.

#### Programas o Fichas de Mantenimiento

Son aquellos programas o fichas que contiene el plan de mantenimiento de la empresa y que son la herramienta de trabajo para la revisión de las maquinas o instalaciones.

El contenido y complejidad de estos programas depende del tipo de maquinaria a revisar, de los puntos a comprobar y de los datos que se quieran obtener.

- El contenido básico de estas fichas es el siguiente:
- Datos de identificación del equipo a revisar.
- Autorización del responsable.
- Puntos a comprobar y piezas a sustituir según la intervención que se tenga que hacer.

- Lista de control (check list).
- Referencia del recambio específico.
- Tiempo de observación
- Identificación y firma personal del operario que ha intervenido

#### Mediciones de las acciones de los programas

Hace falta hacer un tratamiento de datos de los resultados obtenidos en las revisiones efectuadas en cada programa de mantenimiento, con la finalidad de valorar, por ejemplo, el tiempo intervenido en cada intervención y el estado de los elementos revisados, los recambios utilizados y la eventual previsión de hacer algún par de producción para sustituir alguna pieza.

#### Base de Datos

Se recomienda hacer la gestión del mantenimiento con medios de información y con un software específico don la finalidad de aprovechar las nuevas tecnologías. De esta manera se puede llevar un control exhaustivo de todas las revisiones que se hacen en el centro de trabajo y obtener datos referentes al mantenimiento, como por ejemplo:

- Coste de revisión.
- Horas invertidas en las operaciones.
- Recambios utilizados.
- Operación no prevista.
- Históricos de revisiones.

#### Revisión del plan de mantenimiento

Conviene que, periódicamente, se revise la adecuación del plan de mantenimiento al centro de trabajo, así como actualizar el parque de maquinaria. El

objetivo básico del mantenimiento es conservar la maquinaria en condiciones óptimas de productividad y seguridad con el mínimo coste posible.

## **2. Disponibilidad y Confiabilidad**

No hay cosas más importantes y esencial para cualquier profesional dedicado a un área específica que conocer y entender los términos y conceptos relacionados existentes, varios términos y conceptos importantes que debemos conocer y manejar, pero sin duda los esenciales son los de disponibilidad y confiabilidad.

Estos conceptos han sido, son y seguirán siendo los elementos centrales para el control y evaluación de la gestión de mantenimiento en gestión y con la gerencia del cultural de mantenimiento y confiabilidad en las empresas.

Sin embargo, ni es raro encontrar entre los profesionales de mantenimiento cierta confusión cuando se habla de los conceptos de confiabilidad y disponibilidad, ya que, sus definiciones son similares, con ciertas sutilezas, que las diferencias de manera extrema.

### *Disponibilidad (Do)*

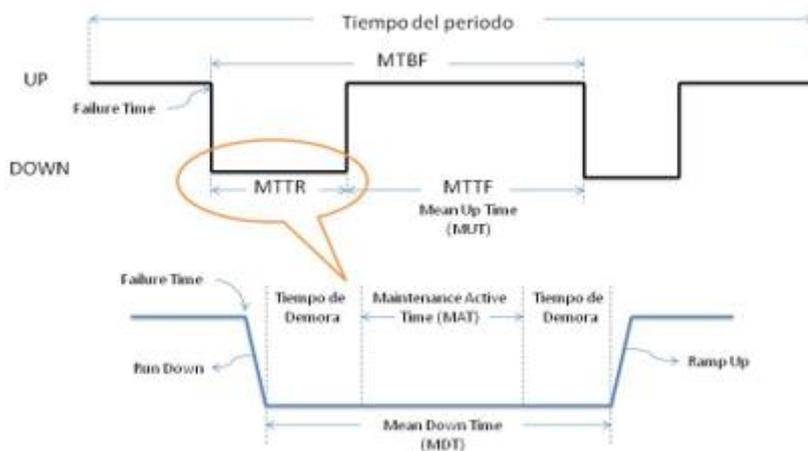
Los autores **Mesa, Ortiz y Pizón (2006)** sostienen que “la disponibilidad es el objetivo principal del mantenimiento, es definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado; se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente” (p. 157).

Para **Mora (2009)**, “La disponibilidad es una función que permite calcular el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. La disponibilidad de una máquina no implica necesariamente que esté funcionando, sino que se encuentra en condiciones de funcionar” (p. 95).

Entonces podemos indicar que la disponibilidad es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado para realizar una función requerida bajo

condiciones dadas en un instante dado el tiempo o durante un determinado intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado.

Es decir, cuando hablamos de confiabilidad el componente trabaja continuamente durante un periodo de tiempo dado, en otras palabras, la función del componente no se interrumpe, el componente se pone en operación (arriba) y se mantiene arriba. Por otra parte, cuando hablamos de disponibilidad el componente es puesto arriba en un instante dado y no importa lo que se pase después, la función del componente puede ser interrumpida sin ningún problema.



**Figura 1:** Grafica sobre tiempo de mantenimientos

Fuente: <https://mantenancela.blogspot.com/2011/10/confiabilidad-disponibilidad-y.html>

La disponibilidad operacional, que se utilizan en el ámbito operacional para el cálculo de estos parámetros, en función de los tiempos de mantenimiento:

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

Donde:

MTBF (Mean Time Between Failure o Tiempo promedio entre fallas): “Intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo. Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo” (**Hormigonar, 2008, p. 16**).

$$\text{MTBF} = (\text{Tiempo total de operaciones} / \text{Numero de fallas})$$

MTTR (Mean Time To Repair o Tiempo promedio para reparar): “Medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo. Este indicador mide la

efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que se encuentra fuera de servicio por un fallo dentro de un período de tiempo determinado. El tiempo promedio para reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad” (Hormigonar, 2008, p. 16).

$$MTTR = (\text{Tiempo total de paradas} / \text{Número de paradas})$$

Índice de fallas: es el inverso del MTBF

$$\lambda = 1 / \text{MTBF}$$

Esta expresión es válida para el periodo de vida útil del elemento o sistema y representa la posibilidad del que el dispositivo (con tasa de falla constante) no tendrá fallas durante el periodo de tiempo t. si la confiabilidad de un sistema o la de sus componentes es demasiado baja para ser aceptada, existen formas de mejorarla.

*Confiabilidad (Co):*

La medida de la confiabilidad de un equipo es la frecuencia con la cual ocurren las fallas. Si no existen fallas, el equipo sería 100% confiable; si la frecuencia de fallas es muy baja, entonces la confiabilidad del equipo es aún aceptable, pero si es muy alta, el equipo es poco confiable” (Hormigonar, 2008, p. 15).

$$\text{Confiabilidad} = e^{-\lambda t}$$

Donde:

$\lambda$ : constante denominada “tasa de fallas aleatorias”

t: periodo de tiempo arbitrario para el cual se desea conocer la confiabilidad

Entonces podemos decir que la confiabilidad es la capacidad de un componente, equipo o sistema, de no descomponerse o fallar durante el tiempo previsto para su funcionamiento bajo condiciones de trabajo perfectamente definidas. El funcionamiento de un componente, equipo o sistema es confiable se cada vez que

el mismo es exigido durante su vida útil, responde satisfactoriamente. (Probabilidad de funcionamiento seguro).

Es un sistema complejo la confiabilidad del mismo depende de la confiabilidad de cada uno de sus componentes y existe una relación componentes y la del sistema total. Todo elemento, equipo o sistema bien diseñado, bien fabricado y bien mantenido no deberá acusar fallas durante el periodo de vida útil previsto.

La confiabilidad está estrechamente relacionada con la investigación operativa ya que la asociamos a la probabilidad de ocurrencia de una falla en un periodo de tiempo determinado y bajo determinadas condiciones ambientales de operación. A los efectos de su aplicación, la confiabilidad distingue tres tipos de fallas que ocurren en forma arbitrarias y que son ajenas al personal encargado de la operación:

- Fallas iniciales (mortalidad infantil)
- Fallas aleatorias (vida útil)
- Fallas por desgastes (vejez)

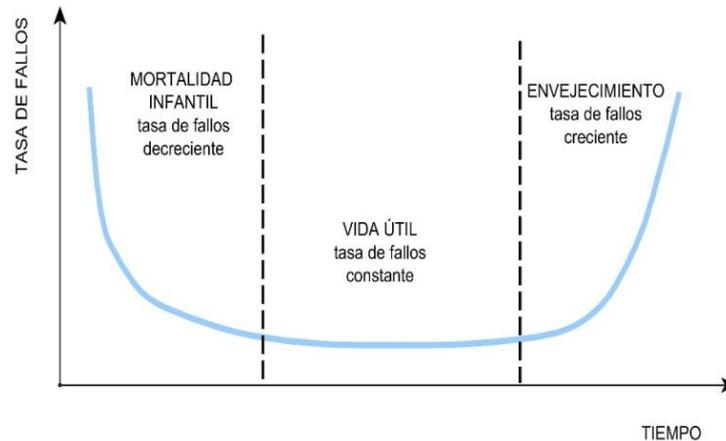
*Fallas Iniciales*, se llama así porque ocurren en la fase inicial de la vida operativa y generalmente se deben a deficiencias en el proceso de fabricación, instalación o control de calidad. Estas fallas se corrigen durante las pruebas iniciales y su influencia, desde el punto de vista operativo, es prácticamente insignificante.

*Fallas Aleatorias o Fortuitas*, son debidas al azar y por lo tanto independientes de las fallas iniciales y del acuerdo mantenimiento.

Este tipo de fallas es posible de predecir con exactitud, pero, en general, tienden a cumplir con ciertas reglas pertenecientes a los grandes números que hacen que la frecuencia de su ocurrencia durante un periodo de tiempo suficientemente largo resulte prácticamente constante. No resulta fácil eliminar las fallas aleatorias, pero existen métodos que permiten reducirlas y que serán analizados más adelante.

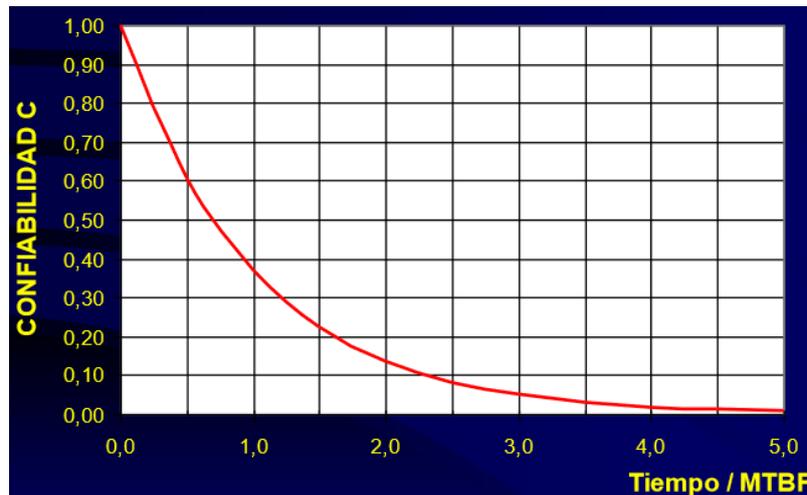
*Fallas por Desgaste*, son en general este tipo de fallas aparecen luego de terminado el periodo útil del elemento o sistema. En la mayoría de los casos este problema puede evitarse mediante el mantenimiento preventivo, es decir, mediante la sustitución de los componentes o equipos a intervalos inferiores al tiempo de vida previo al desgaste.

Supongamos ahora que un elemento, equipo o sistema se halla sometido a fallas que ocurren al azar, también que para largos periodos de funcionamiento el número de fallas sea el mismo; en esta condición la confiabilidad  $C$  de ese elemento, equipo o sistema, podemos observar en la siguiente figura.



**Figura 2:** Grafica de tasa de fallas

Fuente: <https://mantenimientoindustrialweb.wordpress.com/2016/06/14/curva-de-la-banera/>



**Figura 3:** Grafica sobre la confiabilidad

Fuente:

<http://cadimconsultores.com/gallery/confiabilidad,%20mantenibilidad,%20disponibilidad.pdf>

De las ecuaciones anteriores tenemos que la de confiabilidad está rigida por el tiempo entre fallas (MTBF) el cual involucra la ocurrencia de esta, mientras que la disponibilidad tiene que ver con los tiempos de operación (MUT) y los tiempos fuera de servicio (MTTR), estos últimos pueden o no tomar en cuenta a los tiempos

dedicados al mantenimiento preventivo, las actividades de mantenimiento correctivos programados y las reparaciones de fallas de los componentes.

Dicho lo anterior podemos reformular la explicación inicial diciendo que cuando hablamos de confiabilidad nos referimos a los tiempos que involucramos la ocurrencia de una falla y cuando hablamos de disponibilidad nos referimos a los tiempos de operaciones y fuera de servicio de los componentes.

### 3. Motor Generador OLYMPIAN GEP88-1

El grupo electrógeno olympian GEP88-1, formado por conjunto motor Diesel Perkins 1104A-44TG2 y un alternador LL2014L, montado sobre una banca metálica común, incorporando los componentes que se describen según sus distintos sistemas, tal como se muestra en la figura 4.

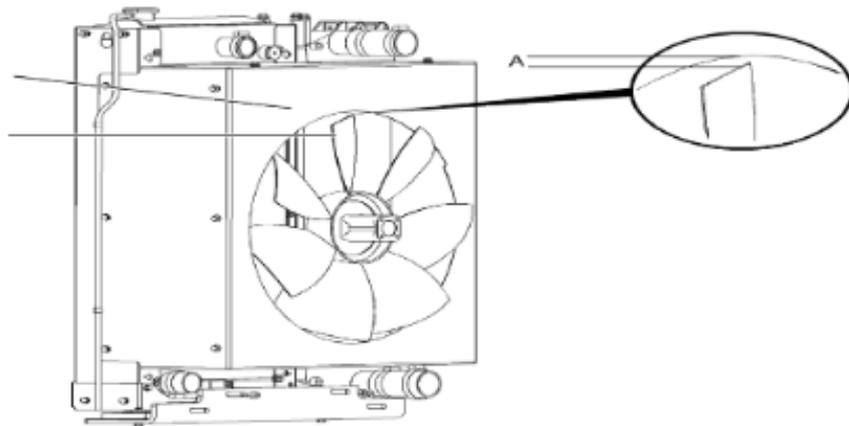
La función primaria del motor es producir la potencia necesaria para accionar un alternador que abastecerá de energía eléctrica a los diferentes campamentos.



**Figura 4.** Motor generador  
Fuente: Hoja de especificaciones Olympia GEP88-1

*El sistema de refrigeración del motor*, el motor por lo general genera mucho calor cuando está funcionando y debe ser enfriado constantemente para evitar que se dañe. Esto se hace por medio de un líquido refrigerante. Por lo general es agua mezclada con una solución anticongelante, que circula a través de pasajes de

refrigeración, es impulsada mediante una bomba centrífuga y transfiera su energía calórica al agua industrial dentro de un intercambiador de calor. Los elementos principales de este sistema son: bomba de agua, termostato, múltiples de agua e intercambiador de calor, radiador instalado en la banca del grupo, incorporado tanque de expansión suministrado con rejillas de protección de descarga de aire, ventilador soplante con protección, bomba de agua centrífuga acciona por el motor diésel mediante engranajes, para la circulación del anticongelante por todo el circuito, como mostrado en la figura 5.

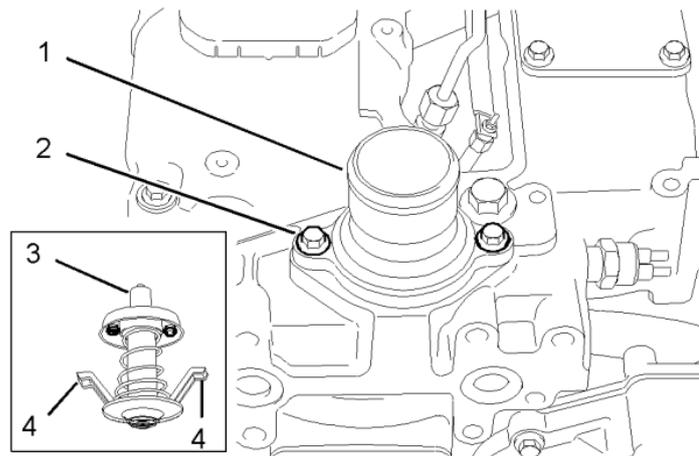


**Figura 5.** Enfriador o radiador de motor Perkins  
Fuente: Perkins Engines Company 2007

El funcionamiento, consiste en el engranaje impulsor de la bomba está impulsando por el engranaje del cigüeñal, cuando giran juntos para impulsar la bomba a velocidad alta. El agua refrigerante en el tanque inferior del radiador entra desde el puerto de entrada del cuerpo de la bomba al centro del impulsor. La fuerza centrífuga del impulsor envía el agua bajo presión desde el puerto de salida a la camisa de agua de los cilindros.

El termostato está instalado dentro del paso del agua, para controlar el caudal del agua refrigerante y para regular las temperaturas del agua refrigerante. El rango de temperatura más apropiado para el agua refrigerante es desde los 80°C a los 90°C (176 a 194°F), en la figura 6 se puede observar el termostato instalado (2. tornillos de sujeción y 1. termostato de agua.) y además los componentes del termostato (retenes y sellos, resorte de compresión)

A temperaturas del agua aproximadamente de menos de 77°C, las válvulas del termostato permanecen cerradas, bloqueando el flujo del refrigerante por el intercambiador de calor. El refrigerante luego se desvía y no pasa por el intercambiador de calor y fluye regresando por la bomba del agua al enfriador de aceite, el bloque de cilindros, las culatas y otra vez por la caja del termostato. A medida que la temperatura del refrigerante sube a más de 77°C, la válvula del termostato comienza a abrirse, permitiendo que algo de refrigerante pase hacia abajo por el intercambiador de calor donde se enfría el refrigerante y luego es circulado por la bomba de agua al motor. A medida que a temperatura sigue subiendo, esto permite que más refrigerante pase por el termostato. Cuando la temperatura llega a aproximadamente a los 85°C, la válvula del termostato está completamente abierta, dejando que la mayor parte del refrigerante circule por el intercambiador de calor, y de este modo regulen la temperatura del refrigerante.



**Figura 6.** Termostato del motor Perkins  
Fuente: Perkins Engines Company 2007

Las siguientes son las ventajas del uso del embrague del ventilador:

Se reduce la energía consumida por el ventilador.

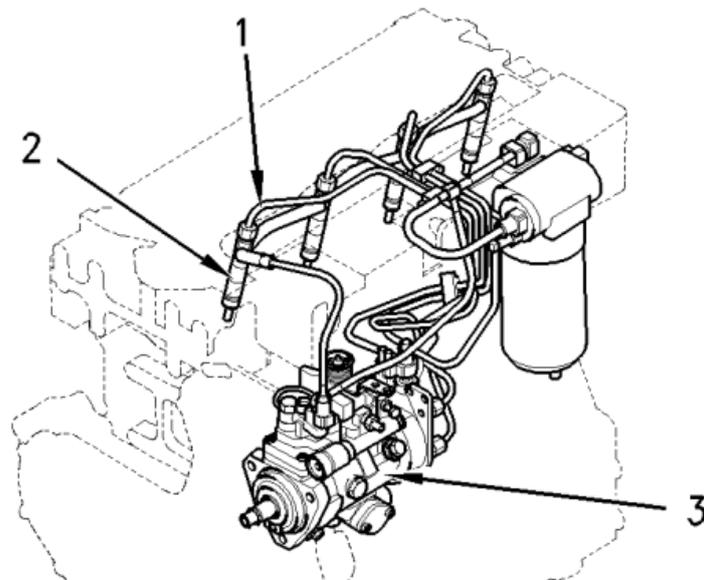
Se acorta el tiempo requerido para la operación del calentador del motor, hasta que el motor llegue a una temperatura apropiada.

*El sistema de combustible del motor*, el conjunto de combustible, es el encargado de suministrar la cantidad adecuada de combustible a la cámara de combustión, cada componente del sistema de combustible lleva a cabo una función

específica en la retención, el filtrado y el movimiento de combustible de su compartimiento de almacenamiento hasta el final en el bloque del motor. El sistema asegura que el combustible alcance el motor tan libre de partículas nocivas como sea posible, creando condiciones óptimas para la combustión y el rendimiento.

Los elementos principales son: bomba de inyección, inyector, bomba de cebado, filtros y tuberías, tal como se muestra en la figura 7.

El sistema de combustible usa un filtro separador de combustible/agua, o filtro racor y un filtro de combustible tipo cartucho para retener las impurezas del combustible, el tanque en bancada de grupo con capacidad de 250 litros, Indicador de nivel, tapón de llenado con respiradero y filtro, tapón de drenaje, Conductos de alimentación y retorno de combustible.

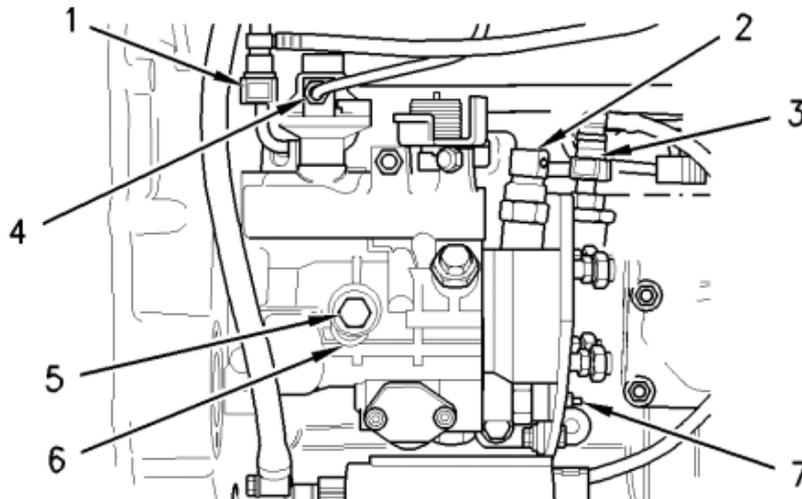


**Figura 7.** Sistema de combustible de motor Perkins  
Fuente: Perkins Manual de desarmado y armado 1103 y 1104

El funcionamiento, el combustible es succionado del tanque de combustible a través de los filtros y entra a la bomba de cebado, al salir de la bomba de cebado bajo presión el combustible es dirigido a través de los filtros, el combustible es dirigido a la bomba de inyección, de donde aumenta la presión del combustible saliendo de ella para luego llegar a los inyectores de cada cilindro del motor. Luego el combustible retorna hacia el tanque de combustible.

En la figura 8 se muestra la bomba de inyección de combustible y sus respectivos componentes, los cuales son:

1. tubería de retorno de combustible
2. mazo de cables eléctricos
3. tubería de combustibles
4. conjunto de tubo de la bomba de inyección
5. tornillo de traba de giro de la bomba de inyección
6. espaciador del tornillo de traba
7. solenoide de avance de la sincronización



**Figura 8.** Bomba de Inyección de Combustible  
Fuente: Perkins Manual de desarmado y armado 1103 y 1104

*El sistema de lubricación*, el sistema de lubricación de un motor, lubrica y al mismo tiempo sirve de refrigerante de los elementos de un motor. El sistema de lubricación consiste de la bomba de circulación de aceite de engranajes accionada por el motor, cárter de aceite, enfriador de aceite, filtro de aceite, válvula reguladora de la presión en la bomba del aceite lubricante y en las canalizaciones principales del aceite del bloque de cilindros, como mostrado en la figura 9.

El funcionamiento, la presión del aceite lubricante se mantiene estabilizado dentro del motor a todas las velocidades, no importa cuál sea la temperatura del

aceite, por dos válvulas de regulación de presión situadas a los extremos de las galerías verticales del aceite conectadas a la galería principal. Cuando la presión del aceite en la válvula excede 50 psi, la válvula de regulación se abre, descargando el exceso de aceite en el cárter. De la galería principal el aceite fluye bajo presión por un pasaje perforado en cada cojinete de bancada y a través de un pasaje perforado en el cigüeñal pasa a los cojinetes de las bielas, el aceite se dirige a los pasajes perforados con estrías en las bielas al pasador del pistón y a través del pasador del pistón y del portador, rociando por debajo de la cúpula del pistón. El aceite drenado de la cúpula del pistón es salpicado de un lado a otro entre la falda del pistón y la pared del portador, pero una porción de aceite regresa al cárter del cigüeñal a través de dos orificios cerca del fondo del portador.

La lubricación es suministrada bajo presión desde la galería principal del aceite a cada cojinete del árbol de levas por pasajes perforados en el bloque de cilindros. De ahí el aceite pasa por orificios diagonales del árbol de levas y se dirige por el pasaje longitudinal del árbol de levas perforado con estrías para lubricar los acoplamientos y los ejes impulsores a los extremos traseros de cada árbol de levas.

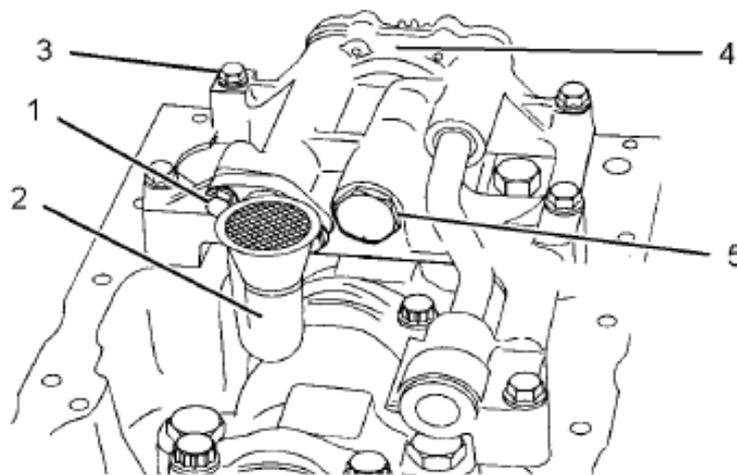
El mecanismo de funcionamiento de las válvulas de escape e inyectores recibe su lubricación de las tapas de los cojinetes del árbol de levas. El aceite lubricante entra al eje del balancín a través de pasajes perforados en las tapas de los cojinetes. De allí el aceite sigue por el eje perforado a cada balancín donde entra en un pasaje perforado que va al tornillo de ajuste de la válvula.

El aceite lubricante luego es dirigido a través de otro pasaje perforado en el tornillo de ajuste de la válvula, donde lubrica las superficies de fricción entre la base del tornillo de ajuste y el botón de la válvula. La superficie de contacto entre los lóbulos del árbol de levas y los rodillos de los balancines es lubricada por surtidores labrados en las tapas de los cojinetes los cuales rocían el aceite en los rodillos. El exceso de aceite de los balancines lubrica los vástagos de la válvula de escape.

El tren de engranajes es lubricado por el aceite que viene de los pasajes perforados longitudinalmente en los cubos del árbol de levas, los pernos de retención central del engranaje intermedio y por salpicadura de aceite al cárter. Cierta cantidad de aceite proveniente del cojinete impulsor del soplador y de los cojinetes del

engranaje intermedio también se derrama en el compartimiento del tren de engranajes.

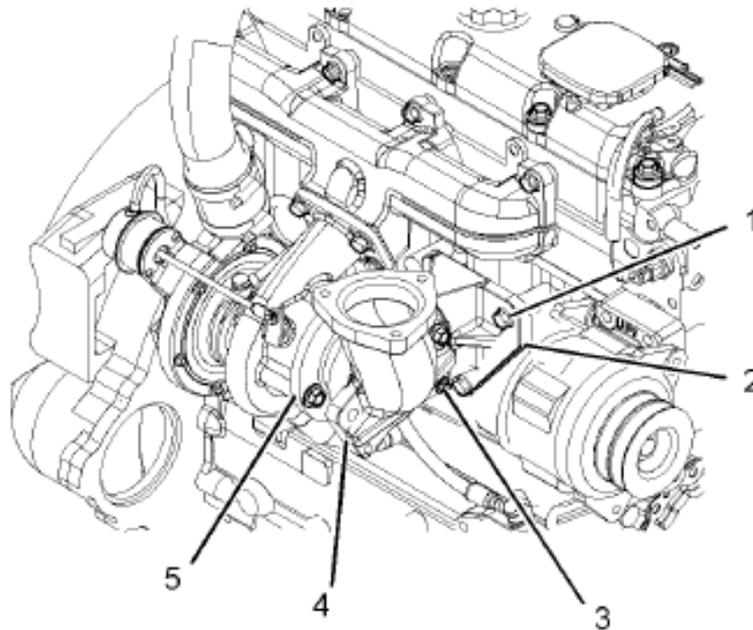
Los cojinetes del engranaje intermedio son lubricados por aceite proveniente directamente de la galería de aceite del bloque de cilindros. Los engranajes del árbol de levas y los engranajes intermedios (Tren de engranajes delantero y trasero) están lubricados bajo presión por aceite que viene de la galería de aceite del bloque de cilindros. El aceite que entra a un pasaje perforado longitudinalmente en el perno de retención central del cubo de ambos engranajes intermedios del tren trasero y delantero. Hay un orificio perforado en el costado del perno central que permite que el aceite fluya a través de un pasaje perforado transversalmente en los cubos intermedios donde es circulado alrededor de los cojinetes de rodillos del tren de engranaje trasero y bujes del tren de engranajes delantero.



**Figura 9.** Bomba de aceite de motor Perkins  
Fuente: Perkins manual de desarmado y armado 1103 y 1104

*El sistema de admisión del motor*, el conjunto del sistema de admisión de aire es el encargado de suministrar el aire fresco necesario para una combustión eficiente, y barrer todos los gases quemados del interior de los cilindros. Además un sistema de admisión efectivo provee al motor de aire limpio a una temperatura y restricción razonables. Remueve del aire los materiales finos como el polvo, arenas, etc. También permite la operación del motor por un periodo de tiempo razonable antes de requerir servicio. Un sistema de admisión ineficiente afectará de manera adversa el desempeño, las emisiones y la vida útil del motor.

El sistema de admisión de aire consta principalmente del turbo alimentador, el Interenfriador y los filtros de aire primario y secundario tipo cartucho e indicar de servicios para cambio de filtro, tal como se observa en la figura 10.



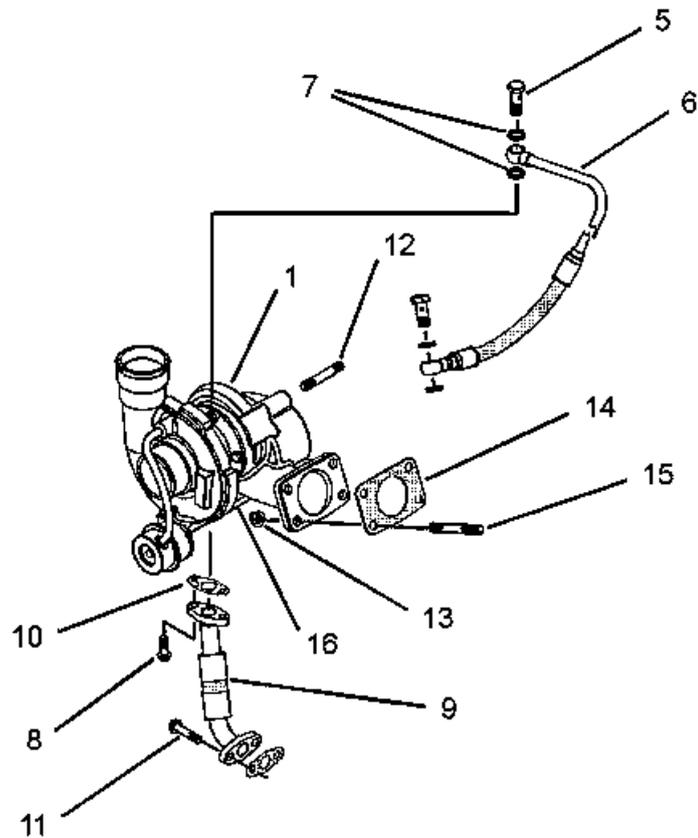
**Figura 10.** Sistema de admisión de motor Perkins  
Fuente: Perkins manual de desarmado y armado 1103 y 1104

*El turbocompresor,* es importante saber que cuando se desea obtener mayor potencia de un motor, se hace necesario aumentar el volumen de mezcla aspirado por los cilindros en cada ciclo, lo cual implica la introducción en ellos de mayor cantidad de aire. Así que para aumentar la potencia de un motor, es necesario que el volumen de aire aspirado por él sea mayor.

De esta manera, la sobrealimentación es empleada para introducir en el cilindro un peso de fluido activo superior al correspondiente a la aspiración normal. Aunque la cilindrada del motor es la misma, es como si fuese mayor, ya que esa misma cilindrada se llena con aire comprimido cuya densidad es mayor que la del aire introducido en un motor aspirado normalmente, es decir, el aire tendrá más masa por unidad de volumen, esto es, la cantidad de combustible a quemar será mayor. Con esto se obtiene mayor potencia y par, a igual cilindrada. (Gonzales S. et. al, 2006).

El procedimiento para el desmontaje y montaje del turbocompresor de detalla a continuación para el motor Perkins, además de mostrar todos los componentes de este equipo, tal cual se muestra en la figura 11.

- Limpie completamente las superficies exteriores del turbocompresor (1).
- Afloje las abrazaderas de la manguera y quite la manguera de la entrada de aire en la caja del compresor del turbocompresor.
- Quite el tubo de escape de la salida del turbo compresor o del codo de escape.
- Si un codo de escape está instalado, quite el codo de escape.
- Quite las tuercas (2) y quite el adaptador del escape (3) del turbocompresor (1).
- Coloque un recipiente adecuado debajo del turbocompresor (1) para recoger cualquier derrame de aceite.
- Quite los pernos de tipo banjo (5). Quite el conjunto de tubería de suministro de aceite (6) y las arandelas (7) del turbocompresor (1). Descarte las arandelas (7). Quite el conjunto de tubería de suministro de aceite (6) del bloque de motor y descarte las arandelas, si es necesario.
- Quite los tornillos de ajuste (8). Quite el conjunto de tubo de drenaje de aceite (9) del turbocompresor (1). Quite la junta (10) y descártela. Quite los tornillos de ajuste (11) y quite el conjunto de tubo de drenaje de aceite (9) del bloque de motor, si es necesario. Descarte la junta.
- Si es necesario, quítelos prisioneros (12) de la caja del turbocompresor.
- Quite las tuercas (13). Quite el turbocompresor (1). Quite la empaquetadura (14). Descarte la empaquetadura (14). Si es necesario, quítelos prisioneros (15) del múltiple de escape.
- Instale tapones de plástico adecuados en los orificios de suministro de aceite y de drenaje de Aceite del turbocompresor (1). Instale tapas de plástico adecuadas en la entrada y en la salida del turbocompresor (1). Instale tapones de plástico adecuados en el conjunto de tubería de suministro de aceite (6) y en el conjunto de tubo de drenaje de aceite (9). Instale tapas de plástico adecuadas en los orificios del múltiple.



**Figura 11.** Turbocompresor del Sistema de admisión de motor Perkins  
 Fuente: Perkins manual de desarmado y armado 1103 y 1104

*El sistema de escape del motor*, el sistema de escape de un motor es el encargado de conducir los gases quemados producto de la combustión desde el interior de los cilindros hasta el exterior. Los gases quemados son expulsados por el pistón en su carrera ascendente y salen a través de las válvulas de escape y de ahí al múltiple de escape pasando al turbo para accionarlo, posteriormente pasa por el silenciador, este último debe tener las siguientes características; silenciador residencial de 25 dB(A) de atenuación. (Suministro suelto) y flexible de escape de acero inoxidable.

Este sistema funciona bien si el flujo de gases hacia el exterior es continuo, de caudal acorde al régimen de marcha del motor y con pérdidas de carga admisibles requeridas por el fabricante del motor. La calidad del combustible utilizado, es importante en los sistemas con catalizador, ya que éste puede contaminarse. El control principal a realizar, es la medición de la pérdida total de carga del flujo de gases suma de las pérdidas parciales al atravesar cada componente del sistema y

además un control de la calidad de los gases de escape (composición), especialmente en aquellos sistemas que tienen catalizador.

Las fallas más comunes de este sistema es el taponamiento de los conductos, por el depósito de partículas carbonosas, producto de una mala combustión, la obstrucción o contaminación de un catalizador o la rotura de un sensor.

*El sistema eléctrico*, el sistema eléctrico del grupo electrógeno consiste principalmente de un motor de arranque, un alternador de carga de baterías, baterías, gobernador de bomba de inyección y el alternador del grupo electrógeno.

*El sistema con sensores y componentes electrónicos*, el sistema monitor programable (PMS), el Sistema Monitor Programable determina el nivel de acción que lleva a cabo el Módulo de Control Electrónico (ECM) como respuesta a una condición que pueda dañar el motor. El ECM identifica estas condiciones a partir de las señales emitidas por los sensores.

Detector de la temperatura del refrigerante, el detector de la temperatura del refrigerante controla la temperatura del refrigerante del motor. La salida del ECM puede indicar una temperatura alta del refrigerante por medio de un relé o de una luz. El ECM utiliza el detector de la temperatura de refrigerante para determinar el comienzo de las condiciones de arranque en frío.

Sensor de temperatura del aire del múltiple de admisión, el sensor de temperatura del múltiple de admisión mide la temperatura del aire de admisión. Se envía una señal al ECM El ECM también utiliza el detector de la temperatura del aire de admisión para determinar el comienzo de la estrategia de arranque en frío. Para comprobar la operación correcta del detector, refiérase Localización y solución de problemas, “Circuito de detector de temperatura del motor -Probar”.

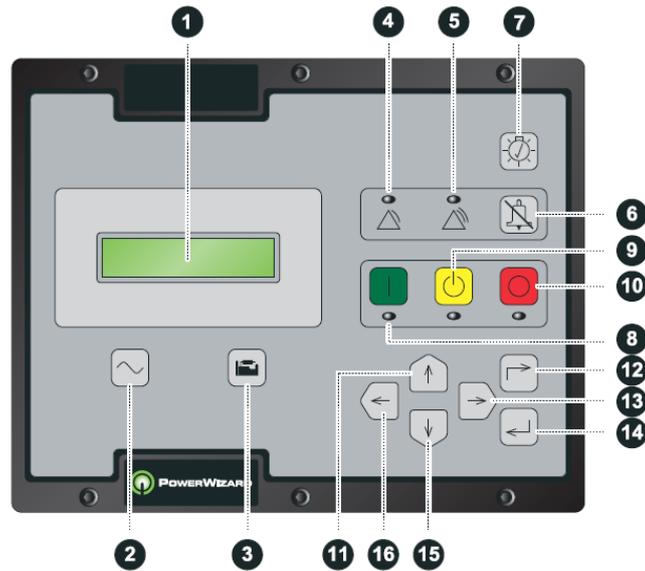
Detector de la presión del combustible, el detector de la presión del combustible mide la presión de combustible en el múltiple de combustible. Se envía una señal al ECM.

Módulo de control eléctrico, el ECM es la computadora que controla el motor. El ECM suministra la electricidad a la electrónica. El ECM vigila los datos que llegan de los sensores del motor. El ECM actúa como un regulador para controlar la velocidad y la electricidad del motor y ajusta la sincronización de la inyección y la presión del combustible para obtener el mejor rendimiento del motor, la mejor economía de combustible y el mejor control de las emisiones de escape.

Sensor de velocidad/sincronización, la señal del sensor secundario de velocidad/ sincronización se utiliza por el ECM al momento de arrancar el motor para comprobar la carrera de los pistones. El ECM puede utilizar el detector secundario de velocidad/sincronización para operar el motor si el detector primario de velocidad/sincronización está defectuoso. Para comprobar la operación correcta del sensor, vea en Localización y solución de problemas, “Sensor de velocidad/sincronización del motor -Probar”.

Sensor de presión de aceite del motor, el sensor de la presión de aceite del motor es un sensor de presión absoluta que mide la presión de aceite en el conducto principal del aceite. El detector detecta la presión de aceite del motor con propósitos de diagnóstico. El detector de la presión de aceite del otro envía una señal al ECM.

Panel de control eléctrico, el panel de control electrónico del grupo electrógeno es el encargado de darnos la información de valores de trabajo en las que está funcionando el grupo electrógeno en general y nos permite controlar y manipular las funciones de encendido apagado del motor.



**Figura 12.** Cuadro del sistema de control PowerWizard  
 Fuente: manual de usuario sistema de control PowerWizard 1.0 y 2.0

1. Pantalla
2. Combinación de teclas de descripción general de CA
3. Combinación de teclas de descripción general de motor
4. Lámpara de aviso
5. Lámpara de parada
6. Reconocimiento de alarma
7. Prueba de lámparas
8. Arranque
9. Automático
10. Parar
11. Ir arriba
12. Escape
13. Ir a la derecha
14. Intro
15. Ir abajo
16. ir a la izquierda

Entonces después de una revisión de las teorías relacionadas al problema, nos planteamos la siguiente hipótesis de investigación:

Mediante la implementación de un programa de **mantenimiento preventivo** se incrementará en un 5% la **disponibilidad y confiabilidad** para el motor generador marca Olympian modelo GEP88-1 de la empresa SERPETBOL 2018.

Determinación y Operacionalización de Variables.

Variable Dependiente: *Mantenimiento Preventivo*

Definición conceptual.- Manteamiento preventivo es definido como una técnica fundamental para la aplicación en las empresas para lo que se planea y programas el objetivo del manteamiento antes de que se presenten las fallas para así de esta forma reducir los gastos de manteamiento. (Olives M., 1994)

Definición operacional.- El mantenimiento preventivo es un modelo de sistema de gestión que permite elaborar el diseño de un programa de mantenimiento con actividades sistemática tales como inspección, limpieza, reemplazos y reparaciones para obtener un óptimo funcionamiento, cuyo objetivo es anticipar las posibles paradas o fallas que se presentan en el motor generador de marca Olympian; la aplicación del programa permite cuantificar indicadores como la disponibilidad y confiabilidad mediante el cumplimiento de actividades programadas.

Variable Independiente: *Disponibilidad y Confiabilidad*

Definición conceptual.

La disponibilidad es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado el tiempo o durante un determinado intervalo de tiempo.

La confiabilidad es la capacidad de un activo o componente para realizar una función requerida bajo condiciones dadas para un intervalo de tiempo. (Jiménez, A. [www.blogger.com](http://www.blogger.com))

Definición operacional.- Mediante una evaluación de la Confiabilidad y Disponibilidad el cual es una medición estratégica que permite pronosticar para un periodo determinado de tiempo la probabilidad de un buen funcionamiento, la probabilidad de ser reparado en un tiempo determinado y la probabilidad del uso que se le da al motor generador de marca Olympian.

Definido entonces las variables de estudio nos planteamos los objetivos de nuestro trabajo de investigación.

#### Objetivo General

Implementar un programa de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad y confiabilidad para el motor generador marca Olympian modelo GEP88-1 de la empresa SERPETBOL 2018

#### Objetivos Específicos

- A) Realizar una evaluación de la disponibilidad y confiabilidad actual del motor generador marca olympian modelo GEP88-1 de la empresa Serpetbol 2018.
- B) Diseñar e implementar el programa de mantenimiento preventivo para motor generador marca olympian modelo GEP88-1 de la empresa Serpetbol 2018
- C) Realizar una evaluación de la disponibilidad y confiabilidad con el programa de mantenimiento preventivo del motor generador marca olympian modelo GEP88-1 de la empresa Serpetbol 2018.

## II.- Metodología

### 2.1 Tipo y Diseño de investigación.

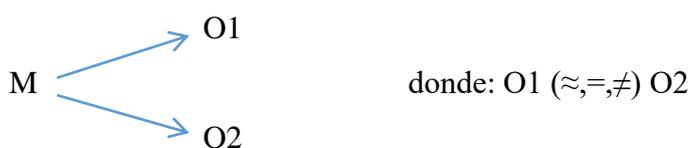
Tipo: Es de tipo descriptivo con una propuesta de cuantitativa ya que tiene como finalidad recolectar datos.

Diseño: Es una investigación no experimental transversal, puesto que el objetivo de análisis es una realidad observable, medible y no se modifica la variable.

Es una investigación de diseño descriptivo - transversal, constituye un tipo de investigación cuantitativa, que busca establecer las distintas causas de un fenómeno, comportamiento o proceso.

Además se utilizara la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar la hipótesis establecida previamente, se apoya en el conteo, para establecer con exactitud patrones de comportamientos en una población (Hernández, Fernández y Baptista, 2003, p. 12).

El esquema que representa a este diseño es:



Dónde:

M = Muestra

O1 = Primera Observación de la Muestra

O2 = Segunda Observación de la Muestra

### 2.2 Población y Muestra.

Para Hernández, Fernández y Baptista (2010), la “población es el conjunto que concuerdan con determinadas especificaciones y la muestra es el subgrupo de la población del cual se recolectan los datos” (p. 173).

Población: la población de estudio son los 5 motor generador marca Olympian modelo GEP88-1 pertenecientes a la empresa SERPETBOL.

Muestra: la muestra de estudio es 1 motor generador marca Olympian modelo GEP88-1 pertenecientes a la empresa SERPETBOL.

Muestreo: Para la selección de la muestra se siguió un criterio No probabilístico, por conveniencia (a criterio del investigador).

### 2.3 Técnicas e instrumentos de investigación.

2.3.1. Observación, es el método fundamental de obtención de datos de la realidad de un objeto o de un fenómeno determinado, el cual tiene como ventaja principal, que los datos se recogen directamente de los objetos o fenómenos percibidos mediante registros caracterizados por la sistematicidad.

2.3.2. Investigación, basados en la recopilación de información (física o virtual) que logremos encontrar nos proporcionara ayuda suficiente para lograr encaminarnos con el propósito de culminar la investigación y poder realizar nuestros sondeos a la población destinada del presente proyecto.

2.3.3. Documentación, nos servirá de gran ayuda para la recopilación de información en documentos que nos permita seleccionar, almacenar, difundir y transferir información afines a la investigación

### III. Resultados

#### 3.1 Evaluación de la disponibilidad y confiabilidad actual del motor generador marca olympian modelo GEP88-1:

Para la determinación de los dos índices de disponibilidad y confiabilidad se necesitó los registros de mantenimiento de los últimos 5 años (anexo 1 y 2), y lo mostrado en el horómetro de cada motor; de ese modo se obtiene la data necesaria para completar los indicadores; como visualizamos en la tabla numero 1 el primer motor tiene una disponibilidad elevada de 98% dado que con respecto a las horas totales de funcionamiento lo que representa las fallas en si no es muy notable; por otro lado la confiabilidad es baja de 64% dado por las fallas recurrentes que paran el proceso a pesar de no ser tan duraderas.

**Tabla 1**

*Determinación de la disponibilidad y confiabilidad del motor generador marca olympian modelo GEP88-1 (SP-GE-07)*

		REGISTRO: SP-GE-07					
		2014	2015	2016	2017	2018	TOTAL
	Numero de fallas	8	2	4	2	2	18
MTBF	Tiempo total de operaciones	1055	2702	3889	1565	922	10133
	MTBF	131,9	1351,0	972,3	782,5	461,0	562,9
	Numero de fallas	8	2	4	2	2	18
MTTF	Tiempo total de paradas	43,7	18,05	10,425	24,025	12,625	108,825
	MTTF	5,4625	9,025	2,60625	12,0125	6,3125	6,04583333
	DISPONIBILIDAD	96,02%	99,34%	99,73%	98,49%	98,65%	98,94%
	Landa	0,00758	0,00074	0,00102	0,00127	0,0021	0,00177
	CONFIABILIDAD	15,02%	83,11%	77,33%	72,65%	58,14%	64,14%

Fuente: anexo 03

La tabla 2 muestra estos mismos indicadores, pero para el motor numero 2; al igual que el primer motor este tiene una disponibilidad muy alta de 99.18%, además de que su confiabilidad también aumenta a un 76% esto está

debido gracias a que este motor ha trabajado más tiempo sin recibir fallas, además que sus mantenimientos se han realizado con mayor regularidad.

**Tabla 2**

*Determinación de la disponibilidad y confiabilidad del motor generador marca olympian modelo GEP88-1 (SP-GE-06)*

		REGISTRO: SP-GE-06					
		2014	2015	2016	2017	2018	TOTAL
	Numero de fallas	6	2	1	1	2	12
MTBF	Tiempo total de operaciones	2797	2233	3102	2796	280	11208
	MTBF	466,2	1116,5	3102,0	2796,0	140,0	934,0
	Numero de fallas	6	2	1	1	2	12
MTTF	Tiempo total de paradas	47,425	19,6	7,975	6,2	11,225	92,425
	MTTF	7,90416	9,8	7,975	6,2	5,6125	7,70208
	DISPONIBILIDAD	98,33%	99,13%	99,74%	99,78%	96,15%	99,18%
	Landa	0,00214	0,00089	0,00032	0,00035	0,00714	0,00107
	CONFIABILIDAD	58,49%	79,94%	92,26%	91,45%	16,77%	76,52%

Fuente: anexo 04

### 3.2 Diseño e implementación del programa de mantenimiento preventivo para motor generador marca Olympian modelo GEP88-1.

#### Análisis de criticidad

En primera instancia se realiza una evaluación de criticidad para cada una de las fallas observadas de ese modo detectar cuál de ellas es la que se debe tener mayor prioridad y prevenir la potencial falla, programando evaluaciones recurrentes y confiables; en la tabla 3 se presenta un resumen de todos los mantenimientos correctivos presentados en los últimos 5 años y su respectiva frecuencia, porcentaje, acumulado y la ponderación establecida para cada una de ellas.

**Tabla 3**

*Determinación de la frecuencia de fallas a partir del historial de mantenimientos.*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE	ACUMULADO	PUNTAJE
	A	E	O	E
INSTALACION Y CALIBRACION DE BOMBAS	7	15%	15%	5
SISTEMA DE INYECCIÓN.	6	13%	27%	4
SE CAMBIO FILTRO	6	13%	40%	4
SE REALIZO MANTENIMIENTO DE SISTEMA ELECTRICO	5	10%	50%	4
CAMBIO DE ALTERNADOR	4	8%	58%	3
SE REALIZO LA INSTALACION DEL TUBO DE ESCAPE	2	4%	63%	1
CAMBIO DE CORREA	2	4%	67%	1
SE CAMBIO EMPAQUETADURA DE TAPA DE DISTRIBUCION	2	4%	71%	1
SE CAMBIO FAJA DE VENTILADOR	2	4%	75%	1
SE REALIZO LIMPIEZA DE CAÑERIAS DE COMBUSTIBLE	2	4%	79%	1
SE CAMBIO EL SEBADOR DE COMBUSTIBLE	1	2%	81%	1
CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	1	2%	83%	1
CAMBIO DE RETEN DE CIGÜEÑAL DELANTERO	1	2%	85%	1
EQUIPO EN STAND BY EN CASH. 03	1	2%	88%	1
LAVADO DE RADIADOR	1	2%	90%	1
SE CAMBIO METALES DE BIELA Y BANCADA	1	2%	92%	1
SE CAMBIO PISTONES, BULONES Y ANILLOS DE TODO EL CONJUNTO DEL BLOCK	1	2%	94%	1
SE CAMBIO RETEN ANTERIOR Y POSTERIOR DE CIGÜEÑAL	1	2%	96%	1
SE CAMBIO TURBOCOMPRESOR REPARADO	1	2%	98%	1
SE REPARO CULATA	1	2%	100%	1

Fuente: anexo 03 y 04

Del mismo modo para determinar las consecuencias se toman las fallas destacadas y se evalúan frente a varias consecuencias críticas que podrían generar altos costos para el sector de mantenimiento y para el proceso productivo de la empresa, se realiza un conteo para determinar cuántas de ellas cumplen estas condiciones y se le asigna un puntaje con escala del 1-5 con respecto a eso.

Es de esperarse que las fallas más críticas no sean las más frecuentes, aun así, por el bajo nivel de frecuencia presentado en estos últimos 5 años, incluso los más frecuentes pueden ser los más críticos, como observaremos en las siguientes tablas.

**Tabla 4**

*Determinación de las consecuencias presentadas por las fallas a partir del historial de mantenimientos.*

	Característica de la falla							TOTAL	PUNTAJE
	Se necesita para totalmente el sistema	Hay riesgo de dañar el equipo en más de un sector	El costo de los repuestos es alto	El tiempo de parada es largo	Puede afectar la salud de los trabajadores	No existe un repuesto para un intercambio	Repuestos con demora en la entrega		
INSTALACION Y CALIBRACION DE BOMBAS SISTEMA DE INYECCIÓN.	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	6	4
SE CAMBIO FILTRO	Si	No	Si	No	Si	No	SI	4	3
SE REALIZO MANTENIMIENTO DE SISTEMA ELECTRICO CAMBIO DE ALTERNADOR	Si	No	No	No	Si	No	SI	3	2
SE REALIZO LA INSTALACION DEL TUBO DE ESCAPE CAMBIO DE CORREA	Si	No	Si	Si	No	Si	SI	5	4
SE CAMBIO EMPAQUETADURA DE TAPA DE DISTRIBUCION SE CAMBIO FAJA DE VENTILADOR	No	No	No	No	No	No	No	0	0
SE REALIZO LIMPIEZA DE CAÑERIAS DE COMBUSTIBLE	Si	No	No	No	No	No	No	1	1
SE CAMBIO EL SEBADOR DE COMBUSTIBLE CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	Si	Si	No	No	No	No	No	2	1
CAMBIO DE RETEN DE CIGÜEÑAL DELANTERO EQUIPO EN STAND BY EN CASH. 03	Si	Si	Si	Si	No	Si	SI	6	4
LAVADO DE RADIADOR	Si	Si	No	Si	No	No	No	3	2
SE CAMBIO METALES DE BIELA Y BANCADA	Si	No	Si	Si	Si	No	SI	5	4
SE CAMBIO PISTONES, BULONES Y ANILLOS DE TODO EL CONJUNTO DEL BLOCK	Si	No	Si	Si	No	Si	No	4	3
SE CAMBIO RETEN ANTERIOR Y POSTERIOR DE CIGÜEÑAL	Si	No	Si	Si	Si	Si	No	5	4
SE CAMBIO TURBOCOMPRESOR REPARADO	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	6	4
SE REPARO CULATA	Si	Si	No	Si	Si	No	No	4	3

Fuente: anexo 03 y 04

A partir de la tabla 3 y 4 podemos detectar cual es la criticidad de cada falla; donde se observa que la instalación y calibración de las bombas de inyección es la más crítica ya que todo defecto relacionado con las bombas en el área de mantenimiento viene a ser un problema crítico ya que detiene la producción y/o realización del trabajo y es muy recurrente, a partir de estos datos presentados elegimos los 5 más críticos para elaborarles un programa de

mantenimiento preventivo que solucione estos problemas y con ello se pueda incidir en el mejoramiento de los indicadores.

**Tabla 5**

*Determinación de la criticidad presentada por las fallas a partir del historial de mantenimientos.*

	FRECUENCIA	CONCECUENCIA	CRITICIDAD
INSTALACION Y CALIBRACION DE BOMBAS	5	4	21
SISTEMA DE INYECCIÓN.	4	5	21
SE CAMBIO FILTRO	4	3	12
CAMBIO DE ALTERNADOR	3	4	10
SE REALIZO MANTENIMIENTO DE SISTEMA ELECTRICO	4	2	8
SE CAMBIO EL SEBADOR DE COMBUSTIBLE	1	4	3
SE CAMBIO TURBOCOMPRESOR REPARADO	1	4	3
CAMBIO DE RETEN DE CIGÜEÑAL DELANTERO	1	4	3
SE CAMBIO METALES DE BIELA Y BANCADA	1	4	3
SE CAMBIO RETEN ANTERIOR Y POSTERIOR DE CIGÜEÑAL	1	4	3
SE REALIZO LA INSTALACION DEL TUBO DE ESCAPE	1	1	2
SE REALIZO LIMPIEZA DE CAÑERIAS DE COMBUSTIBLE	1	1	2
SE CAMBIO PISTONES, BULONES Y ANILLOS DE TODO EL CONJUNTO DEL BLOCK	1	3	2
SE REPARO CULATA	1	3	2
CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	1	2	2
CAMBIO DE CORREA	1	1	1
SE CAMBIO FAJA DE VENTILADOR	1	1	1
EQUIPO EN STAND BY EN CASH. 03	1	1	1
LAVADO DE RADIADOR	1	1	1
SE CAMBIO EMPAQUETADURA DE TAPA DE DISTRIBUCION	1	0	0

Fuente: Información de tabla 3 y 4

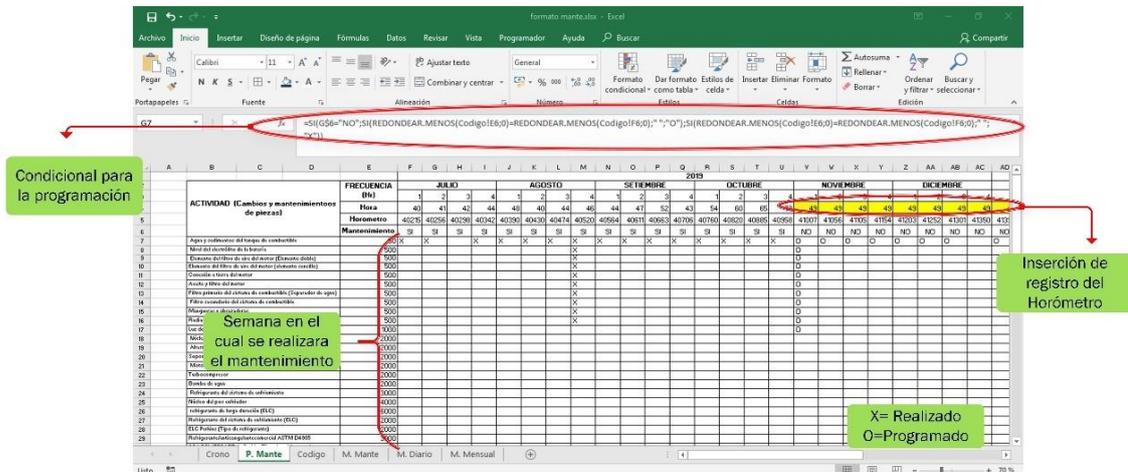
### Programa de mantenimiento

A partir de los análisis de criticidad y de lo recomendado por el manual de fabricante del equipo se establecen programas preventivos para el mantenimiento; todo el programa diseñado se encuentra basado en las horas de funcionamiento de los motores mostrado por el horómetro (instrumento de medición de tiempo). Es importante resaltar que este programa de mantenimiento para los motores no estará sujeto a las horas de inicio del mismo, sino que se programará a partir de las horas ya acumuladas por el motor.



## Programación de mantenimientos:

Para la programación de los mantenimientos ya seleccionados anteriormente; se procedió a establecer condicionales en una plantilla en Excel para así facilitar la compra de repuestos para ciertas semanas en las que se realizara estas actividades, esta plantilla se alimenta con la data del horómetro de cada motor y así como con un promedio de los tiempos anteriores se proyecta para todo el año; mostrando una semana aproximada para los mantenimientos más pesados.



**Figura 13.** Programación de los mantenimientos preventivos en Excel  
Fuente: Elaboración propia

En los anexos 05 y 06 se establecen con más detalle las semanas que se realizaran los mantenimientos y los que ya se realizaron; para el motor de evaluación y además para cada uno de los motores, además los mantenimientos diarios no se contemplaran en este programa ya que la programación está basada en semanas y no en días.

## Evaluación de mantenimientos:

Cada mantenimiento realizado tendrá una lista de inspección en la que se registrara si el mantenimiento se hizo correctamente o tiene algún defecto por lo cual se tendrá que aplazar o comprar un nuevo repuesto. Esta lista de inspección se muestra en la tabla 7, y se ha elaborado en función al trabajo que realiza el motor generador, pudiéndose consignar las observaciones pertinentes a cada inspección realizada.

**Tabla 7***Lista de inspección de mantenimiento diario***Lista de Inspección – Diaria**

<b>Encargado:</b>	<b>Fecha:</b>			
<b>PUNTOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>OK</b>	<b>AP</b>	<b>RP</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Correas del alternador y del ventilador				
Nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento				
Equipo impulsado				
Indicador de servicio del filtro de aire del motor				
Nivel de aceite del motor				
Filtro primario del sistema de combustible/Separador de agua				
Inspección alrededor de la máquina				

<b>Encargado:</b>	<b>Fecha:</b>			
<b>PUNTOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>OK</b>	<b>AP</b>	<b>RP</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Correas del alternador y del ventilador				
Nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento				
Equipo impulsado				
Indicador de servicio del filtro de aire del motor				
Nivel de aceite del motor				
Filtro primario del sistema de combustible/Separador de agua				
Inspección alrededor de la máquina				

<b>Encargado:</b>	<b>Fecha:</b>			
<b>PUNTOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>OK</b>	<b>AP</b>	<b>RP</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Correas del alternador y del ventilador				
Nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento				
Equipo impulsado				
Indicador de servicio del filtro de aire del motor				
Nivel de aceite del motor				
Filtro primario del sistema de combustible/Separador de agua				
Inspección alrededor de la máquina				

<b>Encargado:</b>	<b>Fecha:</b>			
<b>PUNTOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>OK</b>	<b>AP</b>	<b>RP</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Correas del alternador y del ventilador				
Nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento				
Equipo impulsado				
Indicador de servicio del filtro de aire del motor				
Nivel de aceite del motor				
Filtro primario del sistema de combustible/Separador de agua				
Inspección alrededor de la máquina				

<b>Encargado:</b>	<b>Fecha:</b>			
-------------------	---------------	--	--	--

PUNTOS DE MANTENIMIENTO	OK	AP	RP	OBSERVACIONES
Correas del alternador y del ventilador				
Nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento				
Equipo impulsado				
Indicador de servicio del filtro de aire del motor				
Nivel de aceite del motor				
Filtro primario del sistema de combustible/Separador de agua				
Inspección alrededor de la máquina				
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:		

Fuente: Elaboración propia

También se realizó una lista de inspección para los mantenimientos programados y para la revisión mensual de los procedimientos realizados en los motores, estos pueden ser observados en (anexo 7 y 8)

Manual de mantenimiento, resaltamos que a partir del manual de funcionamiento de los motores, se establecen los lineamientos mínimos con los cuales hay que proceder para realizar un mantenimiento, así como los requisitos para los lubricantes; combustibles, líquidos refrigerantes, medición de parámetros de funcionamiento y demás piezas del proceso de mantenimiento (anexo 9).

### 3.3 Evaluación de la disponibilidad y confiabilidad con el programa de mantenimiento preventivo del motor generador marca olympian modelo GEP88-1.

Luego de cuatro meses de evaluación del programa de mantenimiento y haber aplicado los mantenimientos preventivos, se procedió a través de los registros de mantenimiento establecer los nuevos niveles de los indicadores disponibilidad y confiabilidad.

Es así como el primer motor alcanzo una disponibilidad de 99,73% aumentando en decimas la registrada en años anteriores, es importante resaltar que en estos 4 meses de evaluación del programa de mantenimiento solo ocurrió una incidencia, lo que conlleva a decir que este programa requiere un periodo más largo de evaluación, como por ejemplo son los anuales, donde se tenga mayor información del comportamiento de los motores.

**Tabla 8**

*Determinación de la disponibilidad y confiabilidad luego de aplicado el plan de mantenimiento del motor generador marca olympian modelo GEP88-1 (SP-GE-07)*

		REGISTRO: SP-GE-07				
		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	TOTAL
MTBF	Numero de fallas	0	0	1	0	1
	Tiempo total de operaciones	127	178	186	252	743
Total					743,0	
MTTF	Numero de fallas	0	0	1	0	1
	Tiempo total de paradas	0	0	2	0	2
Total					2	
INDICES		DISPONIBILIDAD				99,73%
		Landa				0,0013459
		CONFIABILIDAD				71,43%

Fuente: anexo 10

En el segundo motor se aprecia un resultado similar el aumento de la disponibilidad es reducido, en cuanto a la confiabilidad se ve un incremento ya que se alcanzó el 78%; al igual que en el motor uno solo existe un mantenimiento correctivo en estos 4 meses.

**Tabla 9**

*Determinación de la disponibilidad y confiabilidad luego de aplicado el plan de mantenimiento del motor generador marca olympian modelo GEP88-1 (SP-GE-06)*

		REGISTRO: SP-GE-06				
		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	TOTAL
MTBF	Numero de fallas	0	0	1	0	1
	Tiempo total de operaciones	203	287	287	278	1055
Total					1055,0	
MTTF	Numero de fallas	0	0	1	0	1
	Tiempo total de paradas	0	0	3	0	3
Total					3	
INDICES		DISPONIBILIDAD				99,72%
		Landa				0,00094787
		CONFIABILIDAD				78,90%

Fuente: anexo 11

El último cuadro muestra el incremento de estas dos variables; en donde se observa que la disponibilidad alcanzo un aumento de 0,79% y 0,53%; es un cambio minúsculo con respecto a una disponibilidad que en un principio era alta; por otro lado la confiabilidad aumenta más drásticamente con un 7,29% y

2,39%; la razón está dado en que los mantenimientos preventivos están enfocados a los elementos que generan más recurrencias, reduciendo su aparición.

**Tabla 10**

*Nivel de mejora de la disponibilidad y confiabilidad*

	Antes		Después		Mejora	
	REGISTRO: SP-GE-07	REGISTRO: SP-GE-06	REGISTRO: SP-GE-07	REGISTRO: SP-GE-06	REGISTRO: SP-GE-07	REGISTRO: SP-GE-06
MTBF	562,944444	934	743,0	1055,0	180,1	121,0
MTTF	6,04583333	7,70208333	2,00	3,00	4,0	4,7
DISPONIBILIDAD	98,94%	99,18%	99,73%	99,72%	0,79%	0,53%
CONFIABILIDAD	64,14%	76,52%	71,43%	78,90%	7,29%	2,39%

*Fuente:* anexo 3, 4, 10 y 11

#### **IV.- Análisis y discusión:**

Es importante mencionar a Ramos S. (2018) quien tuvo como objetivo garantizar un aumento de la disponibilidad operacional de los equipos del taller de maestranza de la empresa, para ello recopiló información de historiales de los tiempos de fallas de todas las máquinas del área de maestranza, siendo un total de 23 máquinas con la que dispone la empresa, estas se sometieron a un análisis de criticidad. Luego se procedió a realizar el cálculo de indicadores de mantenimiento se logró aumentar la disponibilidad de las máquinas críticas en más de un 10%, es decir, el torno paralelo de 83.33 % a 93.84%; la fresadora de 84.72% a 94.79% y la mandriladora de 86.97 a 96.96, mejorando de esta manera el rendimiento de las maquinarias. En nuestro caso seguimos una metodología similar pues se trabajó con los historiales de fallas del grupo generador (5 grupos) para los años 2014 - 2018 a partir de ello se evaluó la situación actual de estas máquinas, además también determinamos mediante un análisis de criticidad las fallas más frecuentes y de mayor complejidad, en este punto diferimos con el autor pues el realizó el análisis para la máquina de falla frecuente. En nuestro caso al evaluar los indicadores la disponibilidad alcanzó un aumento de 0,79% y 0,53%; es un cambio pequeño con respecto a una disponibilidad que en un principio era alta, con ello confirmamos la tendencia de la influencia del manteniendo tal como lo describe el autor.

Además en el trabajo de García M. (2016), realizó una implementación de un plan de mantenimiento preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo para mejorar la disponibilidad de la empresa UESFALIA Alimentos S.A. como resultado logra que la implementación del programa de mantenimiento en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo mejore la disponibilidad cumpliendo las actividades programadas de un 71.4% a un 96%, otro resultado se mostró con la intensificación de la disponibilidad de los equipos críticos de un 97.14% a un 99.36%. En nuestro trabajo coincidimos con la metodología de criticidad pues según la teoría es la apropiada para estas prácticas de mantenimiento, en cuanto a los resultados tenemos una tendencia al aumento, estos no son de mayor orden de porcentaje que tal como el autor indica, debido a actividades diferentes, la variable disponibilidad de los equipos motor generador aumenta para el primero de un 98.94% a un 99.18% y para el segundo de un 99.73 a

un 99.72%, con ello coincidimos con el autor en cuanto los porcentajes sensibles de aumento.

En esa misma línea de trabajo de máquinas pesadas Cruz R. (2017) se centra en el aumento de la eficiencia en tiempo de vida de las 40 máquinas circulares de la empresa textil WG SAC, para ello se planteó el diseño y propuesta de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad y disponibilidad. Se encontró una confiabilidad 13.62% y disponibilidad 82.03%, reflejando valores críticos, 6 fallas. Se proyectaron los indicadores de mantenimiento en estado de mejora, obteniendo 98.5% disponibilidad y 58.5% confiabilidad. En nuestro trabajo determinamos también un análisis situacional determinando una confiabilidad 64.14% y disponibilidad 98.94%, determinándose 5 fallas críticas de las maquinas, luego de la aplicación del programa de mantenimiento se determinó que estos indicadores fueron 99.72% disponibilidad y 78.90% confiabilidad, coincidiendo que la variable disponibilidad tiende a aumentar en mayor grado debido a operatividad más eficiente de la máquina, el cual es fuertemente influenciado por el mantenimiento.

## V. Conclusiones

En este trabajo de investigación se realizó la implementar un programa de mantenimiento preventivo el cual influye en el incremento de la disponibilidad y confiabilidad para el motor generador marca Olympian modelo GEP88-1 de la empresa Serpetbol.

A) Se realizó una evaluación de la disponibilidad y confiabilidad actual del motor generador marca olympian modelo GEP88-1 de la empresa Serpetbol, para ello se tomó como muestra a dos grupos generadores, obteniéndose para el primero (SP-GE-07) un valor de disponibilidad de 98.94 % y confiabilidad de 64.14%, además el número de fallas asciende a 18, considerando que el Tiempo total de operaciones es 10133 horas y el Tiempo total de paradas 108.825 horas. Asimismo, para el segundo (SP-GE-06) un valor de disponibilidad de 99.18 % y confiabilidad de 76.52%, además el número de fallas asciende a 12, considerando que el Tiempo total de operaciones es 11208 horas y el Tiempo total de paradas 92.425 horas.

B) Se diseñó e implemento el programa de mantenimiento preventivo para motor generador marca Olympian modelo GEP88-1 de la empresa Serpetbol, para ello se determinó las fallas con mayor frecuencia las cuales fueron: instalación y calibración de bombas, sistema de inyección, cambio de filtro, mantenimiento del sistema eléctrico y cambio de alternador, estas suman un porcentaje acumulado de 58%, además de ello fue necesario un análisis de criticidad de falla donde estas representan una alta criticidad pues detiene la producción y/o realización del trabajo y es muy recurrente. A partir de ello se elaboró un programa de mantenimiento preventivo para el motor generador, el cual se detalla las semanas y horas programadas, para el cual debe realizarse el trabajo asignado según el manual de operación del equipo y los manuales de accesorios y repuestos, así como la experiencia de los trabajadores, en los anexos 05 y 06 se encuentra especificado.

C) Se realizó una evaluación de la disponibilidad y confiabilidad después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo para el motor generador marca olympian modelo GEP88-1 de la empresa Serpetbol, para ello

se tomó como muestra a dos grupos generadores, obteniéndose para el primero (SP-GE-07) un valor de disponibilidad de 99.73 % y confiabilidad de 71.43%, Asimismo para el segundo (SP-GE-06) un valor de disponibilidad de 99.72 % y confiabilidad de 78.90%.

Podemos concluir respecto a nuestra investigación que la variable disponibilidad tuvo una mejora global de 066% asimismo la variable confiabilidad mejoro en 4.84%, con ello podemos afirmar que el programa de mantenimiento preventivo mejoro los indicadores propuestos.

## **VI. Recomendaciones:**

Se recomienda capacitaciones al personal encargado de mantenimiento en temas como elaboración de registros únicos de mantenimiento, el cual permitirá que se registre detalladamente los mantenimientos realizados, así como para tener una base de datos que en un futuro sea utilizada para determinar la vida útil del equipo motor generador.

Se recomienda adoptar el TPM (*Mantenimiento Productivo Total*) es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos o maquinas, o en otras palabras, mantener los equipos o maquinas en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas.

Se recomienda dar énfasis al control minucioso de las actividades de mantenimiento y orden de materiales y/o herramientas. Además, se debe monitorear la realización de las tareas programadas de mantenimiento (limpieza, lubricación e inspección); así como dar continuidad a la evaluación de los técnicos mediante el empleo del cuestionario con respecto al nivel de conocimiento en materia de mantenimiento.

## VII. Agradecimiento y Dedicatória

### *Agradecimiento*

#### *A mi familia*

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia, por apoyarme aun cuando mis ánimos decaían. En especial, quiero hacer mención a mis padres, que siempre estuvieron ahí para darme palabras de apoyo y un abrazo reconfortante para renovar energías.

#### *A mis compañeros y amigos*

Agradezco mucho por la ayuda de mis maestros, mis compañeros por todos los copiosos conocimientos otorgados.

#### *A la vida*

Gracias a la vida por este nuevo triunfo, gracias a toda las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis.

### *Dedicatoria*

Dedico esta tesis a mi hija Cataleya Neyra Ríos y a mi esposa Keyla Ríos Carrasco por ser mi mayor motivación de cada paso en mi desarrollo personal y profesional.

A mis padres Mabel Asian Lau y Eliseo Neyra Panta, que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para poder concluir mi carrera profesional.

A mi hermana y demás familiares en general por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria

*Neyra Asian, Christian Fernando*

## VIII. Referencias bibliográficas

- Amable Salazar, J (2017). *Influencia del mantenimiento preventivo en la disponibilidad del cargador frontal Caterpillar 966-C de la municipalidad de Huancayo*. (Tesis para optar título profesional de ingeniero mecánico). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Bastidas Quispe, E (2013). *Mantenimiento basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad mecánica de los grupos electrógenos Olympia GEP110-4 en el proyecto flowline lote 56 de la empresa Serpetbol Perú SAC*. (Tesis para optar el título de ingeniero mecánico). Universidad del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Cruz Ramos, L (2017). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad y confiabilidad eb maquinas circulares en la empresa textil WG. SAC – Lima*. (Informe de grado final). Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú.
- Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, María. (2010). *Metodología de la Investigación*. 5ta. ed. México: McGraw-Hill/ Interamericana Editores S.A., 2010. 613pp.
- Hormigonar (2008). *El mantenimiento no puede esperar*. Revista de la Asociación Argentina del Hormigón Elaborado. Año 5, Num. 14, 2018.
- Garcia Mallqui, E. (2016). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo para mejorar la disponibilidad de la empresa uesfalia alimentos S.A* (Tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial). Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.

González Valdés, Roberto P, Rodríguez López, Yanara, García Taín, Yelene, & Fernández, Lucía. (2010). *Consumo de combustible de los motores de combustión interna*. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 19(1), 01-08. Recuperado en 08 de enero de 2018, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542010000100001&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542010000100001&lng=es&tlng=es).

Méndez Cajas, P. (2006). *Propuesta para la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (Tpm) administrado por el sistema de planificación de los recursos de manufactura II (MRPII, Manufacturing Resource Planning II) en una industria de elaboración de productos de limpieza*. A (Tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial). Universidad San Carlos de Guatemala, San Carlos, Guatemala.

Mesa Grajales, D., Ortiz Sánchez, Y., y Pinzón, M. (2006). *La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento*. Scientia Et Technica, Vol. 1(Num.30).  
<https://doi.org/10.22517/23447214.6513>

Mora, L. (2009). *Mantenimiento Planeación, Ejecución y Control*. Bogotá, Editorial Alfaomega Colombia S.A.

Mosquera. (1995). *Tipos de Mantenimiento*. México, Editorial LIMUSA.

Olives Masip R (1994). *Mantenimiento Preventivo*. Primera edición, Barcelona, España. Editorial: Ediciones Departamento de Empresa y Empleo. Recuperado el 08 de agosto del 2018, de: [gp\\_manteniment\\_preventiu\\_cast.pdf \(gencat.cat\)](http://gencat.cat/gp_manteniment_preventiu_cast.pdf)

Olympia (s.f.). *Ficha técnica de motor generador OLYMPIAN GEP88-1*.

- Perkins (enero del 2007). *Manual de desarmado y armado de motores: Motores Industriales 1103 y 1104.*
- Perkins (septiembre del 2008) *Manual de operación y mantenimiento: Motores Industriales 1103 y 1104.*
- Power wizard (s.f.) *Manual de usuario: sistema de control power wizard 1.0 y 1.02.*
- Ramos Sparrow, J (2017). *Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa Atlanta metal drill S.A.C* (Tesis para optar título profesión de ingeniero mecánico). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Socconini, Luis (2014). *certificación lean six sigma yellow belt para la excelencia en los negocios.* Recuperado el 18 de julio del 2018, de: <http://site.ebrary.com/lib/upcsp/reader.action?docID=11423458&ppg=6>.
- Souris, L. (1996). *Metodología de la investigación.* Buenos Aires: Universidad Nacional entre Ríos.
- Soto Baltazar, Jean (2016). *Mantenimiento basado en la confiabilidad para el mejoramiento de la disponibilidad mecánica de los volquetes Faw en Gym S.A.* (Tesis para optar el título profesional de ingeniero mecánico). Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Tuesta Yliquin, J (2014). *Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la empresa Obrainsa.* (Tesis para optar el título profesional de ingeniero mecánico). Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú.
- Olives Masip, R. (s.f.). *Mantenimiento preventivo.* Recuperado el 12 de julio del 2018, de: <http://treball.gencat.cat/web/.content/09->

[seguretat\\_i\\_salut\\_laboral/publicacions/imatges/qp\\_manteniment\\_preventiu\\_cas  
t.pdf.](#)

## Lincografía

*El blog del Mantenimiento (2011)*. Recuperado el 18 de julio del 2018, de:  
[https://maintenancela.blogspot.com/2011/10/confiabilidad-disponibilidad-  
y.html](https://maintenancela.blogspot.com/2011/10/confiabilidad-disponibilidad-y.html)

El mundo de la ingeniería industrial (2018) Recuperado el 15 de abril del 2018, de:  
[www.rochichan.blogspot.com](http://www.rochichan.blogspot.com).

Jiménez, A. (2011). Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad, entendiendo sus diferencias. Recuperado el 12 de junio del 2018, de [Mantenimiento LA: Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad, entendiendo sus diferencias. \(maintenancela.blogspot.com\)](#)

*Confiabilidad – Mantenibilidad y Disponibilidad*. (s.f.) Recuperado el 22 de julio del 2018, de  
<http://cadimconsultores.com/gallery/confiabilidad,%20mantenibilidad,%20disponibilidad.pdf>.

Sinais, (2008). *Tendencias actuales del Mantenimiento Industrial*. Recuperado el 12 de Agosto del 2018, de: <http://www.sinais.es/Mantenimiento>.

**IX. Anexos:**

**Anexo 01:** Control histórico de mantenimiento y/o reparación de equipo SP-GE-06

		<b>CONTROL HISTORICO DE MANTENIMIENTO Y/O REPARACION DE EQUIPO</b>					PSPB-330-X-FR-007 Revisión: 1 Emisión: 05/02/2014 Pagina: 1 de 1			
REGISTRO: SP-GE-06		DESCRIPCIÓN: GENERADOR					MARCA: OLYMPIAN		MODELO: GEP88-1	
FECHA	HOROMETRO / ODOMETRO	MP-1	MP-2	MP-3	MP-4	MP-5	DETALLE DEL MANTENIMIENTO Y/O REPARACION	VoBo		
13/02/2014	27399	X					SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE SE CAMBIO ACEITE MOTOR MOTOR SE CAMBIO INYECTORES REPARADOS	OK		
06/03/2014	27649	X					SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE SE CAMBIO ACEITE MOTOR MOTOR	OK		
17/04/2014	27856						EQ. INPERATIVO POR BOMBA DE INYECCION Y LLAVE TÉRMICA	OK		
10/09/2014	27858						INSTALACION DE BOMBA DE INYECCION + 04 INYECTORES REPARADOS EN LIMA	OK		
10/09/2014	27858	X					SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE SE CAMBIO ACEITE MOTOR MOTOR	OK		
28/09/2014	27860						MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ALTERNADOR Y ARRANCADOR SE INSTALA INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 400 AMPERIOS NUEVO INSTALACION DE BOMBA DE LEVANTE DE COMBUSTIBLE NUEVO	OK		
20/10/2014	27879						CAMBIO DE CORREA DE VENTILADOR	OK		
04/11/2014	28040						CAMBIO DE L ALTERNADOR (SE TENIA EN STOCK)	OK		
10/11/2014	28117.5						SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE SE CAMBIO ACEITE MOTOR	OK		
02/12/2014	28392	1					LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE	OK		

							SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE	OK
							SE CAMBIO ACEITE MOTOR	OK
							LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE	OK
05/12/2014	28428						OSCILACION EN LAS RPM DEL MOTOR, SE REVISA Y SE ENCUENTRA PRESENCIA DE AGUA EN EL FILTRO DE COMBUSTIBLE	OK
09/12/2014	28454						EQUIPO INOPERATIVO POR PROBLEMAS CON LA BOMBA DE INYECCIÓN. EL DAÑO FUE CAUSADO POR TENER PRESENCIA DE AGUA EN EL COMBUSTIBLE.	OK



CONTROL HISTORICO DE MANTENIMIENTO Y/O REPARACION DE EQUIPO

PSPB-330-X-FR-007  
 Revisión: 1  
 Emisión: 03/02/2015  
 Pagina: 1 de 1

REGISTRO: SP-GE-06		DESCRIPCIÓN: GENERADOR					MARCA: OLYMPIAN	MODELO: GEP88-1
FECHA	HOROMETRO / ODOMETRO	MP-1	MP-2	MP-3	MP-4	MP-5	DETALLE DEL MANTENIMIENTO Y/O REPARACION	VoBo
18/01/2015	28454						_INSTALACIÓN DE BOMBA DE INYECCION, AL REALIZAR LAS PRUEBAS AL MISMO LA BOMBA SE ENCUENTRA DESCALIBRADO (RPM ELEVADO 1870 EN VACIO Y CON CARGA DE 120 A TIENE 1821). SE RETIRA LA BOMBA Y SE ENVIA A LIMA PARA SU CALIBRACIÓN	OK
01/11/2015	30635,7						_INSTALACION DE BOMBA DE INYECCION E INYECTORES (REPARADO) _SE CAMBIO CAÑERIAS DE RETORNO DE COMBUSTIBLE _SE CAMBIO EMPAQUETADURAS DE BOMBA DE AGUA _SE CAMBIO EMPAQUETADURA DE TAPA DE DISTRIBUCION	OK OK OK OK
14/11/2015	30768	X					_SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS _SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE _SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE _SE CAMBIO ACEITE MOTOR _SE LIMPIO FILTRO DE AIRE	OK OK OK OK OK
18/12/2015	30981	X					_SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS _SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE _SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE _SE CAMBIO ACEITE MOTOR _SE LIMPIO FILTRO DE AIRE	OK OK OK OK OK
05/01/2016	31236	X					_SE REALIZO MONTAJE DE BOMBA DE INYECCION REPARADA _SE REALIZO LAVADO DE RADIADOR _SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS _SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE _SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE _SE CAMBIO ACEITE MOTOR _SE LIMPIO FILTRO DE AIRE	OK OK OK OK OK OK OK
29/01/2016	31542	X					_SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS _SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE _SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE _SE CAMBIO ACEITE MOTOR _SE CAMBIO FILTRO DE AIRE	OK OK OK OK OK
16/02/2016	31800	X					_SE REALIZO LIMPIEZA DE CAÑERIAS DE COMBUSTIBLE _SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS _SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE _SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE _SE CAMBIO ACEITE MOTOR _SE LIMPIO FILTRO DE AIRE	OK OK OK OK OK OK



CONTROL HISTORICO DE MANTENIMIENTO Y/O REPARACION DE EQUIPO

PSPB-330-M-FR-006  
 Revisión: 0  
 Emisión: 06/09/10  
 Pagina: 1 de 1

REGISTRO: SP-GE-06		DESCRIPCIÓN: GENERADOR					MARCA: OLYMPIAN	MODELO: GEP88-1
FECHA	HOROMETRO / ODOMETRO	MP-1	MP-2	MP-3	MP-4	MP-5	DETALLE DEL MANTENIMIENTO Y/O REPARACION	VoBo
01/03/2016	31980	X					SE CAMBIO FAJA DE VENTILADOR	OK
11/03/2016	32095	X					SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS	OK
							SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE	OK
							SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE	OK
							SE CAMBIO ACEITE MOTOR	OK
							SE LIMPIO FILTRO DE AIRE	OK
03/04/2016	32362,4	X					SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS	OK
							SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE	OK
							SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE	OK
							SE CAMBIO ACEITE MOTOR	OK
							SE LIMPIO FILTRO DE AIRE	OK
							REVISION DE CORREA DE VENTILADOR	OK
01/06/2016	32530						SE REALIZO MANTENIMIENTO DE SISTEMA ELECTRICO	
07/07/2016	32886						SE REALIZO LA INSTALACION DEL TUBO DE ESCAPE	
01/08/2016	33838	X					SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS	OK
							SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE	OK
							SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE	OK
							SE CAMBIO ACEITE MOTOR	OK
09/11/2016	34719	X					SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS	OK
							SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE	OK
							SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE	OK
							SE CAMBIO ACEITE MOTOR	OK
							SE CAMBIO FILTRO DE AIRE	OK
07/12/2016	34780						OBSERVACION: GOBERNADOR DE BOMBA DE INYECCION DEFICIENTE	
							CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	



CONTROL HISTORICO DE MANTENIMIENTO Y/O REPARACION DE EQUIPO

PSPB-330-X-FR-007  
 Revisión: 1  
 Emisión: 05/02/2014  
 Pagina: 1 de 1

REGISTRO: SP-GE-06		DESCRIPCIÓN: GENERADOR					MARCA: OLYMPIAN	MODELO: GEP88-1
FECHA	HOROMETRO / ODOMETRO	MP-1	MP-2	MP-3	MP-4	MP-5	DETALLE DEL MANTENIMIENTO Y/O REPARACION	VoBo
10/11/2017	24899	X					_ SE REPARO CULATA (SE CAMBIO VALVULAS, GUIAS, RETENES DE VALVULA, ASIENTO DE VALVULAS, SEGURO DE VALVULA	OK
							_ SE CAMBIO PISTONES, BULONES Y ANILLOS DE TODO EL CONJUNTO DEL BLOCK	OK
							_ SE CAMBIO METALES DE BIELA Y BANCADA	OK
							_ SE CAMBIO RETEN ANTERIOR Y POSTERIOR DE CIGÜEÑAL	OK
							_ SE CAMBIO FAJA DE VENTILADOR	OK
							_ SE CAMBIO BOMBA DE AGUA	OK
							_ SE CAMBIO UNA BOMBA DE TRASNFERENCIA DE COMBUSTIBLE	OK
							_ SE CAMBIO TURBOCOMPRESOR REPARADO	OK
							_ SE CAMBIO FILTROS DE TODOS LOS SISTEMAS	OK
12/12/2017	24899	X					_ SE CAMBIO BOMBA DE INYECCION E INYECTORES REPARADA	OK
21/02/2018	36636	X					_ <b>SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS</b>	OK
							_ SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE	OK
							_ SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE	OK
							_ SE CAMBIO ACEITE MOTOR	OK
							_ SE LIMPIO FILTRO DE AIRE	OK
							_ <b>OBSERVACION:</b> BOMBA DE INYECCION (SE DESCARGA LAS LINEAS DE COMBUSTIBLE DE UN DIA PARA OTRO)	OK
19/03/2018	3690	X					_ <b>SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS</b>	OK
							_ SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE	OK
							_ SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE	OK
							_ SE CAMBIO FILTRO ELEMENTO	OK
							_ SE CAMBIO ACEITE MOTOR	OK
							_ SE LIMPIO RADIADOR	OK
							_ <b>OBSERVACION:</b> LAS LINEAS DE COMBUSTIBLE SE DESCARGAN DE UN DUA PARA OTRO	OK
21/04/2018	37734						_ SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE	OK
01/05/2018	37901						_ SE REALIZO LIMPIEZA DE CAÑERIAS DE COMBUSTIBLE	OK

**Anexo 02:** Control histórico de mantenimiento y/o reparación de equipo SP-GE-07

		<b>CONTROL HISTORICO DE MANTENIMIENTO Y/O REPARACION DE EQUIPO</b>					PSPB-330-X-FR-007 Revisión: 1 Emisión: 05/02/2014 Pagina: 1 de 1	
REGISTRO: SP-GE-07		DESCRIPCIÓN: GENERADOR					MARCA: OLYMPIAN	MODELO: GEP88-1
FECHA	HOROMETRO / ODOMETRO	MP-1	MP-2	MP-3	MP-4	MP-5	DETALLE DEL MANTENIMIENTO Y/O REPARACION	VoBo
30/03/2014	27504	X					<b>MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b> CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR ✓ CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR ✓ CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE ✓ CAMBIO DE FILTRO DE AIRE ✓ SE INSTALA 01 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE A LA FASE S, POR ESTAR EN MAL ESTADO ✓ SE INSTALA 01 BOMBA DE INYECCION REPARADA ✓ LIMPIEZA GENERAL DEL EQUIPO (TANQUE DE COMBUSTIBLE, SISTEMA ELECTRICO) ✓	✓
11/04/2014	27795	X					<b>MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b> CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR ✓ CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR ✓ CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE ✓	✓
21/04/2014	28032	X					<b>MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b> CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR ✓ CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR ✓ CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE ✓ PROXIMO CAMBIO SE DEBE CONSIDERAR AL FILTRO DE AIRE Y LIMPIEZA DEL RADIADOR ✓	✓
01/05/2014	28200						CAMBIO DE BOMBA DE AGUA ✓ CAMBIO DE RETEN DE CIGÜEÑAL DELANTERO ✓ MANTENIMIENTO DE ALTERNADOR ✓ LAVADO DE RADIADOR ✓	✓
07/05/2014	28320						<b>MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b> CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR ✓ CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR ✓ CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE ✓	✓
17/05/2014	28590						<b>MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b> CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR ✓ CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR ✓ CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE ✓ CAMBIO DE FILTRO DE AIRE ✓	✓
26/05/2014	28795						<b>MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b> CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR ✓ CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR ✓ CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE ✓	✓



**CONTROL HISTORICO DE MANTENIMIENTO Y/O REPARACION DE EQUIPO**

PSPB-330-X-FR-007  
 Revisión: 1  
 Emisión: 05/02/2014  
 Pagina: 1 de 1

REGISTRO: SP-GE-07		DESCRIPCIÓN: GENERADOR					MARCA: OLYMPIAN	MODELO: GEP88-1
FECHA	HOROMETRO / ODOMETRO	MP-1	MP-2	MP-3	MP-4	MP-5	DETALLE DE MANTENIMIENTO Y/O REPARACION	VoBo
11/06/2014	29182	1					<b>MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>	✓
							_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	✓
							_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	✓
							_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	✓
							_LIMPIEZA DEL FILTRO DE AIRE	✓
20/06/2014	29415	1					<b>MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>	✓
							_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	✓
							_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	✓
							_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	✓
							_LIMPIEZA DEL FILTRO DE AIRE	✓
23/08/2014	29415						EQUIPO EN STAND BY EN CASH. 03	✓
30/08/2014	29442						_CAMBIO DE BOMBA ELECTRICA DE COMBUSTIBLE	✓
06/09/2014	29606	1					<b>MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>	✓
							_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	✓
							_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	✓
							_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	✓
							_LIMPIEZA DEL FILTRO DE AIRE	✓
							_CAMBIO DE ALTERNADOR DE CORRIENTE (REPARADO)	✓
18/09/2014	29868,8	1					<b>MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>	✓
							_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	✓
							_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	✓
							_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE Y LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE	✓
							_CAMBIO DE LA MANGUERA DE RETORNO DE ACEITE DEL TURBO, LAVADO DE RADIADOR Y TANQUE DE COMBUSTIBLE	✓
24/11/2014	29897						_CAMBIO DEL FILTRO DE AIRE (FILTRO SATURADO Y EN MAL ESTADO)	✓
26/11/2014	29897							✓
19/12/2014	30063	1					<b>MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>	✓
							_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	✓
							_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	✓
							_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	✓
							_CAMBIO DE FILTRO DE AIRE	✓
25/12/2014	30105						_CAMBIO DE ALTERNADOR	✓
30/12/2014	30260	1					<b>MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>	✓
							_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	✓
							_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	✓
							_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	✓



**CONTROL HISTORICO DE MANTENIMIENTO Y/O REPARACION DE EQUIPO**

PSPB-330-X-FR-007  
 Revisión: 1  
 Emisión: 05/02/2014  
 Pagina: 1 de 1

REGISTRO: SP-GE-07		DESCRIPCIÓN: GENERADOR					MARCA: OLYMPIAN	MODELO: GEP88-1
FECHA	HOROMETRO / ODOMETRO	MP-1	MP-2	MP-3	MP-4	MP-5	DETALLE DEL MANTENIMIENTO Y/O REPARACION	VoBo
10/01/2015	30463	1					<b>MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>	OK
							CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	OK
	264						CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	OK
							CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	OK
21/01/2015	30727	1					<b>MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>	OK
							CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	OK
							CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	OK
	192						CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	OK
29/01/2015	30919						CAMBIO DE CORREA DE ALTERNADOR	OK
02/02/2015	30919	1					<b>MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>	OK
							CAMBIO DE FILTRO Y ACEITE DE MOTOR	OK
							CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	OK
	719,4						LAVADO RADIADOR	OK
04/11/2015	31638,4						SE REALIZO MANTENIMIENTO DE SISTEMA ELECTRICO	OK
							SE REALIZO LA INSTALACION DEL TUBO DE ESCAPE	OK
							SE CAMBIO EL SEBADOR DE COMBUSTIBLE	OK
							SE CAMBIO LAS BOBINAS AMPERIMETRICAS	OK
27/11/2015							<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS PROGRAMADO</b>	OK
							CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	OK
							CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	OK
							CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	OK
20/12/2015	32486						<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS PROGRAMADO</b>	OK
							CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	OK
	318,1						CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	OK
							CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	OK
03/01/2016	32804,1						<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS PROGRAMADO</b>	OK
							CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	OK
							CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	OK
							CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	OK

							SE CAMBIO FILTRO DE AIRE	OK
							SE REALIZO LAVADO DE RADIADOR	OK
16/01/2016	33128						<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS PROGRAMADO</b>	OK
							CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	OK
							CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	OK
							CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	OK
							SE CAMBIO FILTRO DE AIRE	OK



## CONTROL HISTORICO DE MANTENIMIENTO Y/O REPARACION DE EQUIPO

PSPB-330-X-FR-007  
 Revisión: 1  
 Emisión: 05/02/2014  
 Pagina: 1 de 1

REGISTRO: SP-GE-07		DESCRIPCIÓN: GENERADOR					MARCA: OLYMPIAN	MODELO: GEP88-1
FECHA	HOROMETRO / ODOMETRO	MP-1	MP-2	MP-3	MP-4	MP-5	DETALLE DEL MANTENIMIENTO Y/O REPARACION	VoBo
27/01/2016	33398	X					_ MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO DE 250 HRS _ CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR _ CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR _ CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE _ LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE	OK
07/02/2016	33652	X					_ MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO DE 250 HRS _ CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR _ CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR _ CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE _ LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE	OK
	4442,3						_ CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR _ CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR _ CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE _ LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE	OK
20/01/2016	33150	X					_ CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	OK
25/01/2016	33223	X					_ CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	OK
08/10/2017	38094,3	X					_ MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO DE 250 HRS _ CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR _ CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR _ CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE _ LIMPIEZA DE RADIADOR _ SE REALIZO TENSADO DE CORREA DE RADIADOR	OK
24/10/2017	256,7 38351	X					_ MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO DE 250 HRS _ CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR _ CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR _ CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE _ LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE _ LIMPIEZA DE RADIADOR _ OBSERVACION: CORREA DE VENTILADOR DESGASTADA; RPM IRREGULAR A MAYOR AMPERAJE (BOMBA DE INYECCION NECESITA REVI Y MANTTO)	OK
30/11/2017	38432	X					_ CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	OK
15/07/2018	38592	X					_ CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	OK
23/11/2018	38712	X					_ SE CAMBIO LAS BOBINAS AMPERIMETRICAS	OK

**Anexo 03: Control histórico de tiempos por mantenimiento SP-GE-06**

2014					2015				
Fecha	Horas totales acumuladas	Tipo de reparación	Horas de reparación	Detalle	Fecha	Horas totales acumuladas	Tipo de reparación	Horas de reparación	Detalle
13/02/2014	27399	Preventivo		<b>_SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO</b>	18/01/2015	28454	Correctivo	2,15	_INSTALACIÓN DE BOMBA DE INYECCIÓN, AL REALIZAR LAS PRUEBAS AL MISMO LA BOMBA SE ENCUENTRA DESCALIBRADO
			2,63	_SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE				5,73	(RPM ELEVADO 1870 EN VACIO Y CON CARGA DE 120 A TIENE 1821). SE RETIRA LA BOMBA Y SE ENVIA A LIMA PARA SU CALIBRACIÓN
			1,53	_SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE	01/11/2015	30635,7	Correctivo	3,95	_INSTALACION DE BOMBA DE INYECCION E INYECTORES (REPARADO)
			1,00	_SE CAMBIO ACEITE MOTOR				2,20	_SE CAMBIO CAÑERIAS DE RETORNO DE COMBUSTIBLE
			2,98	_SE CAMBIO INYECTORES REPARADOS				2,03	_SE CAMBIO EMPAQUETADURAS DE BOMBA DE AGUA
06/03/2014	27649	Preventivo		<b>_SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO</b>	14/11/2015	30768	Preventivo	2,00	_SE CAMBIO EMPAQUETADURA DE TAPA DE DISTRIBUCION
			0,85	_SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE					<b>_SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS</b>
			2,30	_SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE				1,25	_SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE
			2,35	_SE CAMBIO ACEITE MOTOR				2,83	_SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE
17/04/2014	27856	Correctivo	5,58	_EQ. INPERATIVO POR BOMBA DE INYECCION Y LLAVE TÉRMICA			1,60	_SE CAMBIO ACEITE MOTOR	
10/09/2014	27858	Correctivo	4,73	_INSTALACION DE BOMBA DE INYECCION + 04 INYECTORES REPARADOS EN LIMA			0,80	_SE LIMPIO FILTRO DE AIRE	
10/09/2014	27858	Preventivo		<b>_SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO</b>	18/12/2015	30981	Preventivo		<b>_SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS</b>
			2,83	_SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE				1,18	_SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE

			2,00	_SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE				2,43	_SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE
			1,18	_SE CAMBIO ACEITE MOTOR				0,80	_SE CAMBIO ACEITE MOTOR
28/09/2014	27860	Correctivo	2,98	_MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ALTERNADOR Y ARRANCADOR				1,18	_SE LIMPIO FILTRO DE AIRE
			1,03	_SE INSTALA INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 400 AMPERIOS NUEVO				1,38	_SE REALIZO MONTAJE DE BOMBA DE INYECCION REPARADA
			2,50	_INSTALACION DE BOMBA DE LEVANTE DE COMBUSTIBLE NUEVO				1,55	_SE REALIZO LAVADO DE RADIADOR
19/10/2014	27865	Correctivo	6,48	_INSTALACION DE BOMBA DE LEVANTE DE COMBUSTIBLE NUEVO					
20/10/2014	27879	Correctivo	4,13	_CAMBIO DE CORREA DE VENTILADOR					
04/11/2014	28040	Correctivo	5,75	_CAMBIO DE L ALTERNADOR (SE TENIA EN STOCK)					
				<b>_SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO</b>					
10/11/2014	28117,5	Preventivo	2,03	_SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE					
			0,93	_SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE					
			1,85	_SE CAMBIO ACEITE MOTOR					
			2,63	_LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE					
				<b>_SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO</b>					
02/12/2014	28392	Preventivo	2,95	_SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE					
			2,93	_SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE					
			2,95	_SE CAMBIO ACEITE MOTOR					
			2,98	_LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE					
05/12/2014	28428	Correctivo	4,43	_OSCILACION EN LAS RPM DEL MOTOR, SE REvisa Y SE ENCUENTRA PRESENCIA DE AGUA EN EL FILTRO DE COMBUSTIBLE					
09/12/2014	28454	Correctivo	6,13	_EQUIPO INOPERATIVO POR PROBLEMAS CON LA BOMBA DE INYECCION. EL DAÑO FUE CAUSADO POR TENER PRESENCIA DE AGUA EN EL COMB.					
Termino	28454				Termino	31156			

2016					2017				
Fecha	Horas totales acumuladas	Tipo de reparación	Horas de reparación	Detalle	Fecha	Horas totales acumuladas	Tipo de reparación	Horas de reparación	Detalle
05/01/2016	31236	Preventivo		<b>_ SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS</b>	10/11/2017	35672	Correctivo	2,43	_ SE REPARO CULATA (SE CAMBIO VALVULAS, GUIAS, RETENES DE VALVULA, ASIENTO DE VALVULAS, SEGURO DE VALVULA
			2,68	_ SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE				1,60	_ SE CAMBIO PISTONES, BULONES Y ANILLOS DE TODO EL CONJUNTO DEL BLOCK
			1,93	_ SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE				2,63	_ SE CAMBIO METALES DE BIELA Y BANCADA
			1,95	_ SE CAMBIO ACEITE MOTOR				1,33	_ SE CAMBIO RETEN ANTERIOR Y POSTERIOR DE CIGÜEÑAL
			1,90	_ SE LIMPIO FILTRO DE AIRE				3,43	_ SE CAMBIO FAJA DE VENTILADOR
29/01/2016	31542	Preventivo		<b>_ SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS</b>				2,35	_ SE CAMBIO BOMBA DE AGUA
			0,78	_ SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE				0,85	_ SE CAMBIO UNA BOMBA DE TRASNFERENCIA DE COMBUSTIBLE
			1,55	_ SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE				1,75	_ SE CAMBIO TURBOCOMPRESOR REPARADO
			2,43	_ SE CAMBIO ACEITE MOTOR				0,90	_ SE CAMBIO FILTROS DE TODOS LOS SISTEMAS
			2,20	_ SE CAMBIO FILTRO DE AIRE	12/12/2017	36590	Correctivo	6,78	_ SE CAMBIO BOMBA DE INYECCION E INYECTORES REPARADA
			2,35	_ SE REALIZO LIMPIEZA DE CAÑERIAS DE COMBUSTIBLE					
16/02/2016	31800	Preventivo		<b>_ SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS</b>					
			0,75	_ SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE					
			1,50	_ SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE					
			0,95	_ SE CAMBIO ACEITE MOTOR					
01/03/2016	31980	Correctivo	2,60	_ SE LIMPIO FILTRO DE AIRE					
			4,30	_ SE CAMBIO FAJA DE VENTILADOR					
11/03/2016	32095	Preventivo		<b>_ SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS</b>					
			2,68	_ SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE					
			1,83	_ SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE					
			0,83	_ SE CAMBIO ACEITE MOTOR					

			2,75	_ SE LIMPIO FILTRO DE AIRE					
03/04/2016	32362	Preventivo		<b>_ SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS</b>					
			2,38	_ SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE					
			1,18	_ SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE					
			0,90	_ SE CAMBIO ACEITE MOTOR					
			1,43	_ SE LIMPIO FILTRO DE AIRE					
			2,20	_ REVISION DE CORREA DE VENTILADOR					
01/06/2016	32530	Correctivo	2,20	_ SE REALIZO MANTENIMIENTO DE SISTEMA ELECTRICO					
07/07/2016	32886	Correctivo	3,93	SE REALIZO LA INSTALACION DEL TUBO DE ESCAPE					
01/08/2016	33838	Preventivo		<b>_ SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS</b>					
			2,48	_ SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE					
			0,78	_ SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE					
			1,18	_ SE CAMBIO ACEITE MOTOR					
09/11/2016	34719	Preventivo		<b>_ SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS</b>					
			2,85	_ SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE					
			2,65	_ SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE					
			1,10	_ SE CAMBIO ACEITE MOTOR					
			1,43	_ SE CAMBIO FILTRO DE AIRE					
				<b>_ OBSERVACION: GOBERNADOR DE BOMBA DE INYECCION DEFICIENTE</b>					
07/12/2016	34780	Correctivo	1,93	_ CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE					
Termino	35045				Termino	36610			

2018				
Fecha	Horas totales acumuladas	Tipo de reparación	Horas de reparación	Detalle
21/02/2018	36636	Preventivo		<b>_ SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS</b>
			1,73	_ SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE
			2,23	_ SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE
			1,83	_ SE CAMBIO ACEITE MOTOR
			2,53	_ SE LIMPIO FILTRO DE AIRE
			2,28	<b>_ OBSERVACION: BOMBA DE INYECCION (SE DESCARGA LAS LINEAS DE COMBUSTIBLE DE UN DIA</b>

				PARA OTRO)
19/03/2018	36900	Preventivo		_ SE REALIZO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS
			1,25	_ SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE
			2,53	_ SE CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE
			2,40	_ SE CAMBIO FILTRO ELEMENTO
			2,33	_ SE CAMBIO ACEITE MOTOR
			2,78	_ SE LIMPIO RADIADOR
				_ OBSERVACION: LAS LINEAS DE COMBUSTIBLE SE DESCARGAN DE UN DUA PARA OTRO
21/04/2018	37134	Correctivo	5,35	_ SE CAMBIO FILTRO DE ACEITE
01/05/2018	37201	Correctivo	7,28	_ SE REALIZO LIMPIEZA DE CAÑERIAS DE COMBUSTIBLE
Termino	37532			

### Resumen:

		REGISTRO: SP-GE-07					TOTAL
		2014	2015	2016	2017	2018	
MTBF	Numero de fallas	8	2	4	2	2	18
	Tiempo total de operaciones	1055	2702	3889	1565	922	10133
	MTBF	131,9	1351,0	972,3	782,5	461,0	562,9
MTTF	Numero de fallas	8	2	4	2	2	18
	Tiempo total de paradas	43,7	18,05	10,425	24,025	12,625	108,825
	MTTF	5,4625	9,025	2,60625	12,0125	6,3125	6,04583333
DISPONIBILIDAD		96,02%	99,34%	99,73%	98,49%	98,65%	98,94%
Landa		0,00758294	0,00074019	0,00102854	0,00127796	0,0021692	0,00177637
CONFIABILIDAD		15,02%	83,11%	77,33%	72,65%	58,14%	64,14%

**Anexo 04: Control histórico de tiempos por mantenimiento SP-GE-07**

2014					2015				
Fecha	Horas totales acumuladas	Tipo de reparación	Horas de reparación	Detalle	Fecha	Horas totales acumuladas	Tipo de reparación	Horas de reparación	Detalle
30/03/2014	27504	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>	10/01/2015	30463	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>
			1,93	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR				1,85	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR
			1,05	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR				1,98	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR
			2,13	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE				2,65	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE
			2,43	_CAMBIO DE FILTRO DE AIRE	21/01/2015	30727	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>
			1,08	_SE INSTALA 01 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE A LA FASE S, POR ESTAR EN MAL ESTADO				1,43	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR
			2,75	_SE INSTALA 01 BOMBA DE INYECCION REPARADA				2,48	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR
			1,60	_LIMPIEZA GENERAL DEL EQUIPO (TANQUE DE COMBUSTIBLE, SISTEMA ELECTRICO)				2,28	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE
11/04/2014	27795	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>	29/01/2015	30919	Correctivo	7,65	_CAMBIO DE CORREA DE ALTERNADOR
			2,80	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	02/02/2015	30919	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>
			1,90	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR				2,08	_CAMBIO DE FILTRO Y ACEITE DE MOTOR
			2,03	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE				2,30	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE
21/04/2014	28032	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>	04/11/2015	31638,4	Correctivo	1,10	_LAVADO RADIADOR
			2,58	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR				2,95	_ SE REALIZO MANTENIMIENTO DE SISTEMA ELECTRICO
			1,48	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	1,93	SE REALIZO LA INSTALACION DEL TUBO DE ESCAPE			
			1,98	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	4,13	SE CAMBIO EL SEBADOR DE COMBUSTIBLE			

			1,33	_PROXIMO CAMBIO SE DEBE CONSIDERAR AL FILTRO DE AIRE Y LIMPIEZA DEL RADIADOR				2,95	SE CAMBIO LAS BOBINAS AMPERIMETRICAS
01/05/2014	28200	Correctivo	2,50	_CAMBIO DE BOMBA DE AGUA	27/11/2015	32062	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS PROGRAMADO</b>
			4,95	_CAMBIO DE RETEN DE CIGÜEÑAL DELANTERO				1,58	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR
			2,60	_MANTENIMIENTO DE ALTERNADOR				1,20	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR
			2,20	_LAVADO DE RADIADOR				0,93	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE
0705/2014	28320	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>	20/12/2015	32486	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS PROGRAMADO</b>
			0,80	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR				2,15	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR
			0,78	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR				2,35	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR
			1,10	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE				1,98	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE
17/05/2014	28590	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>					
			1,63	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR					
			1,98	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR					
			2,23	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE					
26/05/2014	28795	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>					
			2,08	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR					
			2,53	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR					
			1,98	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE					
11/06/2014	29182	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>					
			2,88	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR					
			1,43	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR					
			1,95	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE					
20/06/2014	29415	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>					
			2,55	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR					
			1,70	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR					
			2,33	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE					
			1,63	_LIMPIEZA DEL FILTRO DE AIRE					

23/08/2014	29415	Correctivo	6,20	_EQUIPO EN STAND BY EN CASH. 03						
30/08/2014	29442	Correctivo	7,00	_CAMBIO DE BOMBA ELECTRICA DE COMBUSTIBLE						
06/09/2014	29606	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>						
			1,48	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR						
			2,28	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR						
			0,78	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE						
			1,53	_LIMPIEZA DEL FILTRO DE AIRE						
			1,05	_CAMBIO DE ALTERNADOR DE CORRIENTE (REPARADO)						
18/09/2014	29868,8	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>						
			1,15	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR						
			2,85	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR						
			2,18	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE Y LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE						
24/11/2014	29897	Correctivo	7,18	_CAMBIO DE LA MANGUERA DE RETORNO DE ACEITE DEL TURBO, LAVADO DE RADIADOR Y TANQUE DE COMBUSTIBLE						
26/11/2014	29897	Correctivo	10,38	_CAMBIO DEL FILTRO DE AIRE (FILTRO SATURADO Y EN MAL ESTADO)						
19/12/2014	30063	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>						
			2,23	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR						
			2,65	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR						
			1,60	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE						
			2,25	_CAMBIO DE FILTRO DE AIRE						
25/12/2014	30105	Correctivo	4,43	_CAMBIO DE ALTERNADOR						
30/12/2014	30260	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PROGRAMADO PREVENTIVO</b>						
			2,18	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR						
			1,18	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR						
			2,43	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE						
Termino	30301				Termino	32534				

2016					2017					
Fecha	Horas totales acumuladas	Tipo de reparación	Horas de reparación	Detalle	Fecha	Horas totales acumuladas	Tipo de reparación	Horas de reparación	Detalle	
03/01/2016	32804	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS PROGRAMADO</b>	08/10/2017	38094,3	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO DE 250 HRS</b>	
			2,10	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR				1,08	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	
			0,90	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR				0,83	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	
			1,65	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE				2,03	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	
			1,30	_SE CAMBIO FILTRO DE AIRE				2,78	_ LIMPIEZA DE RADIADOR	
			1,90	_ SE REALIZO LAVADO DE RADIADOR				2,23	_ SE REALIZO TENSADO DE CORREA DE RADIADOR	
16/01/2016	33128	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 250 HRS PROGRAMADO</b>	24/10/2017	38351	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO DE 250 HRS</b>	
			2,28	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR				2,78	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	
			2,35	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR				1,48	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	
			2,38	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE				0,85	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	
20/01/2016	33150	Correctivo	7,98	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE				2,08	_ LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE	
25/01/2016	33223	Preventivo	2,40	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR				2,13	_ LIMPIEZA DE RADIADOR	
27/01/2016	33398	Preventivo		<b>_MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO DE 250 HRS</b>	30/11/2017	38432	Correctivo	6,20	<b>_ OBSERVACION:</b> CORREA DE VENTILADOR DESGASTADA; RPM IRREGULAR A MAYOR AMPERAJE (BOMBA DE INYECCION NECESITA REVI Y MANTTO)	
			2,18	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR						
			1,45	_CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR						
			1,50	_CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE						

			2,25	_ LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE					
07/02/2016	33652	Preventivo		<b>_ MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO DE 250 HRS</b>					
			1,50	_ CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR					
			2,75	_ CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR					
			0,93	_ CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE					
			2,98	_ LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE					
Termino	35636				Termino	38432			

2018				
Fecha	Horas totales acumuladas	Tipo de reparación	Horas de reparación	Detalle
15/07/2018	38592	Correctivo	5,10	_CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR
23/11/2018	38712	Correctivo	6,13	SE CAMBIO LAS BOBINAS AMPERIMETRICAS

### Resumen:

		REGISTRO: SP-GE-06					
		2014	2015	2016	2017	2018	TOTAL
MTBF	Numero de fallas	6	2	1	1	2	12
	Tiempo total de operaciones	2797	2233	3102	2796	280	11208
	MTBF	466,2	1116,5	3102,0	2796,0	140,0	934,0
MTTF	Numero de fallas	6	2	1	1	2	12
	Tiempo total de paradas	47,425	19,6	7,975	6,2	11,225	92,425
	MTTF	7,90416667	9,8	7,975	6,2	5,6125	7,70208333
DISPONIBILIDAD		98,33%	99,13%	99,74%	99,78%	96,15%	99,18%
Landa		0,00214516	0,00089566	0,00032237	0,00035765	0,00714286	0,00107066
CONFIABILIDAD		58,49%	79,94%	92,26%	91,45%	16,77%	76,52%

**Anexo 05: Programa de mantenimientos realizado y por realizar SP-GE-06**

ACTIVIDAD (Cambios y mantenimientos de piezas)	FRECUENCIA (Hr)	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Hora	40	41	42	44	48	40	44	46	44	47	52	43	54	60	65	73	49	49	49	49
	Horómetro	40215	40256	40298	40342	40390	40430	40474	40520	40564	40611	40663	40706	40760	40820	40885	40958	41006,9	41055,9	41104,8	41153,8
Mantenimiento	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	
Agua y sedimentos del tanque de combustible	50	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O	O	O	O
Nivel del electrolito de la batería	500								X									O			
Elemento del filtro de aire del motor (Elemento doble)	500								X									O			
Elemento del filtro de aire del motor (elemento sencillo)	500								X									O			
Conexión a tierra del motor	500								X									O			
Aceite y filtro del motor	500								X									O			
Filtro primario del sistema de combustible (Separador de agua)	500								X									O			
Filtro secundario del sistema de combustible	500								X									O			
Mangueras y abrazaderas	500								X									O			
Radiador	500								X									O			
Luz de las válvulas del motor	1000																	O			
Núcleo del pos enfriador	2000																				
Alternador	2000																				
Soportes del motor	2000																				
Motor de arranque	2000																				
Turbocompresor	2000																				
Bomba de agua	2000																				
Refrigerante del sistema de enfriamiento	3000																				
Núcleo del pos enfriador	4000																				
refrigerante de larga duración (ELC)	6000																				
Refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC)	12000																				
ELC Perkins (Tipo de refrigerante)	12000																				
Refrigerante/anticongelante comercial ASTM D4985	3000																				
SCA POWERPART de Perkins (Tipo de refrigerante)	3000																				
SCA comercial y agua (Tipo de refrigerante)	3000																				
Calibración de bombas	250		X						X					X				O			
Sistema de inyección	250		X						X					X				O			
Cambio de filtro	250		X						X					X				O			
Mantenimiento de sistema eléctrico	250		X						X					X				O			
Cambio de alternador	250		X						X					X				O			

ACTIVIDAD (Cambios y mantenimientos de piezas)	FRECUENCIA (Hr)	DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Horómetro	41202	41251	41300	41349	41398	41447	41496	41545	41594	41643	41692	41741	41789	41838	41887	41936	41985	42034	42083	42132	42181	42230	42279	42328
Mantenimiento	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Agua y sedimentos del tanque de combustible	50	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Nivel del electrolito de la batería	500								O									O							
Elemento del filtro de aire del motor (Elemento doble)	500								O									O							
Elemento del filtro de aire del motor (elemento sencillo)	500								O									O							
Conexión a tierra del motor	500								O									O							
Aceite y filtro del motor	500								O									O							
Filtro primario del sistema de combustible (Separador de agua)	500								O									O							
Filtro secundario del sistema de combustible	500								O									O							
Mangueras y abrazaderas	500								O									O							
Radiador	500								O									O							
Luz de las válvulas del motor	1000																	O							
Núcleo del pos enfriador	2000																	O							
Alternador	2000																	O							
Soportes del motor	2000																	O							
Motor de arranque	2000																	O							
Turbocompresor	2000																	O							
Bomba de agua	2000																	O							
Refrigerante del sistema de enfriamiento	3000																	O							
Núcleo del pos enfriador	4000																								
refrigerante de larga duración (ELC)	6000																	O							
Refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC)	12000																								
ELC Perkins (Tipo de refrigerante)	12000																								
Refrigerante/anticongelante comercial ASTM D4985	3000																	O							
SCA POWERPART de Perkins (Tipo de refrigerante)	3000																	O							
SCA comercial y agua (Tipo de refrigerante)	3000																	O							
Calibración de bombas	250		O						O					O				O						O	
Sistema de inyección	250		O						O					O				O						O	
Cambio de filtro	250		O						O					O				O						O	
Mantenimiento de sistema eléctrico	250		O						O					O				O						O	
Cambio de alternador	250		O						O					O				O						O	

**Anexo 06: Programa de mantenimientos realizado y por realizar SP-GE-06**

ACTIVIDAD (Cambios y mantenimientos de piezas)	FRECUENCIA (Hr)	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
		Hora	46	68	65	60	50	85	58	94	53	52	40	49	50	44	89	95	62	62	62	62
		Horómetro	41665	41733	41798	41858	41908	41993	42051	42145	42198	42250	42290	42339	42389	42433	42522	42617	42679	42741	42804	42866
Mantenimiento	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO		
Agua y sedimentos del tanque de combustible	50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O	O	O	O	
Nivel del electrolito de la batería	500							X								X						
Elemento del filtro de aire del motor (Elemento doble)	500							X								X						
Elemento del filtro de aire del motor (elemento sencillo)	500							X								X						
Conexión a tierra del motor	500							X								X						
Aceite y filtro del motor	500							X								X						
Filtro primario del sistema de combustible (Separador de agua)	500							X								X						
Filtro secundario del sistema de combustible	500							X								X						
Mangueras y abrazaderas	500							X								X						
Radiador	500							X								X						
Luz de las válvulas del motor	1000							X														
Núcleo del pos enfriador	2000							X														
Alternador	2000							X														
Soportes del motor	2000							X														
Motor de arranque	2000							X														
Turbocompresor	2000							X														
Bomba de agua	2000							X														
Refrigerante del sistema de enfriamiento	3000							X														
Núcleo del pos enfriador	4000																					
refrigerante de larga duración (ELC)	6000							X														
Refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC)	12000																					
ELC Perkins (Tipo de refrigerante)	12000																					
Refrigerante/anticongelante comercial ASTM D4985	3000							X														
SCA POWERPART de Perkins (Tipo de refrigerante)	3000							X														
SCA comercial y agua (Tipo de refrigerante)	3000							X														
Calibración de bombas	250			X				X				X				X				O		
Sistema de inyección	250			X				X				X				X				O		
Cambio de filtro	250			X				X				X				X				O		
Mantenimiento de sistema eléctrico	250			X				X				X				X				O		
Cambio de alternador	250			X				X				X				X				O		

ACTIVIDAD (Cambios y mantenimientos de piezas)	FRECUEN	DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
	CIA (Hr)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Hora	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
	Horometro	42928	42991	43053	43116	43178	43240	43303	43365,5	43427	43490	43552	43615	43677	43739	43802	43864	43926	43989	44051	44114	44176	44238	44301	44363
Mantenimiento	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Agua y sedimentos del tanque de combustible	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nivel del electrolito de la batería	500			0								0								0					
Elemento del filtro de aire del motor	500			0								0								0					
Elemento del filtro de aire del motor (elemento sencillo)	500			0								0								0					
Conexión a tierra del motor	500			0								0								0					
Aceite y filtro del motor	500			0								0								0					
Filtro primario del sistema de combustible (Separador de agua)	500			0								0								0					
Filtro secundario del sistema de combustible	500			0								0								0					
Mangueras y abrazaderas	500			0								0								0					
Radiador	500			0								0								0					
Luz de las válvulas del motor	1000			0																0					
Núcleo del pos enfriador	2000																			0					
Alternador	2000																			0					
Soportes del motor	2000																			0					
Motor de arranque	2000																			0					
Turbocompresor	2000																			0					
Bomba de agua	2000																			0					
Refrigerante del sistema de enfriamiento	3000																								
Núcleo del pos enfriador refrigerante de larga duración (ELC)	4000																			0					
refrigerante de larga duración (ELC)	6000																								
Refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC)	12000																								
ELC Perkins (Tipo de refrigerante)	12000																								
Refrigerante/anticongelante comercial ASTM D4985	3000																								
SCA POWERPART de Perkins (Tipo de refrigerante)	3000																								
SCA comercial y agua	3000																								
Calibración de bombas	250			0				0				0				0				0				0	
Sistema de inyección	250			0				0				0				0				0				0	
Cambio de filtro	250			0				0				0				0				0				0	
Mantenimiento de sistema eléctrico	250			0				0				0				0				0				0	
Cambio de alternador	250			0				0				0				0				0				0	

**Anexo 07: Lista de inspección por mantenimiento realizado**

Lista de Inspección - Por mantenimiento					
Encargado:		Fecha:			
PUNTOS DE MANTENIMIENTO	OK	AP	RP	NA	OBSERVACIONES
Agua y sedimentos del tanque de combustible					
Nivel del electrolito de la batería					
Elemento del filtro de aire del motor (Elemento doble)					
Elemento del filtro de aire del motor (elemento sencillo)					
Conexión a tierra del motor					
Aceite y filtro del motor					
Filtro primario del sistema de combustible (Separador de agua)					
Filtro secundario del sistema de combustible					
Mangueras y abrazaderas					
Radiador					
Luz de las válvulas del motor					
Núcleo del pos enfriador					
Alternador					
Soportes del motor					
Motor de arranque					
Turbocompresor					
Bomba de agua					
Refrigerante del sistema de enfriamiento					
Núcleo del pos enfriador					
refrigerante de larga duración (ELC)					
Refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC)					
ELC Perkins (Tipo de refrigerante)					
Refrigerante/anticongelante comercial ASTM D4985					
SCA POWERPART de Perkins (Tipo de refrigerante)					
SCA comercial y agua (Tipo de refrigerante)					
<b>CUANDO SEA NECESARIO</b>					
Batería					
Batería o cable de la batería					
Motor – Limpiar Elemento del filtro de aire del motor					
Elemento del filtro de aire del motor (elemento sencillo)					
Muestra de aceite del motor					
Inyectores de combustible					
Sistema de combustible					
Aplicaciones de servicio severo					
ELABORADO POR:		REVISADO POR:		APROBADO POR:	

**Anexo 08:** Lista de inspección de procedimientos realizados - Mensual

Lista de Inspección - Mensual							
Encargado:				Fecha:			
PUNTOS DE MANTENIMIENTO				OK	AP	RP	OBSERVACIONES
<b>ENFRIAMIENTO Y LUBRICACIÓN DEL MOTOR</b>							
El aceite lubricante							
Enfriador de aceite							
<b>SISTEMA DE LUBRICACIÓN</b>							
Filtro de combustible							
Colector de aceite.							
<b>SISTEMA DE ENFRIAMIENTO</b>							
Radiador. (El régimen máximo para llenar el sistema es de 1 litro)							
Limpie el respiradero del cárter si hay uno instalado							
Quite las boquillas de los inyectores de combustible y rocíe POWERPART Lay-Up 2 176-2811							
<b>MEDIDORES E INDICADORES</b>							
Presión de aceite del motor							
Temperatura del refrigerante del agua de las camisas							
Tacómetro.							
Amperímetro.							
Nivel del combustible.							
Horómetro.							
<b>ARRANQUE DEL MOTOR</b>							
Fugas de aceite							
Fugas de refrigerante							
Pernos flojos y exceso de tierra o de grasa							
Inspeccione las mangueras del sistema de enfriamiento							
Inspeccione las correas del alternador y de los accesorios para ver si están agrietadas							
Inspeccione los cables							
Suministro de combustible							
Caja del filtro							
Asegúrese de que estén despejadas las áreas que rodean las piezas giratorias							
Compruebe los cables eléctricos y la batería para ver si hay malas conexiones							
Compruebe el nivel de aceite de lubricación del motor							
Compruebe el nivel del refrigerante							
Si el motor no tiene un tanque de rebose, mantenga el nivel del refrigerante a menos de 13 mm (0,5 pulgadas)							
Observe el indicador de servicio del filtro de aire							
<b>ARRANQUE EN TIEMPO FRÍO</b>							
Inspeccione el funcionamiento de la palanca de la aceleración							
Comprobar si luz indicadora de las bujías se enciende en el tiempo indicado (<5 segundos o no se enciende)							
La presión de aceite de un motor típico con aceite SAE10W30 es de 207 a 413 kPa (30 a 60 lb/pulg2) a la velocidad nominal del motor.							

Comprobar temperatura del motor antes de realizar cualquier operación				
<b>ARRANQUE CON CABLES AUXILIARES DE ARRANQUE</b>				
Todos los accesorios del motor deben estar desconectados				
Limpia y verifica el estado de los bornes de la batería				
Retira baterías y comprueba estado				
Comprueba si hay fugas de fluido o aire al rpm de marcha en vacío y a la mitad de los rpm máximos (sin carga en el motor)				
<b>OPERACIÓN DEL MOTOR</b>				
Calentamiento del motor				
Prácticas de conservación de combustible				
<b>PARADA DEL MOTOR</b>				
Parada de emergencia				
Después de parar el motor (Antes de comprobar el aceite del motor, no opere el motor durante por lo menos 10 minutos para permitir que el aceite del motor regrese al colector de aceite del cárter.)				
<b>OPERACIÓN EN TIEMPO FRÍO</b>				
Tipo de combustible que se utiliza				
Viscosidad del aceite del motor				
Operación de las bujías incandescentes				
Auxiliar optativo de arranque para tiempo frío				
Estado de la batería				
<b>ACEITE DE MOTOR</b>				
Se utilizan aceite multigrado EMA DHD-1, API CH-4 y ACEA E3				
Comprueba el consumo de aceite				
Comprueba Hollín en el aceite				
Comprueba si las piezas están lubricadas				
<b>VIDA ÚTIL DEL REFRIGERANTE</b>				
ELC Perkins				
Refrigerante/anticongelante comercial de servicio pesado que cumpla con las especificaciones ASTM D4985				
SCA POWERPART de Perkins				
SCA comercial y agua				
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:		

## **Anexo 09: Manual Instructivo para los mantenimientos**

### **MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

#### **ENFRIAMIENTO Y LUBRICACIÓN DEL MOTOR**

- El aceite lubricante: El aceite lubricante del motor es suministrado por una bomba de engranajes. El aceite lubricante del motor es enfriado y filtrado. Las válvulas de derivación proporcionan paso libre del aceite hacia las piezas del motor cuando la viscosidad del aceite es alta. Las válvulas de derivación también pueden permitir el paso libre del aceite lubricante hacia las piezas del motor si el enfriador de aceite o el elemento del filtro de aceite se obstruyen
- Enfriador de aceite. El enfriador de aceite cuida, junto con el sistema de agua refrigerante, del equilibrio térmico en el motor. Además, el enfriamiento del aceite lubricante asegura que no se corte la película de aceite en las piezas del motor a lubricar. Hay que asegurar que su interior no este con restos de tierra; además de mantenerlo en un lugar seco a temperatura ambiente para asegurar su óptimo funcionamiento

#### **ALMACENAMIENTO DEL MOTOR**

Si no se va a arrancar el motor durante varias semanas, el aceite lubricante se drenará de las paredes de los cilindros y de los anillos de los pistones. Se puede formar herrumbre en las paredes de los cilindros. La herrumbre en las paredes de los cilindros causará el desgaste incrementado del motor y una reducción en la vida útil del motor

#### **SISTEMA DE LUBRICACIÓN**

- Filtro de combustible: Ceba siempre el sistema de combustible después de cambiar el filtro de combustible para eliminar las burbujas de aire que hayan podido entrar en el sistema.
- Colector de aceite. Opere el motor hasta que el mismo alcance la temperatura de operación normal. Detenga las fugas de combustible, aceite lubricante o sistemas de aire. Pare el motor y drene el aceite lubricante del colector de aceite. Renueve la lata del filtro del aceite lubricante. Llene el colector de aceite con aceite lubricante nuevo y limpio hasta la marca Lleno en la varilla de medición. Añada POWERPART Lay-Up 2 176-2811 al aceite para proteger el motor contra corrosión. Si no hay POWERPART Lay-Up 2 176-2811 disponible, use un preservativo con la especificación correcta en lugar del aceite lubricante. Si se usa un preservativo, éste se debe drenar completamente al final del período de almacenamiento y el colector de aceite se debe llenar al nivel correcto con aceite lubricante normal.

#### **SISTEMA DE ENFRIAMIENTO**

- Radiador. (El régimen máximo para llenar el sistema es de 1 litro (0,2200 galones imperiales) por minuto.
- Limpie el respiradero del cárter si hay uno instalado. Selle el extremo del tubo

- Quite las boquillas de los inyectores de combustible y rocíe POWERPART Lay-Up 2 176-2811 durante uno o dos segundos en cada orificio de cilindro con el pistón en BDC.

#### SISTEMA DE INDUCCIÓN

- Quite el conjunto del filtro de aire. Si es necesario, quite los tubos que están instalados entre el conjunto del filtro del aire y el turbocompresor. Rocíe POWERPART Lay-Up 2 176-2811 en el turbocompresor. La duración del rociado se indica en el recipiente. Selle el turbocompresor con cinta impermeable.

#### SISTEMA DE ESCAPE

- Quite el tubo de escape. Rocíe POWERPART Lay-Up 2 176-2811 en el turbocompresor. La duración del rociado se indica en el recipiente. Selle el turbocompresor con cinta impermeable.

#### MEDIDORES E INDICADORES

Los medidores proporcionan indicaciones del funcionamiento del motor. Asegúrese de que estén en buenas condiciones de operación. Determine la gama de operación normal observándolos durante un período.

- **Presión de aceite del motor.** (La presión de aceite de un motor típico con aceite SAE10W30 es de 207 a 413 kPa (30 a 60 lb/pulg 2) a la velocidad nominal del motor)
- **Temperatura del refrigerante del agua de las camisas.** (La gama de temperatura típica es de 71 a 96°C (160 a 205°F). La temperatura máxima permisible con el sistema de enfriamiento presurizado a 48 kPa (7 lb/pulg2) es de 110°C (230°F)).
- **Tacómetro.** Cuando la palanca de control del acelerador se mueve a la posición de plena aceleración sin carga, el motor está funcionando a alta velocidad en vacío. El motor está funcionando al rpm de plena carga cuando la palanca de control del acelerador está en la posición de plena aceleración con la carga nominal máxima.
- **Amperímetro.** La operación normal del indicador debe estar en el lado derecho del "0" (cero).
- **Nivel del combustible.** Este medidor muestra el nivel del combustible en el tanque. El medidor del nivel de combustible opera cuando el interruptor de "ARRANCAR/PARAR" está en la posición "CONECTADA".
- **Horómetro.** Este medidor indica el tiempo de operación del motor; indicador que muestra la realización de cada mantenimiento

#### ARRANQUE DEL MOTOR.

Antes de arrancar el motor, realice el mantenimiento diario necesario y cualquier otro mantenimiento periódico que se deba realizar.

- Inspeccione por fugas de aceite
- Inspeccione por fugas de refrigerante
- Inspeccione por pernos flojos

- Realice limpieza por exceso de tierra o de grasa
- Inspeccione las mangueras del sistema de enfriamiento
- Inspeccione las correas del alternador y de los accesorios para ver si están agrietadas
- Inspeccione los cables
- Inspeccione por suministro de combustible.
- Inspeccione la caja del filtro
- Asegúrese de que estén despejadas las áreas que rodean las piezas giratorias
- Compruebe los cables eléctricos y la batería para ver si hay malas conexiones
- Compruebe el nivel de aceite de lubricación del motor
- Compruebe el nivel del refrigerante.
- Si el motor no tiene un tanque de rebose, mantenga el nivel del refrigerante a menos de 13 mm (0,5 pulg)
- Observe el indicador de servicio del filtro de aire

#### ARRANQUE DEL MOTOR

No haga girar el motor durante más de 30 segundos. Deje que el motor de arranque se enfríe durante dos minutos antes de hacer girar el motor otra vez

#### ARRANQUE EN TIEMPO FRÍO

Si la luz indicadora de las bujías incandescentes se ilumina rápidamente durante 2 ó 3 segundos o si no se ilumina, significa que existe un desperfecto en el sistema de arranque en frío. No utilice éter ni otros fluidos de arranque para arrancar el motor.

#### ARRANQUE CON CABLES AUXILIARES DE ARRANQUE

Use una fuente de corriente que tenga el mismo voltaje que el motor de arranque eléctrico. Use SOLAMENTE el mismo voltaje para arrancar con una fuente auxiliar. Si se usa un voltaje mayor, se podría dañar el sistema eléctrico

#### CALENTAMIENTO DEL MOTOR

- Opere el motor a baja en vacío durante tres a cinco minutos, o hasta que comience a subir la
- temperatura del agua de las camisas. Podría necesitarse más tiempo cuando la temperatura es inferior a  $-18^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{F}$ ).
- Compruebe todos los medidores durante el período de calentamiento.
- Haga una inspección alrededor de la máquina. Inspeccione el motor para ver si hay fugas de fluidos o de aire.
- Aumente el rpm al rpm de régimen. Inspeccione para ver si hay fugas de fluidos o de aire. El motor se puede operar a la velocidad (rpm) nominal máxima y a carga plena cuando la temperatura del agua de las camisas alcanza  $60^{\circ}\text{C}$  ( $140^{\circ}\text{F}$ ).

#### PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE COMBUSTIBLE

- Evite derramar el combustible; ya sea por fugas o por sobre capacidad. (recordar que el combustible se expande a altas temperaturas)
- Esté advertido de las propiedades de los diferentes combustibles. Utilice solamente los combustibles recomendados.
- No haga funcionar el motor en vacío innecesariamente. Apague el motor en lugar de hacerlo funcionar en vacío durante períodos prolongados.
- Observe frecuentemente el indicador de servicio del filtro de aire. Mantenga limpios los elementos del filtro de aire.
- Mantenga los sistemas eléctricos. Una celda de batería dañada recargará el alternador. Esto consumirá excesiva corriente y combustible.
- Asegúrese de que las correas impulsoras estén apretadas correctamente. Las correas impulsoras deben estar en buenas condiciones.
- Asegúrese de que todas las conexiones de las mangueras estén apretadas. Las conexiones no
- deben tener fugas.
- Cerciórese de que el equipo impulsado esté en buen estado de funcionamiento.
- Los motores fríos consumen excesivo combustible. Utilice el calor del sistema del agua de las camisas y del sistema de escape, cuando sea posible. Mantenga limpios y en buen estado los
- componentes del sistema de enfriamiento. Nunca opere un motor sin termostatos. Todos estos artículos ayudarán a mantener las temperaturas de operación.

#### PARADA DEL MOTOR

- Parada de emergencia: Use el botón de parada de emergencia (si tiene) SOLAMENTE en caso de emergencia. No use el botón de parada de emergencia para una parada normal del motor. Después de una parada de emergencia, NO arranque el motor hasta que no se haya corregido el problema que produjo la parada de emergencia.
- Si el motor ha estado funcionando a unas rpm o cargas altas, hágalo funcionar a velocidad baja en vacío durante un mínimo de tres minutos para reducir y estabilizar la temperatura interna del motor antes de pararlo.
- Antes de parar un motor que ha estado operando a cargas bajas, opérela a baja en vacío durante 30 segundos. Si el motor ha estado operando a velocidades de desplazamiento por carretera y/o a cargas altas, opere el motor a baja en vacío durante un mínimo de tres minutos. Este procedimiento hará reducir y estabilizar la temperatura interna del motor.
- Después de parar el motor (Antes de comprobar el aceite del motor, no opere el motor durante por lo menos 10 minutos para permitir que el aceite del motor regrese al colector de aceite del cárter.)

#### OPERACIÓN EN TIEMPO FRÍO

Las operaciones en frío dependen de los siguientes elementos:

- Tipo de combustible que se utiliza

Los combustibles del Grupo 1 son el grupo preferido de combustibles para uso general en los motores Perkins. Los combustibles del Grupo 1 maximizan la vida útil y el rendimiento del motor. Los combustibles del Grupo 1 están normalmente menos disponibles que los combustibles del Grupo 2. Frecuentemente, los combustibles del Grupo 1 no están disponibles en los climas más fríos durante el invierno.

Los combustibles del Grupo 2 se consideran aceptables desde el punto de vista de garantía. Este grupo de combustibles puede reducir la duración del motor, la potencia máxima del motor y la eficiencia de combustible del motor.

- Operación de las bujías incandescentes: Si la luz indicadora de las bujías incandescentes se ilumina rápidamente durante 2 ó 3 segundos o si no se ilumina, significa que existe un desperfecto en el sistema de arranque en frío. No utilice éter ni otros fluidos de arranque para arrancar el motor.
- Auxiliar optativo de arranque para tiempo frío
- Estado de la batería

#### SUGERENCIAS PARA LA OPERACIÓN EN TIEMPO FRÍO

Si el motor arranca, hágalo funcionar hasta que alcance una temperatura mínima de operación de 81°C (177,8°F)

- Se evitará que se atasquen las válvulas de admisión y escape.
- Revise semanalmente todas las piezas de goma (mangueras, correas de impulsión del ventilador, etc).
- Mantenga todas las baterías completamente cargadas y calientes
- Reabastezca el tanque de combustible al final de cada turno
- Compruebe diariamente los filtros de aire y la admisión de aire

#### VISCOSIDAD DEL ACEITE DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR

- Viscosidad de aceite recomendada

Viscosidad del aceite de motor		
EMA LRG-1 API CH-4 Viscosidad del aceite	Temperatura ambiente	
	Mínima	Máxima
SAE 0W20	-40°C (-40°F)	10°C (50°F)
SAE 0W30	-40°C (-40°F)	30°C (86°F)
SAE 0W40	-40°C (-40°F)	40°C (104°F)
SAE 5W30	-30°C (-22°F)	30°C (86°F)
SAE 5W40	-30°C (-22°F)	40°C (104°F)
SAE 10W30	-20°C (-4°F)	40°C (104°F)
SAE 15W40	-10°C (14°F)	50°C (122°F)

## RECOMENDACIONES DE REFRIGERANTE

Los dos siguientes tipos de refrigerante se utilizan en los motores diesel de Perkins:

- Preferido: Refrigerante de Larga Duración Perkins (ELC)
- Aceptable: Un refrigerante/anticongelante comercial de servicio pesado que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM D4985
- Perkins recomienda el uso de una mezcla 1:1 de agua y glicol. Esta mezcla de agua y glicol proporcionará un rendimiento de servicio pesado óptimo como refrigerante/anticongelante. Esta relación se puede aumentar a 1:2 agua a glicol si se necesita protección adicional contra la congelación.

## CALENTADORES DEL BLOQUE DE MOTOR

Los calentadores del bloque de motor (si los tiene) calientan el agua de las camisas del motor que rodean las cámaras de combustión. Esto proporciona las siguientes funciones:

- Mejorar la facilidad de arranque.
- Reducir el tiempo de calentamiento.

## RECOMENDACIONES PARA EL CALENTAMIENTO DEL REFRIGERANTE

Cuando el motor funciona por debajo de las temperaturas normales de operación, el combustible y el aceite no se queman completamente en la cámara de combustión.

Cuando el motor se arranca y se para muchas veces sin haber sido operado hasta que esté completamente caliente, los depósitos de carbón se hacen más gruesos.

Esto puede causar los siguientes problemas:

- Se impide la operación libre de las válvulas.
- Las válvulas se atascan.
- Las varillas de empuje pueden doblarse.
- También se pueden producir otros daños en los componentes del tren de válvulas.

Cuando se arranca el motor hay que operarlo hasta que la temperatura del refrigerante sea de 71°C (160°F) como mínimo.

## TERMOSTATO DE AGUA Y TUBERÍAS DEL CALENTADOR CON AISLAMIENTO DEL COMPARTIMIENTO DEL MOTOR Y DE LA ADMISIÓN DE AIRE

- Si el motor funciona con frecuencia a temperaturas inferiores a -18°C (-0°F)

## EL COMBUSTIBLE Y EL EFECTO DEL TIEMPO FRÍO

- Bujías incandescentes (si tiene)

- Calentadores del refrigerante del motor que pueden ser una opción del fabricante de equipo original.
- Calentadores del combustible que pueden ser una opción del fabricante de equipo original

## SECCION DE MANTENIMIENTO

### Capacidades de llenado

#### Sistema de lubricación

- Motor 1104

Motor 1104		
Compartimiento o sistema	Litros	Cuartos de galón
Sumidero de aceite estándar para el cárter del motor <sup>(1)</sup>	6,5	7

- Motor 1103

Motor 1103		
Compartimiento o sistema	Litros	Cuartos de galón
Sumidero de aceite estándar para el cárter del motor <sup>(1)</sup>	6,5	7

#### Sistema de enfriamiento

- Motor 1104(aspiración natural, con turbo compresión)

Motor 1104 de aspiración natural		
Compartimiento o sistema	Litros	Cuartos de galón
Motor solamente	10,4	11
Capacidad del sistema de enfriamiento externo (Recomendación del fabricante de equipo original) <sup>(1)</sup>		
Sistema total de enfriamiento <sup>(2)</sup>		

- Motor 1103 de aspiración natural sin enfriador de aceite

Motor 1103 de aspiración natural sin enfriador de aceite		
Compartimiento o sistema	Litros	Cuartos de galón
Motor solamente	4,21	4
Capacidad del sistema de enfriamiento externo (recomendación del fabricante de equipo original) <sup>(1)</sup>		
Sistema total de enfriamiento <sup>(2)</sup>		

- Motores 1103 de aspiración natural y motores 1103 con turbo compresión con enfriador de aceite

#### ACEITE DE MOTOR

Los aceites de motor utilizados son:

- Aceite multigrado EMA DHD-1 (aceite preferido)
- Aceite multigrado API CH-4 (aceite preferido)
- ACEA E3

Primera prueba: Evalúa específicamente los depósitos en los pistones de los motores. Control del consumo de aceite

Segunda prueba: Desgaste de los anillos de pistón. Desgaste de las camisas de cilindro y resistencia a la corrosión

Tercera prueba: Niveles altos de hollín en el aceite. Desgaste del tren de válvulas

Resistencia del aceite a los taponamientos del filtro del aceite y control de sedimentos

#### VIDA ÚTIL DEL REFRIGERANTE

Los motores que funcionan en una temperatura ambiente por encima de 43°C (109,4°F) deben utilizar SCA y agua. En caso de motores que funcionan en una temperatura ambiente por encima de 43°C (109,4°F) y por debajo de 0°C (32°F) debido a variaciones estacionales, consulte a su distribuidor o a su concesionario Perkins para obtener el nivel correcto de protección.

Tipo de refrigerante	Duración
ELC Perkins	12.000 horas de servicio o seis años
Refrigerante/anticongelante comercial de servicio pesado que cumpla con las especificaciones <i>ASTM D4985</i>	3.000 horas de servicio o 2 años
SCA POWERPART de Perkins	3.000 horas de servicio o 2 años
SCA comercial y agua	3.000 horas de servicio o 2 años

#### PROLONGADOR DE ELC DE PERKINS

Añada el Prolongador de ELC al sistema de enfriamiento cada 6.000 horas o tres años

#### REFRIGERANTE/ANTICONGELANTE COMERCIAL DE SERVICIO PESADO Y SCA

Los sistemas de enfriamiento del motor Perkins se deben comprobar a intervalos de 500 horas para medir la concentración de aditivo de refrigerante suplementario (SCA)

## PROGRAMA DE INTERVALOS DE MANTENIMIENTO

Cuando sea necesario

- Batería- Reemplazar
- Batería o cable de la batería – Desconectar
- Motor – Limpiar Elemento del filtro de aire del motor (Elemento doble) - Limpiar/reemplazar
- Elemento del filtro de aire del motor (elemento sencillo) - Inspeccionar/Reemplazar
- Muestra de aceite del motor – Obtener
- Inyectores de combustible - Probar/Cambiar
- Sistema de combustible – Cebiar
- Aplicaciones de servicio severo – Comprobar

Diariamente

- Correas del alternador y del ventilador - Inspeccionar/Ajustar/Reemplazar
- Nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento – Comprobar
- Equipo impulsado – Comprobar
- Indicador de servicio del filtro de aire del motor – Inspeccionar
- Nivel de aceite del motor – Comprobar
- Filtro primario del sistema de combustible/Separador de agua – Drenar
- Inspección alrededor de la máquina

Cada 50 horas de servicio o cada semana

- Agua y sedimentos del tanque de combustible –Drenar

Cada 500 Horas de Servicio o Cada Año

- Nivel del electrolito de la batería – Comprobar
- Elemento del filtro de aire del motor (Elemento doble) - Limpiar/reemplazar
- Elemento del filtro de aire del motor (elemento sencillo) - Inspeccionar/Reemplazar
- Conexión a tierra del motor - Inspeccionar/ Limpiar
- Aceite y filtro del motor – Cambiar
- Filtro primario del sistema de combustible (Separador de agua) – Reemplazar
- Filtro secundario del sistema de combustible – Reemplazar
- Mangueras y abrazaderas - Inspeccionar/ Reemplazar
- Radiador – Limpiar

Cada 1000 horas de servicio

- Luz de las válvulas del motor - Inspeccionar/ Ajustar

Cada 2000 horas de servicio

- Núcleo del pos enfriador - Inspeccionar
- Alternador - Inspeccionar
- Soportes del motor - Inspeccionar
- Motor de arranque - Inspeccionar
- Turbocompresor - Inspeccionar
- Bomba de agua - Inspeccionar

Cada 2 años

- Refrigerante del sistema de enfriamiento – Cambiar

Cada 3000 Horas de Servicio

- Inyectores de combustible - Probar/Cambiar

Cada 3000 horas de servicio o cada 2 años

- Refrigerante del sistema de enfriamiento (Comercial de servicio pesado) - Cambiar

Cada 4000 Horas de Servicio

- Núcleo del pos enfriador - Limpiar/Probar

Cada 6000 horas de servicio o cada 3 años

- Prolongador de refrigerante de larga duración (ELC) para sistemas de enfriamiento - Añadir

Cada 12.000 horas de servicio o 6 años

- Refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC) - Cambiar

	DIARIO DE CAMPO – FORMATO 2
--	-----------------------------

**Anexo 10:** Registro de diário de campo



05/07/2019	40215	Preventivo	0,25	Agua y sedimentos del tanque de combustible	06/08/2019	40377	Preventivo	0,25	Agua y sedimentos del tanque de combustible
11/07/2019	40236	Preventivo	0,25	Agua y sedimentos del tanque de combustible	13/08/2019	40420	Preventivo	0,25	Agua y sedimentos del tanque de combustible
			0,25	Calibración de bombas	20/08/2019	40449	Preventivo	0,25	Agua y sedimentos del tanque de combustible
			0,25	Sistema de inyección	31/08/2019	40520	Preventivo	0,25	Agua y sedimentos del tanque de combustible
			0,4	Cambio de filtro				0,25	Calibración de bombas
			0,1	Mantenimiento de sistema eléctrico				0,25	Sistema de inyección
			0,1	Cambio de alternador				0,4	Cambio de filtro
25/07/2019	40320	Preventivo	0,25	Agua y sedimentos del tanque de combustible				0,1	Mantenimiento de sistema eléctrico
								0,1	Cambio de alternador
					0,1	Nivel del electrolito de la batería			
					0,1	Elemento del filtro de aire del motor (Elemento doble)			
					0,2	Elemento del filtro de aire del motor (elemento sencillo)			
					0,2	Conexión a tierra del motor			
					1	Aceite y filtro del motor			
					0,3	Filtro primario del sistema de combustible (Separador de agua)			
					0,2	Filtro secundario del sistema de combustible			
					0,1	Mangueras y abrazaderas			
					0,5	Radiador			
Termino	40342				Termino	40520			

Septiembre					Octubre				
Fecha	Horas totales acumuladas	Tipo de reparación	Horas de reparación	Detalle	Fecha	Horas totales acumuladas	Tipo de reparación	Horas de reparación	Detalle
06/09/2019	40554	Preventivo	0,2	Agua y sedimentos del tanque de combustible	05/07/2019	40755	Preventivo	0,25	Agua y sedimentos del tanque de combustible
11/09/2019	40591	Preventivo	0,1	Agua y sedimentos del tanque de combustible				0,15	Calibración de bombas
18/09/2019	40645	Preventivo	0,15	Agua y sedimentos del tanque de combustible				0,45	Sistema de inyección
25/09/2019	40691	Preventivo	0,25	Agua y sedimentos del tanque de combustible				0,3	Cambio de filtro
26/09/2019	40704	Correctivo	2	Descalbracion de Bombas				0,6	Mantenimiento de sistema eléctrico
								0,7	Cambio de alternador
					12/09/2019	40815	Preventivo	0,1	Agua y sedimentos del tanque de combustible
					19/09/2019	40885	Preventivo	0,1	Agua y sedimentos del tanque de combustible
					26/09/2019	40922	Preventivo	0,2	Agua y sedimentos del tanque de combustible
Termino	40706				Termino	40958			

REGISTRO: SP-GE-07					
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	TOTAL

MTBF	Numero de fallas	0	0	1	0	1
	Tiempo total de operaciones	127	178	186	252	743
		Total				743,0
MTTF	Numero de fallas	0	0	1	0	1
	Tiempo total de paradas	0	0	2	0	2
		Total				2
INDICES		DISPONIBILIDAD				99,73%
		Landa				0,0013459
		CONFIABILIDAD				71,43%

**Anexo 12:** Control histórico de tiempos por mantenimiento SP-GE-07(Julio-  
Octubre)

Julio					Agosto				
Fecha	Horas	Tipo de	Horas de	Detalle	Fecha	Horas	Tipo de	Horas de	Detalle

	totales acumuladas	reparación	reparación			totales acumuladas	reparación	reparación				
05/07/2019	41655	Preventivo	0,1	Agua y sedimentos del tanque de combustible	06/08/2019	41878	Preventivo	0,15	Agua y sedimentos del tanque de combustible			
11/07/2019	41680	Preventivo	0,1	Agua y sedimentos del tanque de combustible	13/08/2019	41970	Preventivo	0,1	Agua y sedimentos del tanque de combustible			
20/07/2019	41765	Preventivo	0,15	Agua y sedimentos del tanque de combustible	20/08/2019	42019	Preventivo	0,2	Agua y sedimentos del tanque de combustible			
			0,2	Calibración de bombas				0,1	Nivel del electrolito de la batería			
			0,25	Sistema de inyección				0,15	Elemento del filtro de aire del motor (Elemento doble)			
			0,2	Cambio de filtro				0,2	Elemento del filtro de aire del motor (elemento sencillo)			
			0,3	Mantenimiento de sistema eléctrico				0,05	Conexión a tierra del motor			
			0,05	Cambio de alternador				0,2	Aceite y filtro del motor			
27/07/2019	41820	Preventivo	0,1	Agua y sedimentos del tanque de combustible							0,1	Filtro primario del sistema de combustible (Separador de agua)
											0,15	Filtro secundario del sistema de combustible
											0,12	Mangueras y abrazaderas
											0,05	Radiador
											0,06	Luz de las válvulas del motor
											0,3	Núcleo del pos enfriador
											0,1	Alternador
											0,5	Soportes del motor
											0,2	Motor de arranque
											0,3	Turbocompresor
											0,1	Bomba de agua
											0,2	Refrigerante del sistema de enfriamiento
											0,1	refrigerante de larga duración (ELC)
											0,1	Refrigerante/anticongelante comercial ASTM D498
								0,1	SCA POWERPART de Perkins (Tipo de refrigerante)			
								0,5	SCA comercial y agua (Tipo de refrigerante)			
								0,2	Calibración de bombas			
								0,4	Sistema de inyección			
								0,3	Cambio de filtro			
								0,2	Mantenimiento de sistema eléctrico			
								0,3	Cambio de alternador			
					31/08/2019	42122	Preventivo	0,1	Agua y sedimentos del tanque de combustible			
Termino	41858				Termino	42145						

Septiembre					Octubre						
Fecha	Horas totales acumuladas	Tipo de reparación	Horas de reparación	Detalle	Fecha	Horas totales acumuladas	Tipo de reparación	Horas de reparación	Detalle		
07/09/2019	42175	Preventivo	0,2	Agua y sedimentos del tanque de combustible	05/07/2019	42366	Preventivo	0,1	Agua y sedimentos del tanque de combustible		
11/09/2019	42227	Preventivo	0,1	Agua y sedimentos del tanque de combustible	12/07/2019	42401	Preventivo	0,1	Agua y sedimentos del tanque de combustible		
			0,15	Calibración de bombas						0,25	Agua y sedimentos del tanque de combustible
			0,23	Sistema de inyección						0,15	Calibración de bombas
			0,31	Cambio de filtro						0,23	Sistema de inyección
			0,22	Mantenimiento de sistema eléctrico						0,34	Cambio de filtro
			0,32	Cambio de alternador						0,2	Mantenimiento de sistema eléctrico
18/09/2019	42143	Preventivo	0,3	Agua y sedimentos del tanque de combustible	19/09/2019	42506	Preventivo	0,32	Cambio de alternador		
25/09/2019	42319	Preventivo	0,12	Agua y sedimentos del tanque de combustible				0,12	Nivel del electrolito de la batería		
28/09/2019	42339	Correctivo	3	Colocación correcta de faja				0,14	Elemento del filtro de aire del motor (Elemento doble)		
								0,21	Elemento del filtro de aire del motor (elemento sencillo)		
								0,2	Conexión a tierra del motor		
								1	Aceite y filtro del motor		
								0,3	Filtro primario del sistema de combustible (Separador de agua)		

								0,2	Filtro secundario del sistema de combustible
								0,1	Mangueras y abrazaderas
								0,3	Radiador
					26/09/2019	42606	Preventivo	0,2	Agua y sedimentos del tanque de combustible
Termino	42339				Termino	42617			

GENERADOR OLYMPIANGEP88-1						
		REGISTRO: SP-GE-06				
		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	TOTAL
MTBF	Numero de fallas	0	0	1	0	1
	Tiempo total de operaciones	203	287	287	278	1055
Total						1055,0
MTTF	Numero de fallas	0	0	1	0	1
	Tiempo total de paradas	0	0	3	0	3
Total						3
INDICES	DISPONIBILIDAD					99,72%
	Landa					0,00094787
	CONFIABILIDAD					78,90%

### Anexo 13: CONCEPTUACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Definición conceptual	Definición operacional
-----------	-----------------------	------------------------

<p>Mantenimiento Preventivo</p>	<p>Mantenimiento preventivo es definido como una técnica fundamental para la aplicación en las empresas para lo que se planea y programamos el objetivo del mantenimiento antes de que se presenten las fallas para así de esta forma reducir los gastos de mantenimiento. (Ramon Olives Masip)</p>	<p>El mantenimiento preventivo es una herramienta fundamental que será elaborado mediante el uso de una serie de manuales, en la cual podremos realizar actividades de forma sistemática tales como inspección, limpieza, reemplazos y reparaciones para obtener un óptimo funcionamiento de nuestro equipo.</p>
<p>Disponibilidad y confiabilidad</p>	<p>La disponibilidad es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado el tiempo o durante un determinado intervalo de tiempo. La confiabilidad es la capacidad de un activo o componente para realizar una función requerida bajo condiciones dadas para un intervalo de tiempo. (Alirio J Jiménez N)</p>	<p>La disponibilidad y la confiabilidad son parámetros importantes que indican el estado de operación, son parte de un plan de mantenimiento preventivo las cuales tienen indicadores que no llevara a tener a nuestro equipo en óptimas condiciones.</p>