



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“APLICACIÓN DEL SISTEMA DEL
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
AUMENTAR LA OPERATIVIDAD DE LOS
GRUPOS ELECTRÓGENOS EN LA EMPRESA
PROFAKTO SAC”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Grover Asis Manrique
Wildor Coronel Parinango

Asesor:

Mg. Ing. Neicer Campos Vasquez

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

A Dios, especialmente a mis padres que es mi motivación de mi vida profesional, sentó en mi las bases de responsabilidad y los deseos de superación, que siempre estuvieron allí para apoyarme muy generosamente el cual me reflejo sus virtudes infinitas y su gran corazón, que me llevan a admirarlos cada día más.

Gracias a dios por tenerlos.

A mis hermanos que son las personas que me han ofrecido su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Agradecer muy generosamente a nuestras familias, la ayuda que nos han brindado ha sido sumamente muy importante, estuvieron en nuestro lado, en los momentos y situaciones muy lamentosas y felices, pero siempre estuvieron allí en nuestro lado.

Para culminar con éxito este proyecto.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	8
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	9
RESUMEN.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	25
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	30
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	69
REFERENCIAS.....	72
ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Datos antes de la aplicación de la mejora	32
Tabla N°2: Registro de indicadores antes de la aplicación de la mejora	33
Tabla N°3: Fallas del sistema motor	37
Tabla N°4: Fallas del sistema de combustible, lubricación y refrigeración	38
Tabla N 5: Fallas del sistema de generación	39
Tabla N°6: Fallas del sistema de control	40
Tabla N°7: Fallas del sistema eléctrico	41
Tabla N 8: Fallas por sistema operativo de los grupos electrógenos	42
Tabla N°9: Mantenimiento sistema de motor	43
Tabla N°10: Mantenimiento Sistema de combustible, lubricación y refrigeración	44
Tabla N°11: Mantenimiento sistema de generación	44
Tabla N°12: Mantenimiento sistema de control	45
Tabla N°13: Mantenimiento sistema eléctrico	45
Tabla N°14: Datos después de la aplicación de la mejora	50
Tabla N°15: Registro de indicadores después de la aplicación de la mejora	52
Tabla N°16: Resumen de procesamiento de casos de la variable Disponibilidad	55
Tabla N°17: Análisis descriptivo de la Disponibilidad antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo	56
Tabla N°18: Resumen de procesamiento de casos de la Confiabilidad	57
Tabla N°19: Análisis descriptivo de la Confiabilidad antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo	57
Tabla N°20: Resumen de procesamiento de casos de la Mantenibilidad	58
Tabla N°21: Análisis descriptivo de la Mantenibilidad antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo	59
Tabla N°22: Prueba de normalidad de la disponibilidad con Shapiro Wilk	60
Tabla N°23: Comparación de medias de la Disponibilidad antes y después con Wilcoxon	61

Tabla N°24: Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la disponibilidad	62
Tabla N°25: Prueba de normalidad de la Confiabilidad con Shapiro Wilk	63
Tabla N°26: Comparación de medias de la Confiabilidad antes y después con Wilcoxon	64
Tabla N°27: Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la confiabilidad	65
Tabla N°28: Prueba de normalidad de la Mantenibilidad con Shapiro Wilk	66
Tabla N°29: Comparación de medias de la mantenibilidad antes y después con Wilcoxon	67
Tabla N°30: Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la mantenibilidad	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Proceso del mantenimiento	27
Figura N°2: Organigrama del área de mantenimiento Empresa Profakto SAC.	31
Figura N°3: Pasos de implementación del mantenimiento preventivo	35
Figura N°4: Descripción de un Grupo Electrónico típico	36
Figura N°5: Fallas del sistema de motor	37
Figura N°6: Fallas del sistema de combustible, lubricación y refrigeración	38
Figura N°7: Fallas del sistema de generación	39
Figura N°8: Fallas del sistema de control	40
Figura N°9: Fallas del sistema eléctrico	41
Figura N°10: El diagrama de Pareto	42
Figura N°11: Check list de ingreso de equipo al taller	46
Figura N°12: Formato de Medición de aislamiento de generador eléctrico	47
Figura N°13: Formato de orden de trabajo	48
Figura N°14: Formato de protocolo de pruebas para grupos electrógenos	49

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1: Índice de mantenibilidad antes de la mejora	34
Gráfico N°2: Índice de confiabilidad antes de la mejora	34
Gráfico N°3: Índice de disponibilidad antes de la mejora	35
Gráfico N°4: Índice de mantenibilidad después de la mejora	53
Gráfico N°5: Índice de confiabilidad después de la mejora	53
Gráfico N°6: Índice de disponibilidad después de la mejora	54

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación N°1: Fórmula de la Disponibilidad	21
Ecuación N°2: Fórmula de la Confiabilidad	22
Ecuación N°3: Fórmula de Mantenibilidad	22

RESUMEN

El presente trabajo de investigación especifica la aplicación del sistema de mantenimiento preventivo para aumentar la operatividad de los grupos electrógenos de la empresa Profakto s.a.c.

El objetivo principal es mejorar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad operacional de los grupos electrógenos de una forma más eficiente y segura, con el propósito de aportar el cumplimiento de los objetivos planteado por la empresa Profakto s.a.c.

Se efectuó en primer lugar el diagnóstico de los grupos electrógenos en función al mantenimiento, especificando las deficiencias. Seguidamente se elaboró el modelo de intervención de grupos electrógenos para el departamento de mantenimiento en la empresa. De una manera más organizada y por ende controlada. Durante la aplicación del sistema de mantenimiento se determinó las fallas por sistema operativo del grupo electrógeno, para tener más información acertada y detectar la severidad de esta. Además, se determinó hacer mantenimiento preventivo por sistema. Se concluye que los índices de mantenimiento tienen un desempeño significativamente dentro de la empresa.

Palabras clave: mantenimiento preventivo, Disponibilidad, Confiabilidad, Operatividad.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La empresa Profakto SAC realiza mantenimiento a diversos equipos industriales como Grupos Electrógenos, torres de iluminación, subestaciones, pozos a tierra, compresores de aire, martillos hidráulicos entre otros, posicionaba en el mercado por más de 20 años. En los últimos años, Profakto SAC viene trabajando en fortalecer la calidad de sus servicios para sus clientes, implementando una nueva estrategia técnica de mantenimiento preventivo, sin embargo, para poder estar a la altura de las exigencias del mercado, debe de corregir una serie de debilidades.

Respecto al personal de la empresa Profakto SAC, se ha identificado que la empresa cuenta con poco personal calificado. Así mismo, no se realiza capacitaciones frecuentes que permitan fortalecer los conocimientos técnicos referente a los mantenimientos que se realizan en un grupo electrógeno, generando la desalineación de los conocimientos en el personal y aumentando la curva de aprendizaje en técnicos nuevos o en personal ausente. No existe una metodología estándar para la ejecución de los servicios. El personal técnico no realiza un control de registros de los equipos revisados que puedan llevar a generar y un historial situacional de cada equipo atendido.

En cuanto a la metodología del personal, además no tener nada estandarizado, no hay una cultura de orden y limpieza en el área de trabajo ni en el almacén, generando que los mismos materiales sean insuficientes por un tema de pérdida o mal control del mismo.

En cuanto a la seguridad ocupacional, el personal no cuenta con sus EPPs completos ni con una cultura de la misma en el lugar del trabajo, afectando en los indicadores de incidencias y accidentes en el personal.

Otra debilidad que se identifica es que, el personal cuenta con herramientas básicas elementales, sin embargo, se requieren de herramientas especializadas y equipos que faciliten la ejecución de mantenimientos, recurriendo que, ante servicios de mantenimientos especiales o complejos, se tenga que optar a la tercerización del mismo.

En cuanto a las debilidades de gestión, la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento de grupos de electrógenos que permita trabajar en una proyección de servicios que impacten en las ventas y gestión de recursos necesarios. La empresa no cuenta con indicadores de medición de disponibilidad de los equipos a los cuales brindan servicios. Finalmente, al finalizar el servicio de mantenimiento, la empresa no realiza un buen servicio de eliminación de residuos sólidos, generando reclamos por parte del cliente.

1.1.2 Antecedentes nacionales

Como antecedentes de la presente investigación, se citan a los siguientes tesis con sus temas de investigación relacionados:

Según (Bastidas Quispe, 2013), en su investigación de Mantenimiento basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad mecánica de los grupos electrógenos Olympian GEP110-4 en el proyecto Flowline Lote 56 de la Empresa Serpetbol Perú SAC, describe la necesidad de implementar este tipo de mantenimiento con la finalidad de mejorar y asegurar la disponibilidad mecánica de sus 10 grupos electrógenos, obteniendo de su aplicación una mejora en el nivel de organización, así como, una mejora en la disponibilidad mecánica de los grupos electrógenos Olympian GEP110-4 en un promedio de 4.3%. Asimismo, aplicando un mantenimiento anticipado de 10 horas a lo establecido en el manual de fabricante se logra mantener en buenas condiciones al motor del equipo.

Según (Solis Trujillo, 2018) a través de su investigación en la empresa agroindustrial Supe S.A. encargada de la producción de salsas y maquila de enlatados de pollos de la marca San Fernando, describe que la empresa atraviesa por la problemática principal de indisponibilidad de sus equipos y, por consiguiente, no se cumple con los pedidos semanales del cliente. Es decir, porque no se lleva un control de confiabilidad de las maquinas, solo se recorre a los mantenimientos correctivos y en ocasiones las piezas que se utilizan durante el mantenimiento no son las originales, por consiguiente, se genera una indisponibilidad del equipo o duración de vida útil corta, por ende, la confiabilidad de los equipos es demasiado decreciente. El investigador tiene como objetivo principal medir la relación existente entre el mantenimiento y confiabilidad, siendo esta del 95.76,

así como la confiabilidad de la bocina resulto ser el 98.83%, la confiabilidad de las rolas o rulinas fue de 99.08%, de los ejes portamandiles de 98.62%, y la confiabilidad de los problemas de sincronización fue de 97.85%, siendo estas partes las más defectuosas y con los sistemas críticos más altos.

La Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca, elaborada por (Rodriguez del Aguila, 2012), tiene como objetivo general la mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca permitiendo lograr incrementar la disponibilidad mecánica en dichos equipos, comprobando que la propuesta de implementación es factible, luego de ser comparada con el ahorro obtenido con su aplicación, aplicando los indicadores que aseguren una adecuada gestión de mantenimiento y asegurar la disponibilidad de equipos de acarreos.

Según (Alavedra, y otros, 2013) el factor de disponibilidad de un equipo o sistema es una medida que nos indica cuánto tiempo está funcionando ese equipo o sistema operativo respecto de la duración total durante el periodo en el que se desea que funcione. Típicamente se expresa en porcentaje, no debe ser confundido con la rapidez de respuesta.

Según (Escudero Chávez, 2016) Las estrategias convencionales de "reparar cuando se produzca la avería" ya no sirven. Fueron válidas en el pasado, pero ahora se es consciente de que esperar a que se produzca la avería para intervenir, es incurrir en unos costos excesivamente elevados (pérdidas de producción, deficiencias en la calidad, etc.) y por ello las empresas industriales se plantearon llevar a cabo procesos de prevención de estas averías mediante un adecuado programa de mantenimiento.

De los cinco autores citados como investigaciones previas, son relevantes porque ayudan a justificar la relación existente entre las variables de investigación, así como sus dimensiones definidas. Principalmente, tener como referencia el impacto positivo de la aplicación de un mantenimiento preventivo para la mejora de la disponibilidad de los equipos. Por consiguiente, dichas investigaciones nos ayudan a tener un referente para el desarrollo de la presente investigación.

1.1.3 Antecedentes Internacionales

A nivel internacional, según (Pesántez Huerta, 2007), indica que las industrias en Ecuador, como aquellas empacadoras de camarón, tienen problemas en para la gestión de mantenimiento de los equipos, es por ello que es necesario medir la criticidad de cada problemática que adolecen los equipos industriales para poder realizar una programación de mantenimientos preventivos que permitan asegurar su disponibilidad de los equipos, así como, asegurar la operabilidad de la planta industrial.

Por otro lado, (Gasca & Olaya, 2014) en su investigación nos menciona que es importante trazar la estructura del diseño incluyendo en ello las componentes de conservación, confiabilidad, mantenibilidad, y un plan de que fortalezca la capacidad de gestión de cada uno de los diversos estratos organizativos, especificando las responsabilidades para asegurar el cumplimiento de dicho plan.

Según (Chavarría Solano, 2013) La misión principal del mantenimiento es garantizar que el parque industrial este con la máxima disponibilidad cuando lo quiera el cliente o usuario. Con la máxima disponibilidad y fiabilidad, durante el tiempo solicitado para operar, con las velocidades requeridas, en condiciones técnicas y tecnológicas exigidas previamente por el demandante, para producir bienes y servicios que satisfagan sus necesidades, deseos o requerimientos, con los niveles de calidad, cantidad y tiempos solicitados en el momento oportuno al menor costo posible y los mayores índices de productividad y competitividad posibles para optimizar su rentabilidad, es decir para generar mayores ingresos.

Según (Molina Chacón, 2002) El Mantenimiento Preventivo Periódico se basa en rutinas, con el fin de prevenir cualquier falla en determinada máquina; a través de inspecciones periódicas que procuran revisar el estado de cada parte de la máquina. Este tipo de Mantenimiento es, definitivamente, necesario; debido a que su impacto en el aumento en la productividad de las industrias es evidente.

Por otro lado (Tabares, Yepes, & Gaviria, 2016) el mantenimiento industrial es la función de conservación de los equipos e instalaciones con el fin de maximizar su disponibilidad, así pues, su importancia radica en poder propiciar las condiciones de operación adecuadas de los ya mencionados con el fin de reducir fallas, tiempos improductivos y optimizar los recursos.

1.1.4. Justificación

La falta de disponibilidad de grupos electrógenos en la empresa Profakto sac es específicamente por falta de programación y seguimiento de mantenimiento preventivo adecuado; esto afecta en la operatividad de estos equipos. Por lo que genera grandes pérdidas económicas a la organización y clientes por la inoperatividad de los grupos electrógenos que se pueden presentar como fallas leves o graves.

Como justificación económica se sabe por dato tomado en campo, que por una hora de no tener disponible el grupo electrógeno se pierde alrededor de S/40000 teniendo un impacto negativo en la operación de las actividades de nuestros clientes, las pérdida por fallas del grupo electrógeno puede ser variable, esto se debe a tipo de contrato o acuerdos que se realizan entre administración del edificio y los locatarios; que es distinto a una empresa industrial donde si existe el área de mantenimiento y por ende un plan de mantenimiento.

Para evitar fallas constantes y tener mayor disponibilidad de los grupos electrógenos, se debe tener un plan de mantenimiento preventivo, además se tiene que hacer visitas técnicas de inspección de rutina por parte de los operarios semanalmente, para evaluar el estado de criticidad de los grupos electrógenos.

Además, se debe hacer las inspecciones de rutina y los mantenimientos preventivos según corresponda aumentará considerablemente la disponibilidad del grupo electrógeno, esto evitará la incomodidad del cliente o usuarios.

Para la mejora de la disponibilidad de los grupos electrógenos se realizará la recolección de datos, el análisis documental, análisis de métodos cualitativos y cuantitativos y la ficha de observación, la cual contendrá el reporte de fallas durante el tiempo de operación, además como parte del procedimiento, es importante el análisis y registro de los indicadores de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad antes y después de la

aplicación del mantenimiento preventivo y esto nos permitirá visualizar si con la aplicación de la mejora hay un impacto positivo.

1.1.5. Marco teórico

El mantenimiento preventivo se refiere al mantenimiento regular y de rutina que ayuda al equipo a mantenerse en buen funcionamiento, evitando cualquier tipo de fallas que generen cualquier tipo de inactividad no planificada y costos elevados por fallas previstas.

Es por ello, que las empresas optan por invertir en una planificación y programación de mantenimiento de los equipos antes de que exista un problema real, así como mantener registros precisos de las inspecciones técnicas pasadas y los informes de servicios.

Con el mundo cada vez más globalizado y competitivo, las empresas en todo el mundo se han visto obligadas a cumplir con los estándares mínimos de calidad para poder competir con el resto las empresas a nivel internacional, nacional y/o local. Es por ello

que, hoy en día las empresas que desean que sus productos y/o materiales que ofertan sean un éxito en el mercado, consideran indispensable invertir en Mantenimiento Preventivo, que desde

los años 30, ya se implantaba en una gran empresa norteamericana productiva y que desde entonces se ha extendido al resto.

(Medrano Márquez, Gonzalez Ajuech, & Díaz de León Santiago, 2017) El mantenimiento preventivo es un procedimiento programado que previene la ocurrencia de fallas. Sus principales actividades se centran en la limpieza, la lubricación, el recambio programado de piezas y los ajustes en el equipo; estas actividades se realizan de manera periódica, se controlan con base en el tiempo y se realizan inspecciones mediante las medidas y el control de las condiciones de los equipos.

Así mismo nos menciona que para aplicar el mantenimiento preventivo se debe determinar con anticipación un plan en el que se indiquen las actividades que deben realizarse, así como su periodicidad. Esta planificación debe ser llevada a cabo por el responsable de mantenimiento y el personal técnico a su cargo, y refleja las tareas periódicas que habrán de realizar para reducir o eliminar las averías imprevistas que el

equipo o maquinaria pueda presentar. Este plan de mantenimiento preventivo se realiza de manera individual para cada una de las máquinas o equipos.

(González Fernandez, 2005) La disponibilidad es la probabilidad, en el tiempo, de asegurar un servicio requerido. Hay autores que definen la disponibilidad como el porcentaje de equipos o sistemas útiles en un momento determinado, frente al parque total de equipos o sistemas. No obstante, hay que analizar la disponibilidad teniendo en cuenta o no el mantenimiento preventivo, mejor dicho, las paralizaciones ocasionadas por dicho preventivo como veremos luego.

1.1.5.1. Fases del mantenimiento

El mantenimiento se define como el conjunto de actividades que garantiza el correcto funcionamiento de los grupos electrógenos en las instalaciones de los clientes, a continuación, se mencionará las fases o tipos de mantenimientos que se lleva a cabo dentro de un plan de mantenimiento.

Mantenimiento Predictivo

En el mantenimiento predictivo se puede realizar seguimiento de funcionamiento de los grupos electrógenos para detectar anomalías e identificar problemas en los equipos de una anticipada.

Según (Olarte, Botero, & Cañón, 2010) A través de este tipo de mantenimiento, una vez detectadas las averías, se puede, de manera oportuna, programar las correspondientes reparaciones sin que se afecte el proceso de producción y prolongando con esto la vida útil de las máquinas.

Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo de los grupos electrógenos es muy importante para poder brindar la confiabilidad y disponibilidad a los clientes y además evitar daños de los componentes o el mismo motor o generador que podría traer graves problemas como paralización de producción y costos elevados para su reparación. En esta investigación nos enfocaremos en el mantenimiento preventivo como tema principal.

Para que el mantenimiento de los grupos electrógenos se usarán los formatos de mantenimiento y evaluación tales como check list, formatos de pruebas, etc.

Según (Alavedra, y otros, 2013) El mantenimiento preventivo se refiere a que no se debe esperar a que las máquinas fallen para hacerles una reparación, sino que se programen los recambios con el tiempo necesario antes de que se presente la falla; esto se puede lograr conociendo las especificaciones técnicas de los equipos a través de los manuales.

Según (Mora, 2009), el mantenimiento preventivo es la intervención de la máquina para su conservación mediante la ejecución de reparaciones que garantice su buen funcionamiento y fiabilidad, antes de una avería o falla. Este tipo de mantenimiento tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

Mantenimiento Correctivo

Según (Primero, Diaz, García, & Gonzales-Vargas, 2015) El mantenimiento correctivo es, en la práctica, significativamente más costoso que el mantenimiento preventivo debido a las limitaciones de tiempo que obligan a tomar decisiones con poca planeación; Sin embargo, es innegable que, sin importar lo bien que se planeen las actividades de mantenimiento preventivo, revisión y calibración, siempre existirán casos en que la falla solo es detectada cuando las funciones principales del equipo se han visto comprometidas. En este caso, se hace necesario tener procedimientos de acción claramente definidos, con el fin de minimizar el impacto causado por la falla y el tiempo de paro del servicio.

1.1.5.2. Importancia del mantenimiento preventivo

Lo más fundamental del mantenimiento preventivo es que mantiene el funcionamiento del equipo y por ende las operaciones. Al estar enterado de las tareas de mantenimiento, los técnicos pueden evitar el tiempo de inactividad no planificado que a su vez beneficia con tiempo y sobre todo con dinero a los clientes.

Por otro lado, nos dice (Olarte, Botero, & Cañon, Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción., 2010) que Todas las empresas deben considerar el mantenimiento programado como una inversión que a mediano y largo plazo evita gastos innecesarios en la reparación o daño total de sus equipos. El buen estado de

las máquinas que participan en el proceso de producción garantiza la calidad de sus productos fabricados de forma rápida y efectiva.

Pasos importantes para tener una aplicación de mantenimiento preventivo eficiente:

Paso 1: Determinar las metas y objetivos

Como primer paso, es necesario poder tener en claro que es lo que se quiere hacer, que es lo que se quiere alcanzar (objetivo), es decir, las metas de la implementación de la mejora tales como:

- El poder incrementar la disponibilidad de los equipos en un 60% o en lo que determine la empresa.
- Reducir la cantidad de incidencia de fallas en un 70%
- Entre otros, que determina la empresa. Toda meta diseñada se encuentra en función a lo que desea alcanzar la empresa.

Paso 2: Establecer un presupuesto

Cuando la empresa decide implementar una mejora, en este caso la implementación de un plan de mantenimiento preventivo debe de tener en consideración que implica disponer de un presupuesto para la compra de materiales, contratación de mano de obra, repuestos y/o herramientas necesarias para que este plan se cumpla, en función a la frecuencia de mantenimientos requeridos.

Expertos en mecánica, aseguran que la formula correcta para invertir el presupuesto de mantenimiento es disponer el 80% en mantenimientos preventivos y el 20%, en correcciones de averías.

Paso 3: Maquinaria y equipos

Como parte de la gestión documental propia o necesaria para la implementación del mantenimiento preventivo, es necesario documentar las maquinarias, equipos, componentes o subcomponentes que la conforman para tener una idea de la envergadura del equipo y de los mantenimientos a realizarse. Así mismo, de los repuestos y accesorios,

así como los consumibles y herramientas, agrupándose, dependiendo de la funcionalidad que tengan dentro del mantenimiento.

Paso 4: Revisar los mantenimientos previos realizados

Previo a la planificación de los mantenimientos preventivos, se requiere revisar la documentación o historial de mantenimientos previos realizados a las maquinas, con la finalidad de conocer qué sistemas, equipos, responsables y repuestos se han utilizado, y por supuesto, en qué fecha se hicieron.

Paso 5: Consultar los manuales de los equipos

Como parte del diagnóstico y conocimiento de la máquina, se puede consultar a los manuales técnicos existentes, ya que en él se indican las recomendaciones, advertencias, e información adicional propia del fabricante, así como los plazos de garantía.

Paso 6: Escoger el tipo de mantenimiento a realizar y planificarlo

En este punto deben de definirse las intervenciones en base a periodos de tiempo fijo establecido a priori, es decir, a partir de estos parámetros de tiempo se crean conjuntos de intervenciones en el tiempo que serán lanzadas y ejecutadas cuando llegue su momento.

O también, en base de indicadores, frecuencias de las intervenciones, horas de funcionamiento de máquina, entre otros.

Al momento de planificar el mantenimiento preventivo, hay que tener en cuenta:

- La frecuencia de la realización de los mantenimientos
- Si los trabajos se realizan con maquina en marcha o parada.
- La posibilidad de realizar rutas de inspección para observar el correcto funcionamiento de la máquina y anticiparse así a posibles anomalías.
- Analizar los recursos necesarios y la duración de los trabajos.

1.1.5.3. Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo

Ventajas

- Bajo costo en relación con el mantenimiento predictivo
- Reducción importante del riesgo por fallas o fugas.
- Reduce la probabilidad de paros imprevistos.
- Permite llevar un mejor control y planeación sobre el propio
- mantenimiento a ser aplicado en los equipos.

Desventajas

Entre sus pocas desventajas se encuentran:

- Se requiere tanto de experiencia del personal de mantenimiento como de las recomendaciones del fabricante para hacer el programa de mantenimiento a los equipos.
- No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los equipos.

1.1.5.4. Características del mantenimiento

La disponibilidad

La disponibilidad propiamente dicha es el cociente entre el tiempo para producir y el tiempo total de parada. (Garcia Garrido, 2018) menciona que la disponibilidad es una manera de cuantificar cuanto tiempo esta su equipo funcionando como se debe. A mayor disponibilidad, se puede producir más y mayor es el rendimiento de los activos. Por consiguiente, el propósito es minimizar el tiempo muerto, especialmente, el tiempo muerto no programado, mediante el mejoramiento de fiabilidad del proceso y del equipo.

Ecuación N° 1: Fórmula de la Disponibilidad

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Hrs. Totales} - \text{Hrs. parada por mantenimiento}}{\text{Horas totales}}$$

Fuente: (Garrido, S, 2018)

Confiabilidad

Según (Gonzales, 2005), la confiabilidad se define como la probabilidad, durante un periodo de tiempo especificado, de que el equipo en cuestión pueda realizar su función o su actividad en las condiciones de utilización, o sin avería.

La fórmula de cálculo es muy parecida a la anterior, pero sustituyendo en el numerador las horas de parada por mantenimiento por horas de parada por mantenimiento no programado:

Ecuación N° 2: Fórmula de la Confiabilidad

$$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{Hrs. Totales de producción}}{\text{Cant. Total de fallas}}$$

Fuente: (Garrido, S, 2018)

Mantenibilidad

Para (Gonzales, 2005), la mantenibilidad es la probabilidad de que el equipo, después del fallo o avería sea puesto en estado de funcionamiento en un tiempo dado.

Ecuación N° 3: Fórmula de Mantenibilidad

$$\text{Mantenibilidad} = \frac{\text{Tiempo totals de fallas}}{\text{Cant. Total de fallas}}$$

Fuente: (Garrido, S, 2018)

Las fallas de los grupos electrógenos por sistemas son los siguientes:

- Sistema de motor
- Sistema de combustible, lubricación y refrigeración
- Sistema de generación
- Sistema eléctrico
- Sistema de control

Para identificar las fallas a detalle de cada sistema y cuáles son las más comunes, para esto se realizará un diagrama de Pareto para las fallas como método cuantitativo.

Para el análisis de las fallas y problemas más importantes de los grupos electrógenos será necesario hacer uso de las herramientas de calidad como el Diagrama de Ishikawa como método de cualitativo.

1.2. Formulación del problema

La formulación del problema general de la presente investigación es:

- ¿De qué manera la aplicación del sistema del mantenimiento preventivo aumenta la operatividad de grupos electrógenos de la empresa PROFAKTO SAC”

La formulación de los problemas específicos de la presente investigación es:

- ¿De qué manera la aplicación del sistema del mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los grupos electrógenos en la empresa PROFAKTO SAC?
- ¿De qué manera la aplicación del sistema del mantenimiento preventivo mejora en la confiabilidad de los grupos electrógenos en la empresa PROFAKTO SAC?
- ¿De qué manera la aplicación del sistema del mantenimiento preventivo mejora en la mantenibilidad de los grupos electrógenos en la empresa PROFAKTO SAC?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

El objetivo general de la presente investigación se encuentra definido como:

- Determinar que la aplicación del sistema del mantenimiento preventivo aumenta en la operatividad de los grupos electrógenos en la empresa PROFAKTO SAC.

2.4.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos son:

- Precisar que la aplicación del sistema del mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los grupos electrógenos en la empresa PROFAKTO SAC.
- Determinar que la aplicación del sistema del mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de los equipos de grupos electrógenos en la empresa PROFAKTO SAC.
- Establecer que mediante la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de los grupos electrógenos en la empresa PROFAKTO SAC.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Se define como hipótesis general:

- La aplicación del sistema de mantenimiento preventivo aumenta la operatividad de grupos electrógenos en la empresa PROFAKTO SAC.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La aplicación del sistema del mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los grupos electrógenos en la empresa PROFAKTO SAC
- La aplicación del sistema de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de los grupos electrógenos en la empresa PROFAKTO SAC.
- Se determina mediante la aplicación del mantenimiento preventivo se mejora la mantenibilidad de los grupos electrógenos en la empresa PROFAKTO SAC.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación desarrollada, por su finalidad es considerada como una investigación de tipo aplicado, ya que se explica el comportamiento de las variables en su relación. A su vez, por la profundidad de la investigación, se considera una investigación explicativa, ya que, mediante la aplicación de una metodología, sus dimensiones e instrumentos de recolección de datos son necesarios para realizar el contraste de las hipótesis planteadas mediante los indicadores planteados y formulados. Finalmente, se considera una investigación longitudinal, porque se realiza las mediciones de los datos obtenidos en dos tiempos diferentes. (Valderrama Mendoza, 2013)

Respecto al diseño de la investigación, se considera la investigación como cuasi experimental – longitudinal, ya que se procede a analizar una sola muestra en diferentes unidades de tiempo, considerando que el análisis realizado de la muestra o data es antes de la aplicación del fenómeno, con el objetivo de poder medir los impactos o resultados después de su aplicación del mismo. (Valderrama Mendoza, 2013).

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

2.2.1. Población

Se considera como población al conjunto de total de individuos, objetos o medidas que poseen características en común y que son observables en un determinado lugar y momento. (Wigodski J. , 2010)

La población de la investigación se considera los grupos electrógenos como unidades de análisis del proceso del mantenimiento, conformando un 50% al mes, especificando que el total de equipos es 8 que viene a ser el 100%, lo cual no viene a ser representativo

2.2.2. Muestra

La muestra es un subconjunto representativo de la población, es decir, representa sus características, difiere de ella únicamente, la cantidad de unidades que la conforma, de acuerdo con el método de muestreo que se utilice. (Valderrama Mendoza, 2013).

Puesto que la población analizada para la presente investigación es un número o una población no relevante, es que se considera un muestreo no probabilístico, y por ende se toma el método de conveniencia para la selección de la muestra.

(Mejía Navarrete, 2000). El método de conveniencia es una forma rápida y sin costo de obtener una muestra. Por ejemplo, las primeras 20 personas que se encuentran o se contactan para solicitarlas su opinión sobre gobierno, la realización de entrevistas con personas de la calle, mujeres en una plaza pública, amigos y vecinos que desees ser encuetados.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas y recolección de datos

La técnica utilizada para la recolección de datos es la Observación estructurada, porque observa atentamente el fenómeno analizado con la finalidad de tomar nota de todo el comportamiento de los fenómenos para ser registrado y finalmente, analizado. (Wigodski J. , 2017). También se utilizará técnicas o métodos cuantitativos y cualitativos.

2.3.2. Instrumentos de recolección de datos

El instrumento de recolección de datos, de acuerdo con la técnica definida, será el análisis documental, análisis de métodos cualitativos y cuantitativos y la ficha de observación, la cual contendrá el reporte de fallas durante el tiempo de operación de los grupos electrógenos de la empresa profakto S.A.C.

Además, como parte del procedimiento, es importante el análisis y registro de los indicadores de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de los grupos electrógenos antes de la aplicación del mantenimiento preventivo. Con el objetivo de obtener una línea de resultados que permites visualizar si con la aplicación de la mejora hay un impacto positivo en la disponibilidad de los grupos electrógenos.

Para nuestra muestra de datos, mostramos la matriz de consistencia y matriz de operacionalización en el Anexo 5 y 6

2.4. Procedimiento

Como parte del procedimiento, se procede a levantar información que contribuya en el desarrollo de la investigación



La Figura N° 1 indica los 17 pasos a seguir, se divide en 6 bloques para realizar el mantenimiento preventivo del grupo electrógeno, cuyo proceso de aplicación se cumple para el desarrollo de la presente investigación.
Fuente: Elaboración propia.

Paso 1. Planeamiento.

- Realizar visita técnica al grupo electrógeno antes del mantenimiento
- Revisar histórico de mantenimiento
- Programación del mantenimiento

Paso 2. Repuestos e insumos.

- Verificar stock de insumos y repuestos
- Comprar repuestos e insumos faltantes

Paso 3. Transporte

- Movilización del personal de mantenimiento
- Traslado de herramientas y equipos de medición
- Traslado de repuestos e insumos

Paso 4. Mantenimiento preventivo del grupo electrógeno

- Inicio del mantenimiento (inspección equipo y realizar pruebas en vacío)
- Desenergizar el equipo (abrir la llave general del equipo y cortacorriente de batería)
- Drenar filtro de aire
- Cambiar filtro de aceite
- Cambiar filtro y prefiltros de combustible
- Cambiar filtros de aire
- Llenado aceite al motor
- Realizar mantenimiento a las baterías
- Realizar mantenimiento al sistema eléctrico del motor
- Realizar mantenimiento preventivo al sistema eléctrico del generador
- Realizar mantenimiento preventivo al tablero de control
- Realizar limpieza general e inspección final del grupo electrógeno

Paso 5. Control de calidad del mantenimiento

- Verificar niveles de fluidez del motor
- Energizar el equipo
- Realizar pruebas del equipo

- Verificar parámetros del motor y generador
- El equipo queda operativo y en modo automático

Paso 6. Informes, certificados y facturación

- Entrega de informes, certificado de operatividad y facturación.
- Entrega de certificado de operatividad
- Facturación

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Información, rubro y enfoque de la empresa

3.1.1. Información de la empresa

- ✓ RUC: 20553650322
- ✓ Razón social: PROFAKTO SAC
- ✓ Tipo de empresa: Sociedad Anónima Cerrada
- ✓ Condición: Activo
- ✓ Fecha de inicio de actividades: 12 / Agosto / 2014
- ✓ Actividad comercial: Servicio de mantenimiento a empresas industriales
- ✓ CIIU: 36996
- ✓ Dirección legal: Mza. 36^a Lote. 6 A.H. Nuevo Lurín
- ✓ Distrito / Ciudad: Lurín
- ✓ Departamento: Lima Perú

3.1.2. Rubro y enfoque de la empresa

Empresa dedicada a brindar servicios de mantenimiento industrial a diferentes organizaciones relacionadas principalmente en sectores de energía, construcción, industrial, etc. Ofrece mantenimiento de grupos electrógenos como principal actividad, de la mano del personal operativo técnicos y operarios eléctricos y/o mecánicos; como objetivo fundamental es aumentar la disponibilidad de los grupos electrógenos de las distintas organizaciones de la cual se brinda el servicio.

Siendo el área de mantenimiento el primordial soporte de la empresa para dar soluciones necesarias, con estrategias y métodos que tengan impacto positivo en la rentabilidad de la empresa. El área está conformada por el siguiente organigrama actual

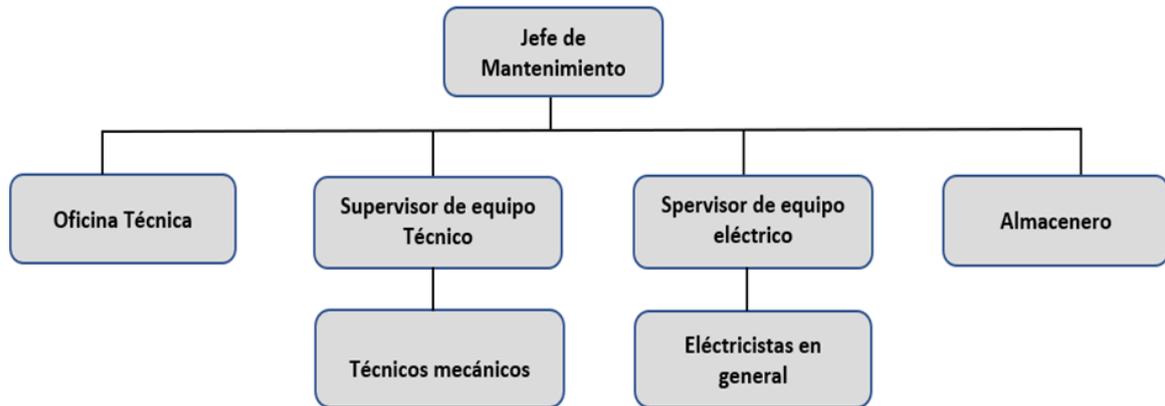


Figura N° 2: Organigrama del área de mantenimiento Empresa Profakto SAC.

3.1.3. Diagnóstico actual de la empresa

Como parte de la elaboración del diagnóstico de la empresa, se proponen los siguientes indicadores de mantenimiento en función de su uso, registro de horas operativas, cantidad de fallas ocurridas, horas utilizadas en el mantenimiento realizado y/o parada generada, con la finalidad de poder obtener una línea base de situación técnica de los grupos electrógenos, tales como: el índice de mantenibilidad, índice de confiabilidad y índice de disponibilidad.

Del cual se obtuvieron los siguientes registros, a través de la siguiente ficha de observación como instrumento de recopilación de datos:

La siguiente tabla muestra los resultados recopilados antes de la aplicación de la mejora, obteniendo los registros diarios desde las horas de funcionamiento, fallas reportadas, tiempo de reparación entre sí, por equipo para el cálculo de los indicadores diseñados.

Tabla N° 1:
Datos antes de la aplicación de la mejora

Fecha	GE KOHLER / 230ROZD			GE MODASA / MD-500I			GE GAMMA / GPW-60I			GE CUMMINS / C750 D6			Total		
	Hrs. Operación	Fallas	TTF	Hrs. Operación	Fallas	TTF	Hrs. Operación	Fallas	TTF	Hrs. Operación	Fallas	TTF	Hrs. Operación	Fallas	TTF
1/07/2020	16.95	1	3.30	5.60	2	1.03	10.82	1	1.80	4.60	1	1.00	37.97	5	5.00
2/07/2020	0.17	0	0.00	0.00	0	0.00	3.15	0	0.00	12.22	5	8.75	15.53	5	8.75
3/07/2020	0.00	0	0.00	9.47	1	1.67	9.70	1	1.85	8.43	1	2.00	27.60	3	4.00
4/07/2020	3.83	1	3.00	0.00	0	0.00	2.97	1	2.03	13.77	3	6.00	20.57	5	8.00
5/07/2020	17.00	2	0.78	5.92	1	1.37	11.15	0	0.00	13.47	5	6.00	47.53	8	9.00
6/07/2020	0.50	0	0.00	9.52	3	1.27	1.50	1	0.50	0.50	1	0.90	12.02	5	4.90
7/07/2020	16.17	2	2.85	1.50	1	3.32	2	0	0.00	15.48	3	5.00	35.15	6	8.00
8/07/2020	14.50	2	5.07	4.73	2	3.63	11.72	0	0.00	9.22	2	3.00	40.17	6	7.00
9/07/2020	0.00	0	0.00	2.22	2	3.60	7.90	0	0.00	12.05	2	3.00	22.17	4	5.00
10/07/2020	14.68	3	4.18	8.28	2	2.25	7.12	0	0.00	11.15	1	1.50	41.23	6	6.50
11/07/2020	19.00	1	2.50	5.12	1	2.62	1.02	0	0.00	4.53	5	7.98	29.67	7	9.98
12/07/2020	7.95	0	0.00	7.45	1	2.77	7.42	2	1.05	9.22	1	3.00	32.03	4	6.00
13/07/2020	0.50	0	0.00	7.12	3	2.00	1.50	0	0.00	0.50	2	2.00	9.62	5	5.00
14/07/2020	10.20	0	0.00	1.50	2	2.77	11.92	0	0.00	3.38	5	4.00	27.00	7	6.00
15/07/2020	8.27	1	1.50	10.80	3	2.40	10.08	0	0.00	10.35	2	1.50	39.50	6	5.50
16/07/2020	12.85	0	0.00	4.98	3	7.50	10.40	2	1.70	13.95	2	0.87	42.18	7	5.87
17/07/2020	0.00	0	0.00	6.58	1	3.40	3.43	2	0.13	15.28	2	3.00	25.30	5	6.00
18/07/2020	5.70	3	6.07	8.23	2	1.43	6.53	0	0.00	15.70	3	7.00	36.17	8	12.00
19/07/2020	5.20	1	6.28	9.83	1	3.70	1.20	1	1.47	2.45	0	0.00	18.68	3	3.00
20/07/2020	0.50	1	4.50	3.52	1	1.32	1.50	0	0.00	0.50	1	3.00	6.02	3	5.00
21/07/2020	18.87	2	2.92	1.50	0	0.00	10.28	2	1.08	1.20	1	0.50	31.85	5	4.50
22/07/2020	12.53	1	6.08	6.82	1	2.93	1.45	1	1.62	12.88	1	2.00	33.68	4	5.00
23/07/2020	14.85	3	5.68	9.63	1	1.73	3.28	0	0.00	9.87	2	4.00	37.63	6	8.00
24/07/2020	1.98	0	0.00	5.92	1	2.08	1.72	1	0.83	12.92	1	3.00	22.53	3	5.00
25/07/2020	0.00	0	0.00	7.95	1	2.03	6.08	0	0.00	15.38	4	6.25	29.42	5	7.25
26/07/2020	15.05	1	3.77	4.27	3	1.65	3.92	2	1.63	8.55	5	5.00	31.78	11	11.00
27/07/2020	0.50	0	0.00	9.80	3	1.38	1.50	2	2.95	0.50	1	2.50	12.30	6	7.50
28/07/2020	14.92	1	2.53	1.50	0	0.00	10.42	1	0.18	14.27	2	4.00	41.10	4	6.00
29/07/2020	7.85	1	6.30	10.58	2	2.70	8.83	0	0.00	11.72	2	2.00	38.98	5	5.00
30/07/2020	11.02	1	2.17	3.37	3	2.55	7.35	2	1.53	8.57	1	3.00	30.30	7	9.00

Fuente: Profakto SAC

Y de la aplicación de los indicadores diseñados para su aplicación, se obtuvieron los siguientes resultados antes de la aplicación de la mejora: La siguiente tabla muestra los resultados de los indicadores diseñados para la Operatividad de los grupos electrógenos, antes de su aplicación del mantenimiento preventivo.

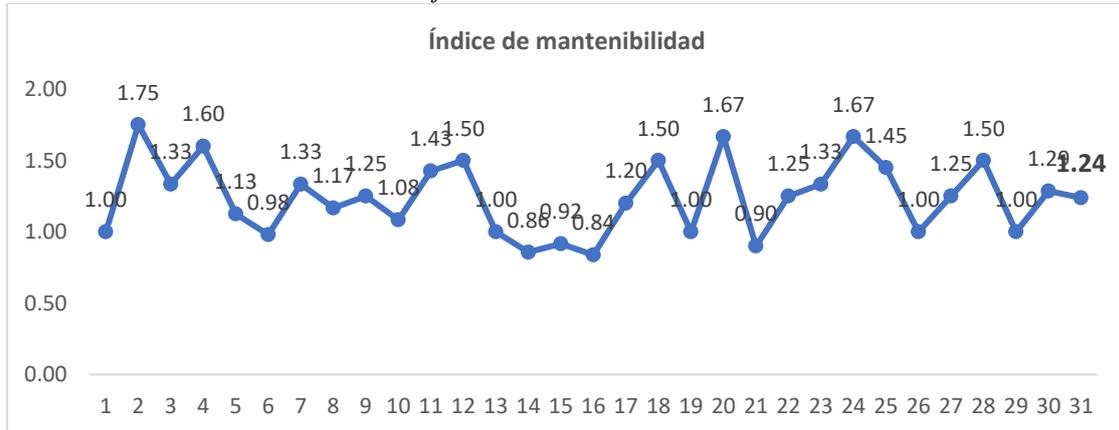
Tabla N° 2:

Registro de indicadores antes de la aplicación de la mejora

Fecha	Total			Indicadores		
	Hrs. Operación	Fallas	TTF	Índice de mantenibilidad	Índice de confiabilidad	Disponibilidad
1/07/2020	37.97	5	5.00	1.00	7.59	0.88
2/07/2020	15.53	5	8.75	1.75	3.11	0.64
3/07/2020	27.60	3	4.00	1.33	9.20	0.87
4/07/2020	20.57	5	8.00	1.60	4.11	0.72
5/07/2020	47.53	8	9.00	1.13	5.94	0.84
6/07/2020	12.02	5	4.90	0.98	2.40	0.71
7/07/2020	35.15	6	8.00	1.33	5.86	0.81
8/07/2020	40.17	6	7.00	1.17	6.69	0.85
9/07/2020	22.17	4	5.00	1.25	5.54	0.82
10/07/2020	41.23	6	6.50	1.08	6.87	0.86
11/07/2020	29.67	7	9.98	1.43	4.24	0.75
12/07/2020	32.03	4	6.00	1.50	8.01	0.84
13/07/2020	9.62	5	5.00	1.00	1.92	0.66
14/07/2020	27.00	7	6.00	0.86	3.86	0.82
15/07/2020	39.50	6	5.50	0.92	6.58	0.88
16/07/2020	42.18	7	5.87	0.84	6.03	0.88
17/07/2020	25.30	5	6.00	1.20	5.06	0.81
18/07/2020	36.17	8	12.00	1.50	4.52	0.75
19/07/2020	18.68	3	3.00	1.00	6.23	0.86
20/07/2020	6.02	3	5.00	1.67	2.01	0.55
21/07/2020	31.85	5	4.50	0.90	6.37	0.88
22/07/2020	33.68	4	5.00	1.25	8.42	0.87
23/07/2020	37.63	6	8.00	1.33	6.27	0.82
24/07/2020	22.53	3	5.00	1.67	7.51	0.82
25/07/2020	29.42	5	7.25	1.45	5.88	0.80
26/07/2020	31.78	11	11.00	1.00	2.89	0.74
27/07/2020	12.30	6	7.50	1.25	2.05	0.62
28/07/2020	41.10	4	6.00	1.50	10.28	0.87
29/07/2020	38.98	5	5.00	1.00	7.80	0.89
30/07/2020	30.30	7	9.00	1.29	4.33	0.77
				1.24	5.59	0.80

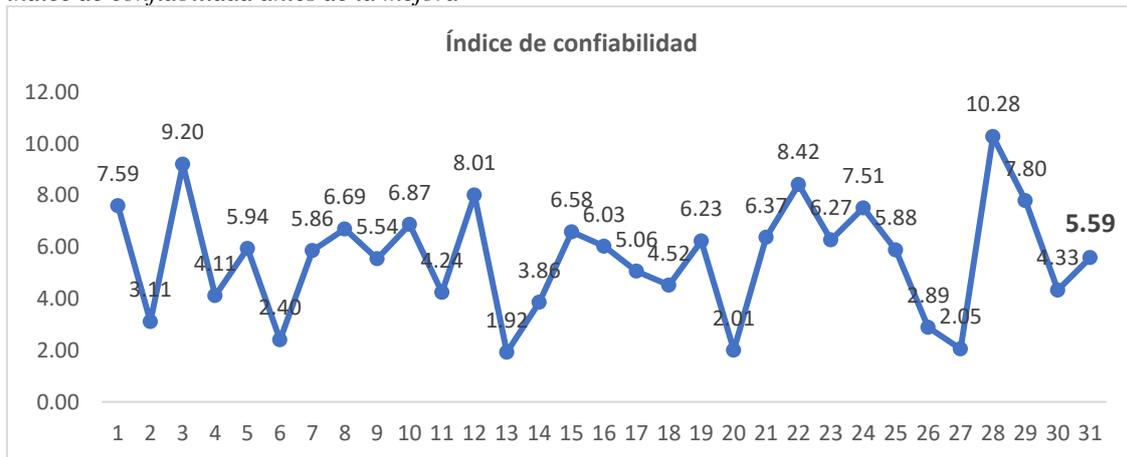
Fuente: Profakto SAC

Gráfico N° 1:
índice de mantenibilidad antes de la mejora



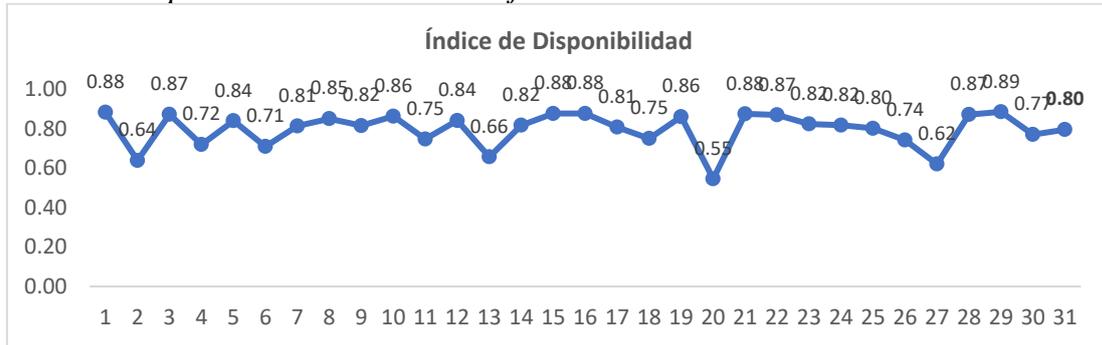
El grafico N° 1 muestra los resultados del indicador de mantenibilidad siendo el promedio de 1.24 horas/falla de Los grupos electrógenos de la empresa Profakto SAC,

Gráfico N° 2:
índice de confiabilidad antes de la mejora



El grafico N° 2 muestra los resultados del indicador de confiabilidad siendo el promedio de 5.59horas/falla de Los grupos electrógenos de la empresa Profakto SAC,

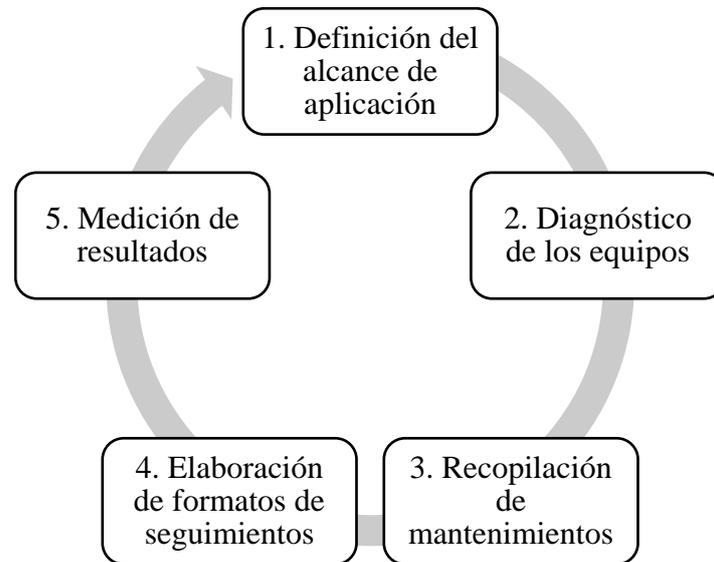
Gráfico N° 3:
índice de disponibilidad antes de la mejora



El gráfico N° 3 muestra los resultados del indicador de disponibilidad siendo el promedio de 80%. de Los grupos electrógenos de la empresa Profakto SAC,

3.2. De la aplicación de la mejora

Como parte de la implementación del mantenimiento preventivo se han definido una serie de pasos para su aplicación para el cumplimiento del objetivo general de la presente investigación:

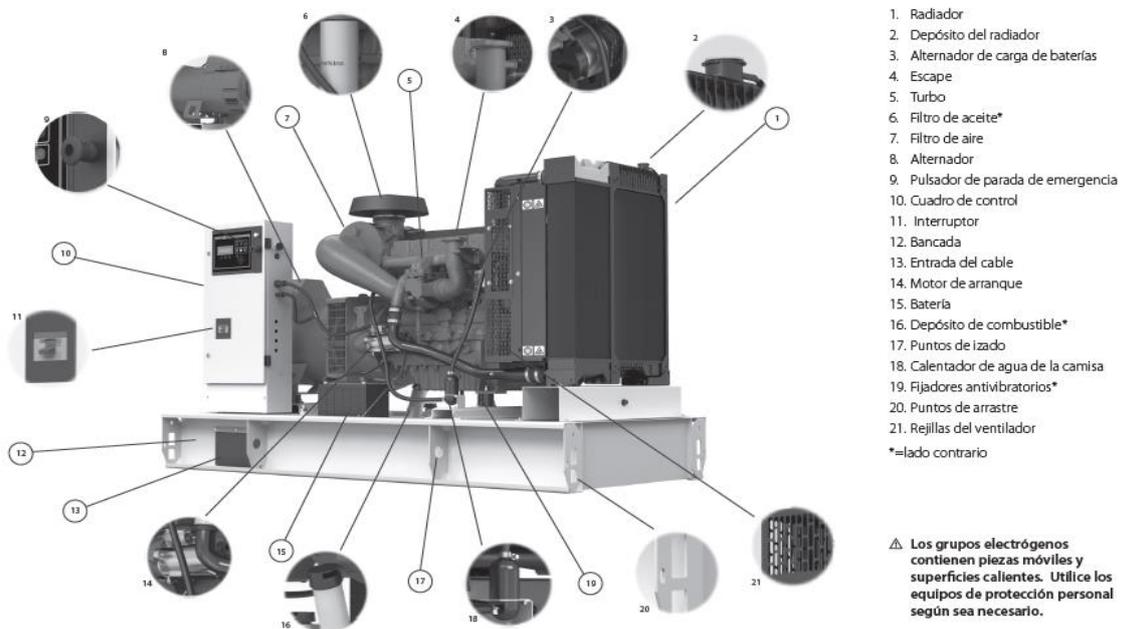


La Figura N° 3 indica los pasos a seguir para su implementación, cuyo proceso de aplicación se cumple para el desarrollo de la presente investigación.

Fuente: Mora (2009)

Como alcance de la aplicación del mantenimiento preventivo en la empresa PROFAKTO SAC, se está considerando los grupos electrógenos, para cual se analizarán sus especificaciones técnicas, porcentaje de fallas por sistema operativo, frecuencia, entre otros aspectos relacionados a los grupos electrógenos.

Una vez realizado el diagnóstico técnico a los equipos, registros de fallas, tiempo de operación, tiempo de paradas, así como los indicadores señalados, se procede con la identificación de los mantenimientos necesarios para los equipos, así como su frecuencia de aplicación. Sin embargo, es necesario conocer los componentes de un grupo electrógeno:



La Figura N° 4, muestra las partes o componentes de un grupo electrógeno tradicional, con la finalidad de mostrar las partes más críticas del mismo y poder clasificarse por sistemas.

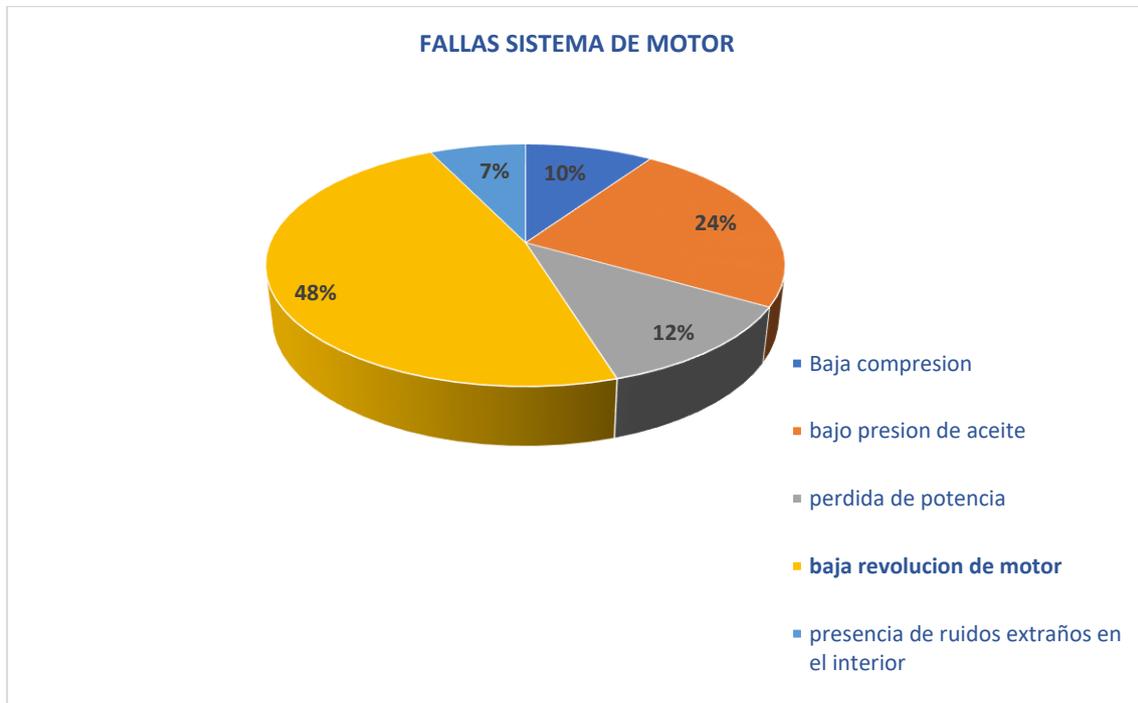
Fuente: Manual de Mantenimiento de operario y mantenimiento (el manual será consultado por el personal de mantenimientos para lo siguiente: Realizar los mantenimientos correspondientes, operación, análisis de fallas, averías y verificar el código de los repuestos del grupo electrógeno)

En la presente investigación se detalla las fallas más recurrentes del grupo electrógeno, para facilitar la recolección de datos y el uso de estos se elabora por sistemas operativos del grupo electrógeno, que son los siguientes:

- Sistema motor
- Sistema de combustible, lubricación y refrigeración
- Sistema de generación
- Sistema de control
- Sistema eléctrico

Tabla N° 3:
Fallas del sistema motor

FALLAS SISTEMA DE MOTOR	puntuación	Porcentaje	
		%	categoría
Baja compresión	4	10%	leve
bajo presión de aceite	10	24%	moderado
perdida de potencia	5	12%	moderado
baja revolución de motor	20	48%	severo
presencia de ruidos extraños en el interior	3	7%	leve
TOTAL	42	100%	

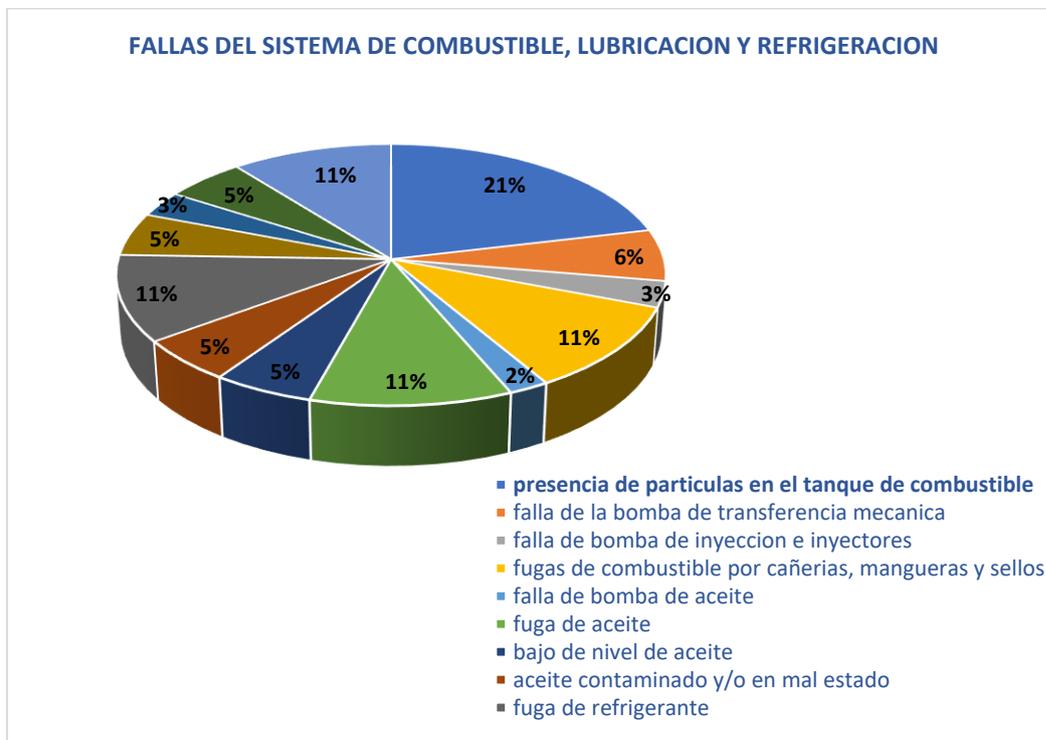


La Figura N° 5 muestra las fallas que se generan en el sistema operativo del motor, siendo la falla de baja revolución de motor el de mayor impacto; si las revoluciones salen del rango nominal afectara en las operaciones de la industria.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4:
Fallas del sistema de combustible, lubricación y refrigeración

FALLAS SISTEMA DE COMBUSTIBLE, LUBRICACION Y REFRIGERACION	puntuación	Porcentaje	
		%	categoría
presencia de partículas en el tanque de combustible	20	21%	moderado
falla de la bomba de transferencia mecánica	6	6%	leve
falla de bomba de inyección e inyectores	3	3%	leve
fugas de combustible por cañerías, mangueras y sellos	10	11%	moderado
falla de bomba de aceite	2	2%	leve
fuga de aceite	10	11%	moderado
bajo de nivel de aceite	5	5%	leve
aceite contaminado y/o en mal estado	5	5%	leve
fuga de refrigerante	10	11%	moderado
bajo nivel de refrigerante	5	5%	leve
radiador del motor obstruido	3	3%	leve
falla de bomba de refrigerante	5	5%	leve
mangueras en mal estado	10	11%	moderado
TOTAL	94	100%	

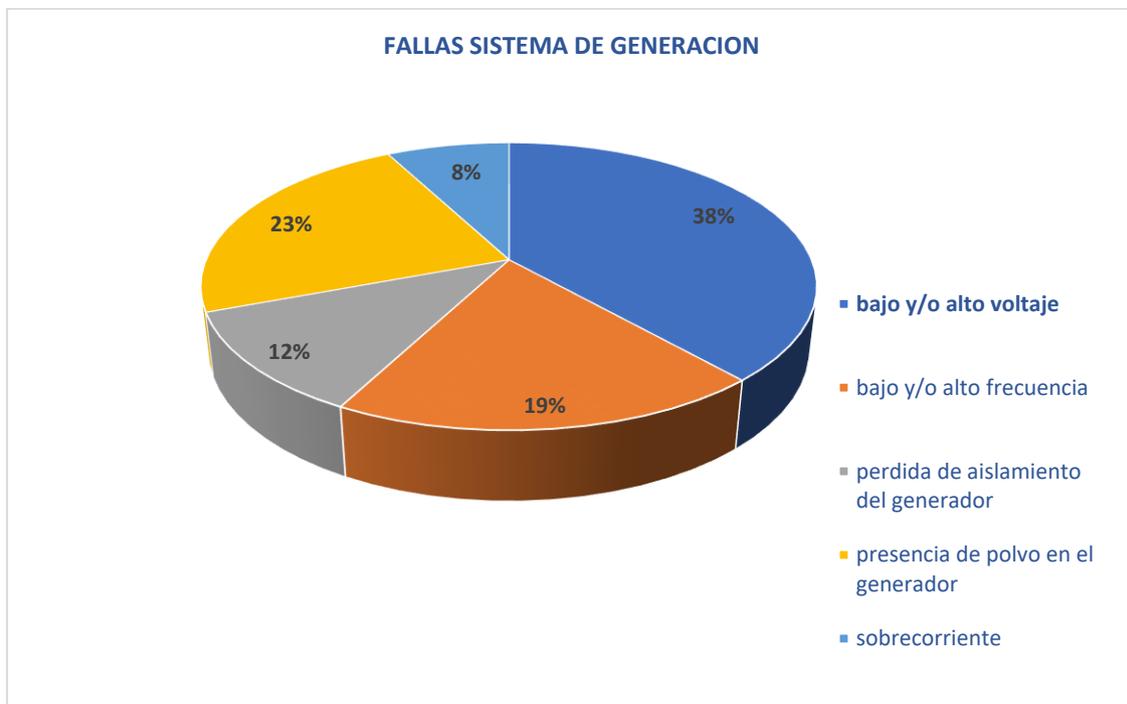


La Figura N° 6 muestra las fallas que se generan en el sistema de combustible, lubricación y refrigeración, siendo la falla de presencia de partículas en el tanque de combustible; para evitar el fallo se debe un mantenimiento periódico del tanque de combustible.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 5:
Fallas del sistema de generación

FALLAS SISTEMA DE GENERACION	puntuación	Porcentaje	
		%	categoría
bajo y/o alto voltaje	10	38%	moderado
bajo y/o alto frecuencia	5	19%	moderado
perdida de aislamiento del generador	3	12%	moderado
presencia de polvo en el generador	6	23%	moderado
sobre corriente	2	8%	leve
TOTAL	26	100%	

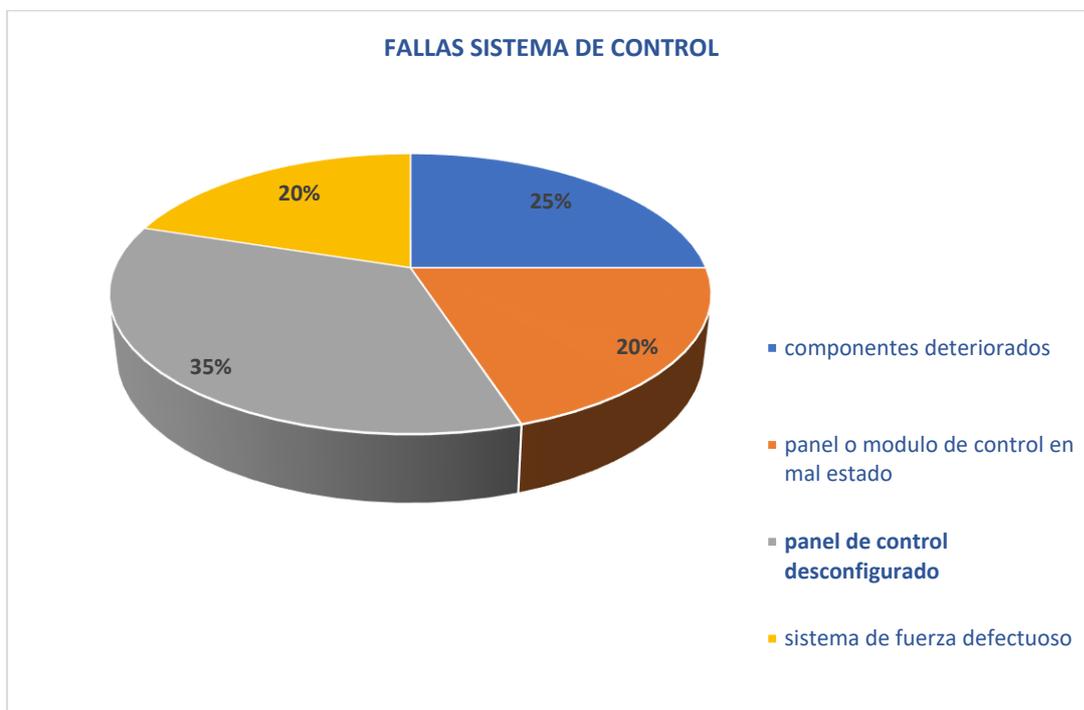


La Figura N° 7 muestra las fallas que se generan en el sistema de combustible, lubricación y refrigeración, siendo la falla más frecuente del bajo y/o alto voltaje, se debe hacer un seguimiento continuo y verificar parámetros.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 6:
Fallas del sistema de control

FALLAS SISTEMA DE CONTROL	puntuación	Porcentaje	
		%	categoría
componentes deteriorados	5	25%	moderado
panel o módulo de control en mal estado	4	20%	moderado
panel de control desconfigurado	7	35%	moderado
sistema de fuerza defectuoso	4	20%	moderado
TOTAL	20	100%	

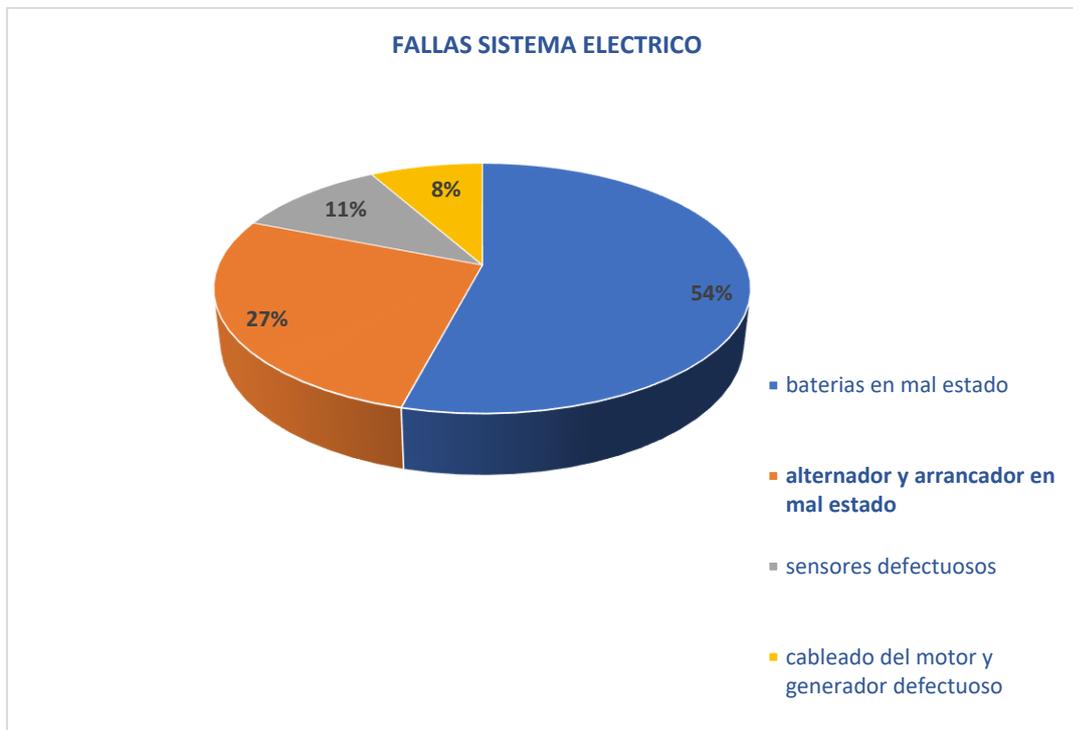


La Figura N° 8 muestra las fallas que se generan en el sistema de combustible, lubricación y refrigeración, siendo la falla más frecuente panel de control desconfigurado; verificar constantemente anomalías, para su corrección inmediata.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 7:
Fallas del sistema eléctrico

FALLAS SISTEMA ELECTRICO	puntuación	Porcentaje	
		%	categoría
baterías en mal estado	20	54%	severo
alternador y arrancador en mal estado	10	27%	moderado
sensores defectuosos	4	11%	moderado
cableado del motor y generador defectuoso	3	8%	leve
TOTAL	37	100%	



La Figura N° 9 muestra las fallas que se generan en el sistema de combustible, lubricación y refrigeración, siendo la falla más frecuente alternador y arrancador en mal estado.

Fuente: Elaboración propia

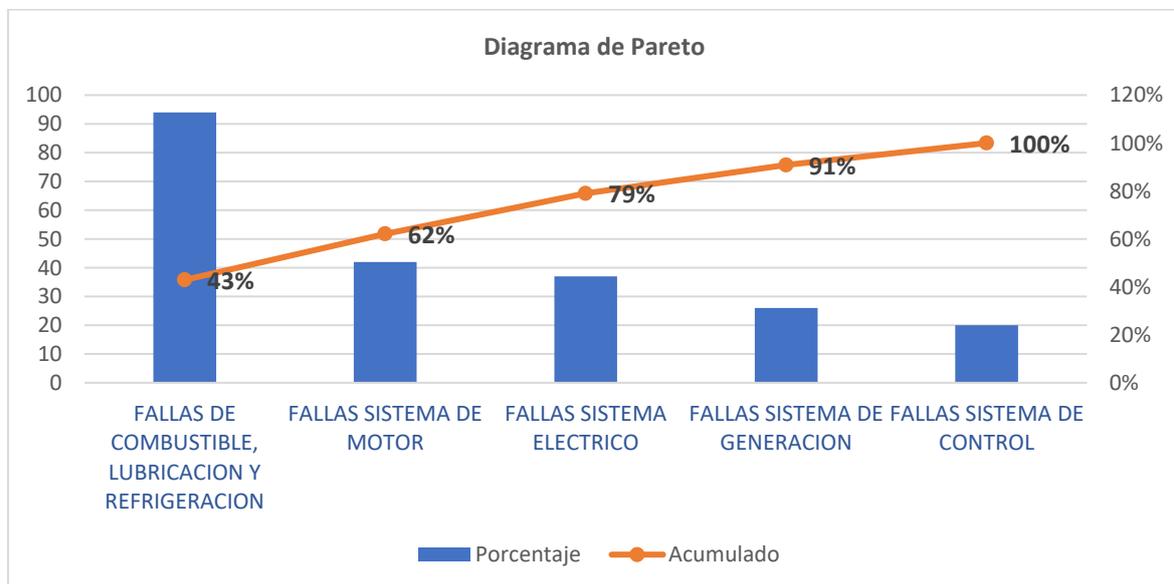
De los sistemas operativos electrógenos, se identifica que el 80-20 de las mismas son:
La tabla muestra el análisis del Diagrama de Pareto cuales son los sistemas operativos con más fallas de mayor impacto que se requiere mantenimiento preventivo que se producen en los grupos electrógenos, se concluye que las fallas F1, F2, F3, se encuentran en el 80% acumulado. Todas las fallas de los sistemas operativos indicadas se encuentran enfocadas en la gestión de mantenimiento.

Tabla N° 8:

Fallas por sistema operativo de los grupos electrógenos

FALLA TOTAL DE LOS SISTEMAS	Puntaje	%	%	
			Acumulado	Acumulado
FALLAS DE COMBUSTIBLE, LUBRICACION Y REFRIGERACION	94	43%	94	43%
FALLAS SISTEMA DE MOTOR	42	19%	136	62%
FALLAS SISTEMA ELECTRICO	37	17%	173	79%
FALLAS SISTEMA DE GENERACION	26	12%	199	91%
FALLAS SISTEMA DE CONTROL	20	9%	219	100%
TOTAL	219	100%		

Fuente: Elaboración propia



La Figura N° 10 muestra gráficamente, las fallas que se encuentran en el 20% e impactan en el 80% de la generación del problema principal del total de fallas en los sistemas operativos de los grupos electrógenos.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis del Diagrama de Pareto se concluye que, la mejor alternativa para mejorar operatividad de los grupos electrógenos de la empresa Profakto SAC, es la aplicación del mantenimiento preventivo

Para la recopilación de mantenimientos para los grupos electrógenos se agruparon de la siguiente manera.

- **Sistema de motor:** En el mantenimiento preventivo del sistema de motor se realiza cada 250 horas de operación o 6 meses de acuerdo con el tipo de aplicación del grupo electrógeno en la industria.

La siguiente tabla muestra la relación de mantenimiento requeridos para el sistema de mantenimiento del motor, indicando su frecuencia de ejecución anual y tiempo de mantenimiento requerido en horas.

Tabla N° 9:

Mantenimiento sistema de motor

ITEM	SISTEMA DE MOTOR	FRECUENCIA	TIEMPO
		A	MANTTO
1	CAMBIO DE ACEITE	250	2
2	CAMBIO DE REFRIGERANTE	2000	3
3	CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE	250	0.5
4	CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	250	0.5
5	CAMBIO DE FILTRO REFRIGERANTE	500	0.5
6	CAMBIO DE FILTRO DE AIRE	250	0.5
7	LIMPIEZA DE PANEL DE RADIADOR	250	4
8	REGULACIÓN DE VÁLVULAS	2000	4

Fuente: Elaboración propia

- **Sistema de combustible, lubricación y refrigeración:** En el mantenimiento preventivo del sistema de combustible, lubricación y refrigeración se realiza de acuerdo a la aplicación del equipo en la industria.

La siguiente tabla muestra la relación de tareas para el mantenimiento requeridos para el sistema de mantenimiento de combustible, lubricación y refrigeración, además se indica los tiempos de ejecución de cada tarea en horas.

Tabla N° 10:

Mantenimiento Sistema de combustible, lubricación y refrigeración

ITEM	SISTEMA DE COMBUSTIBLE, LUBRICACION Y REFRIGERACION	FRECUENCIA	TIEMPO MANTTO
1	LIMPIEZA DE TANQUE DE COMBUSTIBLE	2000	6
2	MANTENIMIENTO DE BOMBA DE TRANFERENCIA MECANICA	250	2
3	MANTENIMIENTO DE BOMBA DE INYECCION E INYECTORES	250	16
4	MANTENIMIENTO Y REEMPLAZO DE CAÑERIAS Y SELLOS	250	2
5	MANTENIMIENTO Y/O CAMBIO DE BOMBA DE ACEITE	250	8
6	CAMBIO DE SELLOS Y EMPAQUETADURAS	250	3
7	CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	250	0.5
	CAMBIO DE MANGUERAS Y ABRZADERAS DEL SITEMA DE		
8	REFRIGERACION	250	2
9	MANTENIMIENTO DE RADIADOR	250	4
10	MANTENIMIENTO Y/O CAMBIO DE BOMBA DE REFRIGERANTE	250	4

Fuente: Elaboración propia

- **Sistema de generación:** el sistema de generación se refiere al conjunto de partes y componentes del generador del grupo electrógeno.

En la siguiente tabla se muestra los datos de las tareas, para el sistema de mantenimiento del sistema de generación con su respectiva frecuencia y tiempos.

Tabla N° 11:

Mantenimiento sistema de generación

ITEM	SISTEMA DE GENERACION	FRECUENCIA	TIEMPO MANTTO
1	MANTENIMIENTO DEL GENERADOR	250	3
2	MEDICIÓN DE AISLAMIENTO DEL GENERADOR	500	2
3	INSPECCIÓN VISUAL DE PORTA DIODOS Y DIODOS, VARISTOR Y BOBINAS.	250	0.5
4	VERIFICACIÓN DE CABLES Y CONEXIONES DEL RAMAL ELÉCTRICO DEL GENERADOR	250	1
5	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL GRUPO ELECTRÓGENO EN VACÍO	250	0.5
6	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL GRUPO ELECTRÓGENO CON CARGA	250	1

Fuente: Elaboración propia

- **Sistema de control:** el sistema de control se menciona los accesorios y componentes del tablero de control y fuerza del grupo electrógeno, que se debe realizar el mantenimiento preventivo cada 250 horas.

De acuerdo con los datos mostrados en la siguiente tabla, se realiza los controles necesarios de los diferentes tableros para minimizar las fallas, se realiza en horas.

Tabla N° 12:
Mantenimiento sistema de control

ITEM	SISTEMA DE CONTROL	FRECUENCIA	TIEMPO MANTTO
1	MANTENIMIENTO DEL TABLERO DE CONTROL	250	2
2	MANTENIMIENTO DEL TABLERO DE FUERZA	250	2
3	MNTENIMIENTO Y/O CAMBIO DE ACCESORIOS Y CALIBRACION	250	3

Fuente: Elaboración propia

- **Sistema eléctrico:** el sistema eléctrico forma parte de todo el conjunto de sensores, actuadores, batería y cableado del motor Diesel.

En la siguiente tabla se detalla las actividades de verificación del sistema eléctrico del motor que se realiza con una frecuencia con sus tiempos correspondientes en horas.

Tabla N° 13:
Mantenimiento sistema eléctrico

ITEM	SISTEMA ELECTRICO	FRECUENCIA	TIEMPO MANTTO
1	CAMBIO DE BATERÍA	2000	1.5
2	VERIFICACIÓN DE ACCESORIOS Y CONEXIONES DE LA BATERÍA	250	0.5
3	VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO DEL ATERNADOR	250	0.5
4	VERIFICACIÓN DE LAS CONEXIONES ELÉCTRICAS DEL ALTERNADOR	250	0.5
5	VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE MOTOR DE ARRANQUE	250	0.5
6	VERIFICACIÓN DE LAS CONEXIONES ELÉCTRICAS DEL MOTOR DE ARRANQUE	250	0.5
7	VERIFICACIÓN DE LOS CABLES Y CONEXIONES DEL RAMAL ELÉCTRICO DEL MOTOR	250	0.5
8	VERIFICACIÓN DEL ESTADO Y FUNCIONAMIENTO DE SENSORES DEL MOTOR	250	0.5

Fuente: Elaboración propia



CHEQUEO DE INGRESO - SALIDA DE TALLER SERVICIO TECNICO

EQUIPOS	GRUPO ELÉCTROGENO.	FECHA DE INGRESO:	6/02/2019
CODIGO DE EQUIPO		FECHA DE SALIDA:	
MARCA	DEUTZ	HOROMETRO DE ING:	1839.56
MODELO	TCD 2013 L06 4V	HOROMETRO DE SAL:	
# SERIE	10965616		
EJECUTANTE DE LA REVISION:	GROVER ASÍS , CARLOS PUGA.		
OT:	684		

SUCURSAL _____

B: BUENO	M: MALO
NA: NO APLICA	
P: PENDIENTE (SOLO INGRESO)	

ITEM	PRUEBAS DE REPORTABILIDAD GPS	INGRESO	SALIDA
1	Realizar Prueba de "Botón Horómetro"	N.A	
2	Realizar Prueba de "Botón Mantención"	N.A	
3	Validar Horómetro Físico vs Horómetro página GPS	N.A	

Nota 1: Las pruebas de reportabilidad deben ser realizadas con el motor encendido.

Nota 2: Las validaciones en sistema se deben realizar con asistente ST o supervisor ST.

ITEM	CHEQUEO VISUAL	INGRESO	SALIDA
1	Nivel Aceite Motor	M	
2	Nivel Refrigerante de Motor (Estanque de expansión y radiador)	M	
3	Revisar Tapa de Radiador	B	
4	Nivel de Combustible (ver archivo "Características del Parque")	B	
5	Revisión Limpieza y Estado de Filtros de Aire	M	
6	Revisión Estado de Filtros de Motor	M	
7	Chequeo Mangueras de Líneas de Combustible	B	
8	Chequeo Mangueras de Líneas de Agua	B	
9	Revisión Correa Alternador Ventilador y Aspas de Ventilador	B	
10	Revisión Vidrios de Cabina	B	
11	Chequeo Estado de Panel de Radiador (Fugas y Limpieza)	M	
12	Chequeo de Carrocería	M	
13	Chequeo Tapas de Comb. Agua, Motor,	B	
14	Chequeo Bornes de Baterías	M	
15	Chequeo de Fijación Silenciador y Tubo de Escape	B	
16	Revisión de tapón del silenciador	B	
17	Chequeo Voltaje Batería (12 V)	B	
18	Chequeo Correcto Funcionamiento Puertas y Ventanas	M	
19	Revisar estado del Contactor	B	
20	Revisar y reapretar conectores de entrada y salida del Contactor	B	
21	Chequeo de Panel de Conexión de Cables	M	
22	Chequeo Protecciones de Aspa	B	
23	Revisión Estado de Pantalla Digital	B	
24	Revisar Limpieza de Tanque de Combustible	M	
25	Chequeo Mantención Preventiva Vigente	B	
26	Chequeo orden de cables con amarras plásticas	M	

ITEM	CHEQUEOS FUNCIONAMIENTO (15 MIN. CALENTAMIENTO)	INGRESO	SALIDA
27	Chequeo de Funcionamiento de Corta Corriente	N.A	
28	Revoluciones de Motor en 1500 rpm	N.A	
29	Revisión Posibles Fugas de Aceite Motor	N.A	
30	Revisión Posibles Fugas de Combustible	N.A	
31	Revisión Posibles Fugas de Refrigerante	N.A	
32	Revisión Funcionamiento Instrumentos de Control	N.A	
33	Revisar Carga de Alternador (13.6-14 V) (26-28) (Según Corresp.)	N.A	
34	Revisar Funcionamiento Motor de Arranque	N.A	
35	Revisar Funcionamiento Luces de Tablero y pantalla	N.A	
36	Revisión de Funcionamiento de Horómetro	N.A	
37	Control de Voltaje en 220V por Fase (+ 239)	N.A	
38	Control de Voltaje en 380V por Fase (+ 400)	N.A	
39	Control de Intensidad I = 0 por Fase y Neutro	N.A	
40	Control de Paradores de Emergencia	N.A	
41	Revisar apriete abrazaderas de sistema de refrigeración.	N.A	
42	Chequear roces en líneas de fuerza de unidad generadora.	N.A	
43	Chequear apriete y buen contacto de terminales líneas de fuerza unidad generadora.	N.A	
44	Chequear mantenedor de batería.	N.A	
45	Chequear funcionamiento de calefactor.	N.A	

La Figura N° 11 refleja la lista de requisitos necesarios que se debe cumplir y analizarse en el equipo antes de su ingreso al taller de mantenimiento.

Fuente: Profakto SAC



MEDICIÓN DE AISLAMIENTO - MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL

GENERADOR : ONAN - 300DFCB

FECHA : 13/04/2018

RANGO PARA DEFINIR ESTADO

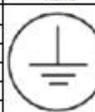
EVALUADOR : RODOLFO ABILA M.

HOROMETRO : 184.8

MAYOR A 5 MΩ = OPERATIVO

Ubicación : CHINCHON

MENOR A 5 MΩ = REQUIERE MP

ESTATOR PRINCIPAL		
A MEGADO DE BOBINAS RESPECTO A TIERRA		
Bobina	Tierra	Valor Ω
T1 - T4		> 550 MΩ
T2 - T3		> 550 MΩ
T3 - T6		> 550 MΩ
T7 - T10		> 550 MΩ
T8 - T11		> 550 MΩ
T9 - T12		> 550 MΩ

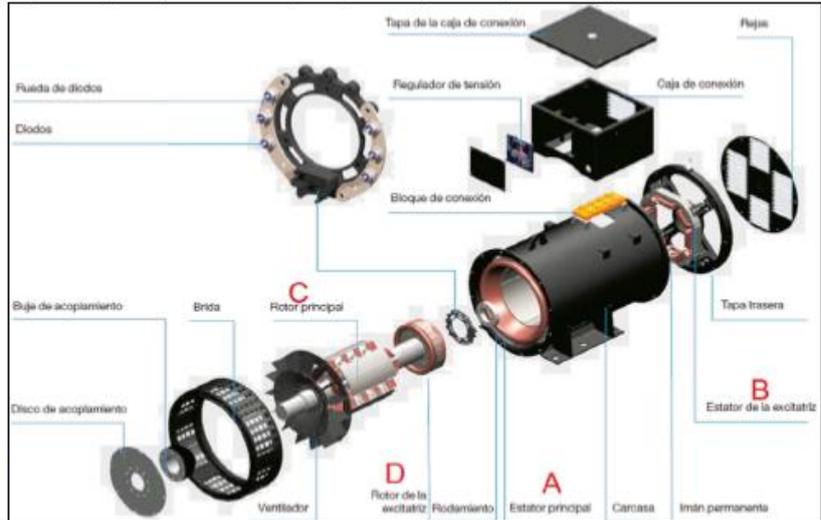
ROTOR PRINCIPAL		
C MEGADO DE BOBINA RESPECTO A TIERRA		
Bornes	Tierra	Valor Ω
-	-	-

ROTOR DE LA EXCITATRIZ		
D MEGADO DE BOBINA RESPECTO A TIERRA		
Bornes	Tierra	Valor Ω
-	-	-

ESTADO
El aislamiento del generador con respecto a tierra se encuentra dentro del rango requerido.

A MEGADO DE BOBINAS RESPECTO A BOBINAS		
Bobina	Bobina	Valor Ω
T1 - T4	T2 - T3	> 550 MΩ
	T3 - T6	> 550 MΩ
	T7 - T10	> 550 MΩ
	T8 - T11	> 550 MΩ
T2 - T3	T9 - T12	> 550 MΩ
	T3 - T6	> 550 MΩ
	T7 - T10	> 550 MΩ
	T8 - T11	> 550 MΩ
T3 - T6	T9 - T12	> 550 MΩ
	T7 - T10	> 550 MΩ
	T8 - T11	> 550 MΩ
	T9 - T12	> 550 MΩ
T7 - T10	T8 - T11	> 550 MΩ
	T9 - T12	> 550 MΩ
	T8 - T11	> 550 MΩ
	T9 - T12	> 550 MΩ

ESTATOR DE LA EXCITATRIZ		
B MEGADO DE BOBINA RESPECTO A TIERRA		
Bornes	Tierra	Valor Ω
1 - 2		> 550 MΩ
		26.8 Ω



Nota 1: Antes de iniciar el proceso de megado desconectar todos los cables de la caja de conexión de control y fuerza. Para megar el rotor principal y de la excitatriz desconectar el grupo de diodos.

Nota 2: En la figura se detalla los puntos a ser megados :

- punto A : Estator principal
- punto B : Estator de la excitatriz
- punto C : Rotor principal
- punto D : Rotor de la excitatriz

Firma Mecánico
INGRESO

Firma Supervisor

Firma Mecánico
SALIDA

Firma Supervisor

La Figura N° 12 muestra los parámetros de funcionamiento de los componentes de un generador de grupo electrógeno, como parte del diagnóstico del sistema.

Fuente: Profakto SAC

ORDEN DE TRABAJO

TIPO DE EQUIPO: GRUPO ELECTROGENO.



OT Nro.:	MARCA: VOLVO PENTA	FECHA DE EVALUACIÓN: 10/07/19
CLIENTE: FARMAINDUSTRIA.	MODELO: TD100GG	UBICACIÓN: PRADERAS DE LURIN
ACCIÓN: MANTTO PREVENTIVO.	N/S: 1162*0207	TÉCNICO: LEONARD ALVARADO H.
CÓD. EQUIPO:	HORAS: 29.5	USUARIO QUE ACTUALIZA:

ESPECIALIDAD DEL SERVICIO: MANTTO ANUAL.

TAREA	NOTAS	CANT	HR.
PAUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL. INCLUYE MEDICIÓN DE AISLAMIENTO DEL GENERADOR.		1	FUJO
LIMPIEZA GENERAL DEL EQUIPO		1	FUJO
MOVILIZACIÓN Y TRANSPORTE.		1	FUJO

LISTA DE MATERIALES

FALTANTES: GRUPO ELÉCTROGENO.



OT Nro.:	MARCA: VOLVO PENTA	FECHA DE EVALUACIÓN: 10/07/19
CLIENTE: FARMAINDUSTRIA.	MODELO: TD100GG.	UBICACIÓN: PRADERAS DE LURIN - LURIN
ACCIÓN: MANTTO PREVENTIVO.	N/S: 1162*0207.	TÉCNICO: LEONARD ALVARADO H.
CÓD. EQUIPO:	HORAS: 29.5	USUARIO QUE ACTUALIZA:

Nro.	CODIGO	PRODUCTO	CANT	NOTA
1		INSUMOS (PANOS, LIMPIA CONTACTO, CINTA AISLANTE, AFLIJATODO, CINTILLOS PLASTICOS)	1	
2		SOLVO-KLEEN MAX / NCH (DIELECTRICO)	0.25	
3		DESENGRASANTE MULTIPROPOSITO ND-150 NCH	0.25	
4		ACEITE DE MOTOR CHEVRON DELO 400 MGX 15W40 X BALDE 5GLN	2	ENTRAN 20 LITROS DE ACEITE DE MOTOR
5	LF667	FILTRO DE ACEITE	2	
6	FF 42000	FILTRO DE DE COMBUSTIBLE	2	
7	AF 4100	FILTRO DE AIRE	2	

La Figura N° 13 sirve para el registro de mantenimiento realizado en cada equipo, así como la lista de materiales requeridos para su ejecución.

Fuente: Profakto SAC

PROFAKTO		PROTOCOLO DE PRUEBA CON CARGA PARA GRUPOS ELECTRÓGENOS				
CLIENTE	REDONDOS	AFI:				
Técnico Responsable	ALEXIS VILLANUEVA	Fecha	4/07/2019			
Nota : Completar los espacios con la información solicitada o usar la designación siguiente de ser el caso : (✓) Satisfactorio, (X) No Satisfactorio, (NA) No aplica.						
I. DATOS DE GRUPO ELECTRÓGENO						
G.E	Marca	Modelo	Serie	Horas		
Motor	PERKINS	V10				
II. DATOS DE PLACA DEL GENERADOR Y CONFIGURACIÓN						
Tipo de Potencia	Stand by	Prime	Voltaje Actual 220			
Potencia Activa (KW)			Factor de Potencia (F.P) 0.8			
Potencia Aparente (KVA)			Anperaje Total de G.E (A)			
1. Generalidades						
1.1. Conexión del Generador :		Δ/Y :	YY	Frecuencia	60HZ	
1.2. Motor :		RPM:	1800	Capacidad de la batería (A.h)		
1.3. Sistema de Control :	DSE	Modelo:		Tensión de la batería (VCC)	12VDC	
2. Inspección del Motor						
2.1. Nivel de aceite correcto?			✓	2.7. Ausencia de fugas de aceite?	✓	
2.2. Aceite en buen estado?			✓	2.8. Ausencia de fugas de refrigerante?	✓	
2.3. Nivel de refrigerante correcto?			✓	2.9. Ausencia de fugas de combustible?	✓	
2.4. Concentración de aditivos en refrigerante?			✓	2.10. Ausencia de fugas de aire en el sistema de admisión?	✓	
2.5. Filtro de aire limpio y en buen estado			✓	2.11. Ausencia de fugas de gases de escape?	✓	
2.6. Indic. Filtro de aire saturado?			✓	2.12. Ausencias de ruidos extraños?	✓	
3. Evaluación del sistema eléctrico						
3.1. Funcionamiento del Sistema de Control del Grupo Eléctrico						
- Arranque manual			✓	- Visualización de parámetros del G.E	✓	
- Parada manual			✓	- Reporte de fallas activas en el display	✓	
- Funcionamiento automático			✓	- Paradas de Emergencia Operativas?	✓	
3.3. Regulador de Voltaje (AVR):						
Marca	STAMFORD	Funciona Correctamente?		✓		
Modelo	SX460					
3.5. Datos Complementarios :						
- Transformadores de Corriente?	3	Relación de transformación	400/5A			
- Llave Térmica: Marca :	--	Modelo :	--	Capacidad de Amperaje (A):	160/200A	
4.1. Toma de Parámetros de Operación						
Parámetros a Medir	Unid. Medida	PORCENTAJE DE CARGA APLICADA				
		VACIO	25%	50%	75%	100%
Presión de Aceite	Bar		4.68	4.2	2.89	
T° de Refrigerante	°C		35	41	53	
Velocidad	RPM		1800	180	1803	
T° de Escape	°C					
Volt. Batería	VDC		14.3	14.2		
Tensión de Línea (V ac)	L1-L2		221	223	225	
	L2-L3		220	220	220	
	L3-L1		221	221	221	
Corriente (Amp)	L1		49	94	144	
	L2		51	98	149	
	L3		50	97	148	
Potencia Aparente	KVA					
Frecuencia	Hz		60	60	59.8	
Gobernador	%					
Regulador	%					
Nivel de Ruido	Db					
5. Resultado Final de la Prueba con Carga CON OBSERVACIONES						
1.-						
2.-						
6. Observaciones y Recomendaciones						
EL NIVEL DE COMBUSTIBLE SE ENCUENTRA EN 0%						
Técnico Responsable Profakto			Cliente			
Nombre :	Nombre :	Nombre :	Nombre :	Nombre :	Nombre :	
Firma	Firma	Firma	Firma	Firma	Firma	

La Figura N° 14, muestra el formato requerido para llevar el control de los equipos que salen del taller de mantenimiento, y conocer las nuevas características con las que se está dejando para el inicio de funcionamiento del equipo.

Fuente: Profakto SAC

Finalmente, luego del seguimiento y control como parte de una gestión de mantenimiento, se requiere medir su impacto y contrastar su mejora.

Aplicando el mismo instrumento de recolección de datos, se tienen los siguientes resultados:

La siguiente tabla recopila los registros obtenidos después de la aplicación del mantenimiento preventivo, con la finalidad de poder medir el impacto positivo o negativo de la mejora, es decir, para poder medir si los indicadores definidos respecto a la disponibilidad han mejorado.

Tabla N° 14:

Datos después de la aplicación de la mejora

Fecha	GE KOHLER / 230ROZD			GE MODASA / MD-500I			GE GAMMA / GPW-60I			GE CUMMINS / C750 D6		
	Hrs. Operación	Fallas	TTF	Hrs. Operación	Fallas	TTF	Hrs. Operación	Fallas	TTF	Hrs. Operación	Fallas	TTF
01/08/2020	18.00	0	0.00	3.00	0	0.00	11.00	1	0.50	4.60	1	1.00
02/08/2020	4.00	0	0.00	1.00	0	0.00	5.90	0	0.00	15.36	1	0.75
03/08/2020	0.00	0	0.00	10.00	0	0.00	8.95	0	0.00	8.43	1	0.50
04/08/2020	5.95	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	5.36	1	0.00
05/08/2020	17.00	2	0.78	8.00	0	0.00	11.15	0	0.00	0.00	0	0.00
06/08/2020	0.50	0	0.00	12.00	1	1.27	1.50	1	0.50	0.50	0	0.00
07/08/2020	10.00	0	0.00	5.00	1	1.50	2	0	0.00	17.00	2	0.95
08/08/2020	14.50	2	2.65	9.75	0	0.00	13.75	0	0.00	9.22	2	1.00
09/08/2020	0.00	0	0.00	3.00	1	2.50	0.00	0	0.00	10.75	2	0.89
10/08/2020	18.65	1	1.50	8.75	0	0.00	6.98	0	0.00	11.15	1	0.75
11/08/2020	19.00	1	0.50	0.00	0	0.00	3.50	0	0.00	0.00	0	0.00
12/08/2020	7.95	0	0.00	10.85	1	2.77	9.45	1	1.05	9.22	1	0.75
13/08/2020	0.50	0	0.00	7.12	1	2.00	1.50	0	0.00	0.50	2	2.00
14/08/2020	10.20	0	0.00	1.50	0	0.00	0.00	0	0.00	3.38	3	2.75
15/08/2020	8.27	1	1.50	0.00	0	0.00	10.08	0	0.00	0.00	0	0.00

Fecha	GE KOHLER / 230ROZD			GE MODASA / MD-500I			GE GAMMA / GPW-60I			GE CUMMINS / C750 D6		
	Hrs. Operación	Fallas	TTF	Hrs. Operación	Fallas	TTF	Hrs. Operación	Fallas	TTF	Hrs. Operación	Fallas	TTF
16/08/2020	12.85	0	0.00	3.00	0	0.00	10.40	1	1.25	10.25	1	0.87
17/08/2020	0.00	0	0.00	2.50	0	0.00	3.43	2	0.13	10.25	2	1.50
18/08/2020	5.70	2	2.75	9.23	2	1.43	6.53	0	0.00	15.70	1	3.06
19/08/2020	5.20	1	0.50	11.85	0	0.00	1.20	1	0.50	9.68	0	0.00
20/08/2020	0.50	0	0.00	3.50	0	0.00	1.50	0	0.00	0.50	1	1.75
21/08/2020	19.00	0	2.92	0.00	0	0.00	10.28	1	0.52	1.20	1	0.50
22/08/2020	12.53	1	6.08	6.20	0	0.00	1.45	1	1.00	14.02	1	2.00
23/08/2020	10.00	0	0.00	10.00	0	0.00	3.28	0	0.00	9.87	1	0.50
24/08/2020	1.98	0	0.00	8.90	1	1.75	0.00	0	0.00	9.35	1	3.00
25/08/2020	0.00	0	0.00	5.95	0	0.00	6.08	0	0.00	15.38	2	3.75
26/08/2020	15.05	1	1.50	4.27	2	0.50	9.80	1	1.35	8.55	0	0.00
27/08/2020	0.50	0	0.00	12.09	0	0.00	1.50	2	2.95	0.50	1	0.50
28/08/2020	10.50	0	0.00	0.00	0	0.00	13.25	0	0.00	14.00	1	4.00
29/08/2020	7.85	1	2.75	0.00	0	0.00	8.83	0	0.00	13.00	0	0.00
30/08/2020	11.02	1	1.00	0.00	0	0.00	9.35	1	0.50	0.00	0	0.00

Fuente: Profakto SAC.

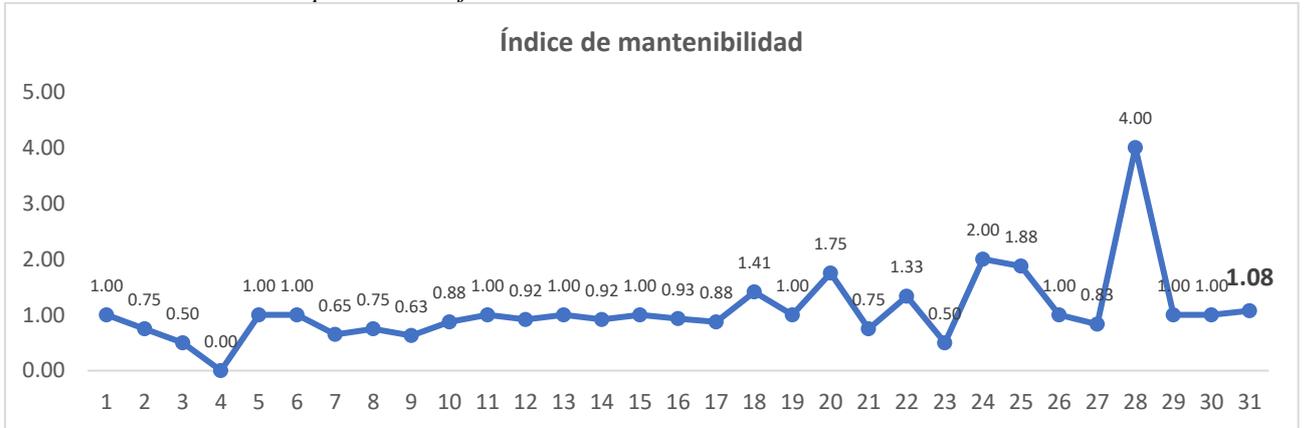
La tabla muestra los resultados de los nuevos indicadores de disponibilidad, obteniéndose un índice del 91%, siendo este mayor al índice de disponibilidad antes de la aplicación de la mejora.

Tabla N° 15:
Registro de indicadores después de la aplicación de la mejora

Fecha	Total			Indicadores		
	Hrs. Operación	Fallas	TTF	Índice de mantenibilidad	Índice de confiabilidad	Disponibilidad
01/08/2020	36.60	2	2.00	1.00	18.30	0.95
02/08/2020	26.26	1	0.75	0.75	26.26	0.97
03/08/2020	27.38	1	0.50	0.50	27.38	0.98
04/08/2020	11.31	1	0.00	0.00	11.31	1.00
05/08/2020	36.15	2	2.00	1.00	18.08	0.95
06/08/2020	14.50	2	2.00	1.00	7.25	0.88
07/08/2020	34.00	3	1.95	0.65	11.33	0.95
08/08/2020	47.22	4	3.00	0.75	11.80	0.94
09/08/2020	13.75	3	1.89	0.63	4.58	0.88
10/08/2020	45.53	2	1.75	0.88	22.77	0.96
11/08/2020	22.50	1	1.00	1.00	22.50	0.96
12/08/2020	37.47	3	2.75	0.92	12.49	0.93
13/08/2020	9.62	3	3.00	1.00	3.21	0.76
14/08/2020	15.08	3	2.75	0.92	5.03	0.85
15/08/2020	18.35	1	1.00	1.00	18.35	0.95
16/08/2020	36.50	2	1.87	0.93	18.25	0.95
17/08/2020	16.18	4	3.50	0.88	4.05	0.82
18/08/2020	37.16	5	7.06	1.41	7.43	0.84
19/08/2020	27.93	2	2.00	1.00	13.97	0.93
20/08/2020	6.00	1	1.75	1.75	6.00	0.77
21/08/2020	30.48	2	1.50	0.75	15.24	0.95
22/08/2020	34.20	3	4.00	1.33	11.40	0.90
23/08/2020	33.15	1	0.50	0.50	33.15	0.99
24/08/2020	20.23	2	4.00	2.00	10.12	0.83
25/08/2020	27.42	2	3.75	1.88	13.71	0.88
26/08/2020	37.67	4	4.00	1.00	9.42	0.90
27/08/2020	14.59	3	2.50	0.83	4.86	0.85
28/08/2020	37.75	1	4.00	4.00	37.75	0.90
29/08/2020	29.68	1	1.00	1.00	29.68	0.97
30/08/2020	20.37	2	2.00	1.00	10.18	0.91
				1.08	14.86	0.91

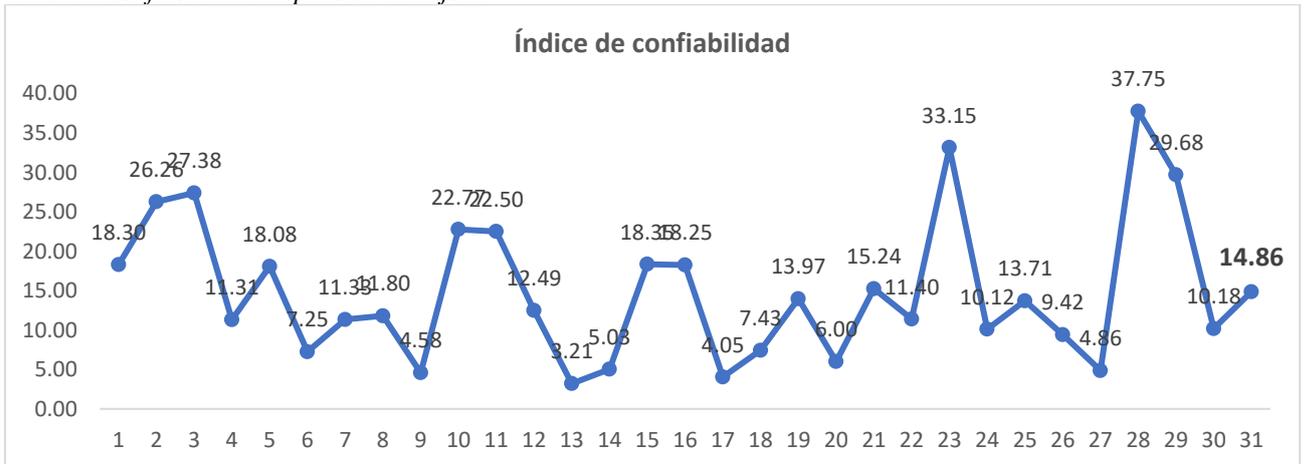
Fuente: Profakto SAC

Gráfico N° 4:
índice de mantenibilidad después de la mejora



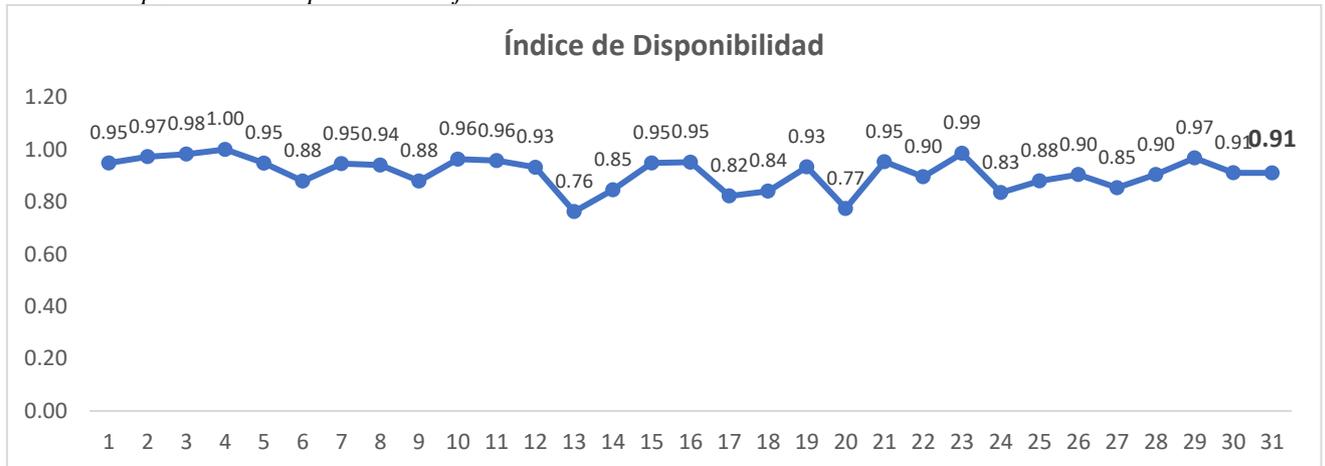
El grafico N°4 muestra los resultados del indicador de mantenibilidad siendo el promedio de 1.08 horas/falla de Los grupos electrógenos de la empresa Profakto SAC,

Gráfico N° 5:
índice de confiabilidad después de la mejora



El grafico N°5 muestra los resultados del indicador de confiabilidad siendo el promedio de 14.86horas/falla de Los grupos electrógenos de la empresa Profakto SAC,

Gráfico N° 6:
índice de disponibilidad después de la mejora



El grafico N° 6 muestra los resultados del indicador de disponibilidad siendo el promedio de 91%. de Los grupos electrógenos de la empresa Profakto SAC,

Luego de la aplicación de la mejora, los grupos electrógenos de la empresa Profakto SAC, tienen un índice de:

Mantenibilidad de 1.08 horas/falla, lográndose una reducción 0.16 horas/falla, permitiendo hacer el mantenimiento preventivo más rápido.

Confiabilidad de 14.89 horas/falla, siendo más confiable los grupos electrógenos en 9.3 horas/falla.

Disponibilidad de 91%, lográndose reflejar una mejora del 14% respecto a la disponibilidad obtenida antes de la mejora.

Según los índices aplicado, también mejora la operatividad de los grupos electrógenos de la Empresa Profakto Sac.

3.3. Del análisis estadístico

Como parte de la aplicación del procedimiento estadístico para la elaboración del análisis descriptivo y análisis inferencial, se tienen las siguientes variables estadísticas:

- Disponibilidad Antes: Disponibilidad obtenida antes de la aplicación.
- Disponibilidad Después: Disponibilidad obtenida después de la aplicación.
- Confiabilidad Antes: Confiabilidad registrada antes de la aplicación.
- Confiabilidad Después: Confiabilidad registrada después de la aplicación.
- Mantenibilidad Antes: Mantenibilidad registrada antes de la aplicación.
- Mantenibilidad Después: Mantenibilidad registrada después de la aplicación.

3.3.1. Análisis descriptivo

De la variable dependiente “Disponibilidad”

Como resumen del procesamiento de casos de la variable dependiente, se tiene la cantidad de 30 datos, de los cuales el 100% son casos válidos.

La tabla muestra el procesamiento de casos de la variable estadística Disponibilidad, muestra la cantidad de casos válidos y perdidos que tiene la serie de datos de la misma, arrojando un resultado del 100% válido para el análisis de datos.

Tabla N° 16:

Resumen de procesamiento de casos de la variable Disponibilidad

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Disponibilidad Antes	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%
Disponibilidad Después	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Fuente: Elaboración propia – SPSS V25

Del análisis descriptivo de la Disponibilidad antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo, se obtuvieron los siguientes resultados mediante el software SPSS V25:

La tabla muestra las características estadísticas obtenidas del análisis descriptivo de la variable Disponibilidad, tales como, la media, el intervalo de confianza para el procesamiento de datos, la mediana, varianza, rangos mínimos y máximo, que nos servirán como referencia para realizar el contraste de hipótesis.

Tabla N° 17:

Análisis descriptivo de la Disponibilidad antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo

Disponibilidad Antes		Estadístico	Error estándar
Media		.7960	.01614
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.7630	
	Límite superior	.8290	
Media recortada al 5%		.8033	
Mediana		.8200	
Varianza		.0078	
Desviación estándar		.0884	
Mínimo		.5500	
Máximo		.8900	
Rango		.3400	
Rango intercuartil		.1225	
Asimetría		-1.2177	0.426892396
Curtosis		.8834	0.832745618
Disponibilidad Después		Estadístico	Error estándar
Media		.9100	.01148
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.8865	
	Límite superior	.9335	
Media recortada al 5%		.9133	
Mediana		.9300	
Varianza		.0040	
Desviación estándar		.0629	
Mínimo		.7600	
Máximo		1.0000	
Rango		.2400	
Rango intercuartil		.0800	
Asimetría		-.8219	0.426892396
Curtosis		.0170	0.832745618

Fuente: Elaboración propia – SPSS V25

De su dimensión, “Confiabilidad”, se tiene el siguiente análisis descriptivo antes de la aplicación y después de la aplicación, a través del software estadístico SPSS versión 25.

Como resumen del procesamiento de casos se tiene la cantidad de 30 datos, de los cuales el 100% son casos válidos.

La tabla muestra el procesamiento de casos de la variable estadística Confiabilidad, muestra la cantidad de casos válidos y perdidos que tiene la serie de datos de la misma, arrojando un resultado del 100% válido para el análisis de datos.

Tabla N° 18:
Resumen de procesamiento de casos de la Confiabilidad

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Confiabilidad_Antes	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%
Confiabilidad_Después	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Fuente: *Elaboración propia – SPSS V25*

Del análisis descriptivo de la Confiabilidad antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo, se obtuvieron los siguientes resultados mediante el software SPSS V25:

La tabla muestra las características estadísticas obtenidas del análisis descriptivo de la variable Confiabilidad antes y después de la aplicación de la mejora, tales como, la media, el intervalo de confianza para el procesamiento de datos, la mediana, varianza, rangos mínimos y máximo, que nos servirán como referencia para realizar el contraste de hipótesis.

Tabla N° 19:
Análisis descriptivo de la Confiabilidad antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo

Descriptivos		
	Confiabilidad_Antes	Error estándar
Media	5.5857	.40072
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4.7661
	Límite superior	6.4052
Media recortada al 5%	5.5469	
Mediana	5.9100	
Varianza	4.8173	
Desviación estándar	2.1948	
Mínimo	1.9200	
Máximo	10.2800	
Rango	8.3600	
Rango intercuartil	2.9825	
Asimetría	-.0034	0.426892396

Confiabilidad_Despues		Estadístico	Error estándar
Curtosis		-.5412	0.832745618
Media		14.8617	1.66311
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	11.4602	
	Límite superior	18.2631	
Media recortada al 5%		14.3070	
Mediana		12.1450	
		82.9783	
Varianza			
Desviación estándar		9.1092	
Mínimo		3.2100	
Máximo		37.7500	
Rango		34.5400	
Rango intercuartil		12.0025	
Asimetría		.8761	0.426892396
Curtosis		.1216	0.832745618

Fuente: Elaboración propia – SPSS V25

De su segunda dimensión, “Mantenibilidad”, se tiene el siguiente análisis descriptivo antes de la aplicación y después de la aplicación, a través del software estadístico SPSS versión 25.

Como resumen del procesamiento de casos se tiene la cantidad de 30 datos, de los cuales el 100% son casos válidos.

La tabla muestra el procesamiento de casos de la variable estadística Mantenibilidad antes y después de la aplicación de la mejora, muestra la cantidad de casos válidos y perdidos que tiene la serie de datos de la misma, arrojando un resultado del 100% válido para el análisis de datos.

Tabla N° 20:

Resumen de procesamiento de casos de la Mantenibilidad

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Mantenibilidad Antes	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%
Mantenibilidad Después	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Fuente: Elaboración propia – SPSS V25

Del análisis descriptivo de la Mantenibilidad antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo, se obtuvieron los siguientes resultados mediante el software SPSS V25:

La tabla muestra las características estadísticas obtenidas del análisis descriptivo de la variable Mantenibilidad antes y después de la aplicación de la mejora, tales como, la media, el intervalo de confianza para el procesamiento de datos, la mediana, varianza, rangos mínimos y máximo, que nos servirán como referencia para realizar el contraste de hipótesis.

Tabla N° 21:
Análisis descriptivo de la Mantenibilidad antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo

Descriptivos			
Mantenibilidad Antes		Estadístico	Error estándar
Media		1.2393	.04785
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1.1415	
	Límite superior	1.3372	
Media recortada al 5%		1.2343	
Mediana		1.2500	
Varianza		.0687	
Desviación estándar		.2621	
Mínimo		.8400	
Máximo		1.7500	
Rango		.9100	
Rango intercuartil		.4625	
Asimetría		.2668	0.426892396
Curtosis		-.9758	0.832745618
Mantenibilidad Después		Estadístico	Error estándar
Media		1.0753	.12441
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.8209	
	Límite superior	1.3298	
Media recortada al 5%		1.0004	
Mediana		1.0000	
Varianza		.4643	
Desviación estándar		.6814	
Mínimo		.0000	
Máximo		4.0000	
Rango		4.0000	
Rango intercuartil		.2500	
Asimetría		2.8901	0.426892396
Curtosis		11.6560	0.832745618

Fuente: Elaboración propia – SPSS V25

3.3.2. Análisis inferencial

a) Análisis de la hipótesis general

La aplicación de mantenimiento preventivo mejora la operatividad un 11% en cuanto a la disponibilidad de los grupos electrógenos, esto debido a los datos mostrados en las tablas.

b) Hipótesis específicas

HE₁: La aplicación de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de grupos electrógenos en la empresa PROFAKTO SAC.

A fin de contrastar la primera hipótesis específica, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las series de la disponibilidad antes y después tienen un comportamiento paramétrico, por lo tanto, en vista que las series de ambos datos tienen una cantidad de 30 datos, se procede a realizar el análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión

Si $\rho_{\text{valor}} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $\rho_{\text{valor}} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

La tabla muestra el resultado de análisis de la distribución normal de la serie de datos de la variable estadística de la Disponibilidad antes y después de su aplicación, a través del estadígrafo de Shapiro Wilk, para una muestra menor o igual de 30 elementos, con la cantidad de grados de libertad a su 100% y nivel de significancia.

Tabla N° 22:
Prueba de normalidad de la disponibilidad con Shapiro Wilk

	Pruebas de normalidad		
		Shapiro-Wilk	
	Estadístico	Gl	Sig.
Disponibilidad Antes	,866	30	,001
Disponibilidad Después	,925	30	,037

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: *Elaboración propia - SPSS V.25*

De la tabla N° 22, se puede verificar que la significancia de la Disponibilidad, antes de la aplicación es de 0,001 y después de la aplicación es de 0,037, dado que la disponibilidad antes de la aplicación es menor que 0,05 y la disponibilidad después de la aplicación también es menor que 0,05, de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contrastación de la hipótesis el uso de un estadígrafo no paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon.

- **Contrastación de hipótesis 1**

H₀: La aplicación de mantenimiento preventivo NO mejora la disponibilidad de grupos electrógenos en la empresa PROFAKTO SAC.

H_a: La aplicación de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de grupos electrógenos en la empresa PROFAKTO SAC.

Regla de decisión:

$$\mathbf{H_0:} \quad \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$\mathbf{H_a:} \quad \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

La siguiente tabla muestra la comparación de medias de las variables estadísticas de la Disponibilidad antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo para conocer si hay una mejora positiva a través de la diferencia de medias. Siendo esta variación positiva y determinar que la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los grupos electrógenos de la empresa Profakto SAC.

Tabla N° 23:

Comparación de medias de la Disponibilidad antes y después con Wilcoxon

Variable	Estadísticos descriptivos				
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Disponibilidad Antes	30	,796	,088	0,55	,890
Disponibilidad Después	30	,910	,063	0,76	1,000

Fuente: Elaboración propia - SPSS V.25

De la tabla N° 23, queda demostrado que la media de la Disponibilidad, antes de la aplicación (0,796) es menor que la media de la Disponibilidad, después de la aplicación (0,910), por consiguiente, se cumple que **H₀:** $\mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que el mantenimiento preventivo no mejora la disponibilidad de los grupos electrógenos, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del mantenimiento

preventivo mejora la disponibilidad de los grupos electrógenos de la empresa PROFAKTO SAC.

Finalmente, con la finalidad de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el p_{valor} o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas Disponibilidades, es decir, la disponibilidad obtenida antes y después de la aplicación:

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

La tabla muestra la corroboración de resultados de la comparación de medias obtenidas, es decir, el resultado de determinar el rechazo de la hipótesis nula y aceptación de la hipótesis alterna para la variable estadística de la Disponibilidad con un nivel de significancia del 0.00, ubicándose en el umbral de la zona de aceptación de la campana de Gauss.

Tabla N°24:

Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la disponibilidad

Estadísticos de prueba	
Disponibilidad Después - Disponibilidad Antes	
Z	-4,786 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia - SPSS V.25

Hipótesis específica 2:

HE₂: La aplicación de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de grupos electrógenos en la empresa PROFAKTO SAC.

A fin de poder contrastar la primera hipótesis específica, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las series de la Confiabilidad_Antes, antes de la aplicación del mantenimiento preventivo, y Confiabilidad_Despues, después de la aplicación del mantenimiento preventivo, tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p_{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

La tabla muestra el resultado de análisis de la distribución normal de la serie de datos de la variable estadística de la Confiabilidad antes y después de su aplicación, a través del estadígrafo de Shapiro Wilk, para una muestra menor o igual de 30 elementos, con la cantidad de grados de libertad a su 100% y nivel de significancia.

Tabla N°25:

Prueba de normalidad de la Confiabilidad con Shapiro Wilk

	Pruebas de normalidad		
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gf	Sig.
Confiabilidad Antes	,972	30	,604
Confiabilidad_Después	,923	30	,033

Fuente: Elaboración propia - SPSS V.25

De la tabla N° 25, se puede verificar que la significancia de la Confiabilidad_Antes, antes de la aplicación, es 0.604 y después de la aplicación es de 0.033, dado que la Confiabilidad_Antes es mayor que 0.05 y la Confiabilidad_Después es menor que 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contrastación de la hipótesis el uso de un estadígrafo no paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon.

- Contrastación de hipótesis específica 2

Ho: La aplicación de mantenimiento preventivo NO mejora la confiabilidad de grupos electrógenos en la empresa PROFAKTO SAC.

Ha: La aplicación de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de grupos electrógenos en la empresa PROFAKTO SAC.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

La tabla muestra la comparación de medias de las variables estadísticas de la Confiabilidad antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo para conocer si hay una mejora positiva a través de la diferencia de medias. Siendo esta variación positiva y determinar que la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de los grupos electrógenos de la empresa Profakto SAC.

Tabla N°26:
Comparación de medias de la Confiabilidad antes y después con Wilcoxon

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Confiabilidad_Antes	30	5,586	2,195	1,92	10,280
Confiabilidad_Después	30	14,862	9,109	3,21	37,750

Fuente: Elaboración propia - SPSS V.25

De la Tabla N° 26, ha quedado demostrado que la media de la Confiabilidad_Antes (5,586) es menor que la media de la Confiabilidad_Después (14,862), por consiguiente no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación del mantenimiento preventivo NO mejora la confiabilidad, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de los grupos electrógenos de la empresa PROFAKTO SAC.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el p_{valor} o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas productividades.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

La siguiente tabla muestra la corroboración de resultados de la comparación de medias obtenidas, es decir, el resultado de determinar el rechazo de la hipótesis nula y aceptación de la hipótesis alterna para la variable estadística de la Confiabilidad con un nivel de significancia del 0.00, ubicándose en el umbral de la zona de aceptación de la campana de Gauss.

Tabla N° 27:

Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la confiabilidad

Estadísticos de prueba ^a	
Confiabilidad_Después - Confiabilidad_Antes	
Z	-4,720 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: *Elaboración propia - SPSS V.25*

De la tabla N° 27, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la confiabilidad antes y después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo con la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de los grupos electrógenos de la empresa PROFAKTO SAC.

Hipótesis específica 3:

HE₃: La aplicación del mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de los grupos electrógenos de la empresa PROFAKTO SAC.

A fin de poder contrastar la segunda hipótesis específica, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las series de la Mantenibilidad Antes, antes de la aplicación, y Mantebilidad Después, después de la aplicación tienen

un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p_{\text{valor}} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p_{\text{valor}} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

La tabla muestra el resultado de análisis de la distribución normal de la serie de datos de la variable estadística de la Mantenibilidad antes y después de su aplicación, a través del estadígrafo de Shapiro Wilk, para una muestra menor o igual de 30 elementos, con la cantidad de grados de libertad a su 100% y nivel de significancia.

Tabla N°28:

Prueba de normalidad de la Mantenibilidad con Shapiro Wilk

	Pruebas de normalidad		
		Shapiro-Wilk	
	Estadístico	gl	Sig.
Mantenibilidad Antes	,953	30	,198
Mantenibilidad Después	,694	30	,000

Fuente: Elaboración propia - SPSS V25

De la tabla N° 28, se puede verificar que la significancia de las mantenibilidades, la Mantenibilidad Antes es 0.198 y Mantenibilidad Después es 0.000, dado que

la Mantenibilidad Antes es mayor que 0.05 y la Mantenibilidad Después es menor que 0.05, por consiguiente y de acuerdo con la regla de decisión, se asume para el análisis de la contrastación de la hipótesis el uso de un estadígrafo no paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon.

- Contrastación de hipótesis específica 3

H₀: La aplicación del mantenimiento preventivo NO mejora la mantenibilidad de los grupos electrógenos de la empresa PROFAKTO SAC.

Ha: La aplicación del mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de los grupos electrógenos de la empresa PROFAKTO SAC.

Regla de decisión:

$$\mathbf{H}_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$\mathbf{H}_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

La siguiente tabla muestra la comparación de medias de las variables estadísticas de la Mantenibilidad antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo para conocer si hay una mejora positiva a través de la diferencia de medias. Siendo esta variación positiva y determinar que la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de los grupos electrógenos de la empresa Profakto SAC.

Tabla N° 29:

Comparación de medias de la mantenibilidad antes y después con Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Mantenibilidad Antes	30	1,239	,262	0,84	1,750
Mantenibilidad Después	30	1,075	,681	0	4,000

Fuente: Elaboración propia - SPSS V.25

De la tabla N° 29, ha quedado demostrado que la media de la Mantenibilidad Antes (1.239) es mayor que la media de la Mantenibilidad Después (1.075), por consiguiente no se cumple $\mathbf{H}_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación del mantenimiento preventivo NO mejora la mantenibilidad, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de los grupos electrógenos de la empresa PROFAKTOS SAC. A fin de confirmar que el análisis

es el correcto, procederemos al análisis mediante el p_{valor} o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas productividades.

Regla de decisión:

Si $\rho_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $\rho_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

La Tabla 30, muestra la corroboración de resultados de la comparación de medias obtenidas, es decir, el resultado de determinar el rechazo de la hipótesis nula y aceptación de la hipótesis alterna para la variable estadística de la Mantenibilidad con un nivel de significancia del 0.20, ubicándose en la zona de aceptación de la campana de Gauss.

Tabla N° 30:

Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la mantenibilidad

Estadísticos de prueba^a		
	Mantenibilidad Después	Mantenibilidad Antes
Z	-2,328 ^b	
Sig. asintótica (bilateral)	,020	

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: *Elaboración propia - SPSS V.25*

De la tabla N° 30, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon aplicada a la Mantenibilidad antes y después es de 0.020, por consiguiente y de acuerdo con la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de los grupos electrógenos de la empresa PROFAKTOS SAC.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Como parte del desarrollo de la presente investigación podemos indicar que corroboran con las hipótesis de investigación definidas, es decir, que con la aplicación de un sistema de mantenimiento preventivo se logra la mejora de la operatividad de los grupos electrógenos que impactan positivamente en los indicadores de gestión de mantenimiento definidos.

Dichos resultados se concuerdan con los autores que han realizado investigaciones parecidas o relacionadas al mantenimiento preventivo, como (Villegas Méndez, 2016) en la cual determina que el aspecto de mano de obra es esencial para dar inicio, ejecución y mantenibilidad a un sistema de mantenimiento para la mejora de la disponibilidad, y que su rendimiento puede verse afectado por falta de capacitaciones constantes, conocimientos técnicos afectando la productividad de los equipos sin ser conscientes de ello. Citado autor y su investigación contribuye a hacer una reflexión situacional referente al personal que actualmente conforma la empresa Profakto SAC y aplicar mejoras en el capital humano.

Así mismo, según el autor (Pesántez Huerta, 2007), en su investigación en una empresa ecuatoriana, indica que es necesario conocer el historial de fallas que tiene un equipo y el nivel de criticidad de impacto que tiene en la disponibilidad. Hecho que se ha tomado como referencia en el análisis de los grupos electrógenos de la empresa Profakto SAC.

Finalmente, a través del autor (Vega Acuña, 2017) se ha podido tomar como modelo el instrumento de recolección de datos para llevar un constante registro de los indicadores de gestión de mantenimiento para los equipos de la empresa Profakto SAC.

Los 3 autores citados en el desarrollo de la investigación de la aplicación del mantenimiento preventivo en los grupos electrógenos de la empresa Profakto SAC,

han contribuido en su desarrollo, desde en la forma de análisis de la situación actual, aplicación de la mejora y medición de resultados.

Coincidiendo estadísticamente entre sí que, la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo impacta positivamente en la operatividad, así como también en los índices de disponibilidad, en la confiabilidad y en la mantenibilidad de los equipos; y, por consiguiente, impacta en la rentabilidad de la empresa.

4.2. Conclusiones

- La aplicación del sistema de mantenimiento preventivo mejora la operatividad y por consiguiente en la disponibilidad de los grupos electrógenos de la empresa Profakto SAC, en un 11% respecto al cálculo de la disponibilidad de los equipos antes de la aplicación de la mejora (80%) y la disponibilidad de los equipos obtenida después de la mejora (91%), indicados en las Tablas N° 2 y Tabla N° 15. Así mismo, de la comparación de medias del análisis estadístico de la variable de la disponibilidad se obtiene que, la disponibilidad antes de la aplicación fue de (0.796), siendo esta menor que la media de la disponibilidad después de aplicación de los equipos (0.910), mostrados en la Tabla N° 22 y corroborado mediante los estadísticos de prueba de Wilcoxon para la disponibilidad en la Tabla N° 23.
- La aplicación del sistema de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de los grupos electrógenos de la empresa Profakto SAC, en más del 100% respecto al cálculo de la confiabilidad de los equipos antes de la aplicación de la mejora (5.59 horas/falla) y la confiabilidad de los equipos obtenida después de la mejora (14.86 horas/falla), indicados en las Tablas N°2 y Tabla N°15. Así mismo, de la comparación de medias del análisis estadístico de la variable de la confiabilidad se obtiene que, la confiabilidad antes de la aplicación fue de (5.586), siendo esta menor que la media de la confiabilidad después de aplicación de los equipos (9.109), mostrados en la Tabla N°26 y corroborado mediante los estadísticos de prueba de Wilcoxon para la confiabilidad de la Tabla N°27.
- La aplicación del mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de los grupos electrógenos de la empresa Profakto SAC, en un 13% respecto al cálculo

de la mantenibilidad de los equipos antes de la aplicación de la mejora (1.24 horas/falla) y la mantenibilidad de los equipos obtenida después de la mejora (1.08 horas/falla), indicados en las Tablas N°2 y Tabla N°15. Así mismo, de la comparación de medias del análisis estadístico de la variable de la mantenibilidad se obtiene que, la media de la mantenibilidad antes de la aplicación fue de (1.239), siendo esta mayor que la media de la mantenibilidad después de aplicación de los equipos (1.075), mostrados en la Tabla N°29 y corroborado mediante los estadísticos de prueba de Wilcoxon para la confiabilidad de la Tabla N°30.

- Del trabajo de investigación realizada, en lo relacionado con el diagnóstico inicial, se elaboró las fallas de acuerdo con la severidad, así como también el mantenimiento preventivo de los cinco sistemas operativos de los grupos electrógenos; para encontrar la información adecuada en base a ello. Por lo tanto, los resultados de los índices de mantenimiento mencionados mejoran significativamente, cuyo objetivo aumenta la operatividad de los equipos. Siendo más disponible, menos horas de mantenimiento y más confiable.

REFERENCIAS

- Alavedra, C., Gastelu, Y., Méndez, G., Minaya, C., Pineda, B., Prieto, K., & Ríos, K. (2013). *Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013*. Google Académico.
- Bastidas Quispe, E. H. (2013). *Mantenimiento basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad mecánica de los grupos electrógenos Olympian Gep110-4 en el proyecto Flowline lote 56 de la Empresa Serpetbol Peru Sac*. Lima: Google Academico.
- Chavarría Solano, V. E. (2013). *Diseño de un plan de Mantenimiento del área de procesos*. Managua.
- Escudero Chávez, A. A. (2016). *Propuesta de un programa maestro de mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos en la empresa Productos Industriales del Cuero SAC-Trujillo*. Trujillo.
- García Garrido, S. (2018). *Renovetec*. Obtenido de Renovetec: <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/300-indicadores-en-mantenimiento>
- Garrido, S. (Setiembre de 2018). *Renovetec*. Obtenido de Renove Tecnología S.L 2009-2018: <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/300-indicadores-en-mantenimiento>
- Gasca, R. D., & Olaya, H. (2014). *Google Academico*. Obtenido de Google Academico: https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Gasca%2C+R.+D.+A.%2C+%26+OLAYA%2C+H.+%282014%29+&btnG=#d=gs_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AsQIziNKKBK8J%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Des
- Gonzales, F. (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial*. Madrid: Fundación Confemetal.
- González Fernández, F. J. (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. FC editorial.
- Medrano Márquez, J., González Ajuech, V., & Díaz de León Santiago, V. (2017). *Mantenimiento Técnicas y Aplicaciones Industriales*. Grupo Editorial Patria.
- Mejía Navarrete, J. (2000). *Revistas de investigación UNMSM*. Obtenido de Revistas de investigación UNMSM: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/sociales/issue/view/632>
- Molina Chacón, C. (2002). *Programa de Mantenimiento Preventivo para la Línea de Producción de alimento por extrusión*. Costa Rica.
- Mora, L. A. (2009). *Mantenimiento-planeación, ejecución y control*. Alfaomega Grupo Editor.

Olarte, W., Botero, M., & Cañón, B. (2010). *Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción*. Scientia et technica.

Olarte, W., Botero, M., & Cañón, B. (2010). *Técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria*. Colombia: Scientia et technica, 2(45), 223-226.

Pesántez Huerta, A. E. (2007). *Google Académico*. Obtenido de Google Académico: https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Pes%C3%A1ntez+%282007%29&btnG=#d=gs_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AcAhyIS0gQFQJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Des

Primero, D., Díaz, J., García, L., & Gonzales-Vargas, A. (2015). *Manual para la gestión del mantenimiento correctivo de equipos biomédicos en la fundación valle del Lili*. colombis.

Rodriguez del Aguila, M. A. (2012). *Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca*. Cajamarca: Google Académico.

Solis Trujillo, G. G. (2018). *Gestión de mantenimiento preventivo y confiabilidad en la maquina cerradora de cuatro cabezales de la línea de enlatados de pollos empresa agroindustria Supe SA Barranca, 2018*. Barranca: Google Académico.

Tabares, J., Yepes, j., & Gaviria, L. (2016). *DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN*. Colombia.

Valderrama Mendoza, S. (2013). *Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica Cualitativa, Cuantitativa y Mixta*. lima: Editorial San Marcos.

Vega Acuña, A. (2017). *Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria en la empresa grúas América SAC Santa Anita*. Lima: Google Académico.

Villegas Méndez, L. (2016). *Propuesta de modelo de gestión de mantenimiento para el área lavandería central de la caja costarricense del seguro social*. Costa Rica.

Wigodski, J. (14 de Julio de 2010). *Metodología de la investigación*. Obtenido de Metodología de la investigación: <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/>

Wigodski, J. (23 de Febrero de 2017). *Metodología en Investigación*. Obtenido de Metodología en Investigación: <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.pe/2010/07/poblacion-y-muestra.html>.

ANEXOS

Anexo N° 1: OT. De mantenimiento de Grupo Electrónico – Anual

FALTANTES: GRUPO ELÉCTROGENO.



OT Nro.:	MARCA: VOLVO PENTA	FECHA DE EVALUACIÓN: 10/07/19
CLIENTE: FARMAINDUSTRIA.	MODELO: TD100GG.	UBICACIÓN: PRADERAS DE LURIN - LURIN
ACCIÓN: MANTTO PREVENTIVO.	N/S: 1162*0207.	TÉCNICO: LEONARD ALVARADO H.
CÓD. EQUIPO:	HORAS: 29.5	USUARIO QUE ACTUALIZA:

Nro.	CODIGO	PRODUCTO	CANT	NOTA
1		INSUMOS (PAÑOS, LIMPIA CONTACTO, CINTA AISLANTE, AFLOJATODO, CINTILLOS PLASTICOS)	1	
2		SOLVO-KLEEN MAX / NCH (DIELECTRICO)	0.25	
3		DESENGRASANTE MULTIPROPOSITO ND-150 NCH	0.25	
4		ACEITE DE MOTOR CHEVRON DELO 400 MGX 15W40 X BALDE 5GLN	2	ENTRAN 20 LITROS DE ACEITE DE MOTOR
5	LF667	FILTRO DE ACEITE	2	
6	FF 42000	FILTRO DE DE COMBUSTIBLE	2	
7	AF 4100	FILTRO DE AIRE	2	

Anexo N° 2: Medición de Aislamiento de Generadores - Ingreso



MEDICIÓN DE AISLAMIENTO DE GENERADORES - INGRESO

Cliente : **Costa del Sol S.A.**
 EVALUADOR : **Leonard Alvarado**
 Ubicación : **Av. Elmer Faucett SN, Iima**

FECHA : **18/08/2019**
 HOROMETRO : **72.28**

RANGO PARA DEFINIR ESTADO	
MAYOR A 5 MΩ	= OPERATIVO
MENOR A 5 MΩ	= REQUIERE MP

ESTATOR PRINCIPAL		
MEGADO DE BOBINAS RESPECTO A TIERRA		
Bobina	Tierra	Valor Ω
T1 - T4		> 11.0 GΩ
T2 - T5		1775 MΩ
T3 - T6		2.4 GΩ
T7 - T10		1644 MΩ
T8 - T11		3.3 GΩ
T9 - T12		2.2 GΩ

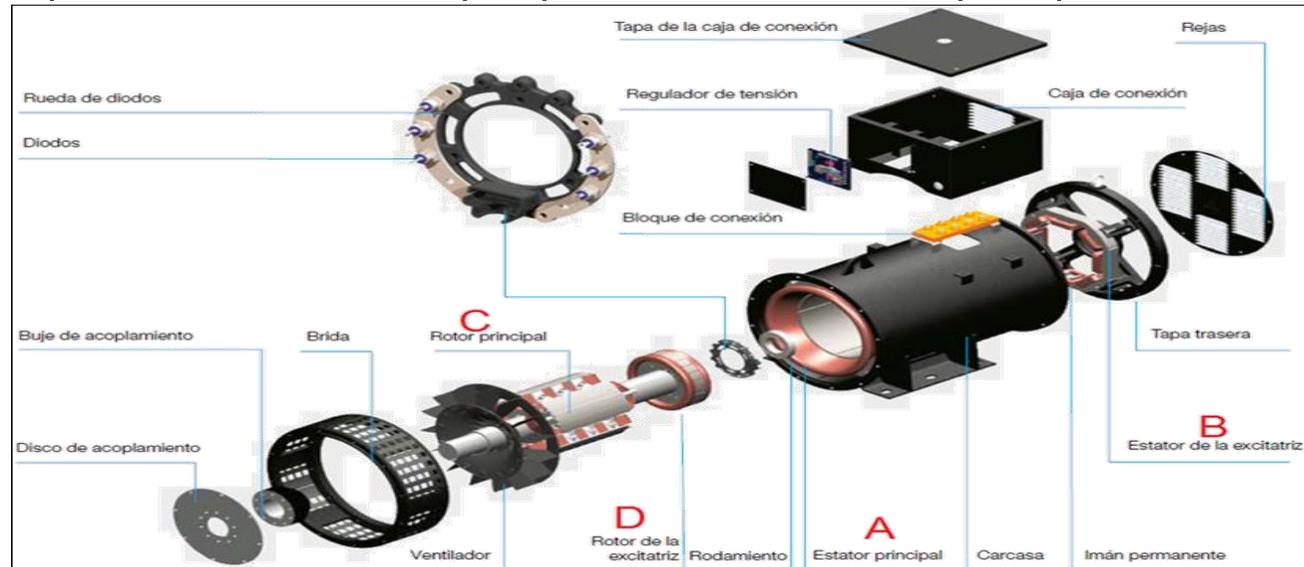
ROTOR PRINCIPAL		
MEGADO DE BOBINA RESPECTO A TIERRA		
Bornes	Tierra	Valor Ω
1 - 2	-	-

ROTOR DE LA EXCITATRIZ		
MEGADO DE BOBINA RESPECTO A TIERRA		
Bornes	Tierra	Valor Ω
1 - 2	-	-

ESTADO
EN BUEN ESTADO

MEGADO DE BOBINAS RESPECTO A BOBINAS		
Bobina	Bobina	Valor Ω
T1 - T4	T2 - T5	1951 MΩ
	T3 - T6	2.3 GΩ
	T7 - T10	2.6 GΩ
	T8 - T11	3.6 GΩ
T2 - T5	T9 - T12	2.6 GΩ
	T3 - T6	2.6 GΩ
	T7 - T10	2.6 GΩ
	T8 - T11	3.2 GΩ
T3 - T6	T9 - T12	2.4 GΩ
	T7 - T10	3.9 GΩ
	T8 - T11	3.9 GΩ
	T9 - T12	3.7 GΩ
T7 - T10	T8 - T11	4.1 GΩ
	T9 - T12	2.7 GΩ
	T8 - T11	2.9 GΩ

ESTATOR DE LA EXCITATRIZ		
MEGADO DE BOBINA RESPECTO A TIERRA		
Bornes	Tierra	Valor Ω
1 - 2	156.4 MΩ	17.52 Ω



Nota 1: Antes de iniciar el proceso de megado desconectar todos los cables de la caja de conexión de control y fuerza. Para megado del rotor principal y de la excitatriz desconectar el grupo de diodos.

Nota 2: En la figura se detalla los puntos a ser megados :

- punto A : Estator principal
- punto B : Estator de la excitatriz
- punto C : Rotor principal
- punto D : Rotor de la excitatriz

Firma Mecánico

Firma Supervisor

Firma Mecánico

Firma Supervisor

INGRESO

SALIDA

Anexo N° 3: Formato de Ingreso – Salida del equipo



CHEQUEO DE INGRESO - SALIDA DE TALLER SERVICIO TECNICO

EQUIPOS GRUPO ELÉCTROGENO.
CODIGO DE EQUIPO
MARCA DEUTZ
MODELO TCD 2013 L06 4V
SERIE 10965616
EJECUTANTE DE LA REVISION: GROVER ASÍS , CARLOS PUGA.
OT: 684

FECHA DE INGRESO: 6/08/2019

FECHA DE SALIDA:

HOROMETRO DE ING: 1839.56

HOROMETRO DE SAL:

SUCURSAL _____

B: BUENO	M: MALO
NA: NO APLICA	
P: PENDIENTE (SOLO INGRESO)	

ITEM	PRUEBAS DE REPORTABILIDAD GPS	INGRESO	SALIDA
1	Realizar Prueba de "Botón Horómetro"	N.A	
2	Realizar Prueba de "Botón Mantención"	N.A	
3	Validar Horómetro Físico vs Horómetro página GPS	N.A	

Nota 1: Las pruebas de reportabilidad deben ser realizadas con el motor encendido.

Nota 2: Las validaciones en sistema se deben realizar con asistente ST o supervisor ST.

ITEM	CHEQUEO VISUAL	INGRESO	SALIDA
1	Nivel Aceite Motor	M	
2	Nivel Refrigerante de Motor (Estanque de expansión y radiador)	M	
3	Revisar Tapa de Radiador	B	
4	Nivel de Combustible (ver archivo "Características del Parque")	B	
5	Revisión Limpieza y Estado de Filtros de Aire	M	
6	Revisión Estado de Filtros de Motor	M	
7	Chequeo Mangueras de Líneas de Combustible	B	
8	Chequeo Mangueras de Líneas de Agua	B	
9	Revisión Correa Alternador Ventilador y Aspas de Ventilador	B	
10	Revisión Vidrios de Cabina	B	
11	Chequeo Estado de Panel de Radiador (Fugas y Limpieza)	M	
12	Chequeo de Carrocería	M	
13	Chequeo Tapas de Comb. Agua, Motor,	B	
14	Chequeo Bornes de Baterías	M	
15	Chequeo de Fijación Silenciador y Tubo de Escape	B	
16	Revisión de tapón del silenciador	B	
17	Chequeo Voltaje Batería (12 V)	B	
18	Chequeo Correcto Funcionamiento Puertas y Ventanas	M	
19	Revisar estado del Contactador	B	
20	Revisar y reapretar conectores de entrada y salida del Contactador	B	
21	Chequeo de Panel de Conexión de Cables	M	
22	Chequeo Protecciones de Aspa	B	
23	Revisión Estado de Pantalla Digital	B	
24	Revisar Limpieza de Tanque de Combustible	M	
25	Chequeo Mantención Preventiva Vigente	B	
26	Chequeo orden de cables con amarras plásticas	M	

ITEM	CHEQUEOS FUNCIONAMIENTO (15 MIN. CALENTAMIENTO)	INGRESO	SALIDA
27	Chequeo de Funcionamiento de Corta Corriente	N.A	
28	Revoluciones de Motor en 1500 rpm	N.A	
29	Revisión Posibles Fugas de Aceite Motor	N.A	
30	Revisión Posibles Fugas de Combustible	N.A	
31	Revisión Posibles Fugas de Refrigerante	N.A	
32	Revisión Funcionamiento Instrumentos de Control	N.A	
33	Revisar Carga de Alternador (13,6-14 V) (26-28) (Según Corresp.)	N.A	
34	Revisar Funcionamiento Motor de Arranque	N.A	
35	Revisar Funcionamiento Luces de Tablero y pantalla	N.A	
36	Revisión de Funcionamiento de Horómetro	N.A	
37	Control de Voltaje en 220V por Fase (+- 239)	N.A	
38	Control de Voltaje en 380V por Fase (+- 400)	N.A	
39	Control de Intensidad I = 0 por Fase y Neutro	N.A	
40	Control de Paradores de Emergencia	N.A	
41	Revisar apriete abrazaderas de sistema de refrigeración.	N.A	
42	Chequear roces en líneas de fuerza de unidad generadora.	N.A	
43	Chequear apriete y buen contacto de terminales líneas de fuerza unidad generadora.	N.A	
44	Chequear mantenedor de batería.	N.A	
45	Chequear funcionamiento de calefactor.	N.A	

PRUEBAS CON BANCO DE CARGA					
Ingresar Potencia (KVA)=					
Pruebas con Carga		I. Inductiva[Amp]	I.resistiva[Amp]		
Margen de carga		1.44 x Potencia KVA =	1.44 x Potencia KVA x 0.8 =		
volts	Tº mot.	Intensidad [amp]	Fecuencia Hz	PeaK	
				0	Vacio
					25%
					50%
					75%
					100%
					110%
SI EXISTE DUDAS EN ALGUNA ACTIVIDAD, INFORMAR A CASA MATRIZ					
ITEM	OBSERVACION				
1	Bajo nivel de aceite de motor.				
2	Bajo nivel de refrigerante.				
5	Filtro de aire contaminado.				
6	Filtro de aire contaminado.				
11	Panel de radiador contaminado, obstruido por suciedad.				
12	Lavado general de la carroceria.				
14	Los 04 bornes de la batería se encuentran en mal estado. Sulfatados.				
18	Las visagras y chapas de las puertas se encuentran resacas y oxidadas.				
21	Mantenimiento al panel de cables de conexión.				
24	Combustible contaminado por musgo.				
26	Cableado general desordenado y enpolvado.				
Del Item 27 al 45	Las pruebas en funcionamiento del grupo eléctrico no se realizaron. El equipo se encontro inoperativo.				
	NOTA:				
	El poste de una de las baterías de veintisiete placas se encuentra en mal estado, suelta. Se recomienda reemplazar dicha batería.				
PRUEBA FINAL DE EQUIPO			SALIDA		
MP VIGENTE					
Jefe Taller / Supervisor de Servicio / Encargado Servicio					
<u>PROFAKTO S.A.C</u> Firma Proveedor Firma Cliente INGRESO			Firma Proveedor Firma Cliente SALIDA		

Anexo N° 4: Informe Técnico de ejecución de mantenimiento preventivo



CLIENTE: COSTA DEL SOL S.A.	NOMBRE DEL DOCUMENTO: INFORME TÉCNICO	O/T: 000	PÁGINAS: 1/4
NOMBRE DEL CONTACTO: DAVID SANDOVAL	HORÓMETRO: 72.28	FECHA: 18/10/2019	
EXPEDIDO POR (DEPARTAMENTO, NOMBRE, TELÉFONO Y FIRMA)	ELABORADO POR: GROVER ASIS MANRIQUE		
TEMA: MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL	APROBADO POR: ALAN OLORTEGUI G.		

DATOS DEL EQUIPO:

EQUIPO : GRUPO ELECTRÓGENO ESTACIONARIO
 MARCA : MODASA
 MODELO : MP-480
 N° DE SERIE :

MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL

1. SISTEMA DE MOTOR, COMBUSTIBLE Y REFRIGERACIÓN.

TRABAJOS REALIZADOS.

Se realizó el mantenimiento preventivo anual del grupo electrógeno de 400kW que se encuentra ubicado en el Hotel Costa del Sol – Aeropuerto Jorge Chávez – Callao.

A continuación, se detalla los trabajos realizados en el mantenimiento preventivo anual:

Mantenimiento preventivo del motor



Imagen 01: Filtros de combustible, aceite, aire y drenaje de aceite usado.
 En las imágenes se muestran los filtros nuevos que fueron instalados en el mantenimiento preventivo realizado (Antes de cambiar el filtro de aceite se drenó el aceite usado y se echó el aceite nuevo).



2. SISTEMA ELÉCTRICO DEL MOTOR.

TRABAJOS REALIZADOS.

Se realizó inspección visual del arrancador, alternador y mediciones respectivas a las baterías. El sistema eléctrico del motor se encuentra operativo después del mantenimiento preventivo realizado.



Imagen 02: Mediciones de voltaje, densidad de las baterías y mantenimiento al cargador de baterías. En las imágenes se muestran las mediciones realizadas con el densímetro y la pinza amperimétrica a las baterías encontrándose con los niveles dentro del rango permitido. Se realizó el mantenimiento preventivo del cargador de batería estático las cuales tiene observaciones de sus componentes en mal estado (led indicador y el switch on-off).

3. SISTEMA DE GENERACIÓN

TRABAJOS REALIZADOS

Se realizó mediciones de aislamiento del generador de acuerdo con el plan de mantenimiento anual, inspección de componentes eléctricos y reajuste de conexiones eléctricas y mecánicas.



Imagen 03: Mediciones de aislamiento del estator principal y estator excitatriz. En las imágenes se muestran las lecturas del aislamiento realizada según el plan de mantenimiento anual.

PROFAKTO SAC Antigua Panamericana Sur, Km 38.5, Mz. C Lote 13, Los Claveles Lurín
Teléfono: 715 0086, Whatsapp: 998 081 322, mail: aolortegui@profakto.pe
Página web www.profakto.pe, Facebook: Profakto SAC



4. PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO.

TRABAJOS REALIZADOS.

Se realizó pruebas en vacío, se verificó niveles y parámetros después del mantenimiento preventivo realizado encontrándose en sus niveles y parámetros dentro del rango permitido.



Imagen 04: Pruebas en vacío y puesta en servicio. Después del mantenimiento preventivo semestral del equipo se realizó pruebas en vacío en modo manual. Después de las pruebas realizadas al equipo se dejó en modo automático el sistema de control y el ITM cerrado.

Conclusiones y recomendaciones.

- Se realizó el mantenimiento preventivo al grupo electrógeno de 400kW.
- Se revisó niveles de fluido del motor, parámetros del motor y generador.
- Se realizó pruebas en vacío después del mantenimiento preventivo semestral.
- El equipo queda operativo y en modo automático con el ITM cerrado.
- Se recomienda cambiar el calentador de agua y accesorios
- Se recomienda cambiar el foco led indicador del cargador de batería estático y el switch on-off según muestra.

V°B° GERENTE GENERAL

Anexo N° 5: Certificado de Operatividad de Profakto SAC.



CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

Mediante el presente; Profakto S.A.C: Certifica la Operatividad del Grupo
electrógeno Modasa de 400kW.

DATOS DE GRUPO ELECTRÓGENO.

MODELO: MP-480
SERIE:
TENSIÓN: 230VAC – 60Hz – 3F.

Cliente: COSTA DEL SOL S.A.
Ubicación: Av. Elmer Faucett SN, lima

Con fecha 18 de octubre del 2019 se realizó el mantenimiento preventivo anual
del grupo electrógeno Modasa de 400kW.

Se realizó la inspección, revisión técnica, pauta de mantenimiento preventivo
anual, cambio de filtros, aceite y medición de aislamiento del generador.
Se realizó pruebas en vacío, revisión de niveles y parámetros.
El equipo queda operativo, con el ITM cerrado.

El presente Certificado expira a los seis (06) meses de la fecha en la cual fue
realizado el mantenimiento de tipo preventivo.

Lima, 21 de octubre del 2019

Alan Olortegui Gómez

Ing. Jaime Galarreta Bazán

Gerente General
Revisado y Aprobado

Ingeniero Electricista
Revisado y Aprobado

PROFAKTO SAC Antigua Panamericana Sur, Km 38.5, Mz. C Lote 13, Los Claveles Lurín
Teléfono: 715 0086, Whatsapp: 998 081 322, mail: aolortegui@profakto.pe
Página web: www.profakto.pe , Facebook: Profakto SAC

Anexo N° 5 : Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TESIS

APLICACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA OPERATIVIDAD DE LOS GRUPOS ELECTROGENOS EMPRESA PROFAKTO SAC

TIPO	VARIABLE	DIMENSIONES	PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS
VARIABLE INDEPENDIENTE	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Plan de mantenimiento preventivo	¿De que manera la aplicación del sistema del mantenimiento preventivo aumenta en la operatividad de grupos electrogenos en la empresa PROFAKTO SAC?	La aplicación del sistema de mantenimiento preventivo aumenta en la operatividad de grupos electrogenos en la empresa PROFAKTO SAC	Determinar que la aplicación del sistema de mantenimiento preventivo aumenta la operatividad de grupos electrogenos en la empresa PROFAKTO SAC
		Satisfaccion del servicio			
TIPO	VARIABLE	DIMENSIONES	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
VARIABLE DEPENDIENTE	OPERATIVIDAD	DISPONIBILIDAD	¿De que manera la aplicación del sistema del mantenimiento preventivo mejora en la disponibilidad de los grupos electrogenos en la empresa PROFAKTO SAC?	La aplicación del sistema de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los grupos electrogenos en la empresa PROFAKTO SAC	Precisar la aplicación del sistema del mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los grupos electrogenos en la empresa PROFAKTO SAC?
		CONFIABILIDAD	De que manera la aplicación del análisis del mantenimiento preventivo influye en la confiabilidad de los equipos de grupos electrogenos en la empresa PROFAKTO SAC?	La aplicación del sistema de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de los grupos electrogenos en la empresa PROFAKTO SAC	Determinar que la aplicación del sistema de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de los grupos electrogenos en la empresa PROFAKTO SAC?
		MANTENIBILIDAD	De que manera la aplicación del sistema del mantenimiento preventivo mejora en la mantenibilidad de los equipos de grupos electrogenos en la empresa PROFAKTO SAC?	Se determina mediante la aplicación del sistema de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de los equipos de grupos electrogenos en la empresa PROFAKTO SAC	Establecer que mediante la aplicación del sistema de mantenimiento preventivo mejora en la mantenibilidad de los grupos electrogenos en la empresa PROFAKTO SAC?

Anexo N° 6 : Matriz de operacionalización

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION

TESIS

APLICACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA OPERATIVIDAD DE LOS GRUPOS ELECTROGENOS EMPRESA PROFAKTO SAC

TIPO	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INDEX	ESCALA
VARIABLE INDEPENDIENTE	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Plan de mantenimiento preventivo	Visitas tecnicas	Inspecciones realizadas / Inspecciones planificadas	Ordinal
			índice de cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo	Mantenimientos realizados / mantenimientos planificados	Ordinal
		Satisfaccion del servicio	índice de satisfaccion de servicio	PRE Y POST TEST	Pre y Post Test
VARIABLE DEPENDIENTE	OPERATIVIDAD	DISPONIBILIDAD	Indice de disponibilidad	Tiempo real de operación del equipo / Tiempo total disponible del equipo	Ordinal
		CONFIABILIDAD	Indice de confiabilidad	Tiempo total de operación / Cantidad total de fallas	Ordinal
		MANTENIBILIDAD	Indice de mantenimiendad	Tiempo de total de mantenimiento / Cant. De mantenimientos	Ordinal

Anexo N° 7 : Validación de expertos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la Investigación:		APLICACIÓN DEL SISTEMA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA OPERATIVIDAD DE LOS GRUPOS ELECTROGENOS EN LA EMPRESA PROFAKTO SAC		
Línea de Investigación:		Mantenimiento de Equipos Industriales		
Investigadores:		Asis Manrique Grover y Coronel Parinango Wildor		
Apellidos y nombres del experto:		Ing. Carlos Pérez Heredia		
El instrumento de medición pertenece a la variable:		La Metodología de aplicación de Mejora, herramientas de Investigación		
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "X" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Firma del experto:				
				