

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS GRUPOS  
ELECTRÓGENOS EN LA EMPRESA MAQUITAB ENERGIA  
S.A.C., TRUJILLO 2023”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título  
profesional de:  
Ingeniero Industrial

**Autor:**

Juan Carlos Gutierrez Ocas

Asesor:

Mg. Johnny David Arrustico Loyola  
<https://orcid.org/0000-0002-0105-580X>

Trujillo - Perú

2023

## INFORME DE SIMILITUD

(Copie y pegue como imagen la hoja del reporte global)

### IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS EN LA EMPRESA MAQUITAB ENERGIA S.A.C., TRUJILLO 2023

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Privada del Norte</b> Trabajo del estudiante	<b>9%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>5%</b>
<b>3</b>	<b>www.insafocoop.gob.sv</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorioacademico.upc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

Excluir citas	Apagado	Exclude assignment template	Activo
Excluir bibliografía	Activo	Excluir coincidencias	< 1%

## **DEDICATORIA**

Este presente trabajo, lo dedico en primera instancia a Dios y a mis padres, quienes me forjaron buenos valores, los cuales han sido indispensables para el desarrollo exitoso de toda mi carrera profesional. Y en especial a mi compañera de vida, mi eterno amor. Esto es para ustedes, por brindarme todo su apoyo y afecto incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi eterna compañera de vida y a mi hijo amado por su apoyo incondicional. Gracias por  
sus buenos deseos, los amo.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>INFORME DE SIMILITUD .....</b>	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>8</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA .....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....</b>	<b>46</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>47</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>50</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Disponibilidad promedio inicial de los grupos electrógenos .....	19
Tabla 2	Causas recurrentes del Sistema de motor .....	23
Tabla 3	Causas recurrentes del Sistema eléctrico.....	23
Tabla 4	Causas recurrentes del Sistema de combustible .....	23
Tabla 5	Causas recurrentes del Sistema de lubricación.....	23
Tabla 6	Causas recurrentes del Sistema de refrigeración .....	24
Tabla 7	Causas recurrentes del Sistema de alternación.....	24
Tabla 8	Puntuación por sistema operativo de los grupos electrógenos. ....	24
Tabla 9	Número de fallas antes de la aplicación de la mejora .....	26
Tabla 10	Disponibilidad antes de la aplicación de la mejora. ....	27
Tabla 11	Procedimiento para el Mantenimiento Preventivo del sistema de motor .....	30
Tabla 12	Procedimiento para el mantenimiento preventivo del combustible .....	32
Tabla 13	Procedimiento para el mantenimiento preventivo del sistema eléctrico-parte 133	
Tabla 14	Procedimiento para el mantenimiento preventivo del sistema eléctrico-parte 234	
Tabla 15	Procedimiento para el mantenimiento del Sistema de lubricación.....	36
Tabla 16	Procedimiento para el mantenimiento preventivo del sistema de refrigeración	38
Tabla 17	Procedimiento para el mantenimiento preventivo del sistema de alternación .	40
Tabla 18	Número de fallas después de la aplicación de la mejora .....	41
Tabla 19	Disponibilidad después de la aplicación de la mejora .....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Plano de ubicación de Maquitab Energía S.A.C. ....	11
Figura 2	Organigrama estructural de la empresa Maquitab Energía S.A.C. ....	12
Figura 3	Pérdida económica por servicio de alquiler GE 170 KW y 150 KW.....	20
Figura 4	Análisis de causa raíz mediante Ishikawa. ....	22
Figura 5	Índice de disponibilidad antes de la mejora .....	27
Figura 6	Componentes de un grupo electrógeno .....	28
Figura 7	Índice de disponibilidad después de la mejora.....	42

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	Tiempo medio entre fallas. ....	15
Ecuación 2	Tiempo medio de reparación. ....	16
Ecuación 3	Disponibilidad. ....	16



## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de suficiencia profesional tuvo como objetivo implementar el mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los grupos electrógenos en la empresa Maquitab Energía S.A.C. Trujillo 2023. Para ello, se elaboró el diagrama de Pareto y el de Ishikawa, a fin de identificar y diagnosticar las razones de la disponibilidad baja. En ese sentido, se pudieron identificar los puntos críticos a resolver, aplicando un nuevo plan de mantenimiento preventivo.

Las técnicas empleadas fueron la observación y el análisis documental; así mismo, los instrumentos aplicados fueron las guías de registro de datos y las guías de observación. Finalmente, se concluyó que, con la implementación del mantenimiento preventivo se logra una mejora significativa en la disponibilidad de los grupos electrógenos de la empresa Maquitab Energía S.A.C. Ello se evidencia al comparar la disponibilidad de los equipos antes de la implementación de la mejora, la cual era del 66.8%, con la disponibilidad alcanzada después de la mejora, que llegó al 81.3%. Para el desarrollo de este objetivo plasmé todos mis conocimientos académicos y toda mi experiencia profesional desarrollada en el mundo del mantenimiento.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como título “Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los grupos electrógenos en la empresa Maquitab Energía S.A.C.”. En la presente empresa ocupé el cargo de gerente dentro del área de mantenimiento. Una de mis funciones principales es mantener la flota de equipos en perfectas condiciones. Llevo laborando más de 3 años en dicha empresa, conjuntamente con el equipo fundador de sus operaciones. Comencé con el cargo de técnico operativo y con el transcurso del tiempo, ascendí a un mejor puesto, asumiendo nuevos retos y responsabilidades. La empresa Maquinarias Tableros y Energía S.A.C. cuyo nombre comercial es Maquitab Energía S.A.C., inició sus actividades un 02 de febrero del 2018, siendo el responsable de su fundación el Ingeniero Mecánico Eléctrico, Romel Vargas Campos, con D.N.I. 43018429. Hoy en día la empresa cuenta con tres sedes, la principal ubicada en la AV. Tupac Amaru 1760 – Alto Mochica, Trujillo como se muestra en la *Figura 1*, la otra en Chiclayo y una tienda comercial proveedora de suministros en general, establecida en la Av. América Sur 2189, Trujillo.

## Figura 1

*Plano de ubicación de Maquitab Energía S.A.C.*



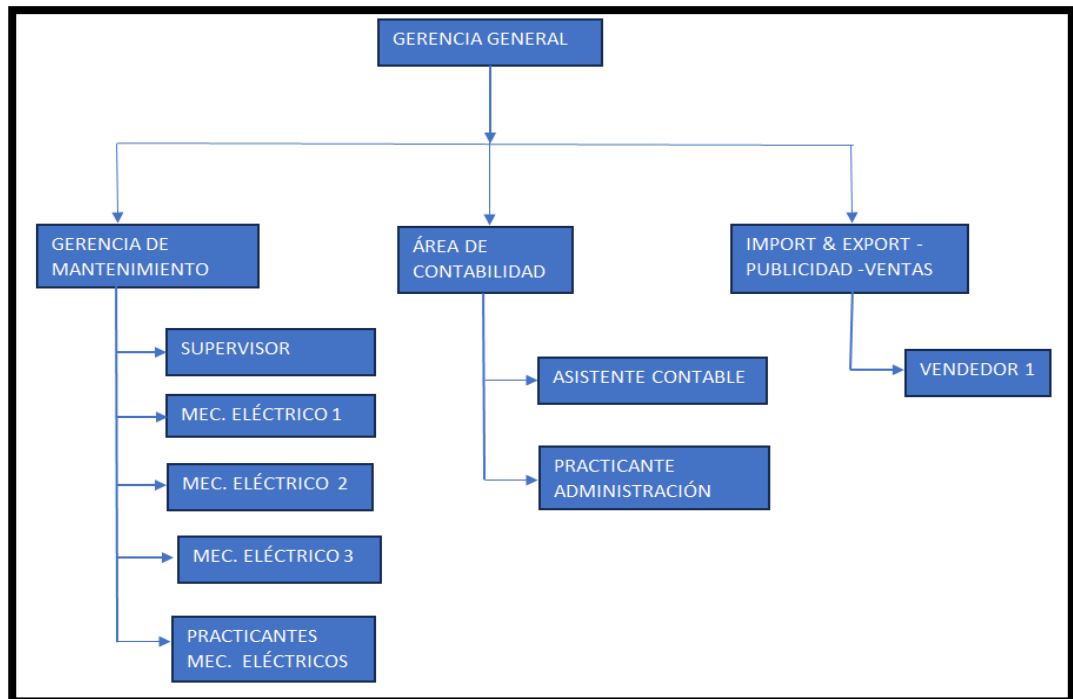
*Nota.* Obtenido de Google Maps.

La empresa en la actualidad está conformada por 15 profesionales entre ellos mecánicos eléctricos, soldadores homologados y administrativos; personal altamente calificado para poder desarrollar sus labores con eficiencia y eficacia, siendo partícipes de la mejora continua, el crecimiento y la contribución para el desarrollo del país.

En la figura 2, se muestra el organigrama de como está estructurada la empresa.

**Figura 2**

*Organigrama estructural de la empresa Maquitab Energía S.A.C.*



Asimismo, la empresa ofrece, el servicio de mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, insonorizado, alquiler de grupos electrógenos e instalación de tableros de transferencia automática (TTA); así como configuración de tableros de sincronismo, a empresas agroindustriales, constructoras, mineras, pesqueras, hoteles, centros penitenciarios, hospitales, clínicas, entre otras entidades. La clave de su éxito como empresa se debe a que ofrece un servicio especializado con mucha honradez, responsabilidad, confianza y garantía, respaldándose por sus más de 5 años de experiencia laboral en el mercado nacional y brindado al cliente trabajos de alta calidad. Tiene como objetivo lograr una presencia nacional completa en un plazo de 5 años, a través de la inauguración de sedes clave en los departamentos de Lima y Arequipa.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

El presente trabajo de suficiencia profesional está orientado específicamente en el área de Mantenimiento y en los equipos de la empresa Maquinarias Tableros y Energía S.A.C. Dicha empresa brinda el servicio de mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, insonorizado, alquiler de grupos electrógenos e instalación de tableros de transferencia automática y configuración de tableros de sincronismo. Debido al vasto conocimiento teórico que he adquirido, gracias a los cursos impartidos en la malla curricular de la Universidad Privada del Norte, sobre temas como gestión de mantenimiento, producción esbelta, gestión estratégica de operaciones, entre otros cursos más, he sido capaz de aplicar mis conocimientos, empleando distintos indicadores como el tiempo medio entre fallas, el tiempo medio de reparación y la disponibilidad.

Las bases teóricas que respaldan este trabajo de suficiencia profesional, se indican:

Según Garavito (2018) en su tesis “Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la flota de generadores empresa generación y sistemas S.P.S (GENSYS)”, tuvo como objetivo implementar un plan de mantenimiento preventivo, utilizando indicadores de gestión de mantenimiento y elaborar un diagnóstico del estado actual de los equipos. Se concluyó que para poner en marcha este plan se tendría que realizar una inversión anual del 5% de las ventas, es decir \$ 54.000 anuales, disminuyendo así los gastos operativos hasta un 20% en el primer año de su funcionamiento, además de la implementación de un sistema de órdenes de trabajo.

Según Ramos y Villavicencio (2019), especifican en su tesis “Incrementar la disponibilidad de las grúas portacontenedores de un patio de almacenamiento y reparación de contenedores en Guayaquil”, tuvo como objetivo incrementar la

disponibilidad actual de las grúas, aplicando el análisis de causa raíz al origen del problema. Se determinó que utilizando este plan de mantenimiento se aumentaría la disponibilidad de una 14.77% sobre las grúas, estas mejoras se evidenciarían obteniendo una ganancia de \$ 21,000 anuales.

Según Hernadez, Velandia y Saldaña (2021), especifican en su tesis de posgrado “Propuesta de mejora de la gestión para el mantenimiento de los activos en el área de taller de la empresa Solo-Toyota”, tuvo como objetivo analizar la gestión actual de mantenimiento de sus activos y proponer una mejora. Aplicando un análisis de criticidad, se concluyó que si se implementa esta propuesta se obtendría una disminución del 74,86 % en los costos anuales por mantenimiento; obteniendo un ahorro de \$ 244,906,73 del capital y aumentando una disponibilidad del 5% en sus activos en un lapso de 2 años.

Según Pachao (2022), señala en su trabajo de suficiencia profesional, “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo programado para mejorar las disponibilidad y confiabilidad de la flota de camiones 797F en el proyecto operación mina Toquepala de la empresa Ferreyros S.A.”, tuvo como objetivo definir los indicadores de gestión de acuerdo a sus objetivos estratégicos, concluyendo que se logró un aumento en la disponibilidad y confiabilidad de 79,67% al 88,86%.

Según Ramírez y Lavado (2020) en su tesis, “Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo para reducir los fallos en máquinas de producción y transporte de una empresa comercializadora de carbón mineral, Trujillo 2020”, tuvo como objetivo examinar la disminución de fallos en las maquinarias utilizadas tanto en producción como en transporte, aplicando un plan de mantenimiento preventivo. Se determinó mediante indicadores de mantenimiento, que la tamizadora eléctrica, cargadora frontal y camión volquete en el lapso de un

año solo tuvieron en promedio una disponibilidad de un 98.27%, es así que decide implementar un plan de mantenimiento preventivo reduciendo sus fallas en 44 % y aumentando su disponibilidad en 99.54%.

Según Vigo (2020), en su tesis, “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las maquinarias de una empresa metal mecánica del sector industrial”, presenta como objetivo mejorar la disponibilidad de las máquinas de la empresa metal mecánica, aplicando indicadores de tiempo medios entre fallas y tiempo medios de reparación. Se concluyó que dicha propuesta produjo un aumento en la disponibilidad de la maquinaria de 84% a 93%. Además, se pudo mejorar el tiempo medio entre fallas, de 16 horas a 22 horas.

Las definiciones o conceptos utilizados en este trabajo fueron las siguientes:

#### **Mantenimiento Preventivo:**

Son inspecciones sistemáticas que conservan y eliminan defectos para disminuir fallas (Tavares, 1996, p. 21).

#### **Tiempo medio entre fallas (MTBF):**

Hace referencia a los tiempos de paradas, tanto por mantenimientos preventivos y mantenimientos correctivos (Gonzales, 2010, p.52). Ver *Ecuación 1*.

#### **Ecuación 1**

*Tiempo medio entre fallas*

$$MTBF = \frac{Tt - tr - \text{tiempos muertos de inutilización}}{\text{Número de paradas}}$$

Donde:

- Tt: Tiempo total / Tr: Tiempo de reparación.

**Tiempo medio de reparación (MTTR):**

Hace referencia a los tiempos medios que se emplea para reparar una determinada falla o revisión (Gonzales, 2010, p.53). Ver *Ecuación 2*.

**Ecuación 2**

*Tiempo medio de reparación*

$$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas indisponibles}}{N^{\circ} \text{ de paradas}}$$

**Disponibilidad:**

Es el porcentaje de tiempo que un equipo esta útil para producir. Tener en cuenta que toda paralización por tema de mantenimiento preventivo o correctivo hace referencia a un servicio indisponible (Gonzales, 2010, p.51). Ver *Ecuación 3*.

**Ecuación 3**

*Disponibilidad*

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo total} - \text{tiempo fuera de servicio}}{\text{tiempo total}}$$

A continuación, se mencionan las limitaciones que se presentaron para el desarrollo de este trabajo:

- El factor tiempo como principal limitación, debido que esa época se reportaba una alta demanda de fallas de equipos por resolver. Por ese motivo, presentaba recargas de trabajos y por ende se me dificultaba realizar mis guías de registros de datos con el objetivo de recopilar información sobre los números activos en operatividad de la empresa, fichas técnicas de los equipos, funciones del personal técnico mecánico eléctrico, funciones del personal administrativo, manuales del fabricante sobre reparaciones y mantenimiento, entre otros.



- La empresa no contaba con registros de datos de mantenimientos preventivos actualizados e indicadores. Ello limitaba mi disponibilidad para acceder a información del estado actual del área de mantenimiento e identificar los posibles problemas críticos que atravesaba en ese tiempo la empresa. Además, por motivos de seguridad, la empresa no brindaba autorización para acceder a los estados de cuentas.

### **CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

Mi ingreso a la empresa fue el 01 de enero del 2019. El proceso de reclutamiento fue muy extenso, pues consistía en tres etapas: Primera etapa de ingreso de documentos, segunda etapa de entrevista profesional y tercera etapa de curso de inducción teórico y en campo. El cargo que se estaba ofreciendo era de técnico mecánico eléctrico especialista en grupos electrógenos. Para la primera etapa nos presentamos 5 postulantes, de los cuales solo 3 técnicos cumplieron con el perfil profesional y los demás fueron descartados del proceso. Como parte de la segunda etapa nos presentamos los seleccionados a la entrevista profesional, de la cual solo fuimos seleccionados dos postulantes para el proceso final. En la etapa final se desarrolló el proceso de inducción teórica y en campo en un lapso de 2 semanas, donde finalmente fui reclutado como nuevo ingreso del personal técnico a la empresa Maquitab Energía S.A.C.

Las personas involucradas en este proyecto fueron 3 compañeros técnicos mecánicos eléctricos de mayor antigüedad de trabajo en la empresa. Ellos me compartieron información real de vital importancia para identificar las posibles fallas de los grupos electrógenos en campo.

Mi función en un principio era de técnico mecánico eléctrico encargado de los mantenimientos preventivos y mantenimientos correctivos de los grupos electrógenos de la empresa en mención. Ya con el transcurso del tiempo, el crecimiento de la empresa y la experiencia laboral que iba acumulando, me ascendieron a supervisor. En la actualidad, me desempeño como gerente de mantenimiento.

El proceso de desarrollo del trabajo de suficiencia profesional inició en una etapa madura del crecimiento de la empresa, donde se podía reflejar claramente la baja disponibilidad de los equipos en campo por diferentes fallas mecánicas o eléctricas. Por esta razón me enfoqué en investigar tales problemas, reuniendo información básica del área de mantenimiento para mi ficha de recolección de datos. Realicé unos cálculos con el apoyo del indicador de disponibilidad, lo que verificó que la empresa presentaba un 66.8 % de disponibilidad en sus dos grupos electrógenos principales (Ver *Tabla 1* y *Anexos N° 1, 2, 3 y 4*) para el periodo de setiembre 2020 a agosto 2021. Además, durante el transcurso del periodo de evaluación, no fue posible satisfacer la demanda de los nuevos servicios de alquiler, lo que resultó en una pérdida de ingresos diarios, originando a su vez pérdidas de servicios e incumplimiento de contratos por falta de operatividad en el campo.

**Tabla 1**

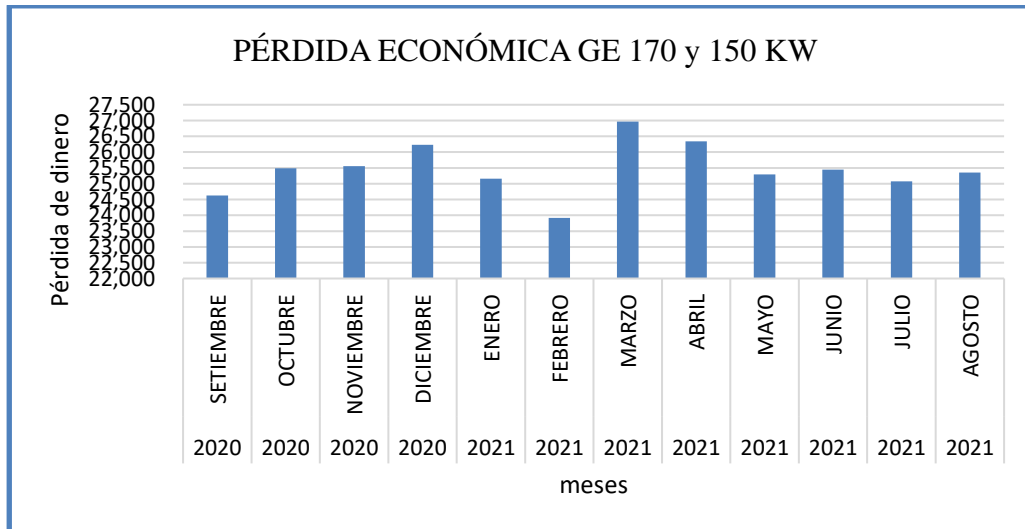
*Disponibilidad promedio inicial de los grupos electrógenos*

GRUPOS ELECTRÓGENO	CAPACIDAD	MODELO DEL EQUIPO	SERIE DEL EQUIPO	AÑO DE FABRICACIÓN	DISPONIBILIDAD PROMEDIO
1 y 2	170 KW	C170 D6	D11T019904	2009	0.67= 66.8%
	150 KW	C150 D6	D11T018804	2009	

En la figura 3 se muestra la evolución de la pérdida económica debido a la baja disponibilidad de los grupos electrógenos 170 KW y 150 KW, teniendo en cuenta las horas de paralizaciones y el valor económico promedio por hora de los equipos en S/ 52.5. De esta manera, se están calculando las pérdidas económicas por servicio de alquiler de la empresa Maquitab Energía S.A.C.; en el periodo septiembre 2020 a agosto 2021. Dichas pérdidas ascendían a S/305474.4 anuales (12 meses). Ver *Anexo N° 6*.

**Figura 3**

*Pérdida económica por servicio de alquiler GE 170 KW y 150 KW.*



De la figura 3, se puede observar que los niveles más altos de pérdidas económicas fueron en los meses de marzo y abril del 2021. Estas pérdidas fueron obtenidas de los reportes de horas paralizadas por mes de los grupos electrógenos de 170KW y 150 KW de la empresa Maquitab Energía S.A.C. (ver anexo N° 6). Por ejemplo, para el mes de marzo hubo 513.70 horas paralizadas donde el costo de alquiler por hora promedio de los grupos electrógenos era de 52.5 soles; por lo tanto, 513.70 horas x 52.5 soles/hora da un equivalente de 26 969.3 soles. Para el mes de abril hubo 501.70 horas paralizadas, donde el costo de alquiler por hora promedio era de 52.5 soles; por lo tanto, 501.70 horas x soles/hora da un equivalente de 26 339.3 soles, como se muestra en la *Figura 3*.

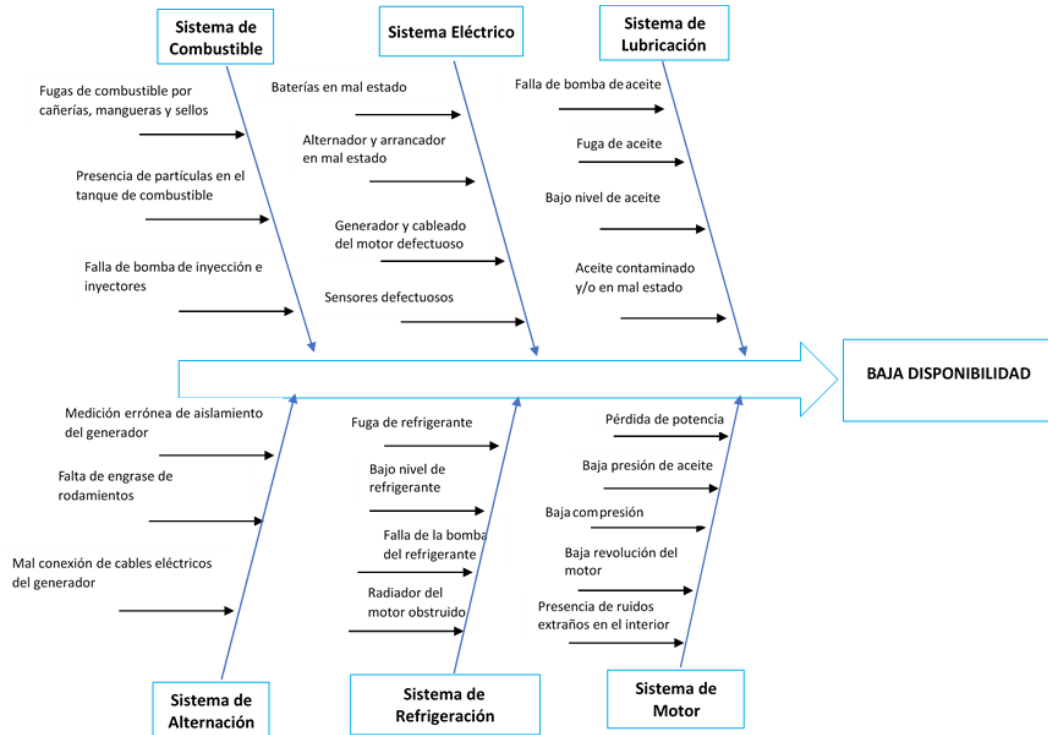
Luego de determinar “la baja disponibilidad de los grupos electrógenos”; mediante un diagrama Ishikawa se recopilaron las causas que la originaban. El análisis de Ishikawa se abordó al invitar a tres empleados específicos, seleccionados debido a su experiencia y tiempo de servicio en la compañía. Para realizar el Ishikawa, se procedió con lo siguiente:

- Se identificó un momento adecuado para que el equipo pueda reunirse y compartir sus ideas apropiadamente y sin interrupciones. Se eligió el horario de las 5:00 pm, ya que durante esa hora la carga laboral no era tan pesada. Además, se optó por utilizar la sala de conferencias, ya que es un espacio amplio y tranquilo que facilita el intercambio de ideas.
- Se introdujo el tema principal de la reunión, que abordaba la baja disponibilidad en los grupos electrógenos de la marca CUMMINS, y se estableció un plazo para la formulación de ideas, comprendido desde las 4:00 pm hasta las 6:30 pm.
- Cada miembro presentó las causas y razones que consideraban pertinentes, y se registraron todas las contribuciones.
- Se realizó una lista con las causas recopiladas.

En la figura 4, se muestra el análisis de causa raíz mediante el diagrama Ishikawa.

**Figura 4**

*Análisis de causa raíz mediante Ishikawa.*



En la presente investigación se detalla las puntuaciones por las causas más recurrentes del grupo electrógeno por sistemas operativos de acuerdo a la encuesta realizada a los técnicos de mantenimiento. En el *Anexo N° 10*, se muestra la encuesta realizada.

En las tablas de 2 al 7, se detalla los resultados de la encuesta realizada del *Anexo N°10*.

**Tabla 2**

*Causas recurrentes del Sistema de motor*

<b>CAUSAS DEL SISTEMA DE MOTOR</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Porcentaje</b>
Perdida de potencia	20	48%
Baja presión de aceite	10	24%
Baja compresión	5	12%
Baja revolución del motor	4	9%
Presencia de ruidos extraños en el interior	3	7%
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100%</b>

**Tabla 3**

*Causas recurrentes del Sistema eléctrico*

<b>CAUSAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Porcentaje</b>
Baterías en mal estado	20	54%
Alternador y arrancador en mal estado	10	27%
Generador y cableado del motor defectuoso	4	11%
Sensores defectuosos	3	8%
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>100%</b>

**Tabla 4**

*Causas recurrentes del Sistema de combustible*

<b>CAUSAS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Porcentaje</b>
Fugas de combustible por cañerías, mangueras y sellos	20	57%
Presencia de partículas en el tanque de combustible	10	29%
Falla de bomba de inyección e inyectores	5	14%
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>100%</b>

**Tabla 5**

*Causas recurrentes del Sistema de lubricación*

<b>CAUSAS DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Porcentaje</b>
Falla de bomba de aceite	20	46%
Fuga de aceite	15	35%
Bajo nivel de aceite	5	12%
Aceite contaminado y/o en mal estado	3	7%
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>100%</b>

**Tabla 6**

*Causas recurrentes del Sistema de refrigeración*

<b>CAUSAS DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Porcentaje</b>
Fuga de refrigerante	25	52%
Bajo nivel de refrigerante	15	31%
Falla de la bomba del refrigerante	5	11%
Radiador del motor obstruido	3	6%
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>100%</b>

**Tabla 7**

*Causas recurrentes del Sistema de alternación*

<b>CAUSAS DEL SISTEMA DE ALTERNACIÓN</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Porcentaje</b>
Medición errónea de aislamiento del generador	17	52%
Falta de engrase de rodamientos	13	39%
Mal conexión de cables eléctricos del generador	3	9%
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>100%</b>

En la Tabla 8, se presenta un resumen de puntuación según resultados de la encuesta por fallas de los sistemas.

**Tabla 8**

*Puntuación por sistema operativo de los grupos electrógenos.*

<b>FALLA TOTAL DE LOS SISTEMAS</b>	<b>Puntuación</b>	<b>%</b>	<b>Acumulado</b>	<b>% Acumulado</b>
<b>1</b> Causas del Sistema de Refrigeración	48	20%	48	20%
<b>2</b> Causas del Sistema de Lubricación	43	18%	91	38%
<b>3</b> Causas del Sistema de Motor	42	18%	133	56%
<b>4</b> Causas del Sistema Eléctrico	37	16%	170	71%
<b>5</b> Causas del Sistema Combustible	35	15%	205	86%
<b>6</b> Causas del Sistema de Alternación	33	13%	238	100%
<b>Total</b>	<b>238</b>	<b>100%</b>		

Obtenidos estos resultados, se plantea en este trabajo de suficiencia profesional implementar un mantenimiento preventivo para los grupos electrógenos, que abarque el mantenimiento de los seis sistemas con problemas, con el objetivo de mejorar la disponibilidad mecánica de dichos equipos. Cabe mencionar que,



actualmente la empresa MAQUITAB ENERGIA S.A.C. lleva a cabo un mantenimiento preventivo en estos equipos, de forma deficiente.

### **Implementación del mantenimiento preventivo**

En el proceso de aplicar el mantenimiento preventivo, se ha establecido una serie de etapas como parte de la estrategia para alcanzar el objetivo principal de este estudio:

1. Recopilación de información por número de fallas por sistemas de los grupos electrógenos.
2. Medición de la disponibilidad antes de la mejora.
3. Implementación del mantenimiento preventivo.
4. Medición de la disponibilidad después de la mejora.

### **Recopilación de información por número de fallas por sistemas de los grupos electrógenos.**

En La Tabla 9, se presenta los datos recopilados previos a la implementación de la mejora, incluyendo registros mensuales de fallas reportados en un periodo anual desde setiembre 2020 a agosto 2021, organizados según los sistemas operativos de los grupos electrógenos. Consulte el *Anexo N°3* para más detalles.

**Tabla 9**

*Numero de fallas antes de la aplicación de la mejora*

NÚMERO DE FALLAS POR SISTEMAS									
AÑO	MES	DE MOTOR	DE LUBRICACIÓN	ELECTRICO	REFRIGERACIÓN	SISTEMA DE COMBUSTIBLE	SISTEMA DE ALTERNACIÓN	N° DE UNIDADES	TOTAL FALLA/MES
2020	SETIEMBRE	12	14	7	6	11	13	2	63
2020	OCTUBRE	11	16	8	9	16	9	2	69
2020	NOVIEMBRE	15	12	13	11	5	8	2	64
2020	DICIEMBRE	8	16	8	8	15	18	2	73
2021	ENERO	9	1	9	9	7	21	2	56
2021	FEBRERO	11	18	11	11	8	1	2	60
2021	MARZO	12	15	12	12	9	16	2	76
2021	ABRIL	16	9	16	16	10	4	2	71
2021	MAYO	15	10	8	15	11	6	2	65
2021	JUNIO	4	14	18	12	6	10	2	64
2021	JULIO	14	19	6	10	5	8	2	62
2021	AGOSTO	8	18	17	2	5	10	2	60
								Total	783

**Medición de la disponibilidad antes de la mejora.**

La Tabla 10, muestra los resultados del indicador de Disponibilidad para evaluar el desempeño de los grupos electrógenos antes de la implementación del mantenimiento preventivo. Ver *Anexo N°1*.

**Tabla 10**

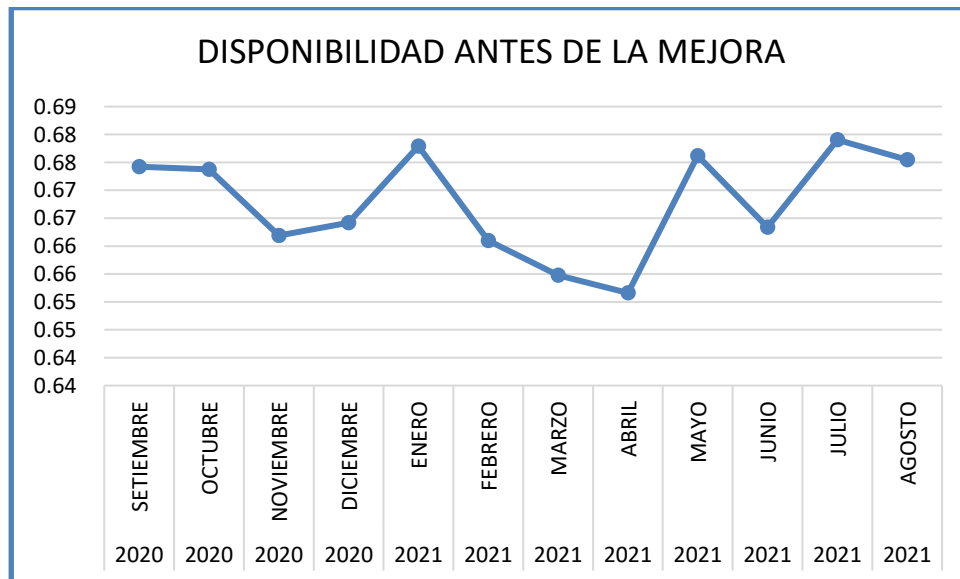
*Disponibilidad antes de la aplicación de la mejora.*

TIEMPO FUERA DE SERVICIO						
AÑO	MESES	HORAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	HORAS DE INSPECCIÓN	HORAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	HORAS PROGRAMADAS	DISPONIBILIDAD
2020	SEPTIEMBRE	131.64	141.46	196	1,440.00	0.67
2020	OCTUBRE	137.71	143.19	204.6	1,488.00	0.67
2020	NOVIEMBRE	139.74	144.91	202.2	1,440.00	0.66
2020	DICIEMBRE	131.64	141.46	226.6	1,488.00	0.66
2021	ENERO	137.71	143.19	198.4	1,488.00	0.68
2021	FEBRERO	139.74	144.91	171	1,344.00	0.66
2021	MARZO	131.64	141.46	240.6	1,488.00	0.65
2021	ABRIL	137.71	143.19	220.8	1,440.00	0.65
2021	MAYO	139.74	144.91	197.2	1,488.00	0.68
2021	JUNIO	137.71	146.64	200.4	1,440.00	0.66
2021	JULIO	145.81	148.36	183.4	1,488.00	0.68
2021	AGOSTO	143.79	150.09	189	1,488.00	0.68
<b>Promedio</b>		<b>137.88</b>	<b>144.48</b>	<b>202.52</b>	<b>1,460.00</b>	<b>0.67</b>
<b>Porcentaje</b>						<b>66.8 %</b>

En la figura 5, se muestra la disponibilidad antes de la mejora.

**Figura 5**

*Índice de disponibilidad antes de la mejora*



La Figura 5 ilustra los resultados del indicador de disponibilidad, que refleja 66.8% en los grupos electrógenos de la marca CUMMINS en la empresa Maquitab Energía S.A.C., antes de la implementación de la mejora.

### **Implementación del mantenimiento preventivo.**

Después de llevar a cabo una evaluación técnica de los equipos, examinando el estado actual de la disponibilidad de los grupos electrógenos, causas de fallas por sistemas y examinar los resultados obtenidos sobre el indicador de disponibilidad, se procede a identificar las tareas de mantenimiento necesarias para los equipos y su periodicidad. No obstante, es esencial contar con un conocimiento detallado de los componentes de un grupo electrógeno, como el generador eléctrico.

En la figura 6, se muestra una fotografía de uno de los grupos electrógenos en estudio.

### **Figura 6**

*Figura de uno de los grupos electrógenos en estudio*



*Nota.* Figura obtenida del Manual del operador (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). Ver *Anexo N° 13*.

Para la aplicación del mantenimiento preventivo se tuvieron en cuenta los manuales de mantenimiento establecidos por el fabricante de la marca Cummins,

tanto como la experiencia y el conocimiento técnico del mecánico eléctrico de la empresa con más de 7 años de experiencia en el rubro.

Luego se procedió a realizar un procedimiento por cada sistema de los grupos especificando las tareas de mantenimiento, la frecuencia de control, los tiempos de cada tarea de mantenimientos, la cantidad de personal, materiales, herramientas, equipos de protección personal, costo de mano de obra y costo de materiales.

#### **Procedimiento para el Sistema de motor:**

En la Tabla 11, se presentan las tareas de mantenimiento para el sistema de motor, detallando su frecuencia de control en horas, la cantidad de horas necesarias para llevar a cabo cada tarea de mantenimiento, la cantidad de personal, materiales, herramientas, equipos de protección personal, costo de mano de obra y costo de materiales.

**Tabla 11**

*Procedimiento para el mantenimiento preventivo del sistema de motor.*

PROCEDIMIENTO DE SISTEMA DE MOTOR							
ITEM	TAREAS DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA DE CONTROL (HORAS)	TIEMPO DE MANTENIMIENTO (HORAS)	CANTIDAD DE PERSONAL (técnico mecánico)	MATERIALES/HERRAMIENTAS/EQUIPOS	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	COSTO (S./) MANO DE OBRA Y MATERIALES
1	VERIFICACIÓN DEL NIVEL DE ACEITE DE MOTOR	50	0.5	1	trapo industrial, manual de mantenimiento, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/55.15
2	CAMBIO DE FILTRO DE AIRE	500	0.5	1	trapo industrial, cámara fotográfica, llave mixta N°10,11,13,17 Y 19.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/55.15
3	REAJUSTE DE ABRAZADERAS DE FILTRO DE AIRE	250	0.5	1	desarmador plano, desarmador estrella.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/55.15
4	VERIFICACIÓN DE PRESIÓN DE ACEITE	250	0.5	1	trapo industrial, manómetro de presión (1 bar a 10 bar), cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/55.15
5	VERIFICACIÓN DE TEMPERATURA DE TRABAJO DE MOTOR	250	0.5	1	trapo industrial, reloj de temperatura, niples de acoples, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/55.15
6	MEDICIÓN DE COMPRESIÓN DE MOTOR	5000	3	1	trapo industrial, compresímetro, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/80.90
7	MANTENIMIENTO AL TURBO	9000	4	1	trapo industrial, líquido afloja todo, pistola pulverizadora, combustible para limpieza, compresora de aire, lijas de fierro N° 80, llaves mixtas N°10, 12, 14, 17, 19, 21; cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/91.20
8	CAMBIO DE RODAMIENTO DE CUBO DE VENTILADOR	5000	3	1	ratchez 1/2"; llave mixta N°12, 13, 14, 17; dado hexagonal N°10, 12, 14; rodaje de ventilador; cámara Fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/80.90
9	INSPECCIÓN DE FAJA DE ALTERNADOR	4000	2	1	ratchez 1/2 "; dado hexagonales N°10, 12, 13; cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/70.60
10	CALIBRACIÓN DE VÁLVULAS	2000	3	1	trapo industrial; calibrador de láminas en mm; desarmador plano; desarmador estrella; manual del fabricante motor; llave mixta N° 10,12, 13, 14 , 17; dado hexagonal N°14, 17, 21, 14.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/80.90
TOTAL							S/680.25

### **Sistema de combustible:**

El mantenimiento preventivo del sistema de combustible se adapta según la aplicación específica de los grupos electrógenos operando en campo.

En la Tabla 12, se presentan las tareas de mantenimiento para el sistema de combustible, detallando su frecuencia de control en horas, la cantidad de horas necesarias para llevar a cabo cada tarea de mantenimiento, la cantidad de personal, materiales, herramientas, equipos de protección personal, costo de mano de obra y costo de materiales.

**Tabla 12**

*Procedimiento para el mantenimiento preventivo del sistema de combustible*

PROCEDIMIENTO DE SISTEMA DE COMBUSTIBLE							
ITEM	SISTEMA DE COMBUSTIBLE	FRECUENCIA(h)	TIEMPO DE MANTTO(h)	CANTIDAD DE PERSONAL (técnico mecánico)	MATERIALES/HERRAMIENTAS/EQUIPOS	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	CANTIDAD DE PERSONAL (técnico mecánico)
1	LIMPIEZA DE TANQUE DE COMBUSTIBLE	4000	4	2	trapo industrial, pistola pulverizadora, compresora de aire, combustible para limpieza, bandeja antiderrame; galones de drenaje, llave mixta N° 10, 12,14; dado hexagonal N°10, 12, 14.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/132.40
2	MANTENIMIENTO DE BOMBA DE TRANSFERENCIA MECÁNICA	3000	2	1	trapo industrial, bandeja antiderrame, llaves mixtas N°10, 12, 13, 14, 16; desarmador plano, desarmador estrella, silicona, empaque de bomba, combustible para limpieza.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/70.60
3	MANTENIMIENTO DE BOMBA DE INYECCIÓN E INYECTORES	5000	9	1	trapo industrial, llaves mixtas N°12, 13, 14, 17, 19; herramientas especial de desmontaje de inyectores, extractor de engranaje de bomba, banco de pruebas, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/142.70
4	CAMBIO DE INYECTORES	10000	4	1	trapo industrial, llaves mixtas N°17, 19, 21; herramienta especial de desmontaje de inyectores, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/91.20
5	CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	250	0.5	1	trapo industrial, saca filtro universal, filtro aceite, plumon indeleble, cámara fotográfica aceite 15 w 40 diésel, cámara fotográfica	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/55.15
6	DRENAR EL COMBUSTIBLE DE FILTRO SEPARADOR DE AGUA	50	0.5	1	bandeja antiderrame, trapo industrial, cámara fotográfica	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/55.15
<b>TOTAL</b>							<b>S/547.20</b>



### Sistema eléctrico:

El sistema eléctrico es un componente integral que abarca todos los sensores, actuadores, la batería y el cableado de control del grupo electrógeno.

En la Tabla 13, se presentan las tareas de mantenimiento para el sistema eléctrico, detallando su frecuencia de control en horas, la cantidad de horas necesarias para llevar a cabo cada tarea de mantenimiento, la cantidad de personal, materiales, herramientas, equipos de protección personal, costo de mano de obra y costo de materiales.

**Tabla 13**

*Procedimiento para el mantenimiento preventivo del sistema eléctrico-parte 1*

PROCEDIMIENTO DE SISTEMA ELÉCTRICO							
ITEM	SISTEMA ELÉCTRICO	FRECUENCIA(h)	TIEMPO DE MANTTO(h)	CANTIDAD DE PERSONAL (técnico mecánico)	MATERIALES/HERRAMIENTAS/EQUIPOS	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	COSTO (S./) MANO DE OBRA Y MATERIALES
1	CAMBIO DE BATERÍA DE ARRANQUE	2500	1	1	trapo industrial, llave mixta N°11, 12, 13; multímetro universal, batería de arranque nueva, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/60.30
2	VERIFICACIÓN DE ACCESORIOS Y CONEXIONES DE LA BATERÍA	250	0.5	1	trapo industrial, multímetro universal, llave mixta N° 11, 12, 13; cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/5.15
3	MANTENIMIENTO DE BATERIA DE ARRANQUE	1500	1.5	1	trapo industrial, polímetro digital, agua destilada, llave mixta N° 11, 12, 13; cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/65.45
4	INSPECCIÓN Y LIMPIEZA DE FUNCIONAMIENTO DEL ATERNADOR	2000	0.5	1	trapo industrial, multímetro universal, pistola pulverizadora, solvente dieléctrico, compresora de aire, llave mixta N° 11, 12, 13; cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/55.15
5	MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ALTERNADOR	5000	6	1	trapo industrial, multímetro universal, pistola pulverizadora, desarmador plano, desarmador estrella, rodajes, carbones, barniz, solvente dieléctrico, compresora de aire, llave mixta N° 11, 12, 13; cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/111.80

**Tabla 14**

*Procedimiento para el mantenimiento preventivo del Sistema eléctrico-parte 2*

1	MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL MOTOR DE ARRANQUE	5000	6	1	trapo industrial, multímetro universal, pistola pulverizadora, desarmador plano, desarmador estrella, rodajes, carbones, barniz, solvente dieléctrico, compresora de aire, llave mixta N°11, 12, 13; cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/111.80
2	VERIFICACIÓN DE LAS CONEXIONES ELÉCTRICAS DEL ALTERNADOR INSPECCIÓN Y LIMPIEZA DEL	250	0.5	1	multímetro universal, desarmador plano, desarmador estrella, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/5.15
3	FUNCIONAMIENTO DE MOTOR DE ARRANQUE	2000	0.5	1	trapo industrial, multímetro universal, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/55.15
4	VERIFICACIÓN DE LAS CONEXIONES ELÉCTRICAS DEL MOTOR DE ARRANQUE	250	0.5	1	llaves mixtas N°10, 12, 13, 14, 16; desarmador plano, desarmador estrella, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/55.15 S/0.00
5	LIMPIEZA DE TABLERO DE CONTROL	500	0.5	1	pistola pulverizadora, compresora de aire, solvente dieléctrico, desarmador plano, desarmador estrella, trapo industrial.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/55.15
6	CAMBIO DE FAJA DE ALTERNADOR	2500	1	1	dados hexagonales N° 10, 12, 13; ratchet, faja nueva, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/60.30
7	MANTENIMIENTO AL MÓDULO DE CONTROL	300	1.5	1	pistola pulverizadora, compresora de aire, solvente dieléctrico, desarmador plano, desarmador estrella, trapo industrial.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/65.45
8	CAMBIO DE RODAMIENTO DE TEMPLADOR DE FAJA DE ALTERNADOR VERIFICACIÓN DE LOS CABLES Y	5000	2	1	dados hexagonales N° 10, 12, 13, 14, 17; ratchet, llave mixta N° 14, 17, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/70.60
9	CONEXIONES DEL RAMAL ELÉCTRICO DEL MOTOR VERIFICACIÓN DEL ESTADO Y	4000	0.5	1	multímetro universal, desarmador estrella, desarmador plano, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/5.15
10	FUNCIONAMIENTO DE FUSIBLES Y RELAY	1000	0.5	1	multímetro universal, desarmador estrella, desarmador plano, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/5.15

**Sistema de lubricación:**

El sistema de lubricación desempeña la función de distribuir el aceite a todas las partes móviles del motor con el propósito de disminuir la fricción entre las superficies metálicas y evitar el desgaste prematuro de motor.

En la Tabla 15, se presentan las tareas de mantenimiento para el sistema lubricación, detallando su frecuencia de control en horas, la cantidad de horas necesarias para llevar a cabo cada tarea de mantenimiento, la cantidad de personal, materiales, herramientas, equipos de protección personal, costo de mano de obra y costo de materiales.

**Tabla 15**

*Procedimiento para el mantenimiento del Sistema de lubricación*

PROCEDIMIENTO DE SISTEMA DE LUBRICACIÓN							
ITEM	SISTEMA DE LUBRICACION	FRECUENCIA(h)	TIEMPO DE MANTTO(h)	CANTIDAD DE PERSONAL (técnico mecánico)	MATERIALES/HERRAMIENTAS/EQUIPOS	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	COSTO (S/.) MANO DE OBRA Y MATERIALES
1	CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	250	0.5	1	trapo industrial, bandejas antiderrames, depósitos de drenaje de aceite, embudo de llenado de aceite, aceite de motor, cámara fotográfica, plumon indeleble.}	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/55.2
2	CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	250	0.5	1	trapo industrial, saca filtro universal, cámara fotográfica, bandeja antiderrame, ratchet.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/55.2
3	CAMBIO DE RETEN DE CIGÜEÑAL DELATERO	4000	3	1	trapo industrial, desarmador plano, juego de llaves mixtas, juego de dados hexagonales, silicona, adaptador de porta reten, martillo, alicate corte, bandeja antiderrame, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/80.9
1	VEREFICACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN DE VAJA PRESIÓN DE ACEITE	250	0.5	1	multímetro universal, trapo industrial, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/5.2
2	CAMBIO DE RETEN DE CIGÜEÑAL POSTERIOR	4000	4	2	trapo industrial, desarmador plano, juego de llaves mixtas, juego de dados hexagonales, silicona, adaptador de porta reten, martillo, alicate corte, bandeja antiderrame, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/132.4
3	CAMBIO DE EMPAQUE DE TAPA DE BALACINES	5000	2	1	trapo industrial, juego de llaves mixtas, juego de dados hexagonales, ratchet, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/70.6
4	CAMBIO DE EMPAQUE DE TAPAS LATERALES DE BLOCK	5000	3	1	trapo industrial, juego de llaves mixtas, juego de dados hexagonales, ratchet, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/80.9
5	CAMBIO DE BOMBA DE ACEITE	10000	8	2	trapo industrial, juego de llaves mixtas, juego de dados hexagonales, ratchet, suple corto 1/2 ", empaque de bomba, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/214.8
TOTAL							S/695.1

**Sistema de refrigeración:**

El sistema de refrigeración está compuesto por fluidos y piezas internas en el motor, estos controlan la temperatura de motor, evitando desgastes de los componentes por exceso de calor.

En la Tabla 16, se presentan las tareas de mantenimiento para el sistema refrigeración, detallando su frecuencia de control en horas, la cantidad de horas necesarias para llevar a cabo cada tarea de mantenimiento, la cantidad de personal, materiales, herramientas, equipos de protección personal, costo de mano de obra y costo de materiales.

**Tabla 16**

*Procedimiento para el mantenimiento preventivo del sistema de refrigeración*

PROCEDIMIENTO DE SISTEMA DE REFRIGERACIÓN								
ITEM	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	FRECUENCIA(h)	TIEMPO DE MANTTO(h)	CANTIDAD DE PERSONAL (técnico mecánico)	COSTO (S/.) MANO DE OBRA Y MATERIALES	MATERIALES/HERRAMIENTAS/EQUIPOS	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	COSTO (S/.) MANO DE OBRA Y MATERIALES
1	MANTENIMIENTO AL TERMOSTATO	5000	1	1	S/60.3	trapo industrial, silicona, juego de llaves mixtas, juego de dados hexagonales, empaque de base de termostato, bandeja de drenaje, refrigerante, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/60.3
2	CAMBIO DE REFRIGERANTE	3000	3	2	S/111.8	trapo industrial, bandeja antiderrame, embudo, galones de drenaje de refrigerante contaminado, refrigerante en buen estado, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/111.8
3	CAMBIO DE FILTRO DE REFRIGERANTE	1500	0.5	1	S/55.2	trapo industrial, saca filtro universal, ratchet, bandeja antiderrame, filtro de referente nuevo, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/55.2
4	REVISAR EL NIVEL DE REFRIGERANTE	50	0.5	1	S/5.2	trapo industrial, bandeja antiderrame, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/5.2
1	CAMBIO DE BOMBA DE REFRIGERANTE	5000	3	1	S/80.9	trapo industrial, juego de llaves mixtas, juego de dados mixtos, bandeja antiderrame, empaquetadura de bomba, silicona, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/80.9
2	AJUSTE DE ABRAZADERAS DE MANGUERAS	250	0.5	1	S/5.2	desarmador plano, desarmador estrella, trapo industrial, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/5.2
3	CAMBIO DE TERMOSTATO	9000	2	1	S/70.6	trapo industrial, bandeja antiderrame, juego de llaves mixtas, juego de dados hexagonales, termostato nuevo, 1 galón de refrigerante, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/70.6
4	SONDEO DE RADIADOR	5000	4	1	S/91.2	trapo industrial, bandeja antiderrame, juego de llaves mixtas, juego de dados hexagonales, pistola pulverizadora, compresora de aire, juego de empaques de tinas superior e inferior, desarmador plano, desarmador estrella, silicona, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/91.2
5	VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN POR ALTA TEMPERATURA	250	0.5	1	S/5.2	multímetro universal, cable automotriz N° 12, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/5.2
6	MANTENIMIENTO Y REEMPLAZO DE CAÑERÍAS Y SELLOS	10000	8	1	S/132.4	trapo industrial, bandejas antiderrames, juego de llaves mixtas, juego de dados mixtos, desarmador plano de golpe, martillo, pegamento especial se sellos, desarmador estrella, cañerías en buen estado, sellos nuevos, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/132.4
TOTAL								S/617.8

**Sistema de alternación:**

El sistema de alternación en un grupo electrógeno se refiere al proceso mediante el cual la corriente eléctrica es generada y suministrada a través de un alternador o generador. Este sistema es esencial para la producción de electricidad en generadores eléctricos. En resumen, el sistema de alternación en un grupo electrógeno es responsable de generar electricidad mediante un alternador, convirtiendo la energía mecánica en energía eléctrica en forma de corriente alterna.

En la Tabla 17, se presentan las tareas de mantenimiento para el sistema alternación, detallando su frecuencia de control en horas, la cantidad de horas necesarias para llevar a cabo cada tarea de mantenimiento, la cantidad de personal, materiales, herramientas, equipos de protección personal, costo de mano de obra y costo de materiales.

**Tabla 17**

*Procedimiento para el mantenimiento preventivo del sistema de alternación*

PROCEDIMIENTO DE SISTEMA ALTERNACIÓN							
ITEM	SISTEMA DE ALTERNACIÓN	FRECUENCIA(h)	TIEMPO DE MANTTO(h)	CANTIDAD DE PERSONAL (técnico mecánico)	MATERIALES/HERRAMIENTAS/EQUIPOS	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	COSTO (S./) MANO DE OBRA Y MATERIALES
1	MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL GENERADOR	500	3	1	trapo industrial, juego de llaves mixtas, juego de dados mixtos, desarmador plano, desarmador estrella, pistola pulverizadora, compresora de aire, solvente dieléctrico, megómetro, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/80.90
2	MANTENIMIENTO CORRECTIVO DEL GENERADOR	4000	45	2	trapo industrial, juego de llaves mixtas, juego de dados mixtos, desarmador plano, desarmador estrella, sistema de teclé, pistola pulverizadora, pluma de izaje, prensa porta excitatriz, prensa porta rodaje, barniz secado en caliente, horno industrial, precintos de plástico, martillo, rodaje nuevo, compresora de aire, solvente dieléctrico, megómetro, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/977.00
1	MEDICIÓN DE AISLAMIENTO DEL GENERADOR	1500	3	1	manómetro, trapo industrial, juego llaves mixtas, juego de dados mixtos, multímetro universal, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/80.90
2	MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LA LLAVE TERMICA	3000	2	1	trapo industrial, pistola pulverizadora, compresora de aire, solvente dieléctrico, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/70.60
3	VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN POR ALTO VOLTAJE (AC) Y VAJO VOLTAJE (AC)	250	0.5	1	multímetro universal, cable automotriz N°12, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/5.15
4	VERIFICACIÓN DE CABLES Y CONEXIONES DEL RAMAL ELÉCTRICO DEL GENERADOR	250	1	1	multímetro universal, cinta aislante, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/10.30
5	CAMBIO DE PLACA DE DIODOS	4000	2	1	juego de llaves mixtas, juego de dados hexagonales, desarmador plano, multímetro universal, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/20.60
6	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL GRUPO ELECTRÓGENO CON CARGA	4500	1	2	banco de prueba de resistencia, cable de fuerza, multímetro universal, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/70.60
7	CAMBIO DE RODAJE DE ROTOR	4000	1	1	extractor de rodaje, desarmador plano, martillo, grasa de rodamiento, cámara fotográfica.	casco, guantes, chaleco, zapatos, overol, lentes, tapones de oído de seguridad.	S/10.30
TOTAL							S/1,326.35



### Medición de la disponibilidad después de la mejora.

Al concluir el proceso de seguimiento y control como parte de la gestión de mantenimiento, es necesario evaluar su efecto y comparar las mejoras logradas. Mediante el uso del mismo instrumento de recopilación de datos, se han obtenido los siguientes resultados:

La Tabla 18 agrupa los datos recabados después de los 6 meses de la aplicación del mantenimiento preventivo y evaluado con el propósito de evaluar el impacto, ya sea positivo o negativo, de las mejoras. Esto nos permite determinar si los indicadores relacionados con la disponibilidad han experimentado mejoras. Ver *Anexo N° 1*.

**Tabla 18**

*Número de fallas después de la aplicación de la mejora*

FALLAS POR SISTEMAS									
AÑO	MESES	DE MOTOR	DE LUBRICACIÓN	ELECTRICO	DE REFRIGERACIÓN	DE COMBUSTIBLE	DE ALTERNACIÓN	N° DE UNIDAS	TOTAL FALLAS POR MES
2022	FEBRERO	10	3	13	4	1	0	2	31
2022	MARZO	6	2	7	5	12	7	2	39
2022	ABRIL	5	8	8	6	5	5	2	37
2022	MAYO	7	5	4	5	5	4	2	30
2022	JUNIO	6	5	8	6	5	6	2	36
2022	JULIO	7	2	4	2	7	10	2	32
2022	AGOSTO	5	6	4	6	8	8	2	37
2022	SEPTIEMBRE	4	6	3	9	4	11	2	37
2022	OCTUBRE	6	1	8	11	6	6	2	38
2022	NOVIEMBRE	2	5	10	9	8	5	2	39
2022	DICIEMBRE	8	2	3	5	4	8	2	30
2023	ENERO	5	3	2	8	7	8	2	33
								<b>Total</b>	<b>419</b>

**Tabla 19**

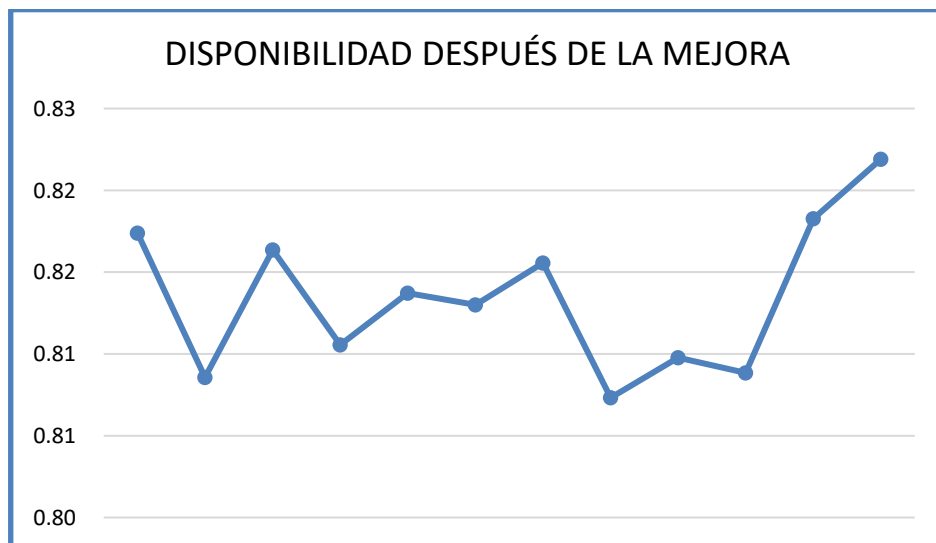
*Disponibilidad después de la aplicación de la mejora*

TIEMPO FUERA DE SERVICIO							
AÑO	MESES	HORAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	HORAS DE INSPECCIÓN	HORAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	HORAS PROGRAMADAS	TIEMPO TOTAL DE FUNCIONAMIENTO	DISPONIBILIDAD
2022	FEBRERO	85.23	73.93	103.8	1,440.00	1,336.20	0.82
2022	MARZO	85.23	73.93	125.7	1,488.00	1,362.30	0.81
2022	ABRIL	85.23	73.93	114.1	1,488.00	1,373.90	0.82
2022	MAYO	85.23	76.39	93	1,344.00	1,251.00	0.81
2022	JUNIO	87.47	73.93	115.8	1,488.00	1,372.20	0.81
2022	JULIO	85.23	74.75	109.3	1,440.00	1,330.70	0.81
2022	AGOSTO	85.23	73.93	115.3	1,488.00	1,372.70	0.82
2022	SEPTIEMBRE	85.23	73.93	118.3	1,440.00	1,321.70	0.81
2022	OCTUBRE	85.23	73.93	123.9	1,488.00	1,364.10	0.81
2022	NOVIEMBRE	88.59	74.75	121.1	1,488.00	1,366.90	0.81
2022	DICIEMBRE	85.23	75.57	100.9	1,440.00	1,339.10	0.82
2023	ENERO	84.11	76.39	104.5	1,488.00	1,383.50	0.82
Promedio		<b>85.6</b>	<b>74.61</b>	<b>112.14</b>	<b>1,460.00</b>	<b>1,347.86</b>	<b>0.81</b>
Porcentaje							<b>81.3 %</b>

La Tabla 19, presenta los resultados de los indicadores de disponibilidad actualizados, los cuales arrojan un índice del 81.3%, superando así el índice de disponibilidad anterior a la implementación de las mejoras, que era del 66.8%.

**Figura 7**

*Índice de disponibilidad después de la mejora*



Después de la implementación de diversas mejoras en los grupos electrógenos de nuestra empresa, Maquitab Energía S.A.C., nos complace informar que hemos alcanzado un significativo incremento en nuestro índice de disponibilidad, que ahora se sitúa en un impresionante 81.3%. Esta cifra refleja una notable mejora del 14.5% en comparación con nuestra disponibilidad anterior a la implementación de estas mejoras.

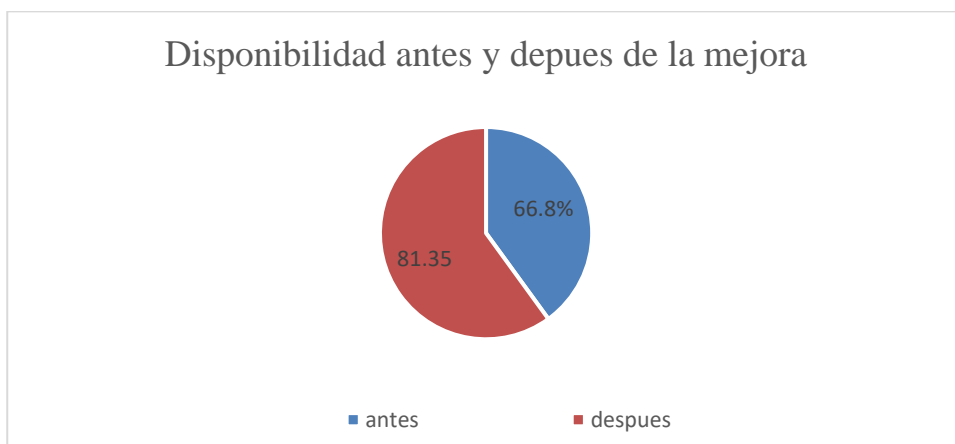
Es importante destacar que estos grupos electrógenos ahora están operando con una notable reducción en el número de fallas experimentadas anteriormente. Esta disminución en las fallas no solo ha mejorado nuestra eficiencia operativa, sino que también ha contribuido a un aumento en la disponibilidad y durabilidad de nuestros equipos, brindando una mayor tranquilidad a nuestros clientes y socios comerciales.

Además, nos complace observar que el equipo técnico ha respondido de manera muy positiva a la implementación de estas mejoras. Su motivación y dedicación se han visto incrementadas significativamente, debido a la introducción de prácticas de mantenimiento preventivo. Esta nueva mentalidad proactiva no solo ha mejorado la disponibilidad del equipo, sino que también ha fortalecido nuestro enfoque en la prevención de problemas antes de que ocurran, lo que a su vez ha contribuido a la disminución de tiempos de inactividad no planificados y ha aumentado la productividad general de nuestra empresa.

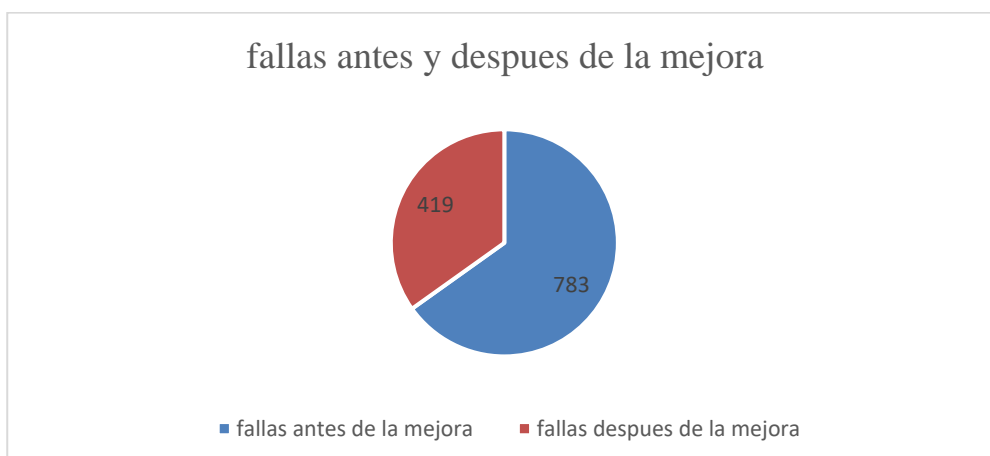
En resumen, estas mejoras no solo han elevado nuestro índice de disponibilidad, sino que también han generado un ambiente de trabajo más positivo y colaborativo dentro de nuestra organización. Estamos comprometidos en seguir implementando prácticas innovadoras y procedimientos de mantenimiento preventivo para continuar optimizando nuestras operaciones y brindar un servicio de calidad a nuestros clientes.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Se ha obtenido un incremento en el índice de disponibilidad, en el periodo febrero 2022 a enero 2023 con un valor de 81.3% en comparación al periodo de setiembre 2020 a agosto 2021 que era del 66.8%. Esta cifra refleja una notable mejora del 14.5% en comparación con nuestra disponibilidad anterior a la implementación de estas mejoras.



Se ha obtenido una disminución en número de fallas, en el periodo febrero 2022 a enero 2023 de 419, en comparación al periodo de setiembre 2020 a agosto 2021 de 783 fallas. Esta cifra refleja una notable disminución de 364 fallas después de la aplicación de la mejora.



## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

Con la implementación del mantenimiento preventivo en los grupos electrógenos en la empresa Maquitab Energía S.A.C:

Se ha tenido una mejora significativa en la disponibilidad del 14.5% en comparación con la disponibilidad de los grupos electrógenos antes de la mejora.

Se determinó que el programa de mantenimiento preventivo aplicado después de la mejora a los grupos electrógenos de la empresa Maquitab Energía S.A.C. Se ha obtenido una disponibilidad de 81.3% en el periodo febrero 2022 a enero 2023.

Se verificó que la disponibilidad antes de aplicación de la mejora a los grupos electrógenos de la empresa Maquitab Energía S.A.C. era de 66.8% en el periodo de setiembre 2020 a agosto 2021.

Se determinó que antes de la aplicación de la mejora del programa de mantenimiento preventivo a los grupos electrógenos de la empresa Maquitab Energía S.A.C. presentaba un número elevado de fallas de 783 fallas en el periodo de setiembre 2020 a agosto de 2021.

Se verificó que después de la aplicación de la mejora del programa de mantenimiento preventivo a los grupos electrógenos de la empresa Maquitab Energía S.A.C. presento una reducción de 364 fallas, siendo este resultado favorable para la rentabilidad de la empresa.

Las lecciones aprendidas en este trabajo fueron las siguientes:

Que el procedimiento de mantenimiento preventivo sobre los grupos electrógenos de la empresa Maquitab Energía S.A.C. era muy básico y no adaptado a la situación real de trabajo en campo.

La falta de información de la data del área de mantenimiento sobre disponibilidad, paradas de equipo, registro de fallas recurrentes, dificultan el análisis de estado real de operatividad de los equipos en campo, es por ello que se tiene que llevar un mejor control en área de mantenimiento, utilizando los indicadores adecuados a lo mas cercano de la realidad.

Dado mi experiencia como técnico titulado de la carrera de mecánica automotriz ingresado del instituto de Senati sumo valor técnico a este trabajo de suficiencia profesional aplicado al área de mantenimiento corroborando la teoría que la parte técnica tiene que estar enlazada siempre con la parte teórica para poder encontrar rápidamente el origen de problema de cualquier falla, siendo más eficientes y eficaces en nuestros diagnósticos.

### **Recomendaciones**

Continuar con el programa de mantenimiento preventivo implementado ya que se ha verificado que los resultados fueron favorables para la empresa en estudio y hacer público este trabajo para que sirva ejemplo para otros tesisistas.

Se recomienda, la continuidad del mantenimiento preventivo es un paso esencial para asegurar la estabilidad operativa y financiera de nuestra empresa. Al invertir en la formación de nuestro equipo, estamos fortaleciendo nuestra capacidad interna para manejar cualquier desafío que pueda surgir, garantizando así un servicio confiable y de calidad tanto para nuestra organización como para nuestros valiosos clientes.

Realizar formatos con indicadores de mantenimiento para poder llevar mejor control en el área de mantenimiento; es así que recomienda la importancia de supervisar y brindar capacitación continua a nuestro equipo de mantenimiento. Al mejorar sus conocimientos y habilidades, serán capaces de abordar las nuevas tareas

propuestas en el mantenimiento preventivo con confianza y competencia. Esto no solo aumenta la eficiencia operativa, sino que también reduce la necesidad de asistencia mecánica de emergencia, lo que a su vez minimiza los gastos adicionales.

## REFERENCIAS

- Garavito Gonzáles, M. (2018). *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para flota de generadores empresa Geración y sistema S.P.A. (gensys)*. Universidad Técnica Federico Santa María.
- Gonzales Fernández, F. (2010). *Auditoria de mantenimiento e indicadores de gestión*. (2da edición – Madrid España).
- Hernandez, C., Velandia, P. y Saldaña, J. (2021). *Propuesta de la mejora de la gestión para el mantenimiento de los activos en el área de taller de la empresa Solo-Toyota*. Universidad ECCI.
- Pachao Carbajal, J. (2022). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo programado para mejorar la disponibilidad y confiabilidad de la flota de camiones 797F en el proyecto de operaciones mina Toquepala de la empresa Ferreyros S.A.* Universidad Continental.
- Ramirez Vasquez, R. y Lavado Aguilar, K. (2020). *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo para reducir los fallos en las máquinas de producción y transporte de una empresa comercializadora de carbón mineral, Trujillo 2020*. Universidad Privada del Norte.
- Ramos Rodríguez, R. y Villavicencio García, M. (2019). *Incrementar la disponibilidad de las grúas portacontenedores de un patio de almacenamiento y reparación de contenedores en Guayaquil*. Escuela superior politécnica del Litoral.
- Roque Vigo, G. (2020). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas de una empresa metal mecánica del sector industrial*. Universidad Privada del Norte.



Sánchez, F. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria, Scielo, 13(1)*, 102-122.

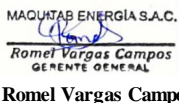
<https://orcid.org/0000-0002-0144-9892>

Tavares, L. (1996). *Administración moderna de mantenimiento*.

<https://drive.google.com/file/d/174Y9QWRIUmIwxxneOwNC5rPCrDW47k/view>

## ANEXOS

### ANEXO N° 1. Disponibilidad antes de la mejora.

AÑO	MESES	TIEMPO FUERA DE SERVICIO			TIEMPO DE PARADAS	HORAS PROGRAMADAS	DISPONIBILIDAD
		HORAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	HORAS DE INSPECCIÓN	HORAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO			
2020	SETIEMBRE	131.64	141.46	196.00	469.10	1440.00	0.67
2020	OCTUBRE	137.71	143.19	204.60	485.50	1488.00	0.67
2020	NOVIEMBRE	139.74	144.91	202.20	486.85	1440.00	0.66
2020	DICIEMBRE	131.64	141.46	226.60	499.70	1488.00	0.66
2021	ENERO	137.71	143.19	198.40	479.30	1488.00	0.68
2021	FEBRERO	139.74	144.91	171.00	455.65	1344.00	0.66
2021	MARZO	131.64	141.46	240.60	513.70	1488.00	0.65
2021	ABRIL	137.71	143.19	220.80	501.70	1440.00	0.65
2021	MAYO	139.74	144.91	197.20	481.85	1488.00	0.68
2021	JUNIO	137.71	146.64	200.40	484.75	1440.00	0.66
2021	JULIO	145.81	148.36	183.40	477.57	1488.00	0.68
2021	AGOSTO	143.79	150.09	189.00	482.88	1488.00	0.68
 <p>MAQUITAB ENERGÍA S.A.C. Romel Vargas Campos GERENTE GENERAL Romel Vargas Campos</p>						<b>PROMEDIO</b>	<b>0.67</b>
						<b>PORCENTAJE</b>	<b>66.78</b>

Horas programadas (Tiempo total) = Número días del mes x 24 horas x 2 equipos

Ejemplo para el mes de agosto de 2021 = 31 x 24 x 2 = 1,488.00 horas


Disponibilidad (de acuerdo a la ecuación 3).

$$Disponibilidad = \frac{\text{Tiempo total} - \text{tiempo fuera de servicio}}{\text{tiempo total}}$$

ANEXO N° 2. Horas de mantenimiento correctivo antes de la mejora.

AÑO	MESES	HORAS PROMEDIO POR FALLA DE SISTEMA						TOTAL DE FALLAS POR MES	HORAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO
		3.5	2	3.8	2.7	2.6	4.2		
		FALLAS							
		SISTEMA DE MOTOR	SISTEMA DE LUBRICACIÓN	SISTEMA ELECTRICO	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	SISTEMA DE COMBUSTIBLE	SISTEMA DE ALTERNACIÓN		
2020	SETIEMBRE	12	14	7	6	11	13	63	196.00
2020	OCTUBRE	11	16	8	9	16	9	69	204.60
2020	NOVIEMBRE	15	12	13	11	5	8	64	202.20
2020	DICIEMBRE	8	16	8	8	15	18	73	226.60
2021	ENERO	9	1	9	9	7	21	56	198.40
2021	FEBRERO	11	18	11	11	8	1	60	171.00
2021	MARZO	12	15	12	12	9	16	76	240.60
2021	ABRIL	16	9	16	16	10	4	71	220.80
2021	MAYO	15	10	8	15	11	6	65	197.20
2021	JUNIO	4	14	18	12	6	10	64	200.40
2021	JULIO	14	19	6	10	5	8	62	183.40
2021	AGOSTO	8	18	17	2	5	10	60	189.00

MAQUITAB ENERGÍA S.A.C.




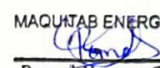
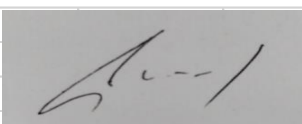
Romel Vargas Campos  
GERENTE GENERAL

Romel Vargas Campos

Horas de Mantenimiento correctivo= Recopilación de los datos existentes en el area de mantenimiento de la empresa. Por ejemplo para el mes de setiembre 2020:

Horas de Mantenimiento correctivo= 12 fallas x 3.5 horas prom./falla+ 14 fallas x 2.0 horas prom./falla + 7 fallas x 3.8 horas prom./falla + 6 fallas x 2.7 horas prom./falla + 11 fallas x 2.6 horas prom./falla+13 fallas x 4.2 horas prom./falla= 196 horas

ANEXO N° 3. Reporte de fallas de los grupos electrógenos de 170 KW y 150 KW antes de la mejora

		REPORTE DE FALLAS DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS DE 170 KW Y 150 KW							TOTAL FALLAS POR MES
		NOMBRE							
		CARGO							
AÑO	MESES	FALLAS POR SISTEMAS						TOTAL FALLAS POR MES	
		SISTEMA DE MOTOR	SISTEMA DE LUBRICACIÓN	SISTEMA ELECTRICO	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	SISTEMA DE COMBUSTIBLE	SISTEMA DE ALTERNACIÓN		
2020	SETIEMBRE	12	14	7	6	11	13	63	
2020	OCTUBRE	11	16	8	9	16	9	69	
2020	NOVIEMBRE	15	12	13	11	5	8	64	
2020	DICIEMBRE	8	16	8	8	15	18	73	
2021	ENERO	9	1	9	9	7	21	56	
2021	FEBRERO	11	18	11	11	8	1	60	
2021	MARZO	12	15	12	12	9	16	76	
2021	ABRIL	16	9	16	16	10	4	71	
2021	MAYO	15	10	8	15	11	6	65	
2021	JUNIO	4	14	18	12	6	10	64	
2021	JULIO	14	19	6	10	5	8	62	
2021	AGOSTO	8	18	17	2	5	10	60	
							<b>TOTAL</b>	<b>783</b>	
		<b>ENTREGADO POR :</b>			<b>JEFE SUPERVISOR</b>				
		MAQUITAB ENERGÍA S.A.C.  <b>Romel Vargas Campos</b> GERENTE GENERAL							
		<b>Romel Vargas Campos</b> DNI: 43018429			<b>Victor Vasquez Vasquez</b> DNI: 73133326				

ANEXO N° 4. Reporte del tiempo de Mantenimiento preventivo y Horas de inspección de los grupos electrógenos de 170 KW y 150 KW, antes de la mejora.

		<b>REPORTE DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y HORAS DE INSPECCIÓN DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS DE 170KW y 150 KW, DE LA EMPRESA MAQUITAB.</b>	
		NOMBRE	
		CARGO	
AÑO	MES	HORAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	HORAS DE INSPECCIÓN
2020	Septiembre	131.64	141.46
2020	Octubre	137.71	143.19
2020	Noviembre	139.74	144.91
2020	Diciembre	131.64	141.46
2021	Enero	137.71	143.19
2021	Febrero	139.74	144.91
2021	Marzo	131.64	141.46
2021	Abril	137.71	143.19
2021	Mayo	139.74	144.91
2021	Junio	137.71	146.64
2021	Julio	145.81	148.36
2021	Agosto	143.79	150.09
	<b>Total</b>	<b>1,654.56</b>	<b>1733.79</b>
ENTREGADO POR:			JEFE SUPERVISOR
 <b>MAQUITAB ENERGIA S.A.C.</b> <b>Romel Vargas Campos</b> <b>GERENTE GENERAL</b>			
FIRMA			FIRMA
Romel Vargas Campos DNI: 43018429			Victor Vasquez Vasquez DNI: 73133326

ANEXO N° 5. Reporte del tiempo de Mantenimiento preventivo y Horas de inspección de los grupos electrógenos de 170 KW y 150 KW, después de la mejora.

		<b>REPORTE DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y HORAS DE INSPECCIÓN DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS DE 170KW y 150 KW, DE LA EMPRESA MAQUITAB.</b>	
		NOMBRE	
		CARGO	
AÑO	MES	HORAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	HORAS DE INSPECCIÓN
2022	Febrero	85.23	73.93
2022	Marzo	85.23	73.93
2022	Abril	85.23	73.93
2022	Mayo	85.23	76.39
2022	Junio	87.47	73.93
2022	Julio	85.23	74.75
2022	Agosto	85.23	73.93
2022	Setiembre	85.23	73.93
2022	Octubre	85.23	73.93
2022	Noviembre	88.59	74.75
2022	Diciembre	85.23	75.57
2021	Enero	84.11	76.39
	<b>Total</b>	<b>1,027.22</b>	<b>895.34</b>
ENTREGADO POR:		JEFE SUPERVISOR	
 MAQUITAB ENERGIA S.A.C. <b>Romel Vargas Campos</b> GERENTE GENERAL			
FIRMA		FIRMA	
Romel Vargas Campos DNI: 43018429		Victor Vasquez Vasquez DNI: 73133326	


ANEXO N° 6. Evolución de pérdidas de un equipo de 170 KW y 150 KW.

		<b>REPORTE DE PARADAS DEL GE 170 KW y 150 KW , DE LA EMPRESA MAQUITAB</b>		
		NOMBRE		
		CARGO		
AÑO	MES	DINERO PERDIDO (S/.)	HORAS PARADAS	COSTO X HORA PROMEDIO
2020	Septiembre	24,627.8	469.10	52.5
2020	Octubre	25,488.8	485.50	52.5
2020	Noviembre	25,559.6	486.85	52.5
2020	Diciembre	26,234.3	499.70	52.5
2021	Enero	25,163.3	479.30	52.5
2021	Febrero	23,921.6	455.65	52.5
2021	Marzo	26,969.3	513.70	52.5
2021	Abril	26,339.3	501.70	52.5
2021	Mayo	25,297.1	481.85	52.5
2021	Junio	25,449.4	484.75	52.5
2021	Julio	25,073.0	477.58	52.5
2021	Agosto	25,351.2	482.88	52.5
	<b>Total</b>	<b>305,474</b>	<b>5818.56</b>	
ENTREGADO POR:		JEFE SUPERVISOR		
 <b>Romel Vargas Campos</b> GERENTE GENERAL				
FIRMA		FIRMA		
Romel Vargas camos DNI: 43018429		Victor Vasquez Vasquez DNI:73133326		


Por ejemplo, en el mes de agosto 2021 hubo 482.88 horas paradas, y el costo de alquiler por hora promedio es de 52.5 soles por lo tanto:

$$482.88 \text{ horas} \times 52.5 \text{ soles/hora} = 25\,351.2 \text{ soles.}$$

ANEXO N°7: Tarifario económico por servicio de alquiler de grupos electrógenos Maquitab Energía S.A.C.

	DIARIA (8H)		SEMANAL (50 H)		MENSUAL (200 H)	
	GE	INMEDIATO	PROGRAMADO	INMEDIATO	PROGRAMADO	INMEDIATO
GEP 2.5KW	S/ 60.00	S/ 50.00	S/ 350 (S/7 H)	S/ 325 (S/ 6.5 H)	NO APLICA	NO APLICA
GEP 6.5 KW	S/ 90.00	S/ 80.00	S/ 450 (S/9 H)	S/ 425 (S/ 8.5 H)	NO APLICA	NO APLICA
GEP 8 KW	S/ 110.00	S/ 100.00	S/ 500 (S/10 H)	S/ 475 (S/ 9.5 H)	NO APLICA	NO APLICA
10 KW	S/ 200.00	S/ 180.00	S/ 800 (S/16 H)	S/ 750 (S/ 15 H)	S/ 2800 (S/ 14 H)	S/ 2600 (S/ 13 H)
15 KW	S/ 250.00	S/ 230.00	S/ 950 (S/ 19 H)	S/ 800 (S/ 16 H)	S/ 3400 (S/ 17 H)	S/ 3000 (S/ 15 H)
20 KW	S/ 280.00	S/ 250.00	S/ 1350 (S/ 27 H)	S/ 1200 (S/ 24 H)	S/ 4400 (S/ 22 H)	S/ 4000 (S/ 20 H)
30 KW	S/ 350.00	S/ 300.00	S/ 1650 (S/ 33 H)	S/ 1500 (S/ 30 H)	S/ 5000(S/ 25 H)	S/ 4600 (S/ 23 H)
40 KW	S/ 400.00	S/ 380.00	S/ 1750 (S/ 35 H)	S/ 1600 (S/ 32 H)	S/ 5600 (S/ 28 H)	S/ 5000 (S/ 25 H)
60 KW	S/ 450.00	S/ 430.00	S/ 1900 (S/ 38 H)	S/ 1750 (S/ 35 H)	S/ 6400 (S/ 32 H)	S/ 6000 (S/ 30 H)
83 KW	S/ 500.00	S/ 450.00	S/ 2250 (S/ 45H)	S/ 2100 (S/ 42 H)	S/ 7600 (S/ 38 H)	S/ 7000 (S/ 35 H)
100 KW	S/ 600.00	S/ 550.00	S/ 2500 (S/ 50 H)	S/ 2350 (S/ 47 H)	S/ 8400 (S/ 42 H)	S/ 8000 (S/ 40 H)
120 KW	S/ 650.00	S/ 600.00	S/ 2650 (S/ 53 H)	S/ 2500 (S/ 50 H)	S/ 8600 (S/ 43 H)	S/ 8200 (S/ 41 H)
150 KW	S/ 800.00	S/ 750.00	S/ 3000 (S/ 60 H)	S/ 2750 (S/ 55H)	S/ 10000 (S/ 50 H)	S/ 9400 (S/ 47 H)
170 KW	S/ 1,000.00	S/ 900.00	S/ 3250 (S/ 65 H)	S/ 2900 (S/ 58 H)	S/ 11000 (S/ 55 H)	S/ 10000 (S/ 50 H)

MAQUITAB ENERGÍA S.A.C.



Romel Vargas Campos  
GERENTE GENERAL

---

Romel Vargas Campos




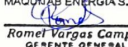
ANEXO N° 8. Factura de alquiler de un equipo electrógeno de 170 KW

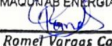
<b>MAQUINARIAS, TABLEROS Y ENERGIA S.A.C. - MAQUITAB ENERGIA S.A.C.</b> C.HAB VILLA MARINA MZA. L 4 LOTE. 14 SALAVERY - TRUJILLO - LA LIBERTAD		<b>FACTURA ELECTRONICA</b> <b>RUC: 20602946321</b> <b>E001-1000</b>																					
Fecha de Emisión	: 10/08/2021	Forma de pago: Contado																					
Señor(es)	: MECHFLOW SOLUTIONS S.A.C.																						
RUC	: 20602068383																						
Dirección del Cliente	: AV. CANADA 3823 OF. 302 LIMA- LIMA-SAN LUIS																						
Tipo de Moneda	: SOLES																						
Observación	: COT: N°07082021-1573-1																						
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario																				
1.00	UNIDAD	ALQUILER DE GRUPO ELECTROGENO DE 170 KW POR 200 HORAS DESDE 10/08/2021 HASTA 10/09/2021	11000.00																				
Valor de Venta de Operaciones Gratuitas : <input type="text" value="S/ 0.00"/>		<table border="1"> <tr><td>Sub Total Ventas :</td><td style="text-align: right;">S/ 11,000.00</td></tr> <tr><td>Anticipos :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Descuentos :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Valor Venta :</td><td style="text-align: right;">S/ 11,000.00</td></tr> <tr><td>ISC :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>IGV :</td><td style="text-align: right;">S/ 1,980.00</td></tr> <tr><td>Otros Cargos :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Otros Tributos :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Monto de redondeo :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td><b>Importe Total :</b></td><td style="text-align: right;"><b>S/ 12,980.00</b></td></tr> </table>		Sub Total Ventas :	S/ 11,000.00	Anticipos :	S/ 0.00	Descuentos :	S/ 0.00	Valor Venta :	S/ 11,000.00	ISC :	S/ 0.00	IGV :	S/ 1,980.00	Otros Cargos :	S/ 0.00	Otros Tributos :	S/ 0.00	Monto de redondeo :	S/ 0.00	<b>Importe Total :</b>	<b>S/ 12,980.00</b>
Sub Total Ventas :	S/ 11,000.00																						
Anticipos :	S/ 0.00																						
Descuentos :	S/ 0.00																						
Valor Venta :	S/ 11,000.00																						
ISC :	S/ 0.00																						
IGV :	S/ 1,980.00																						
Otros Cargos :	S/ 0.00																						
Otros Tributos :	S/ 0.00																						
Monto de redondeo :	S/ 0.00																						
<b>Importe Total :</b>	<b>S/ 12,980.00</b>																						
<b>SON: ONCE MIL OCHOCIENTOS Y 00/100 SOLES</b>																							
<b>Información de la detención</b> Leyenda: Operación sujeta al Sistema de Pago de Obligaciones Tributarias con el Gobierno Central Bien o Servicio: 019 Arrendamiento de bienes muebles e inmuebles Medio de pago: 003 Transferencia de fondos Nro. Cta. Banco de la Nación: 00741608049      Porcentaje de detención: 10.00      Monto detención: S/ 1298.00																							
Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.																							

ANEXO N° 9. Factura de alquiler de un equipo electrógeno de 150 KW



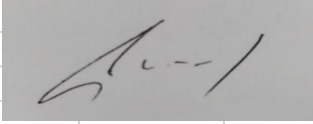
<b>MAQUINARIAS, TABLEROS Y ENERGIA S.A.C. - MAQUITAB ENERGIA S.A.C.</b> C.HAB VILLA MARINA MZA. L 4 LOTE. 14 SALAVERRY - TRUJILLO - LA LIBERTAD		<b>FACTURA ELECTRONICA</b> <b>RUC: 20602946321</b> <b>E001-1100</b>																					
Fecha de Emisión	: 01/07/2021	Forma de pago: Contado																					
Señor(es)	: AGRICOLA BLUE GOLD S.A.C.																						
RUC	: 20608170732																						
Dirección del Cliente	: SEC. XI LOTE. 10.6 LA LIBERTAD Viru Viru																						
Tipo de Moneda	: SOLES																						
Observación	: COT: N°07882021																						
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario																				
1.00	UNIDAD	ALQUILER DE GRUPO ELECTROGENO DE 150 KW POR 200 HORAS DESDE 01/07/2021 HASTA 30/07/2021	10000.00																				
Valor de Venta de Operaciones Gratuitas : <input type="text" value="S/ 0.00"/>		<table border="1"> <tr><td>Sub Total Ventas :</td><td style="text-align: right;">S/ 10,000.00</td></tr> <tr><td>Anticipos :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Descuentos :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Valor Venta :</td><td style="text-align: right;">S/ 10,000.00</td></tr> <tr><td>ISC :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>IGV :</td><td style="text-align: right;">S/ 1,800.00</td></tr> <tr><td>Otros Cargos :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Otros Tributos :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Monto de redondeo :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Importe Total :</td><td style="text-align: right;">S/ 11,800.00</td></tr> </table>		Sub Total Ventas :	S/ 10,000.00	Anticipos :	S/ 0.00	Descuentos :	S/ 0.00	Valor Venta :	S/ 10,000.00	ISC :	S/ 0.00	IGV :	S/ 1,800.00	Otros Cargos :	S/ 0.00	Otros Tributos :	S/ 0.00	Monto de redondeo :	S/ 0.00	Importe Total :	S/ 11,800.00
Sub Total Ventas :	S/ 10,000.00																						
Anticipos :	S/ 0.00																						
Descuentos :	S/ 0.00																						
Valor Venta :	S/ 10,000.00																						
ISC :	S/ 0.00																						
IGV :	S/ 1,800.00																						
Otros Cargos :	S/ 0.00																						
Otros Tributos :	S/ 0.00																						
Monto de redondeo :	S/ 0.00																						
Importe Total :	S/ 11,800.00																						
<b>SON: ONCE MIL OCHOCIENTOS Y 00/100 SOLES</b>																							
<b>Información de la detracción</b> Leyenda: Operación sujeta al Sistema de Pago de Obligaciones Tributarias con el Gobierno Central Bien o Servicio: 019 Arrendamiento de bienes muebles e inmuebles Medio de pago: 003 Transferencia de fondos Nro. Cta. Banco de la Nación: 00741608049      Porcentaje de detracción: 10.00      Monto detracción: S/ 1180.00																							
<i>Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.</i>																							

ANEXO N° 10. Encuesta aplicada a los trabajadores del área de mantenimiento con sus respectivos resultados.


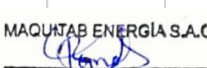
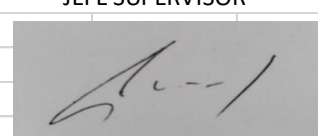
		EVALUACIÓN BASICA SOBRE LAS CAUSAS QUE ORIGINAN LAS FALLAS EN LOS GRUPOS ELECTROGENOS	
		TRABAJADORES DE LA EMPRESA MAQUITAB	
PUNTUACIÓN		NOMBRE	
		CARGO	
		LEVE (L)	0 - 4 Puntos
		MODERADO (M)	5 - 10 Puntos
		SEVERO (S)	11 - 20 Puntos
1	<b>CAUSAS DEL SISTEMA DE MOTOR</b>	PUNTUACIÓN	
	Perdida de potencia		
	Baja presión de aceite		
	Baja compresión		
	Baja revolución del motor		
	Presencia de ruidos extraños en el interior		
2	<b>CAUSAS DEL SISTEMA ELECTRICO</b>		
	Baterías en mal estado		
	Alternador y arrancador en mal estado		
	Generador y cableado del motor defectuoso		
	Sensores defectuosos		
3	<b>CAUSAS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE</b>		
	Fugas de combustible por cañerías, mangueras y sellos		
	Presencia de particulas en el tanque de combustible		
	Falla de bomba de inyección e inyectores		
4	<b>CAUSAS DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN</b>		
	Falla de bomba de aceite		
	Fuga de aceite		
	Bajo nivel de aceite		
	Aceite contaminado y/o en mal estado		
5	<b>CAUSAS DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b>		
	Fuga de refrigerante		
	Bajo nivel de refrigerante		
	Falla de la bomba del refrigerante		
	Radiador del motor obstruido		
6	<b>CAUSA DEL SISTEMA DE ALTERNACIÓN</b>		
	Medición errónea de aislamiento del generador		
	Falta de engrase de rodamientos		
	Mal conexión de cables eléctricos del generador		
	TOTAL		
MAQUITAB ENERGIA S.A.C.  Romel Vargas Campos GERENTE GENERAL Romel Vargas Campos			

<b>FALLAS DEL SISTEMA DE MOTOR</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Perdida de potencia	20	48%
Baja presión de aceite	10	24%
Baja compresión	5	12%
Baja revolución del motor	4	10%
Presencia de ruidos extraños en el interior	3	7%
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100%</b>
<b>FALLAS DEL SISTEMA ELECTRICO</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Baterías en mal estado	20	54%
Alternador y arrancador en mal estado	10	27%
Generador y cableado del motor defectuoso	4	11%
Sensores defectuosos	3	8%
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>100%</b>
<b>FALLAS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Fugas de combustible por cañerías, mangueras y sellos	20	57%
Presencia de partículas en el tanque de combustible	10	29%
Falla de bomba de inyección e inyectores	5	14%
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>100%</b>
<b>FALLAS DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Falla de bomba de aceite	20	47%
Fuga de aceite	15	35%
Bajo nivel de aceite	5	12%
Aceite contaminado y/o en mal estado	3	7%
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>100%</b>
<b>FALLAS DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Fuga de refrigerante	25	52%
Bajo nivel de refrigerante	15	31%
Falla de la bomba del refrigerante	5	10%
Radiador del motor obstruido	3	6%
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>100%</b>
<b>FALLAS DEL SISTEMA DE ALTERNACIÓN</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Medición errónea de aislamiento del generador	17	35%
Falta de engrase de rodamientos	13	27%
Mal conexión de cables eléctricos del generador	3	6%
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>69%</b>
MAQUTAB ENERGÍA S.A.C.  <b>Romel Vargas Campos</b> GERENTE GENERAL		
Romel Vargas Campos		
DNI: 43018429		

ANEXO N° 11. Reporte de fallas de los grupos electrógenos de 170 KW y 150 KW antes de la mejora.

		<b>REPORTE DE FALLAS DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS DE 170 KW Y 150 KW</b>							<b>TOTAL FALLAS POR MES</b>
		NOMBRE							
		CARGO							
AÑO	MESES	FALLAS POR SISTEMAS						TOTAL FALLAS POR MES	
		SISTEMA DE MOTOR	SISTEMA DE LUBRICACIÓN	SISTEMA ELECTRICO	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	SISTEMA DE COMBUSTIBLE	SISTEMA DE ALTERNACIÓN		
2020	SETIEMBRE	12	14	7	6	11	13	63	
2020	OCTUBRE	11	16	8	9	16	9	69	
2020	NOVIEMBRE	15	12	13	11	5	8	64	
2020	DICIEMBRE	8	16	8	8	15	18	73	
2021	ENERO	9	1	9	9	7	21	56	
2021	FEBRERO	11	18	11	11	8	1	60	
2021	MARZO	12	15	12	12	9	16	76	
2021	ABRIL	16	9	16	16	10	4	71	
2021	MAYO	15	10	8	15	11	6	65	
2021	JUNIO	4	14	18	12	6	10	64	
2021	JULIO	14	19	6	10	5	8	62	
2021	AGOSTO	8	18	17	2	5	10	60	
<b>TOTAL</b>								<b>783</b>	
<b>ENTREGADO POR :</b>		<b>JEFE SUPERVISOR</b>							
MAQUITAB ENERGÍA S.A.C.  <b>Romel Vargas Campos</b> GERENTE GENERAL									
<b>Romel Vargas Campos</b> DNI: 43018429		<b>Victor Vasquez Vasquez</b> DNI: 73133326							

ANEXO N° 12. Reporte de fallas de los grupos electrógenos de 170 KW y 150 KW después de la mejora

		<b>REPORTE DE FALLAS DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS DE 170 KW Y 150 KW</b>							<b>TOTAL FALLAS POR MES</b>
		<b>NOMBRE</b>							
		<b>CARGO</b>							
		<b>FALLA POR SISTEMAS</b>							
<b>AÑO</b>	<b>MESES</b>	<b>SISTEMA DE MOTOR</b>	<b>SISTEMA DE LUBRICACIÓN</b>	<b>SISTEMA ELECTRICO</b>	<b>SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b>	<b>SISTEMA DE COMBUSTIBLE</b>	<b>SISTEMA DE ALTERNACIÓN</b>		
2022	FEBRERO	10	3	13	4	1	0	31	
2022	MARZO	6	2	7	5	12	7	39	
2022	ABRIL	5	8	8	6	5	5	37	
2022	MAYO	7	5	4	5	5	4	30	
2022	JUNIO	6	5	8	6	5	6	36	
2022	JULIO	7	2	4	2	7	10	32	
2022	AGOSTO	5	6	4	6	8	8	37	
2022	SETIEMBRE	4	6	3	9	4	11	37	
2022	OCTUBRE	6	1	8	11	6	6	38	
2022	NOVIEMBRE	2	5	10	9	8	5	39	
2022	DICIEMBRE	8	2	3	5	4	8	30	
2023	ENERO	5	3	2	8	7	8	33	
<b>TOTAL</b>								<b>419</b>	
<b>ENTREGADO POR :</b>		<b>JEFE SUPERVISOR</b>							
 <b>MAQUITAB ENERGÍA S.A.C.</b> <b>Romel Vargas Campos</b> <b>GERENTE GENERAL</b>									
<b>Romel Vargas Campos</b> <b>DNI: 43018429</b>		<b>Victor Vasquez Vasquez</b> <b>DNI: 73133326</b>							

ANEXO N° 13. Manual del operador-CUMMINS

Cummins **Onan**



## **Manual del operador**

### **Grupo electrógeno marino**

MDKDP (Espec. A)  
MDKDR (Espec. A)  
MDKDS (Espec. A)  
MDKDT (Espec. A)  
MDKDU (Espec. A)  
MDKDV (Espec. A)

Spanish  
Translation of the Original Instructions

3-2014

A050G576 (Volumen 1)

## 5 Mantenimiento

### 5.1 Mantenimiento periódico

El mantenimiento periódico es esencial para obtener el rendimiento óptimo y alargar la vida útil del grupo electrógeno. Consultar la Tabla de mantenimiento periódico a continuación como guía para el mantenimiento periódico.

El mantenimiento, reemplazo y reparación de los dispositivos de control de emisión de gases pueden ser efectuados por cualquier establecimiento o individuo capacitado para reparar motores. Sin embargo, el trabajo bajo garantía debe completarlo un representante autorizado de Cummins Onan.

Para contribuir con el mantenimiento periódico del grupo electrógeno y contar con una base para las reclamaciones de la garantía, anotar el mantenimiento llevado a cabo, ver [Capítulo 8 en la página 87](#).

#### 5.1.1 Programa de mantenimiento periódico

TABLA 2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO

TRABAJO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA								
	Después de las primeras 50 h	Cada día/8 h	Cada mes/100 h	Cada año/200 h	Cada año/350 h	Cada año/500 h	Cada 800 h	Cada 2 años	Cada 5 años/2000 h
Inspección general <sup>1</sup>		x							
Revisar el nivel de aceite del motor		x							
Vaciado del agua del filtro de combustible			x						
Revisar la batería y sus conexiones <sup>2</sup>			x						
Comprobar tensión de correa trapezoidal <sup>3</sup>			x						
Revisar el respiradero de sífon			x						
Cambiar aceite y filtro - Todos excepto en MDKDS, MDKDT y MDKDU <sup>5</sup>	x			x					
Cambiar el aceite y el filtro - Solo MDKDS, MDKDT y MDKDU <sup>5</sup>	x				x				
Cambiar el filtro de combustible						x			
Revisar el ánodo de zinc						x			
Sustituir el impelente de la bomba de agua bruta						x			
Ajustar el juego de válvulas <sup>4</sup>							x		
Cambiar el refrigerante, la tapa de presión y el termostato								x	
Revisar el cojinete del generador <sup>4</sup>									x



- 1 - Incluye inspección del nivel de aceite, nivel de refrigerante, sistema de combustible, sistema de escape, baterías y conexiones de las baterías.
- 2 - Ver las recomendaciones del fabricante de la batería.
- 3 - Comprobar si hay patinaje, grietas y desgaste.
- 4 - Debe realizarlo un mecánico cualificado (distribuidor autorizado de Cummins Onan).
- 5 - Realizar con el doble de frecuencia si se utiliza combustible con azufre alto. Consultar Recomendaciones del aceite del motor en el capítulo Mantenimiento.

## 5.2 Inspección general

Antes de arrancarlo por primera vez en el día y después de cada ocho horas de funcionamiento, inspeccionar lo siguiente.

- Conexiones de la batería
- Nivel de aceite
- Sistema de combustible
- Nivel de refrigerante
- Sistema de agua bruta
- Sistema de escape
- Sistema mecánico

Revisar la siguiente figura para facilitar la ubicación de diversos puntos de servicio.

### 5.2.1 Ubicaciones de los puntos de servicio

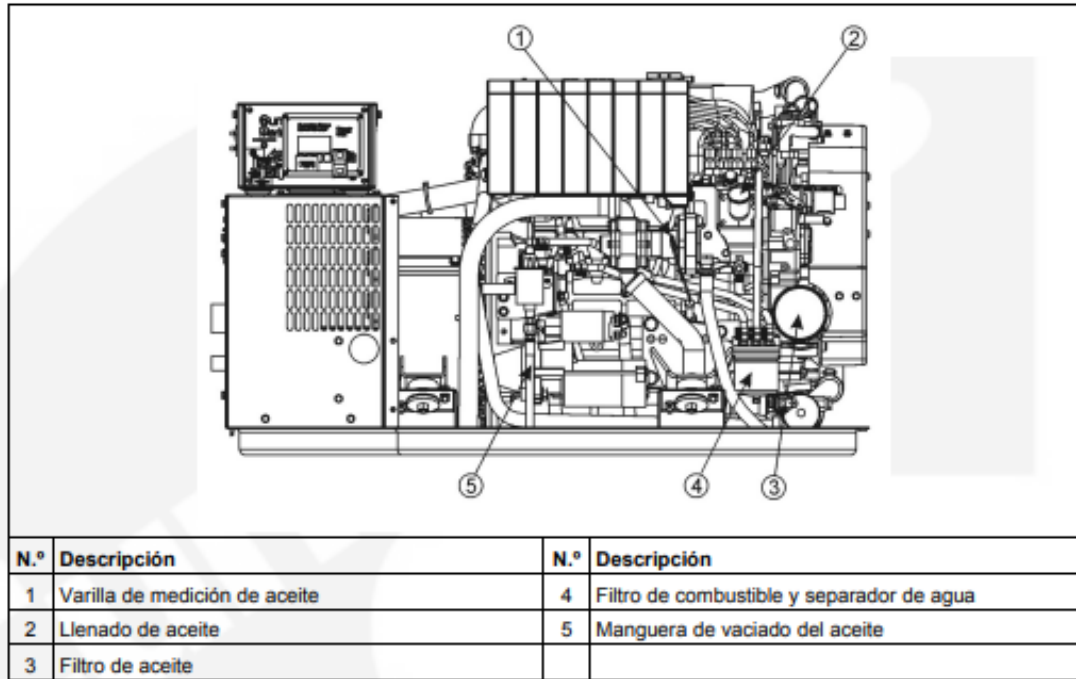


FIGURA 13. PUNTOS DE SERVICIO DEL ACEITE Y EL COMBUSTIBLE - MDKDP, MDKDR, MDKDV

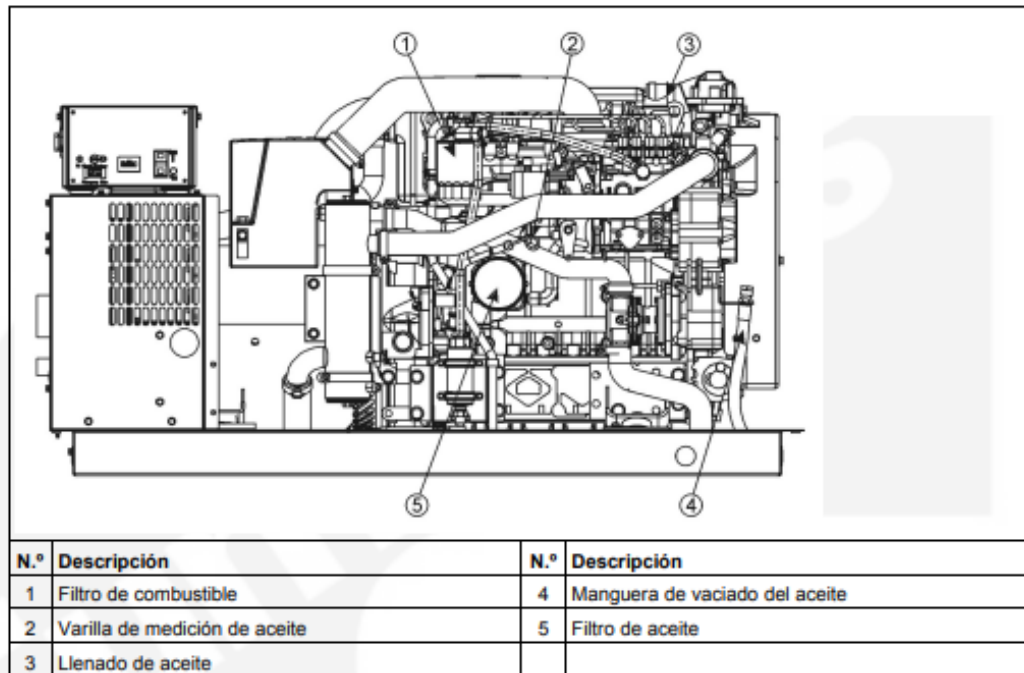


FIGURA 14. PUNTOS DE SERVICIO DEL ACEITE Y EL COMBUSTIBLE - MDKDS, MDKDT Y MDKDU

## 5.2.2 Conexiones de la batería

### ⚠ ADVERTENCIA

*La formación de llamas, chispas o arcos en los bornes de la batería, en los interruptores de luces o en otros equipos puede producir combustión con el gas de la batería y causar graves lesiones personales. Ventilar el área de la batería antes de trabajar en ella o cerca de ella, usar gafas de seguridad y no fumar. Encender y apagar la luz de trabajo lejos de la batería. Al realizar los procedimientos de mantenimiento o al realizar el servicio, detener el grupo electrógeno y desconectar el cargador antes de desconectar los cables de la batería. Utilizar una llave aislada para desconectar primero el cable negativo (-) y volverlo a conectar el último.*

Revisar que las conexiones de los bornes de la batería estén limpias y apretadas. Las conexiones flojas o corroídas ofrecen una alta resistencia eléctrica y podrían dificultar el arranque.

### 5.2.3 Nivel de aceite

**⚠ ADVERTENCIA**

Los componentes del motor (drenajes, filtros, mangueras, etc.) pueden estar calientes y causar quemaduras graves, laceraciones en la piel y salpicaduras de líquidos. Utilizar el equipo de protección personal cuando trabaja con materiales peligrosos o cerca de ellos. Algunos ejemplos de equipos de protección personal incluyen, (pero no se limitan a), gafas de seguridad, guantes protectores, casco, botas con punta de acero y ropa protectora.

**⚠ ADVERTENCIA**

La presión en el cárter puede expulsar aceite del motor caliente por el agujero de llenado causando graves quemaduras. Siempre apagar el grupo electrógeno antes de quitar la tapa de llenado de aceite.

**⚠ ADVERTENCIA**

Algunas agencias estatales y federales han determinado que el contacto con el aceite del motor usado puede ser causante del cáncer o de toxicidad de los órganos de la reproducción. Evitar el contacto con la piel y la inhalación de vapores. Usar guantes de caucho y lavar la piel expuesta.

**⚠ PRECAUCION**

Poco aceite puede causar graves daños al motor. El exceso de aceite puede causar un alto consumo de aceite. Mantenga el nivel de aceite entre los granos de la alta y baja de la varilla.

1. Apagar el grupo electrógeno.
2. Sacar el tapón de llenado de aceite y la varilla de medición del cuello de llenado de aceite. Puede ser difícil tirar y sacar el tapón, inclinar el tapón en el receptáculo mientras lo tira para sacarlo.
3. Limpiar la varilla de medición y volver a insertarla en el cuello de llenado. Asegurar el tapón, que debe encajar a presión en su receptáculo.
4. Retirar el tapón con la varilla de medición y revisar el nivel de aceite en la varilla. Cambiar y colocar el tapón de llenado de aceite.
5. Añadir o drenar el aceite que sea necesario si el nivel de aceite no se encuentra en las marcas (marcas FULL [Lleno] o ADD [Añadir]). Consultar [Sección 5.4 en la página 44](#) para conocer las recomendaciones de aceite.

**AVISO**

No es necesario agregar aceite entre los intervalos de cambio de aceite a menos que el aceite haya bajado más de 1/3 entre las marcas superior e inferior. Se puede añadir un cuarto de galón (0,9 litro) si el nivel de aceite se encuentra en la marca inferior.

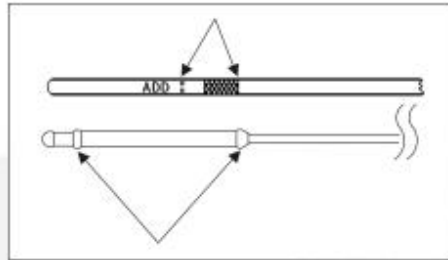


FIGURA 15. MARCAS ADD (AÑADIR)/FULL (LLENO) DE LA VARILLA DE MEDICIÓN DEL NIVEL DE ACEITE

### 5.2.4 Fugas del sistema de combustible

**⚠ ADVERTENCIA**

*Las fugas de combustible pueden causar incendios. Reparar las fugas inmediatamente. No hacer funcionar el grupo electrógeno si hay fugas de combustible.*

1. Revisar si hay fugas en los adaptadores de manguera y tubo de los sistemas de suministro y retorno de combustible, mientras el grupo electrógeno está funcionando y mientras está parado.
2. Revisar las mangueras flexibles de combustible en busca de cortes, roturas, abrasiones y abrazaderas de manguera sueltas.
3. Asegurarse que los conductos de combustible no se froten contra otras piezas.
4. Reparar las piezas de los conductos de combustible que estén desgastadas o dañadas antes que ocurran fugas. Sustituir la manguera con un sistema de inyección de combustible de alta presión USCG Tipo A1 o una manguera de combustible ISO 7840-A1.
5. Cebear el sistema de combustible si al grupo electrógeno se le agota el combustible.

### 5.2.5 Nivel de refrigerante

El tanque de recuperación está diseñado para mantener el nivel del refrigerante, no para llenar el sistema. Mantener el nivel de refrigerante del tanque de recuperación entre las marcas **COLD** (Frío) y **HOT** (Caliente). Consultar [Sección 5.6.6 en la página 53](#) para conocer las especificaciones del refrigerante. Además consultar [Sección 5.6.8 en la página 54](#) para obtener instrucciones detalladas acerca de cómo rellenar el sistema de refrigeración.

1. Revisar el nivel de refrigerante en el tanque de recuperación y, si es necesario, rellenarlo hasta la marca **COLD** (Frío) cuando el motor esté frío o hasta **HOT** (Caliente) cuando esté a la temperatura normal de funcionamiento. Utilizar la solución anticongelante recomendada.
2. Si el tanque está vacío, buscar y reparar las fugas de refrigerante, y llenar el sistema por el cuello de llenado del motor. Utilizar la solución anticongelante recomendada.


### 5.2.6 Sistema de agua bruta

1. Limpiar el colador de agua salada si es preciso.



2. Asegurarse de que el grifo de agua de mar está abierto para el funcionamiento del grupo electrógeno.
3. Cuando se suministra un separador de agua/vapores de escape, abrir el grifo de agua de mar de la manguera de vaciado de agua.
4. Inspeccionar las mangueras por si tienen fugas o están dañadas. Hacer que personal calificado de servicio reemplace cualquier manguera con fuga o dañada.

### 5.2.7 Sistema de escape

 **ADVERTENCIA**

***El gas del escape es letal. No hacer funcionar el grupo electrógeno hasta que se hayan reparado todas las fugas del sistema de escape.***

1. Revisar que todos los monitores de monóxido de carbono funcionen correctamente.
2. Inspeccionar el sistema de escape para comprobar si hay fugas y abrazaderas de mangueras sueltas en:
  - múltiple de escape
  - codo de escape
  - silenciador
  - separador de agua
  - accesorios del casco
3. Sustituir las secciones dañadas de la manguera de escape.

### 5.2.8 Sistema mecánico

1. Supervisar el estado del grupo electrógeno usando la pantalla digital.
2. Comprobar visualmente el grupo electrógeno para detectar daños mecánicos.
3. En los grupos electrógenos provistos de escudo acústico, instalar las puertas de servicio antes de poner el grupo electrógeno en marcha, luego escuchar si se producen ruidos anómalos mientras el grupo electrógeno está funcionando.
4. Revisar los pernos de montaje del grupo electrógeno.
5. Comprobar que las aberturas de entrada y salida de aire del grupo electrógeno no estén taponadas con mugre ni obstruidas.
6. Mantener limpio el compartimiento del grupo electrógeno.

### 5.3 Mantenimiento de la batería

**⚠ ADVERTENCIA**

*La formación de llamas, chispas o arcos en los bornes de la batería, en los interruptores de luces o en otros equipos puede producir combustión con el gas de la batería y causar graves lesiones personales. Ventilar el área de la batería antes de trabajar en ella o cerca de ella, usar gafas de seguridad y no fumar. Encender y apagar la luz de trabajo lejos de la batería. Al realizar los procedimientos de mantenimiento o al realizar el servicio, detener el grupo electrógeno y desconectar el cargador antes de desconectar los cables de la batería. Utilizar una llave aislada para desconectar primero el cable negativo (-) y volverlo a conectar el último.*

Consultar [Sección 5.1 en la página 37](#) para ver el programa de mantenimiento de la batería y seguir las instrucciones del fabricante de la batería. Si el voltaje del sistema de CC es bajo o alto de manera consistente, hacer revisar el sistema de carga de la batería.

Revisar que las conexiones de los bornes de la batería estén limpias y apretadas. Las conexiones flojas o corroidas ofrecen una alta resistencia eléctrica y podrían dificultar el arranque.

1. Mantener la caja de la batería y los bornes limpios y secos.
2. Mantener los bornes de la batería apretados.
3. Quitar los cables de la batería con un extractor de bornes de batería.
4. Verificar cuidadosamente cuál borne es positivo (+) y cuál es negativo (-) antes de hacer las conexiones de la batería. Siempre desconectar el cable negativo (-) primero y volverlo a conectar en último lugar para reducir la formación de arcos.

### 5.4 Mantenimiento del sistema de lubricación

Evitar que el polvo, el agua y otros contaminantes entren en el sistema de lubricación y corroan o taponen los componentes de lubricación.

#### 5.4.1 Aceites recomendados

**⚠ PRECAUCIÓN**

*El uso de aceites CH-4 especificados normalmente o de aceites equivalentes no permite que un motor nuevo o reconstruido realice el rodaje correctamente.*

- Usar aceite para motor con la categoría de servicio CH-4 del API (Instituto de productos de petróleo de los EE.UU.) o superior después de las primeras 100 horas de rodaje del motor.
- Buscar el grado de viscosidad de la SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices). Escoger el grado de viscosidad apropiado para las temperaturas ambiente que se esperan hasta el próximo cambio de aceite programado. Ver la siguiente figura.
- Los aceites de grados múltiples, tales como el SAE 15W-40, son recomendables para todo el año.

### 5.4.1.1 Viscosidad del aceite frente a temperatura ambiente

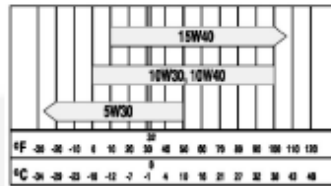


FIGURA 16. VISCOSIDAD DEL ACEITE FRENTE A TEMPERATURA AMBIENTE

### 5.4.2 Cambio de aceite y filtro del motor

#### ⚠ ADVERTENCIA

*El arranque accidental o remoto del motor puede causar lesiones graves o la muerte. Para evitar el arranque accidental, antes de quitar un panel o una puerta de acceso, o antes de trabajar en un grupo electrógeno, utilizar una llave aislada para desconectar el cable negativo (-) de la batería.*

#### ⚠ ADVERTENCIA

*Los componentes del motor (drenajes, filtros, mangueras, etc.) pueden estar calientes y causar quemaduras graves, laceraciones en la piel y salpicaduras de líquidos. Utilizar el equipo de protección personal cuando trabaja con materiales peligrosos o cerca de ellos. Algunos ejemplos de equipos de protección personal incluyen, (pero no se limitan a), gafas de seguridad, guantes protectores, casco, botas con punta de acero y ropa protectora.*

#### ⚠ ADVERTENCIA

*Algunas agencias estatales y federales han determinado que el contacto con el aceite del motor usado puede ser causante del cáncer o de toxicidad de los órganos de la reproducción. Evitar el contacto con la piel y la inhalación de vapores. Usar guantes de caucho y lavar la piel expuesta.*

Consultar [Capítulo 5 en la página 37](#) para obtener el programa de cambio de aceite.

1. Hacer funcionar el grupo electrógeno bajo carga hasta que alcance la temperatura de funcionamiento, pararlo y desconectar el cable negativo (-) de la batería.
2. Para grupos electrógenos con escudo acústico, retirar la puerta de servicio.
3. Quitar el tapón de llenado de aceite y abrir la válvula de drenaje. La válvula de vaciado tiene una salida de 3/8 NPT para conectar un adaptador de manguera para facilitar el vaciado del aceite.

#### ⚠ ADVERTENCIA

*La presión en el cárter puede expulsar aceite del motor caliente por el agujero de llenado causando graves quemaduras. Siempre apagar el grupo electrógeno antes de quitar la tapa de llenado de aceite.*



**AVISO**

**Si se instala un sistema de bombeo de aceite, seguir las instrucciones que se proporcionan con la bomba.**

**AVISO**

**Eliminar el aceite según las normativas locales.**

4. Vaciar el aceite usado en un recipiente adecuado.
5. Cerrar la válvula de vaciado de aceite.
6. Retirar el filtro o los filtros de aceite usados con la llave correcta para filtros (disponible en Cummins Onan) y desechar el filtro o los filtros como corresponde.
7. Retirar la empaquetadura antigua si no sale junto con el filtro. Limpiar la superficie de sellado.
8. Aplicar una película de aceite a la empaquetadura del filtro nuevo y llenar parcialmente el filtro con aceite, de manera que el aceite llegue a las piezas del motor más rápido en el momento del arranque.
9. Enroscar el filtro a mano hasta que la empaquetadura apenas toque la superficie de montaje y después apretar 3/4 de vuelta.
10. Volver a llenar el motor con una cantidad adecuada de aceite del tipo correcto. Ver la sección anterior para obtener las recomendaciones del aceite y [Capítulo 7 en la página 77](#) para la capacidad del aceite.

**⚠ PRECAUCION**

***Poco aceite puede causar graves daños al motor. El exceso de aceite puede causar un alto consumo de aceite. Mantenga el nivel de aceite entre los granos de la alta y baja de la varilla.***

**AVISO**

**No llenar el aceite a través de la lumbrera de revisión de aceite (donde se encuentra la varilla de medición) ya que el aceite se devolverá por el tubo.**

11. Revisar el nivel de aceite y agregar o vaciar aceite según sea necesario.
12. Volver a instalar las puertas de servicio en los grupos electrógenos que tienen un escudo acústico.
13. Volver a conectar el cable negativo de la batería.
14. Hacer funcionar el grupo electrógeno por unos cuantos minutos, pararlo y revisar que el nivel de aceite sea el correcto y si hay fugas.
15. Botar el aceite y filtro usados según los reglamentos de protección ambiental vigentes en la localidad.

## 5.5 Mantenimiento del sistema de combustible

Evitar que el polvo, el agua y otros contaminantes entren en el sistema de combustible y corroan o taponen los componentes del sistema de combustible.

### 5.5.1 Combustible recomendado

#### ⚠ ADVERTENCIA

*El combustible diésel es inflamable y puede causar lesiones graves o la muerte. No fumar cerca de tanques de combustible o equipos que quemem combustible, o en áreas que compartan la ventilación con dichos equipos. Mantener bien alejadas las llamas, chispas, llamas piloto, arcos eléctricos, conmutadores y todas las demás fuentes de encendido. Tener un extinguidor de incendios universal a la mano.*

Es necesario utilizar combustible diésel grado 2D de alta calidad para lograr un buen funcionamiento y una mayor duración del motor. Usar combustible diésel grado 1-D si las temperaturas ambientales son inferiores a 5°C (40°F). Cuando el combustible se deba exponer a temperaturas ambientales frías, utilizar un combustible que tenga un punto de turbidez (temperatura a la cual se empiezan a formar cristales de cera) por lo menos 6 grados Celsius (10 grados Fahrenheit) por debajo de la temperatura más baja esperada del combustible.

- Se recomienda el uso de combustible diésel según las especificaciones EN 590 o ASTM D975.
- El índice cetánico no debe ser menos de 45 y el contenido de azufre no debe superar el 0,5% del peso.
- Las especificaciones para el tipo y el contenido de azufre (ppm, % por peso) del combustible diésel deben cumplir todas las regulaciones de emisiones aplicables donde se utilizará el grupo electrógeno.
- La lubricidad del combustible deberá satisfacer la norma ASTM D975 y pasar un nivel de carga mínimo de 3.100 gramos, medido según la norma ASTM D6078 ó un diámetro máximo de acanaladura de 0,45 mm, medido según la norma ASTM D6079 ó la ISO 12156-1.
- El combustible biodiesel B5 que satisfaga las especificaciones y normas de calidad de la industria es adecuado para usarse con este grupo electrógeno.

### 5.5.2 Vaciado del filtro de combustible

El grupo electrógeno puede tener un filtro de combustible/separador de agua. Revisar si hay otros filtros en puntos anteriores del sistema que también requieran ser vaciados o sustituidos. Vaciar el agua y los sedimentos con más frecuencia de la programada si la calidad del combustible es mala, no se puede evitar la condensación o cuando se muestra la advertencia **WATER IN FUEL** (Agua en el combustible).

Tener a mano toallas y recipientes para limpiar, recoger y desechar adecuadamente el combustible que se derrame o gotee.

1. Con una llave aislada, desconectar el cable negativo (-) de la batería para evitar el arranque del motor.
2. Abrir la puerta delantera de acceso.

3. Retirar el tapón de vaciado en la parte inferior del filtro para vaciar el agua y sedimentos en un envase adecuado (cerca de 1/2 taza o 120 ml).
4. Volver a colocar el tapón de vaciado.
5. Volver a colocar la puerta delantera de acceso.
6. Conectar el cable negativo (-) de la batería.
7. Botar los desechos según los reglamentos de protección ambiental vigentes en la localidad.

### 5.5.3 Sustitución del filtro de combustible

**⚠ ADVERTENCIA**

*El arranque accidental o remoto del motor puede causar lesiones graves o la muerte. Para evitar el arranque accidental, antes de quitar un panel o una puerta de acceso, o antes de trabajar en un grupo electrógeno, utilizar una llave aislada para desconectar el cable negativo (-) de la batería.*

**⚠ ADVERTENCIA**

*Los componentes del motor (drenajes, filtros, mangueras, etc.) pueden estar calientes y causar quemaduras graves, laceraciones en la piel y salpicaduras de líquidos. Utilizar el equipo de protección personal cuando trabaja con materiales peligrosos o cerca de ellos. Algunos ejemplos de equipos de protección personal incluyen, (pero no se limitan a), gafas de seguridad, guantes protectores, casco, botas con punta de acero y ropa protectora.*

**⚠ ADVERTENCIA**

*El combustible diésel es inflamable y puede causar lesiones graves o la muerte. No fumar cerca de tanques de combustible o equipos que quemen combustible, o en áreas que compartan la ventilación con dichos equipos. Mantener bien alejadas las llamas, chispas, llamas piloto, arcos eléctricos, conmutadores y todas las demás fuentes de encendido. Tener un extinguidor de incendios universal a la mano.*

Consultar [Sección 5.1 en la página 37](#) para conocer las sustituciones del filtro de combustible programadas. Sustituir los filtros de combustible si el motor tiene falta de potencia. El grupo electrógeno tiene un filtro de combustible primario y uno secundario. El filtro primario tiene un separador de agua y un sensor. Revisar si hay filtros torrente arriba que requieran ser sustituidos.

1. Con una llave aislada, desconectar el cable negativo (-) de la batería para evitar el arranque del motor.
2. Abrir la puerta delantera de acceso (si corresponde).
3. Cerrar todas las válvulas de suministro y retorno de combustible.
4. Destornillar el filtro antiguo con una llave para filtros.
5. Eliminar el filtro usado según los reglamentos de protección ambiental vigentes en la localidad.
6. Limpiar la superficie de contacto de la base del filtro, lubricar la empaquetadura del filtro nuevo y apretar a mano el filtro nuevo.
7. Abrir las válvulas de suministro y retorno de combustible.



8. Cerrar la puerta delantera de acceso, si corresponde.
9. Cebiar el motor por lo menos durante 30 segundos para llenar el filtro nuevo. Revisar si hay fugas después de varios minutos de funcionamiento del grupo electrógeno.
10. Volver a apretar el filtro con la mano, si es necesario.
11. Volver a conectar el cable negativo (-) a la batería.

#### 5.5.4 Cebado del sistema de combustible

##### ⚠ ADVERTENCIA

*El combustible diésel es inflamable y puede causar lesiones graves o la muerte. No fumar cerca de tanques de combustible o equipos que quemen combustible, o en áreas que compartan la ventilación con dichos equipos. Mantener bien alejadas las llamas, chispas, llamas piloto, arcos eléctricos, conmutadores y todas las demás fuentes de encendido. Tener un extinguidor de incendios universal a la mano.*

##### ⚠ ADVERTENCIA

*Los componentes del motor (drenajes, filtros, mangueras, etc.) pueden estar calientes y causar quemaduras graves, laceraciones en la piel y salpicaduras de líquidos. Utilizar el equipo de protección personal cuando trabaja con materiales peligrosos o cerca de ellos. Algunos ejemplos de equipos de protección personal incluyen, (pero no se limitan a), gafas de seguridad, guantes protectores, casco, botas con punta de acero y ropa protectora.*

Se debe cebiar el sistema de combustible después de sustituir los filtros de combustible o si se le agota el combustible al grupo electrógeno.

Mantener oprimido el botón **STOP [Parada] (cebar)** en el interruptor de control o mantener oprimido **STOP [Parada] (cebar)** en la pantalla digital durante al menos 30 segundos. La lámpara de estado **Generator (Generador)** parpadea durante el cebado y el estado de la pantalla digital cambia de **Stopped (Parado)** a **Priming (Cebando)**.

#### 5.6 Mantenimiento del sistema de enfriamiento

El motor es enfriado por un sistema de líquido presurizado de circuito cerrado. El refrigerante se bombea a través de conductos en el bloque del motor, la culata y el múltiple del sistema de escape. El múltiple del sistema de escape también sirve como el depósito del refrigerante del motor.

El agua bruta (agua de flotación) se bombea a través de los tubos del termointercambiador para enfriar el refrigerante del motor. A continuación, el agua bruta pasa por una manguera hasta el mezclador de agua del sistema de escape donde enfría los gases de escape; luego, se expulsa.

### 5.6.1 Sistema de refrigeración

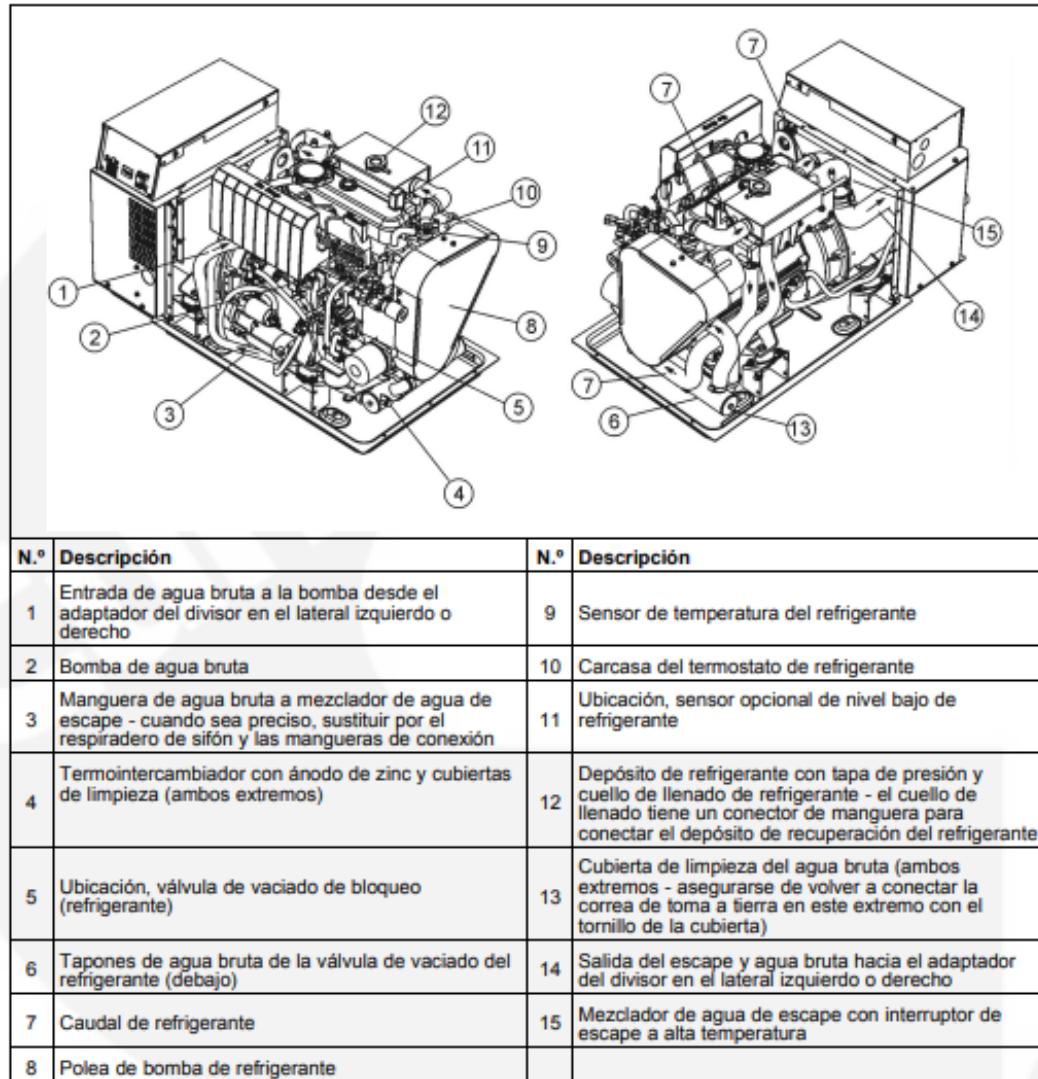
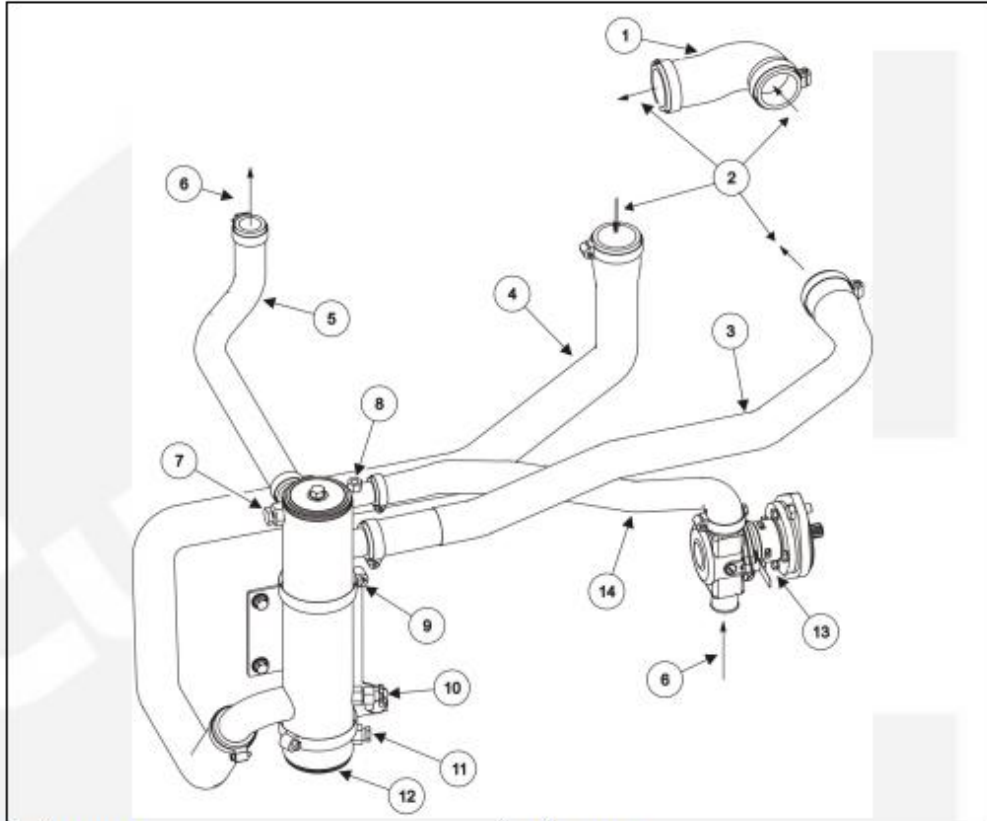


FIGURA 17. MDKDP, MDKDR Y MDKDV

### 5.6.2 Sistema de refrigeración



N.º	Descripción	N.º	Descripción
1	Manguera, termostato a depósito de refrigerante	8	Interruptor de caudal de agua bruta
2	Caudal de refrigerante	9	Apretar correas de montaje (2) del termostato a 11 Nm (8 pies-lb)
3	Manguera, termostato a bomba de refrigerante	10	Válvula de vaciado de refrigerante
4	Manguera, depósito de refrigerante a termostato	11	Tapón de vaciado de agua bruta
5	Manguera, agua bruta a mezclador de agua de escape - cuando sea preciso, sustituir por el respiradero de sifón y las mangueras de conexión. Para el escape seco, sustituir por el adaptador de manguera a casco.	12	Termostato con cubiertas de limpieza (ambos extremos)
6	Caudal de agua bruta	13	Bomba de agua bruta

7	Ánodo de zinc	14	Manguera, bomba de agua bruta a termointercambiador
---	---------------	----	---

FIGURA 18. MDKDS, MDKDT Y MDKDU

### 5.6.3 Tapa de presión

**⚠ ADVERTENCIA**

*El refrigerante caliente está a presión y se puede rociar, lo que puede causar graves quemaduras al aflojar la tapa de presión o abrir el desagüe del refrigerante. Dejar que el motor se enfríe antes de aflojar la tapa de presión. Usar gafas de seguridad.*

Sustituir la tapa de presión cada dos años (sus sellos se deterioran y desarrollan fugas). La presión adecuada (7 psi) en el sistema de enfriamiento es esencial para el enfriamiento óptimo del motor y para la pérdida mínima de refrigerante.

### 5.6.4 Mangueras de refrigerante

Inspeccionar y reemplazar las mangueras que tengan fugas o estén dañadas.

Asegurarse que las dos mangueras del tanque de recuperación pasen por los dos orificios del costado derecho de la caja del grupo electrógeno (si corresponde), que la manguera de recuperación de refrigerante esté conectada al cuello de llenado del motor y que la manguera de reboso termine en el depósito para goteo, donde no salpique refrigerante a los componentes eléctricos.

### 5.6.5 Respiradero de sifón

**⚠ ADVERTENCIA**

*Derivar un respiradero de sifón o no efectuar el mantenimiento debido puede llevar a la inundación del motor y daños que no están cubiertos por la garantía.*

Se instala un respiradero de sifón cuando el mezclador de agua del sistema de escape está a menos de 6 pulgadas de la línea del agua. Reemplazar el respiradero de sifón si está cubierto con depósitos, lo que indica fugas. Si no es del tipo ventilación para purga, revisar que la manguera de ventilación esté conectada a un adaptador que atraviesa el casco. Revisar el flujo normal de agua cuando el motor esté funcionando. Ver el Manual de instalación para más información relativa a los respiraderos de sifón.



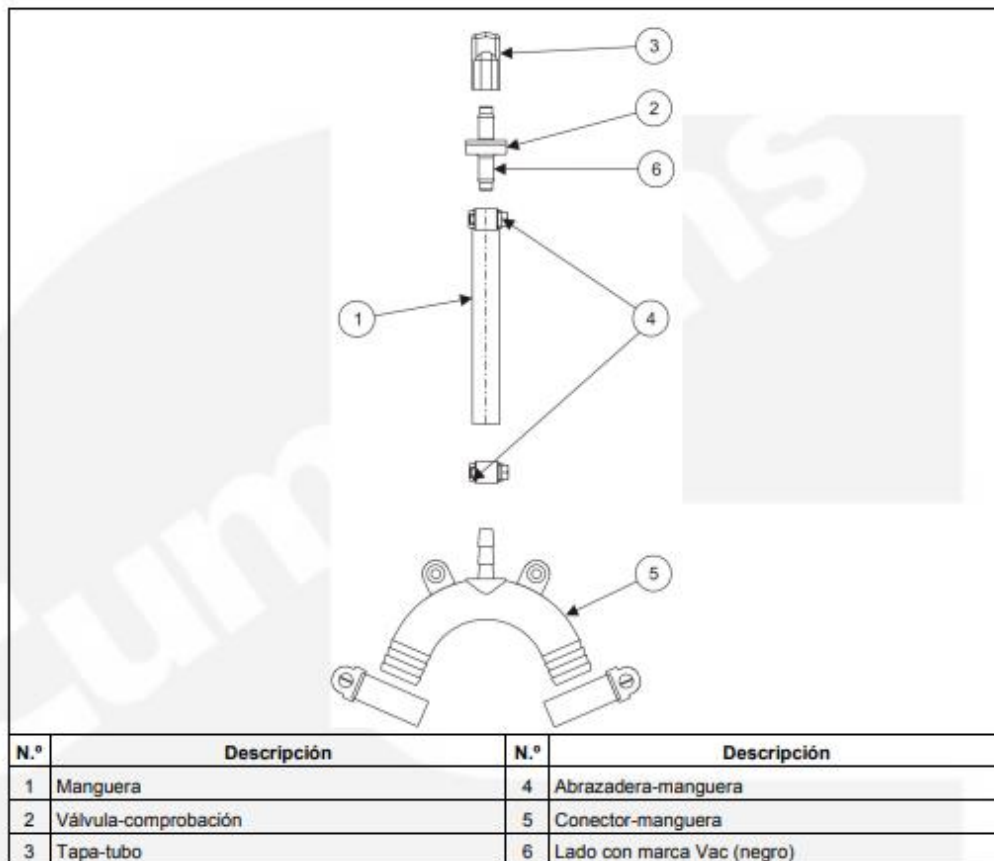


FIGURA 19. RESPIRADERO DE SIFÓN

### 5.6.6 Recomendaciones relativas al refrigerante

Utilizar un refrigerante glicol etilénico totalmente formulado y de alta calidad con los anticorrosivos y los estabilizadores de refrigerante que cumpla la especificación del estándar ASTM D6210 para refrigerantes de motor con base de glicol totalmente formulados para motores resistentes. De esta forma, se conseguirá una protección contra la corrosión, control de espuma, protección contra picaduras del revestimiento y control de calcificaciones/depósitos.

A menos que esté prohibido por las leyes de transporte, el grupo electrógeno se envía con la mezcla recomendada de partes iguales de agua y glicol etilénico, que proporciona protección hasta -37°C (-34°F). En climas más cálidos o en el mar, se recomienda utilizar una mezcla de 60/40 de agua y glicol etilénico.

Usar agua fresca con bajo contenido de minerales y agentes químicos corrosivos para la mezcla de refrigerante. El agua destilada es la mejor.



Ver [Capítulo 7 en la página 77](#) para determinar la capacidad de refrigerante.

**⚠ ADVERTENCIA**

*El anticongelante de glicol etilénico está considerado como un producto tóxico. Desecharlo de acuerdo con los reglamentos locales para sustancias peligrosas.*

### 5.6.7 Restitución de la pérdida normal de refrigerante

Revisar el nivel de refrigerante en el tanque de recuperación antes de arrancar el motor por primera vez en la jornada y, de ser necesario, llenarlo hasta el nivel COLD (Frío) si el motor está frío, o hasta el nivel HOT (Caliente) si está en marcha. El tanque de recuperación está diseñado para mantener el nivel del refrigerante, no para llenar el sistema. Si el tanque está vacío, buscar y reparar las fugas de refrigerante, y llenar el sistema por el cuello de llenado del motor.

Asegurarse de que las dos mangueras del tanque de recuperación pasen por los dos orificios del extremo derecho de la caja del grupo electrógeno, que la manguera de recuperación de refrigerante esté conectada al cuello de llenado del motor y que la manguera de rebose termine en el depósito para goteo, donde no salpique refrigerante a los componentes eléctricos.

### 5.6.8 Llenado del sistema de enfriamiento

**⚠ PRECAUCION**

*Llenar un motor caliente con agua fría puede causar grietas en el múltiple, la culata y el bloque. Seguir las instrucciones del fabricante para la limpieza y el enjuague.*

Consultar [Sección 5.6.6 en la página 53](#) para conocer las especificaciones del refrigerante. Ver [Capítulo 7 en la página 77](#) para determinar la capacidad de refrigerante.

1. Cerrar las válvulas de vaciado del bloque y del termostato (o verificar para asegurarse de que estén cerradas), reconectar la manguera de entrada de la bomba (o verificar para asegurarse de que esté conectada) y llenar el sistema a través del cuello de llenado del motor. El sistema se llenará tan rápido como pueda escaparse el aire del sistema. Llenar hasta la parte inferior del cuello de llenado.
2. Arrancar y hacer funcionar el motor por unos minutos para eliminar las bolsas de aire y luego apagarlo.
3. Verificar el nivel de refrigerante, agregar todo el refrigerante que sea necesario y asegurar la tapa de presión.
4. Volver a llenar el tanque de recuperación hasta la marca COLD (Frío).
5. En grupos con una caja, asegurar las puertas de acceso superior y delantera, y utilizar una llave aislada para volver a conectar los cables de la batería (el negativo [-] en último lugar).

**⚠ PRECAUCION**

*El bajo nivel del refrigerante puede causar daños graves al motor. Asegurarse que el sistema esté lleno.*

### 5.6.9 Vaciado y limpieza del sistema de enfriamiento

**⚠ ADVERTENCIA**

*El refrigerante caliente está a presión y se puede rociar, lo que puede causar graves quemaduras al aflojar la tapa de presión o abrir el desagüe del refrigerante. Dejar que el motor se enfríe antes de aflojar la tapa de presión. Usar gafas de seguridad.*

**⚠ ADVERTENCIA**

*Los componentes del motor (drenajes, filtros, mangueras, etc.) pueden estar calientes y causar quemaduras graves, laceraciones en la piel y salpicaduras de líquidos. Utilizar el equipo de protección personal cuando trabaja con materiales peligrosos o cerca de ellos. Algunos ejemplos de equipos de protección personal incluyen, (pero no se limitan a), gafas de seguridad, guantes protectores, casco, botas con punta de acero y ropa protectora.*

1. Tener a mano toallas y recipientes para limpiar, recoger y desechar adecuadamente el refrigerante.
2. Con una llave aislada, desconectar el cable negativo de la batería (-) para evitar el arranque del motor, dejar enfriar el motor y retirar la puerta de acceso frontal, la parte superior de la caja y el tapón de presión del refrigerante.
3. Retirar la tapa de presión.
4. Quitar el tapón de vaciado del termointercambiador. Desconectar y drenar las mangueras inferiores. Abrir la válvula de vaciado del bloque. Vaciar el refrigerante en recipientes adecuados para desecharlo siguiendo los reglamentos locales para el manejo de sustancias peligrosas.
5. Vaciar o enjuagar el enfriador de quilla siguiendo las instrucciones dadas por el fabricante.
6. Usar productos químicos para limpieza del radiador para limpiar y enjuagar el sistema de enfriamiento antes de volverlo a llenar con refrigerante nuevo. Seguir las instrucciones del fabricante de la solución de limpieza.

**⚠ PRECAUCION**

*Llenar un motor caliente con agua fría puede causar grietas en el múltiple, la culata y el bloque. Seguir las instrucciones del fabricante para la limpieza y el enjuague.*

### 5.6.10 Termointercambiador

**⚠ ADVERTENCIA**

*El arranque accidental o remoto del motor puede causar lesiones graves o la muerte. Para evitar el arranque accidental, antes de quitar un panel o una puerta de acceso, o antes de trabajar en un grupo electrógeno, utilizar una llave aislada para desconectar el cable negativo (-) de la batería.*

**⚠ ADVERTENCIA**

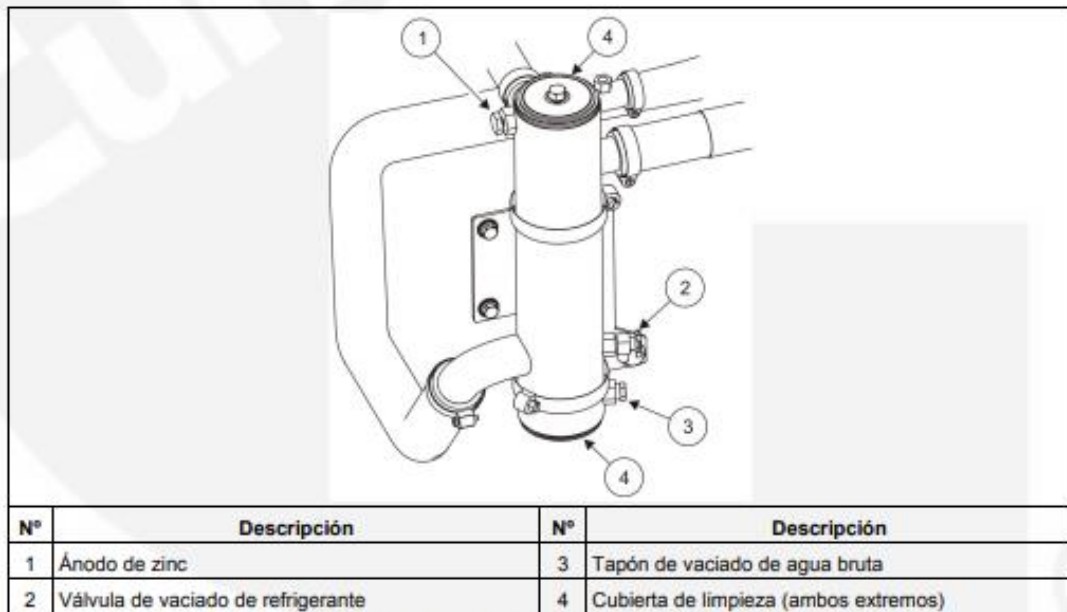
Los componentes del motor (drenajes, filtros, mangueras, etc.) pueden estar calientes y causar quemaduras graves, laceraciones en la piel y salpicaduras de líquidos. Utilizar el equipo de protección personal cuando trabaja con materiales peligrosos o cerca de ellos. Algunos ejemplos de equipos de protección personal incluyen, (pero no se limitan a), gafas de seguridad, guantes protectores, casco, botas con punta de acero y ropa protectora.

**⚠ ADVERTENCIA**

El glicol etilénico está considerado como un producto tóxico. No usarlo para impedir que los pasos de agua bruta en el termointercambiador se congelen. Este será expulsado al medio ambiente cuando se arranque el grupo electrógeno.

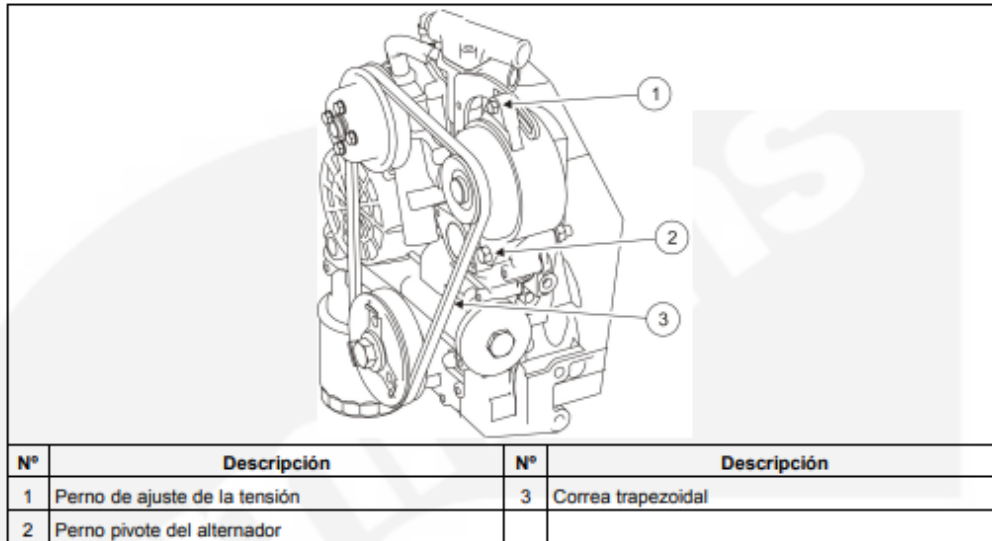
Consultar [Sección 5.1 en la página 37](#) para conocer el programa de mantenimiento. Limpiar los tubos de agua bruta si el motor sigue apagándose (código n° 1) o el indicador del motor o la pantalla digital señalen temperaturas del motor anormalmente altas. Vaciar el termointercambiador si existe peligro de congelamiento cuando el grupo electrógeno no está funcionando o cuando está almacenado. El agua congelada puede dañar los tubos de agua bruta en el termointercambiador. El refrigerante del motor está protegido de la congelación, pero el agua no.

**5.6.10.1 Termointercambiador**



**FIGURA 20. TERMOINTERCAMBIADOR**





**FIGURA 23. AJUSTE DE TENSIÓN DE LA CORREA TRAPEZOIDAL**

### 5.6.15 Sustitución de la correa trapezoidal en unidades con TDF

Es necesario usar un juego especial para sustituir la correa si el grupo electrógeno tiene TDF. El juego incluye una herramienta que evita que el acoplamiento flexible se retuerza durante el montaje/desmontaje. Hay que desarmar el acoplamiento para poder pasar la correa alrededor de la polea del cigüeñal. Seguir las instrucciones dadas en el juego.

## 5.7 Almacenamiento del grupo electrógeno

Cuando el grupo electrógeno no se puede ejercitar en forma habitual y/o va a estar inactivo durante más de 120 días, el almacenamiento adecuado es esencial para conservar el rendimiento y confiabilidad óptimos.

1. Desconectar el disyuntor de línea del grupo electrógeno o el panel de distribución de CA.
2. Cambiar el aceite del motor y el filtro y colocar un rótulo que indique la viscosidad del aceite.
3. Hacer girar el motor varias revoluciones al presionar el interruptor de arranque momentáneamente, pero sin arrancarlo. Esto llena los conductos con el aceite nuevo.
4. Utilizar una llave aislada para desconectar los cables de la batería (empezando con el negativo [-]) de la batería de arranque y guardar la batería según las recomendaciones del fabricante. Revisar el nivel de refrigerante y añadir si es necesario. Si se anticipan temperaturas bajo cero, probar la mezcla de refrigerante y cambiarla si es necesario.
5. Vaciar el termointercambiador y el silenciador si se anticipan temperaturas bajo el punto de congelación.

6. Desembragar la TDF, si tiene.
7. Limpiar y engrasar ligeramente las partes que se pueden oxidar.

## 5.8 Almacenamiento a bajas temperaturas

El agua congelada puede dañar el termointercambiador y el refrigerador del sistema de escape. Vaciar el agua antes de que empiece a bajar la temperatura. Consulte [Sección 5.7 en la página 61](#).

## 5.9 Puesta en servicio del grupo electrógeno

1. Verificar la viscosidad del aceite indicada en el rótulo colocado en el grupo electrógeno y cambiar el aceite si la misma no es apropiada para las temperaturas esperadas.
2. Utilizar una llave aislada para volver a conectar la batería de arranque con el cable negativo [-] en último lugar.
3. Sustituir el impelente de la bomba de agua bruta si se instaló hace más de un año.
4. Hacerle mantenimiento al elemento del filtro de aire si está sucio.
5. Volver a instalar la correa serpentina, si la tiene (ver el Manual de servicio)
6. Volver a instalar el embrague de la TDF, si tiene.
7. Efectuar el mantenimiento requerido.
8. Luego de conectar la batería, completar las revisiones previas al arranque y cebar el sistema de combustible.
9. Arrancar y hacer funcionar el grupo electrógeno.
10. Conectar el disyuntor del grupo electrógeno o el tablero de distribución cuando esté listo para alimentar cargas.