

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



**Gestión del mantenimiento y puesta en marcha de generador eléctrico en la
embarcación Marylin II – Hayduk, en el año 2024**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA**

Autor:

Bach. Thomas Mamani, Maryland Tabita

Asesor:

M.SC. Escate Ravello, Julio Hipólito Néstor

DNI N° 32850228

Código ORCID: 0000-0001-9950-2999

Nuevo Chimbote - Perú

2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



CONFORMIDAD DEL ASESOR

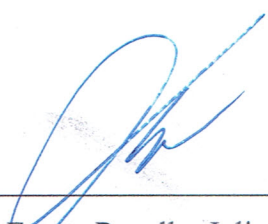
El presente trabajo de suficiencia ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando encuadrado dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa de acuerdo a la denominación siguiente:

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA**

**Gestión del mantenimiento y puesta en marcha de generador eléctrico en la
embarcación Marylin II – Hayduk, en el año 2024**

AUTOR:

Bach. Thomas Mamani, Maryland Tabita



M.Sc. Escate Ravello, Julio Hipólito Néstor

ASESOR

DNI: 32850228

Código ORCID: 0000-0001-9950-2999

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

El presente Jurado Evaluador da la conformidad del presente informe, desarrollado en cumplimiento del objetivo propuesto y presentado conforme al Reglamento General para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, titulado:

Gestión del mantenimiento y puesta en marcha de generador eléctrico en la embarcación Marylin II – Hayduk, en el año 2024

AUTOR: Bach. Thomas Mamani, Maryland Tabita

Revisada y Evaluada por el siguiente Jurado Evaluador:

Dr. Luján Guevara, Gilmer Juan

PRESIDENTE

DNI: 32823443

Código ORCID: 0000-0003-4619-3795

Dr. Diestra Sanchez, Segundo Nicolas

SECRETARIO

DNI: 32914951

Código ORCID: 0000-0002-9385-8334

M.Sc. Escate Ravello, Julio Hipolito Nestor

INTEGRANTE

DNI: 32850228

Código ORCID: 0000-0001-9950-2999

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Siendo las once horas del día martes veintitrés del mes de diciembre del año dos mil veinticinco, en el Aula E-4 de la Escuela Profesional de Ingeniería en Energía, y en cumplimiento de lo establecido en el Artículo 68° del Reglamento General de Grados y Títulos, aprobado mediante Resolución N.º 337-2024-CU-R-UNS de fecha 12 de abril de 2024, se dio inicio a la sesión de sustentación, instalándose el Jurado Evaluador designado mediante **Resolución N° 737-2025-UNS-CFI** de fecha 25 de noviembre de 2025, conformado por los siguientes docentes:

- Dr. Gilmer Juan Luján Guevara : Presidente
- Dr. Segundo Nicolas Diestra Sánchez : Secretario
- M.Sc. Julio Hipólito Néstor Escate Ravello : Integrante
- M.Sc. Carlos Macedonio Montañez Montenegro : Accesitario

Y según la **Resolución Decanal N°939-2025-UNS-FI** de fecha 16 de diciembre de 2025, se **DECLARA EXPEDITO** al bachiller para dar inicio a la sustentación y evaluación del Trabajo de Suficiencia Profesional, titulada: "**GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y PUESTA EN MARCHA DE GENERADOR ELÉCTRICO EN LA EMBARCACIÓN PESQUERA MARYLIN II – HAYDUK, EN EL AÑO 2024**", presentado por la bachiller: **THOMAS MAMANI MARYLAND TABITA**, código de matrícula N° **0201311003**, bajo la asesoría del **M.Sc. Julio Hipólito Néstor Escate Ravello**, designado mediante Resolución Decanal N° 442-2024-UNS-FI de fecha 17 de julio de 2024. Concluida la exposición, el bachiller absolvió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y por el público asistente.

Acto seguido, el Jurado Evaluador deliberó sobre los aspectos relacionados con el contenido, desarrollo y exposición del trabajo, formulando las observaciones y recomendaciones pertinentes. En concordancia con lo establecido en el Artículo 73° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, el Jurado acuerda declarar:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
THOMAS MAMANI MARYLAND TABITA	DIECISIETE	BUENO

Siendo las doce del mediodía, se dio por concluida la sesión, firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad.

Dr. Gilmer Juan Luján Guevara
PRESIDENTE

Dr. Segundo Nicolas Diestra Sánchez
SECRETARIO

M.Sc. Julio Hipólito Néstor Escate Ravello
INTEGRANTE



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Maryland Tabita THOMAS MAMANI
Título del ejercicio: Titulo IngEnergiaTM
Título de la entrega: GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO Y PUESTA EN MARCHA DE GE...
Nombre del archivo: LECTRICO_EN_LA_EMBARCACION_MARYLIN_II_HAYDUK_EN_EL...
Tamaño del archivo: 3.73M
Total de páginas: 65
Total de palabras: 9,147
Total de caracteres: 56,891
Fecha de entrega: 24-mar-2026 05:53p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2912126586



GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO Y PUESTA EN MARCHA DE GENERADOR ELECTRICO EN LA EMBARCACION MARYLIN II – HAYDUK

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.uns.edu.pe

Fuente de Internet

3%

2

Submitted to Universidad Nacional del Santa

Trabajo del estudiante

<1%

3

Submitted to University of Wales central institutions

Trabajo del estudiante

<1%

4

hdl.handle.net

Fuente de Internet

<1%

5

biblioteca.utb.edu.co

Fuente de Internet

<1%

6

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1%

7

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1%

8

dspace.ups.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

DEDICATORIA

En primer lugar, quiero expresar mi profunda gratitud a Dios, por brindarme la fortaleza y la salud culminar este informe de suficiencia. Sin su apoyo y orientación, no hubiese conseguido este logro.

Agradezco a mi madre, por su amor incondicional, su comprensión y su apoyo inagotable a lo largo de mi vida. Su ejemplo y sus enseñanzas me han inspirado a continuar, aun en los momentos más complicados.

Por estar conmigo, a mis hermanos y sobrinos, apoyándome incondicionalmente, la confianza y la fuerza para seguir adelante.

RECONOCIMIENTO

A mi asesor

Mg. Julio Néstor. H. Escate Ravello

Por su invaluable orientación, dedicación y paciencia durante el desarrollo del informe. Su experiencia y consejos han sido fundamentales para el éxito de este trabajo, y su compromiso ha sido una fuente constante de inspiración.

INDICE

CONFORMIDAD DEL ASESOR.....	i
CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR	ii
DEDICATORIA	vi
RECONOCIMIENTO.....	vii
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
I. Tema específico abordado	1
II. Contextualización de la experiencia laboral	1
2.1. Información de la empresa.....	1
2.2. Principales clientes.....	1
2.3. Organización de la empresa	2
2.4. Área, cargo y funciones desempeñadas	2
III. Importancia para el ejercicio de la carrera profesional	3
IV. Objetivos planteados y logrados	3
4.1. Objetivo general.....	3
4.2. Objetivos específicos	4
V. Sustento teórico del tema abordado	4
5.1. Generalidades.....	4
5.2. Máquinas eléctricas.....	5
5.2.1. Generadores eléctricos	5

5.2.1.1.	Tipos de generadores eléctricos	7
5.2.1.2.	Principio de funcionamiento	8
1.	Funcionamiento en vacío (sin carga)	8
2.	Funcionamiento carga	8
3.	Funcionamiento en paralelo	9
5.2.1.3.	Componentes de un generador electrógeno	9
5.3.	Mantenimiento de equipos eléctricos	11
5.3.1.	Objetivos del mantenimiento	11
5.3.2.	Tipos de mantenimiento	11
5.3.3.	Factores de mantenimiento	14
5.3.4.	El aislamiento	15
5.3.4.1.	Factores que degradan el aislamiento	15
5.3.4.2.	Teorías de pruebas eléctricas de aislamiento	16
A.	Resistencia de aislamiento (IR)	16
B.	Índice de polarización (PI)	17
C.	Índice de absorción dieléctrica (DAR)	17
5.3.5.	Instrumentos y equipos para mantenimiento eléctrico	18
A.	MotorAnalyzer2 R2	18
B.	Megohmetro digital Fluke 1507	18
C.	Inductor de rodamientos Twin 15 SKF	19
D.	Pinza amperimétrica 376 FC Fluke	19

5.4.	Programación de mantenimiento de generador eléctrico.....	20
5.4.1.	Inspección visual.....	20
5.4.2.	Desconexiones Eléctricas.....	21
5.4.3.	Pruebas iniciales.....	21
5.4.4.	Inspección de tapas, puños de eje y componentes	26
5.4.5.	Mantenimiento de generador	31
5.4.6.	Pruebas finales al generador:	31
5.4.7.	Ensamblado de generador	38
5.4.8.	Maniobra y montaje de generador en base	39
5.4.9.	Puesta en marcha en embarcación	40
VI.	Organización y sistematización de las experiencias logradas.....	42
VII.	Ubicación de las experiencias en el marco del sustento teórico	42
VIII.	Aportes logrados para el desarrollo del centro laboral	42
IX.	Aportes para la formación profesional.....	43
X.	Conclusiones y recomendaciones	43
10.1.	Conclusiones	43
10.2.	Recomendaciones	45
XI.	Referencia bibliográfica.....	46
XII.	Anexos	49

RESUMEN

El mantenimiento y puesta en marcha del generador CAT 3412 en la embarcación pesquera (E/P) Marilyn II, de la empresa Hayduk, es un procedimiento que se lleva a cabo en dos etapas fundamentales: mantenimiento en taller y posterior instalación a bordo. En el taller, el generador se somete a un mantenimiento preventivo exhaustivo, que incluye la inspección y reemplazo de componentes desgastados, limpieza interna y externa, y pruebas de diagnóstico para asegurar su buen estado. Se siguen rigurosos protocolos de calidad para garantizar que el generador alcance las normas de rendimiento más elevados. Las tareas incluyen la verificación de sistemas de lubricación, refrigeración y los controles eléctricos, siempre con un enfoque en extender la vida útil del equipo y minimizar caídas. Entre las tareas comunes se encuentran la revisión de filtros, sistemas de refrigeración, lubricación y los controles eléctricos.

Una vez completado el mantenimiento en el taller, el generador es transportado a la embarcación para su instalación y puesta en marcha. Este proceso incluye la verificación de conexiones eléctricas y mecánicas, pruebas de arranque y la calibración de los parámetros de operación del generador. Se realicen pruebas tanto en vacío como con carga, para asegurarse de que el equipo opere correctamente bajo las condiciones específicas de la embarcación.

Este proceso es crucial para prevenir averías durante la faena pesquera, lo que podría impactar negativamente en la productividad y la seguridad de la tripulación.

Este enfoque en fases permite optimizar los tiempos de inactividad de la embarcación y asegurar que el generador esté en óptimas condiciones para soportar las exigencias de las operaciones pesqueras, contribuyendo así a la seguridad y eficiencia en alta mar.

Palabras claves: Generador eléctrico, mantenimiento preventivo, CAT 3412, gestión de mantenimiento, embarcación pesquera.

ABSTRACT

The maintenance and commissioning of the CAT 3412 generator on the Hayduk company's fishing vessel (E/P) Marilyn II, is a procedure carried out in two fundamental stages: workshop maintenance and subsequent onboard installation.

In the workshop, the generator undergoes thorough preventive maintenance, which includes inspection and replacement of worn components, internal and external cleaning, and diagnostic testing to ensure its good condition. Rigorous quality protocols are followed to ensure that the generator meets the highest performance standards. Tasks include checking lubrication systems, cooling and electrical controls, always with a focus on prolonging the useful life of the equipment and minimizing outages. Common tasks include checking filters, cooling systems, lubrication and electrical controls.

Once the maintenance in the workshop is completed, the generator is transported to the vessel for installation and commissioning. This process includes checking electrical and mechanical connections, start-up tests and calibration of the generator's operating parameters. Testing is carried out both empty and under load to ensure that the equipment operates correctly under the specific conditions of the vessel.

This process is crucial to prevent breakdowns during fishing operations, which could negatively impact crew productivity and safety.

This phased approach allows for optimising vessel downtime and ensuring that the generator is in optimal condition to withstand the demands of fishing operations, thus contributing to safety and efficiency at sea.

Keyword: electricos generator, preventive maintenance, CAT 3412, maintenance management, fishing vessel.

I. Tema específico abordado

Gestionar el mantenimiento y puesta en marcha de generador eléctrico en la embarcación pesquera Marylin II – Hayduk, en el año 2024.

II. Contextualización de la experiencia laboral

Las actividades de experiencia profesional se contextualizan en las funciones de asistente se gerencia en la empresa Inversiones MAV E.I.R.L., organización orientada al rubro eléctrico, enfocada en brindar servicios de mantenimiento, reparación e instalación de equipos eléctricos, reparación de equipos eléctricos, particularmente en el sector pesquero e industrial.

2.1. Información de la empresa

- Razón social: INVERSIONES MAV E.I.R.L.
- RUC: 20541629361
- Domicilio fiscal: Bl. M Mza. I Dpto. 103 Urb. Sta Patricia La Molina - Lima – Lima
- Dirección del taller: A.H. Divino Jesus Mz. A Lt. 2A – Nuevo Chimbote.

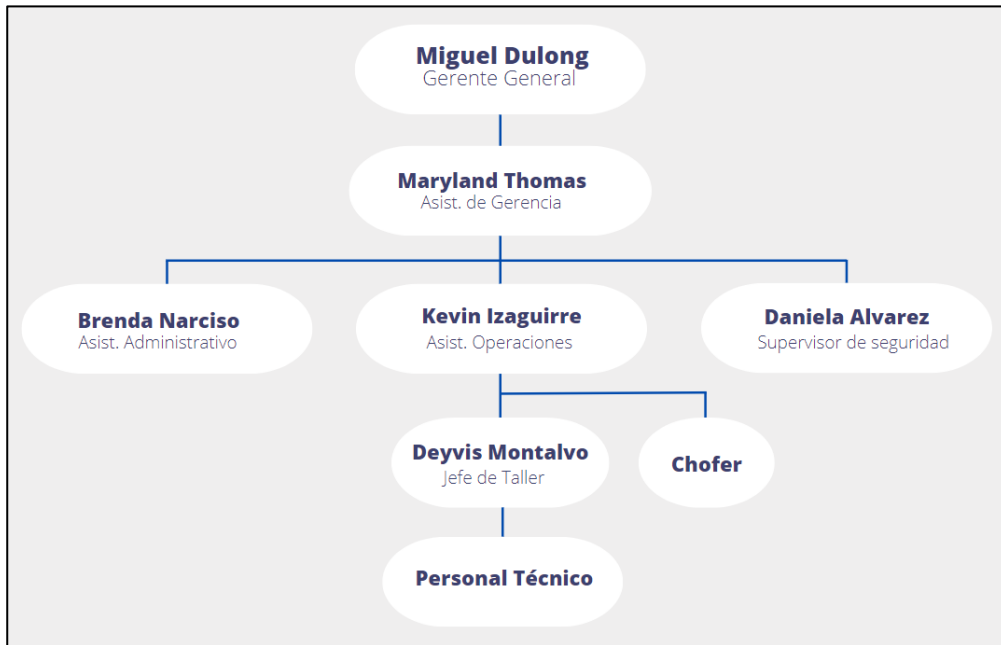
2.2. Principales clientes

- Pesquera Hayduk S.A.
- Corporación Pesquera Inca S.A.C.
- Pesquera Centinela S.A.C.
- Tecnológica de alimentos S.A.
- Inversiones de acuicultura S.A.
- Cosmos Agencia Marítima S.A.C,
- Austral Group S.A.A.
- Exalmar S.A

2.3. Organización de la empresa

Figura 1

Organigrama de empresa



Fuente: elaboración propia

2.4. Área, cargo y funciones desempeñadas

En el desarrollo profesional dentro de la empresa, el cargo desempeñado es de asistente de gerencia. Las funciones principales abarcan:

- Planificación de servicios de mantenimiento preventivo y correctivo en embarcaciones pesqueras.
- Coordinación logística y técnica.
- Supervisión y control de calidad en los procesos de mantenimiento de equipos eléctricos.
- Elaboración presupuestos de servicios, informes técnicos y reportes de avance.

Funciones que permiten el fortalecimiento de competencia y gestión energética, resolución de problemas técnico y aplicación de buenas prácticas de mantenimiento eléctricos industrial.

III. Importancia para el ejercicio de la carrera profesional

El informe realizado logra la consolidación de los conocimientos técnicos en el procedimiento de mantenimiento. La gestión de mantenimiento de equipos eléctricos nos brinda la capacidad para un diagnóstico y la solución ante las fallas presentadas en la parte operativa de las empresas industriales. El conocimiento que se obtiene muestra la habilidad para identificar problemas, evaluarlos y aplicar correcciones efectivas, habilidades que son esenciales para una ingeniería, especialmente en sectores que dependen de la confiabilidad de los equipos. Contribuyendo a identificar áreas para optimizar los procesos de mantenimiento.

En el campo de la ingeniería, el análisis y la optimización de la eficiencia en el mantenimiento de generadores se muestra como un beneficio competitivo, dado que impacta sobre la disponibilidad funcional y la durabilidad de los equipos.

Dentro del marco de la energía energética, el buen mantenimiento asegura que los generadores funcionen de forma segura y eficaz, minimizando riesgos y contribuyendo al uso responsable de los recursos. Reflejar este enfoque en el informe, evidencia hacia la sostenibilidad y la gestión segura de los recursos energéticos, un aspecto crucial en la ingeniería.

La experiencia que se adquiere y se documenta puede abrir puertas a nuevas oportunidades, ya que muchas empresas valoran a profesionales que aporten mejoras y establezcan estándares de mantenimiento basados en buenas prácticas.

IV. Objetivos planteados y logrados

4.1. Objetivo general

Realizar la gestión de mantenimiento y puesta en marcha del generador CAT 3412 de la embarcación pesquera Marilyn II – Hayduk, en el año 2024, para optimizar la calidad del generador, mantener la operatividad continua y maximizando su rendimiento.

4.2. Objetivos específicos

- Efectuar un análisis preliminar del generador para establecer sus condiciones de funcionamiento y disponibilidad.
- Analizar varias estrategias e instrumentos de mantenimiento preventivo.
- Desarrollar un plan de mantenimiento implementado propios del mantenimiento preventivo.
- Conservar los equipos en funcionamiento continuo durante un lapso de tiempo ideal.

V. Sustento teórico del tema abordado

5.1. Generalidades

Los generadores en embarcaciones son equipos esenciales que suministran la energía eléctrica necesaria para operar sistemas críticos y mantener la funcionalidad de las instalaciones a bordo.

El CAT 3412 es un generador diésel robusto y potente, diseñado para aplicaciones marinas que requieren un alto rendimiento y confiabilidad en condiciones exigentes. Es utilizado en embarcaciones de pesca como la Marilyn II debido a su durabilidad, potencia y facilidad de mantenimiento.

Una adecuada gestión de mantenimiento asegura que un generador esté en óptimas condiciones para soportar las operaciones de pesca. Esto reduce el riesgo de fallos en alta mar, evita pérdidas de tiempo y optimiza el consumo de combustible. Además, el cumplimiento de un plan de mantenimiento eficiente contribuye a extender la durabilidad del generador y mantener la operatividad de la embarcación.

5.2. Máquinas eléctricas

En 1831, Faraday, un físico inglés, descubrió que, al rotar un conductor dentro de un campo magnético, o sea, cuando el conductor, debido a un movimiento, corta las líneas de fuerza del campo magnético, surge en sus contactos una tensión eléctrica o fuerza electromotriz (F.E.M) inducida, fenómeno que posteriormente se conoció como inducción.

La ley de Faraday determina que: El movimiento de campo magnético produce campo eléctrico. (García, 2020)

Una máquina eléctrica es un aparato que convierte otra forma una clase de energía mecánica en energía eléctrica, o al contrario. Además, usualmente se han incorporado en esa definición. las máquinas que convierten la energía eléctrica en la misma clase de energía (eléctrica también). pero con propiedades diferentes, como los transformadores. (García, 2020)

Figura 2

Clasificación de máquinas eléctricas



Fuente: Montaje y mantenimiento eléctrico- electrónico. (Nuevo, 2027)

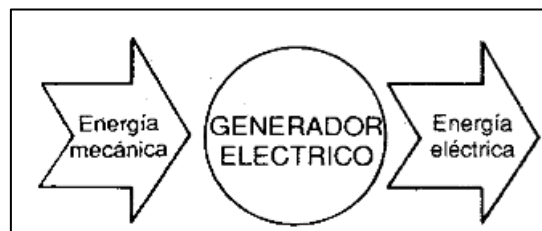
5.2.1. Generadores eléctricos

Los generadores eléctricos son aparatos que transforman la energía mecánica en energía eléctrica, tal como se muestra en la figura N°3. Este cambio se logra mediante la influencia de un campo magnético con los conductores eléctricos situados en una carcasa (conocida como estator). Si hay un movimiento relativo entre los conductores eléctricos y

un campo ocurre de manera mecánica, se producirá una fuerza electromotriz (F.E.M.). Su mecanismo de operación se fundamenta en el fenómeno de inducción, el cual se caracteriza por la ley de Faraday Henry. Se puede generar un voltaje de un conductor dentro de un campo magnético, esto ocurre cuando el flujo magnético se interfiere con el conductor. En algunas circunstancias, el alambre se desplaza; en otras, el campo, y en algunas ambos se desplazan, pero a velocidades diferentes. (Machuca, 1990)

Figura 3

Conversión de energía en un generador.

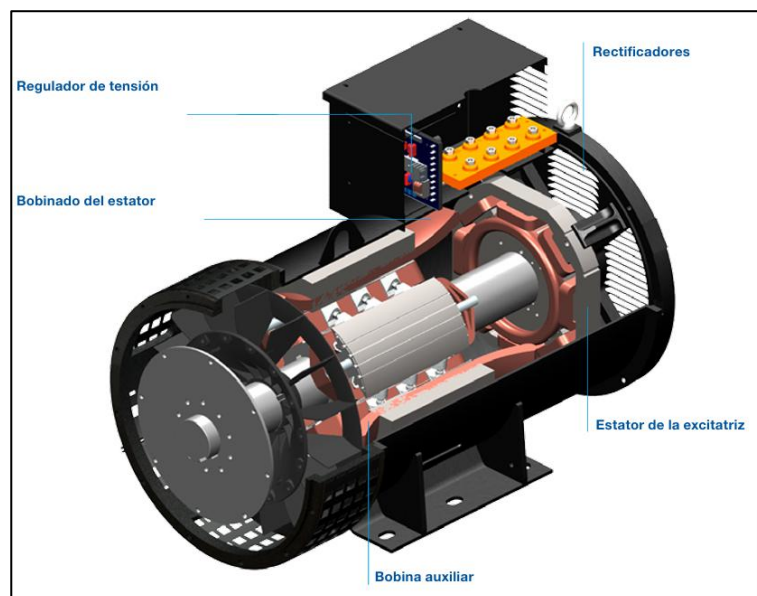


Fuente: Máquinas eléctricas rotativas. (Machuca, 1990)

En el gráfico incluidos se poder ver la corriente generadora en un generador básico de una fase. La mayor parte de los generadores de corriente alterna funciona de tres fases.

Figura 4

Vista de corte de generador eléctrico.



Fuente: Generadores síncronos WEG

5.2.1.1. Tipos de generadores eléctricos

A. Generadores de Corriente Alterna (AC)

Estos generadores producen corriente alterna, que cambia de dirección a intervalos regulares. Son los que más se usan en la distribución eléctrica a gran escala y se encuentran en las plantas de energía.

- a) **Generadores síncronos:** El rotor gira a la misma velocidad que el campo magnético que genera la corriente alterna. La frecuencia (f) de la red de corriente está estrechamente relacionada con su velocidad de rotación (rpm). Se utilizan en la mayoría de las plantas de energía eléctrica.
- b) **Generadores asíncronos (o de inducción):** El rotor no gira a la misma velocidad que el campo magnético. Son menos comunes en aplicaciones de gran escala, pero se utilizan en algunos sistemas industriales y en aplicaciones de energías renovables, como aerogeneradores.

B. Generadores de Corriente Continua (DC)

Estos generadores producen corriente continua, en donde el flujo de electrones va en una sola dirección. Son más comunes en aplicaciones especiales, como baterías y vehículos eléctricos.

- a) **Dínamos:** Son generadores de corriente continua, utilizados en aplicaciones que requieren una salida constante de energía. Aunque menos comunes hoy en día, se usan en algunos sistemas de baja potencia.
- b) **Generadores de excitación separados:** Para alimentar el campo magnéticos, emplean una fuente de energía externa; esto posibilita un control más exacto de voltaje.

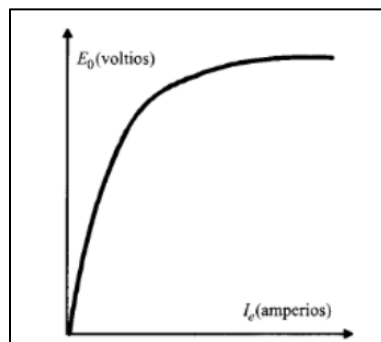
5.2.1.2. Principio de funcionamiento

1. Funcionamiento en vacío (sin carga)

El funcionamiento sin carga se refiere a una situación en la que el generador está activo y funciona a su velocidad de sincronización, sin suministrar energía a ninguna carga externa. La gráfica en la figura 5 presenta dos áreas: una lineal para valores bajos de I_e otra de saturación para niveles altos de excitación. El núcleo del generador llega a su límite en la zona de saturación, lo que resulta en aumentos insignificantes en E_o a pesar de incrementos significativos en I_e . (Tenemasa & Lozano, 2024)

Figura 5

Principio de funcionamiento en vacío



Fuente: Curva característica en vacío. (Tenemasa & Lozano, 2024)

2. Funcionamiento carga

El generador está conectado a una carga eléctrica y suministrando energía. El funcionamiento con carga de un generador ocurre cuando, al conectar una carga, circula corriente por el inducido y se genera una f.m.m. que interactúa con la del inductor. Esta interacción modifica el flujo magnético y la tensión en bornes respecto a la condición en vacío. El efecto depende del tipo de carga: resistiva (reacción transversal), inductiva (reacción desmagnetizante) o capacitiva (reacción magnetizante). (Tenemasa & Lozano, 2024)

3. Funcionamiento en paralelo

Es el proceso mediante el cual dos o más generadores operan simultáneamente conectados a una misma carga o sistema eléctrico, compartiendo la generación de energía. Este tipo de operación requiere una sincronización precisa en voltaje, frecuencia, secuencia y ángulo de fase para garantizar estabilidad y evitar daños o pérdidas de potencia. (Tenemasa & Lozano, 2024)

5.2.1.3. Componentes de un generador eléctrico

Los componentes principales de un generador eléctrico, el cual está formado por el conjunto motor-generator, son los siguientes:

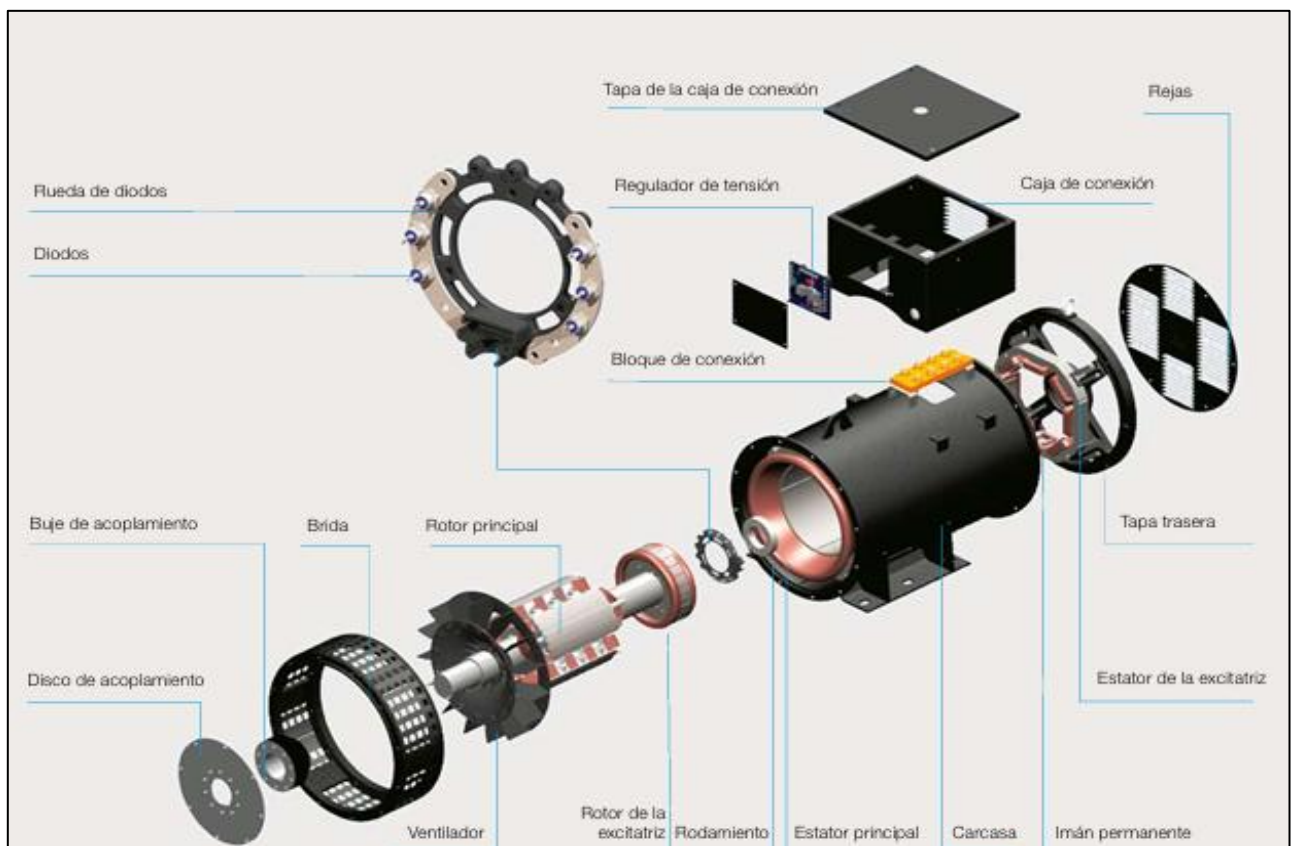
- **Rotor principal:** Es la parte móvil del generador. Al girar, crea un campo magnético en torno al estator. Este está compuesto por electroimanes que al girar producen un campo electromagnético en movimiento.
- **Estator principal:** Es la parte fija que rodea al rotor. Contiene el bobinado de cobre a través del cual se induce la corriente eléctrica. La función de rotor que, al girar, genera un campo magnético que se interactúa con el estator para provocar una corriente eléctrica en las bobinas del estator.
- **Rotor de excitatriz o pmg:** La excitatriz tiene la función de suministrar corriente directa al rotor del generador, transformándose en un imán eléctrico. Dado que la resistencia del bobinado del rotor es constante, al alterar la tensión continua podemos ajustar la fuerza del campo. (Garay, 2017)
- **Estator de excitatriz o estática:** Es la parte fija de la excitatriz trifásica, cuyas bobinas, alimentadas por el regulador, inducen corriente en el rotor de excitatriz. Controla directamente la excitación del rotor principal.
- **Ventilador:** Va acoplado al rotor, su función es extraer el calor generado en las bobinas, núcleo y circuitos.

- **Diodos:** Rectifican la tensión alterna generada por la excitatriz para aumentar con corriente continua al rotor principal.
- **Regulador de voltaje (AVR):** Es el dispositivo electrónico que controla la corriente de excitación a la excitatriz para mantener estable la tensión de salida ante variaciones de carga.

Cada uno de estos componentes juega un papel crucial en el funcionamiento del generador. Si uno de ellos falla, podría afectar la producción de electricidad o provocar daños al equipo. Por eso, el mantenimiento correcto de cada componente es crucial para garantizar el funcionamiento óptimo del generador.

Figura 6

Partes de un generador eléctrico.



Fuente: Generadores síncronos WEG

5.3. Mantenimiento de equipos eléctricos

El mantenimiento se define como el conjunto de técnicas que tiene como objetivo preservar las máquinas e instalaciones industriales en servicio el mayor tiempo viable (con el objetivo de lograr la máxima disponibilidad) y con el máximo rendimiento. (Rivera, 2022)

Toda empresa dedicada a la industria realiza un plan de mantenimiento de los equipos operaciones, dado que el mantenimiento es una actividad inherentemente activa, es necesario planificarlo, implementando acciones constantes y duraderas que aseguren un desempeño normal, eficaz y confiable. (Arellano & Briceño, 2003)

Las etapas de desarrollo del mantenimiento en la industria se distinguieron por la disminución de los gastos y la garantía de la calidad (mediante la fiabilidad y la eficiencia de los equipos) y el cumplimiento de los plazos de entrega (a través de la operatividad de los equipos). (Salas & Quiñones, 2010)

5.3.1. Objetivos del mantenimiento

El mantenimiento de una organización no se limita a solucionar las fallas que surjan. Se fundamenta en cuatro objetivos que guía las labores del área de mantenimiento. (Rivera, 2022). A continuación, se describen las metas:

- Disponer de un nivel de disponibilidad.
- Contar con un nivel específico de confiabilidad.
- Garantizar la vida útil de los equipos.

5.3.2. Tipos de mantenimiento

- **Mantenimiento preventivo:**

Es el mantenimiento que permite prevenir y solucionar inconvenientes pequeños con fin de evitar fallas que podría ser más graves o imposibles de reparar. Las actividades de mantenimiento preventivo buscan evitar que el equipo presente fallos a

lo largo de su vida útil. Además de la reducción de costos de producción, aumentando la disponibilidad y la vida del equipo. (Rojas, 2020)

La norma UNE-EN 13306:2018 define el mantenimiento como la combinación de todas las actividades técnicas, administrativas y de gestión, a lo largo del ciclo de vida de un elemento, destinadas a conservarlo a un estado en el cual pueda desarrollar la función requerida. (Rojas, 2020)

La característica más destacada de este tipo de mantenimiento radica en la inspección e identificación de las fallas y en su solución en el momento más oportuno. Se fundamenta en la planificación de inspecciones de su operación, tales como ajustes, reparaciones, evolución, limpieza y calibración del equipo en forma periódica.

En el marco del mantenimiento preventivo, se identifican tres tipos de mantenimiento que son (Rivera, 2022):

- Mantenimiento preventivo regular
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento conductivo

Procedimiento de un mantenimiento preventivo:

- Inspección visual y limpieza de componentes.
- Verificación y ajuste de niveles de aceite y refrigerante.
- Pruebas de funcionamiento y carga.
- Mantenimiento de baterías.
- Limpieza y ajuste de conexiones eléctricas.

- **Mantenimiento correctivo:**

Ese tipo de mantenimiento es desarrollado para solucionar un fallo que ocurre en un equipo o sistema tras un paro inesperado, que detiene la producción y genera pérdidas económicas considerables. (Rojas, 2020). Existen dos tipos:

a) Mantenimiento correctivo no planificado:

Reparación de daños o fallas cuando ocurren de manera inesperada y no planificadas. El correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápido posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores. Este procedimiento de mantenimiento dificulta la identificación fiable de las posibles causas que ocasionan la falla. (Salas & Quiñones, 2010)

b) Mantenimiento correctivo planificado:

El mantenimiento correctivo programado implica reparar un equipo y/o maquinaria, en el cual se ha determinado previamente las acciones a llevar a cabo. De este modo, cuando el dispositivo se detenga para realizar la reparación, se tendrá disponible al personal, las piezas de repuesto y la documentación técnica necesaria para llevar a cabo dicha tarea.

Similar al mantenimiento no programado, se soluciona el problema y se responde a una situación real. La distinción radica en que no hay el mismo nivel de urgencia como el caso anterior, por lo que las labores pueden organizarse para llevarse a cabo en un futuro cercano sin afectar las actividades de producción. (Salas & Quiñones, 2010). Procedimiento de un mantenimiento correctivo:

- Identificación y diagnóstico de averías comunes.
- Reparación o reemplazo de componentes defectuosos.
- Alternador: escobillas, rotor, estator, diodos, etc.
- Sistema de arranque: motor de arranque, solenoide, interruptores.
- Sistema de combustible: filtro de combustible, inyectores, etc.
- Sistema de escape: silenciador, tuberías.
- Sistema de enfriamiento: radiador, termostato, bomba de agua.
- Sistema de lubricación: filtro de aceite, bomba de aceite.

– Ajuste y calibración de sistemas.

- **Mantenimiento predictivo:**

Este enfoque de mantenimiento se fundamenta en anticipar un fallo antes de que ocurra, con el propósito de disponer tiempo necesario para solucionar el problema sin afectar el servicio ni interrumpir la producción, entre otros. Es cuestión de adelantarse a las averías o al instante en que el aparato o componente deja de operar bajo sus condiciones.

El mantenimiento predictivo facilita la identificación anticipada del estado actual de las partes internas del equipo mediante la tecnología que este dispone. La revisión de los parámetros puede llevarse a cabo de manera regular o continua, dependiendo del tipo de sistema, los fallos que se necesiten diagnosticar y la inversión que se desee realizar. (Rojas, 2020)

Para implementar ese tipo de mantenimiento, es fundamental detectar variables físicas, ya sea a través del monitoreo de vibraciones, oscilaciones, descargas parciales, temperaturas, termografías, y pruebas estandarizadas, entre otros.

5.3.3. Factores de mantenimiento

- **Disponibilidad:** Se define como la certeza de un sistema o componente reparado cumplirá su función de manera satisfactoria en un lapso determinado.
- **Confiabilidad:** Puede describirse como la seguridad de que el sistema, componente o aparato desempeñara su función principal en un periodo determinado bajo condiciones normales de operación.
- **Capacidad de mantenimiento:** La durabilidad es la expectativa de que una planta o sistema pueda estar en funcionamiento durante un periodo determinado, siempre y cuando se realizan los procedimientos de mantenimiento. (Rivera, 2022).

5.3.4. El aislamiento

Se trata de un material no conductor o una mezcla de sustancias no conductoras y la parte estructural del generador. Estos materiales aislantes son fundamentales para el rendimiento y la vida útil del generador. (Rojas, 2022)

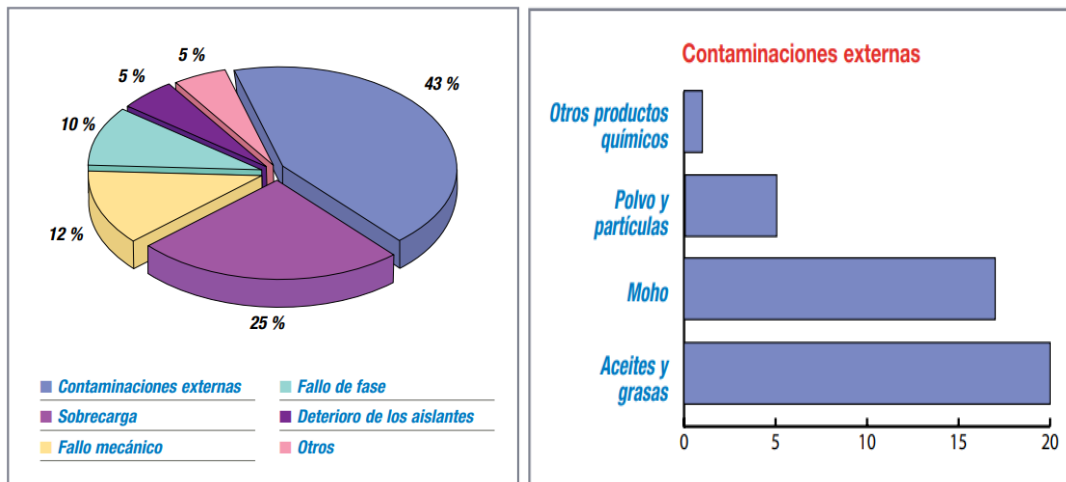
5.3.4.1. Factores que degradan el aislamiento

Medir el aislamiento es fundamental para identificar las distintas posibles causas de deterioro en su rendimiento, lo que permite implementar acciones correctivas adecuadas. Estas causas de fallos en el aislamiento pueden agruparse en cinco categorías principales, considerando además que, si no se aplican medidas correctivas, estas causas tienden a acumularse y derivar en incidentes. (Rojas, 2022)

1. **La fatiga procedente de la electricidad:** Se asocia principalmente con sucesos de caída de tensión y sobretensión.
2. **La fatiga de tipo mecánico:** Se produce por arranques ya paradas frecuentes, desequilibrios en maquina rotativas y golpes directos a cables o sistemas.
3. **La fatiga causa por sustancia químicas:** La proximidad a estas sustancias químicas, aceites, vapores y, en general, el polvo, influyente en la efectividad del aislamiento de los materiales.
4. **La fatiga asociada a las variaciones térmicas:** El desgaste mecánico, junto con la dilatación o contracción de los equipos, deteriora las propiedades de los materiales aislantes,
5. **La polución ambiental:** La formación de moho, y la acumulación de partículas en espacios cálidos y húmedos.

Figura 7

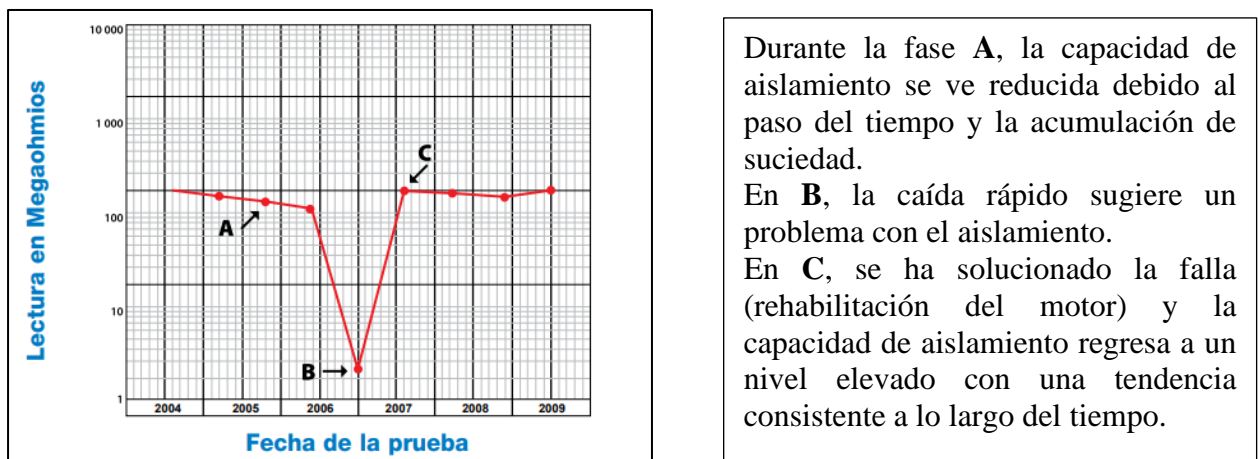
Desglose de las causas más frecuentes de avería en un motor eléctrico.



Fuente: Guía de la medida de aislamiento, Faradayos

Figura 8

Ejemplo de medición de resistencia de aislamiento de un motor eléctrico



Fuente: Manual de medición de aislamiento, Faradayos

5.3.4.2. Teorías de pruebas eléctricas de aislamiento

A. Resistencia de aislamiento (IR)

Junto con el desgaste físico causado por los ciclos de encendido y apaga de las máquinas, las demandas de expansión o reducción influyen en las propiedades de los materiales de aislamiento.

$$R_t = V/I_t$$

Donde: V representa la tensión constante suministrada por el equipo de medición y la Rt es la corriente total tras t minutos.

Tabla 1

Referencias aproximadas de la resistencia de aislamiento en equipos eléctricos.

Valor de la resistencia de aislamiento	Evaluación del aislamiento
2 MΩ o menor	Inaceptable
< 50 MΩ	Peligroso
50...100 MΩ	Regular
100...500 MΩ	Bueno
500...1000 MΩ	Muy Bueno
> 1000 MΩ	Óptimo

Fuente: Manual de medición de aislamiento, Faradayos

B. Índice de polarización (PI)

La relación entre la resistencia de aislamiento medida durante 10 minutos, la medida en un minuto se da cuando se aplica una tensión continua, por ambos periodos de tiempo, se conoce como IP. El nivel de tensión debe ser constante. Este valor proporciona datos acerca de la limpieza y la humedad de la máquina. (Gutiérrez, 2022)

$$PI = R_{10min}/R_{1min}$$

Donde: R_{10min} ; aislamiento a los 10 min y el R_{1min} ; aislamiento al 1 min

Tabla 2

Límites de referencia del PI de aislamiento en equipos eléctricos.

Valores de índice de polarización (IP) que indican las condiciones del aislamiento	
Condición del Aislamiento	Relación 10/1 minutos (IP)
Peligroso	Menor de 1
Cuestionable	1.0 a 2.0
Bueno	2.0 a 4.0
Excelente	Mayor de 4.0

Fuente: Manual de medición de aislamiento, Faradayos

C. Índice de absorción dieléctrica (DAR)

Se define al DAR como la relación entre la resistencia de aislamiento medida a los 30 segundos y a los 60 segundos de prueba. Este examen señala el nivel de contaminación interna en los bobinados. (Gutiérrez, 2022)

$$PI = R_{60seg}/R_{30seg}$$

Donde: R_{60seg} ; aislamiento a 60 seg y el R_{30seg} ; aislamiento a 30 seg

Tabla 3

Límites de referencia de aislamiento del DAR máquinas eléctricas

Valor del DAR	Condición de aislamiento
< 1.25	Insuficiente
< 1.6	OK
> 1.6	Excelente

Fuente: Manual de medición de aislamiento, Faradayos

5.3.5. Instrumentos y equipos para mantenimiento eléctrico

A. MotorAnalyzer2 R2

Es un analizador de motores eléctricos, principalmente para realizar pruebas estáticas es bobinados y motores eléctricos. Permite identificar problemas en el devanado del motor como cortocircuitos contactos y verificar calidad de las conexiones.

Figura 9

MotorAnalyzer2 R2



Fuente: http://wicklungen.de/admin/pic/produktpdf/1645-SCHLEICH_EN_brochure_MotorAnalyzer2R2.pdf

B. Megohmetro digital Fluke 1507

Es una herramienta para pruebas de resistencia de aislamiento en sistemas eléctricos, es compacto, fiable, duradero y sencillo de utilizar, óptimo para el mantenimiento preventivo, la activación de maquinarias y la detección de fallos.

(FLUKE)

Figura 10

Megohmetro digital, 1KV/10G, 20K, 600V AC/DC, IP40



Fuente: <https://tecfresh.com/producto/megohmetro-digital-comprobador-de-resistencia-de-aislamiento-1507/>

C. Inductor de rodamientos Twin 15 SKF

Es una solución portátil para calentar rodamientos. El TWIM 15 está compuesta por fibra de vidrio y plástico, los cuales son resistentes a altas temperaturas. Esto posibilita que la variación térmica entre los aros interior y exterior del rodamiento sea mínima. (SKF)

Figura 11

Inductor de rodamientos portátil TWIM 15



Fuente: <https://www.skf.com/pe/products/maintenance-products/bearing-heaters/heaters-for-mounting/portable-induction-heater>

D. Pinza amperimétrica 376 FC Fluke

Un amperímetro es un instrumento de medición eléctrico diseñado para detectar y mostrar la intensidad de corriente eléctrica que circula por un circuito.

Figura 12

Pinza amperimétrica 376 fluke



Fuente: <https://www.fluke.com/es-pe/producto/comprobacion-electrica/pinzas-amperimetricas/fluke-376-fc>

5.4. Programación de mantenimiento de generador eléctrico

Para el mantenimiento de un generador Caterpillar 3412, es importante seguir un programa de mantenimiento preventivo que garantice su funcionamiento. A continuación, se detallan las actividades de un programa de mantenimiento en taller:

5.4.1. Inspección visual

La inspección del generador reveló una acumulación de partículas conductoras y residuos aceitosos en las bobinas del estator, lo cual compromete la eficiencia térmica y eléctrica del equipo.

Figura 13

Generador eléctrico CAT 3304

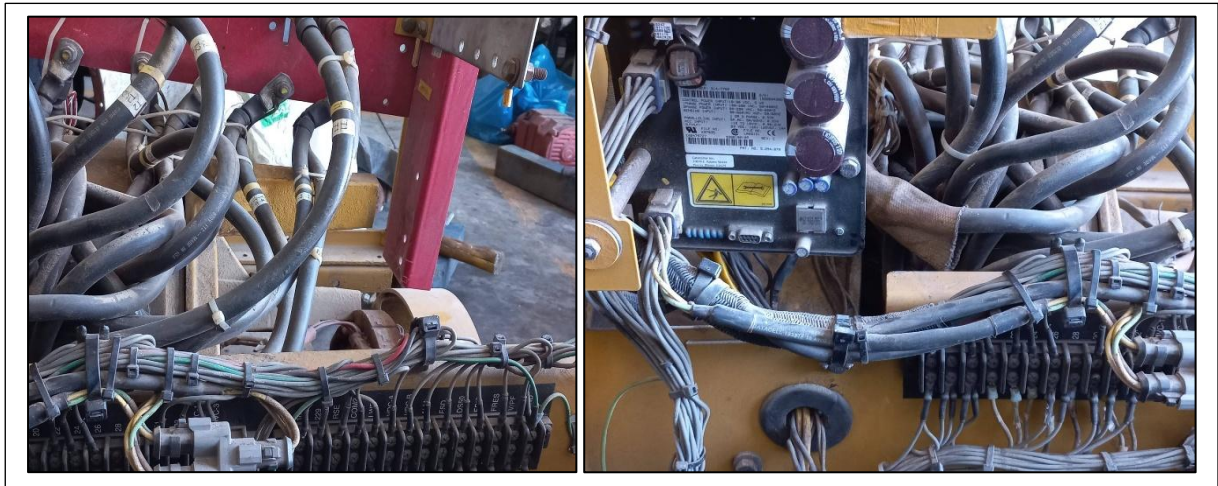


5.4.2. Desconexiones Eléctricas

Verificación de las conexiones eléctricas. Desconexión de los cables a la salida del generador y de la barra. Posteriormente, se procedió con el desarmado del equipo.

Figura 14

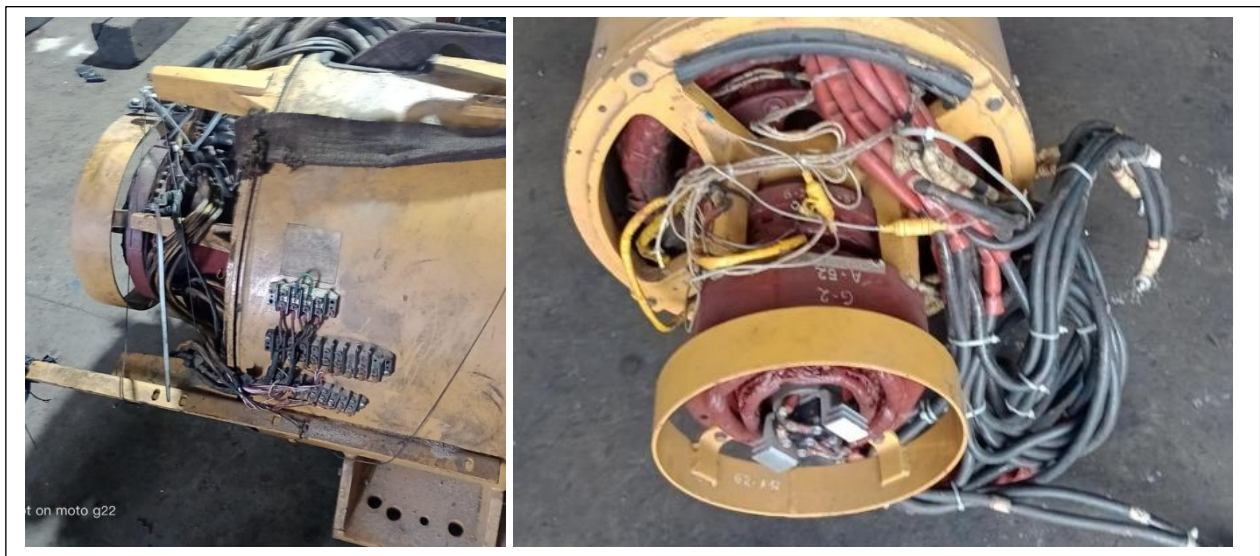
Desconexiones eléctricas



Desarmado del equipo para las pruebas de aislamiento de los componentes del generador.

Figura 15

Desarmado de generador



5.4.3. Pruebas iniciales

- **Estator**

Se procedió a realizar la prueba eléctrica de aislamiento del bobinado (escala 500voltios) con un instrumento Analyzer 2 - SCHLEICH, para hacer pruebas de aislamiento de resistencia, inductancia, impedancia, capacidad y localizar ranuras con defectos entre bobinas, dando como resultado un aislamiento por debajo de los parámetros permisible. Grado de aislamiento inaceptable.

Figura 16

Medición de aislamiento de estator con analyzer

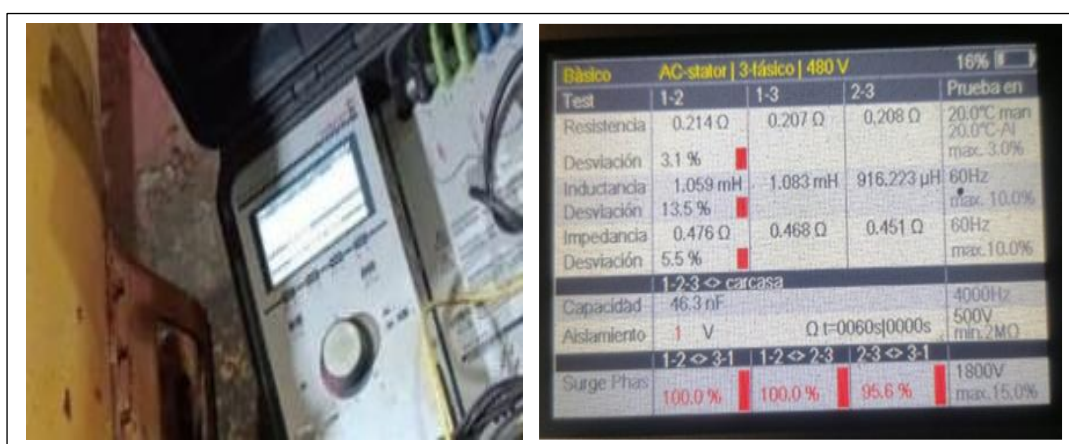


Tabla 4

Resultados de parámetros de estator

MEDICIÓN DE PARÁMETROS					
PARÁMETRO		FASES			ESTADO
		1-2	1-3	2-3	
Resistencia	Valor	0.214 mΩ	0.207 mΩ	0.208 mΩ	PELIGROSO
	Desviación	3.1 %			
Inductancia	Valor	1.007 mH	1.083 mH	916.223 μH	PELIGROSO
	Desviación	13.5 %			
Impedancia	Valor	0.476 Ω	0.468 Ω	0.451 Ω	PELIGROSO
	Desviación	5.5 %			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Valores de aislamiento iniciales de estator

DESCRIPCION DE EVALUACIÓN	LÍNEAS			
	L1	L2	L3	
CORTOCIRCUITO FASE - MASA	0 MΩ	0 MΩ	0 MΩ	Inaceptable
CORTOCIRCUITO FASE - FASE	0 MΩ	0 MΩ	0 MΩ	Inaceptable

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

Selección de valores de aislamiento iniciales de estator

Valor de la resistencia de aislamiento	Evaluación del aislamiento
2 MΩ o menor	Inaceptable
< 50 MΩ	Peligroso
50...100 MΩ	Regular
100...500 MΩ	Bueno
500...1000 MΩ	Muy Bueno
> 1000 MΩ	Óptimo

Fuente: Elaboración propia

Luego de una inspección visual y manual al bobinado se encontró signos de humedad y suciedad debido al trabajo que ha estado realizando, pero comprobando que el bobinado se encontraba en estado inaceptable, se procedió con el mantenimiento preventivo (rebobinado).

Figura 17

Inspección de bobinas de estator



- **Excitatriz**

Se realizaron las pruebas de aislamiento al bobinado de la excitatriz con el instrumento Analyzer 2 – SCHLEICH, obteniendo como resultado un aislamiento con categoría de inaceptable. Se llevó a cabo la inspección visual del bobinado de la excitatriz, en el cual se comprobó el bobinado en estado crítico, concluyendo que su bajo aislamiento debido a que presenta signos de suciedad.

Figura 18

Medición de aislamiento de excitatriz con Analyzer



Tabla 7

Resultados de parámetros de excitatriz

MEDICIÓN DE PARÁMETROS					
PARÁMETRO		FASES			ESTADO
		1-2	1-3	2-3	
Resistencia	Valor	0.158 Ω	0.157 mΩ	0.158 mΩ	CONFORME
	Desviación	0.4 %			
Inductancia	Valor	541.461 μH	550.756 μH	546.472 μH	CONFORME
	Desviación	0.9 %			
Impedancia	Valor	0.2626 Ω	0.264 Ω	0.263 Ω	CONFORME
	Desviación	5.5 %			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8

Valores de aislamiento iniciales de excitatriz

DESCRIPCION DE EVALUACIÓN	LÍNEAS			
	L1	L2	L3	
CORTOCIRCUITO FASE - MASA	0.441 MΩ	0.441 MΩ	0.441 MΩ	Inaceptable
CORTOCIRCUITO FASE - FASE	0.441 MΩ	0.441 MΩ	0.441 MΩ	Inaceptable

Fuente: Elaboración propia

- **Estática**

Posteriormente se realizó la prueba de aislamiento al bobinado de la estática, en el cual utilizamos un Analyzer dando como resultado un aislamiento muy bajo el cual es de 0 MΩ. Se encuentra en el rango de inaceptable. Luego de una prueba visual y manual al

bobinado de la estática, comprobamos que está en pésimas condiciones, llegando a la conclusión que presenta humedad u otro factor externo que puede afectar al funcionamiento.

Figura 19

Pruebas de aislamiento del bobinado de la estática



Tabla 9

Valores de aislamiento iniciales de estática

RESISTENCIA A LA ESTATICA VDO	
F1	F2
0 MΩ	0 MΩ

Fuente: Elaboración propia

- **Rotor**

En las pruebas de aislamiento al bobinado del rotor con el instrumento ANALYZER, nos dio como resultado 0 MΩ, lo cual es muy bajo, en la inspección visual

se comprobó que el bobinado del rotor está en malas condiciones por lo que se procederá a realizar una limpieza mecánica y el rebobinado para levantar su aislamiento.

Figura 20

Inspección de rotor



Figura 21

Pruebas de aislamiento del bobinado del rotor



Tabla 10

Valores de aislamiento iniciales de rotor

RESISTENCIA A LA ROTOR PRINCIPAL	
F1	F2
0 MΩ	0 MΩ

Fuente: Elaboración propia

5.4.4. Inspección de tapas, puños de eje y componentes

- **Puño de eje de rotor**

Se verificó el puño de eje donde sienta el rodamiento y se comprobó que se encontraba en buenas condiciones, con su medida dentro de los parámetros permisibles.

El rodamiento empleado es el **6315 2RS1/C3** para la parte posterior. (Runsom, 2024)

Figura 22

Medida de eje de rotor



Tabla 11

Medida de eje donde asienta el rodamiento

	RODAMIENTO POSTERIOR
DIAMETRO NOMINAL	75 mm
ESTADO	75.018 mm
TOLERANCIA DIMENSIONAL RECOMENDADA	$75^{+15 \text{ micras}}_{+33 \text{ micras}}$
DESGASTE	NO HAY DESGASTE, SE ENCUENTRA DENTRO DE LA TOLERANCIA

Fuente: https://www.krechina.com/docs/products/GOST/ISO%20-%2020286-2%20Shaft%20Limits%20Tolerances.pdf?utm_source

El rotor presenta un daño mecánico en las barras, se evidenció fisuras y desprendimiento en las uniones de la estructura del rotor, lo que originó el desbalance dinámico. Por lo que, se requiere el balance dinámico del rotor.

Figura 23

Estructura de rotor con fisura



- **Tapa posterior de generador**

Se verificó la tapa posterior, y se comprobó que se encontraba fuera de la tolerancia recomendada en la cuna de alojamiento, presentaba demasiado rozamiento por quemadura. Visualmente es evidente su desgaste, sin embargo, se procedió a verificarlo con el micrómetro para poder identificar en cuanto esta su desgaste, dándonos un desgaste de 160.042, por lo que, se procederá a realizar un embocinado a la tapa del generador. (Runsom, 2024)

Figura 24

Medida de tapa posterior fuera de medida



Tabla 12

Medición inicial de tapa de generador

	TAPA POSTERIOR
DIAMETRO NOMINAL	160 mm
ESTADO	160.042 mm
TOLERANCIA DIMENSIONAL RECOMENDADA	160 ^{+40 micras} / _{+0 micras}
DESGASTE	HAY DESGASTE, NO SE ENCUENTRA DENTRO DE LA TOLERANCIA

Fuente: https://www.krechina.com/docs/products/GOST/ISO%20-%20286-2%20Shaft%20Limits%20Tolerances.pdf?utm_source

- **Caja de conexiones**

Se identificó que la caja de conexiones presenta oxidación superficial y suciedad (polvo y grasa), las barras eléctricas de cobre requieren limpieza mecánica.

Figura 25

Caja de conexiones con presencia de óxido y suciedad



Asimismo, se verificó el estado de las borneras de conexión, donde se pudo comprobar que algunos cables tienen el aislamiento dañado y los empalmes poco seguros.

Figura 26

Inspección de bornera de conexiones

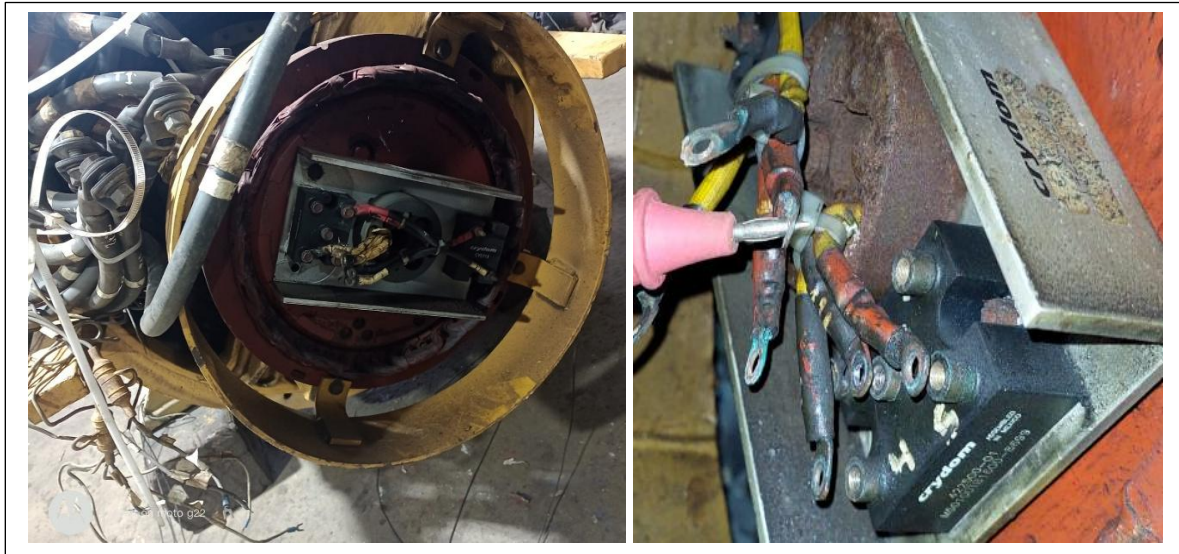


- **Diodos**

A su vez, se procedió a verificar el estado del paquete de diodos, donde se pudo confirmar que se debe de realizar el cambio completo de los diodos 100 amp 1200 pvr tipo ente trifásica marca CRYDOM con su varistor, por presentar grado de oxidación. Además de la limpieza de sus soportes, para la confiabilidad de la reparación del equipo.

Figura 27

Diodos averiados



- **Disco de acoplamiento**

Los 04 discos de acoplamiento llegaron en buen estado, por lo cual se procedió a realizarle su respectiva limpieza mecánica para que, de esta manera, pueda seguir manteniéndose en perfecto estado.

Figura 28

Discos de acoplamiento de generador



- **Ventilador**

Por último, se procedió a verificar el estado del ventilador del generador, el cual presentaba una fisura, por lo que, se debe priorizar el cambio por un ventilador nuevo.

Figura 29

Ventilador de generador



5.4.5. Mantenimiento de generador

Se procedió con el mantenimiento térmicos a cada uno de los componentes del generador. Con respecto al rotor, estator, excitatriz y la estática fueron rebobinados.

Posteriormente se realizó con el tratamiento térmico al estator y rotor que consiste en lo siguiente:

- Barnizado del estator con esmalte aislante de secado al aire.
- Secado al horno del estator a una temperatura de 120 °C de 5 a 8 horas continuas.

5.4.6. Pruebas finales al generador:

- **Estator**

Después del rebobinado al cual fue sometido el estator del generador por estar recalentado, se realizó la prueba de aislamiento a los bobinados de acuerdo con los valores (escala 550 v) con el instrumento Analyzer 2 – SCHLEICH. Los valores obtenidos fueron óptimos, el aislamiento final del estator elevó considerablemente ya que paso de tener **0 Ω** a **4.829 GΩ**.

Figura 30

Estator después de su rebobinado y tratamiento térmico



Figura 31

Medición final de aislamiento de estator



Tabla 13

Valores de parámetros de estator

MEDICIÓN DE PARÁMETROS					
PARÁMETRO		FASES			ESTADO
		1-2	1-3	2-3	
Resistencia	Valor	0.147 mΩ	0.147Ω	0.147 Ω	CONFORME
	Desviación	0.0 %			
Inductancia	Valor	1.115 mH	1.116 mH	1.116 mH	CONFORME
	Desviación	0.0 %			
Impedancia	Valor	0.449 Ω	0.449 Ω	0.449 Ω	CONFORME
	Desviación	0.1 %			

Fuente: Fuente propia

Tabla 14

Valores de aislamiento finales de estator

DESCRIPCION DE EVALUACIÓN	LÍNEAS			
	L1	L2	L3	
CORTOCIRCUITO FASE - MASA	4.829 GΩ	4.829 GΩ	4.829 GΩ	OPTIMO
CORTOCIRCUITO FASE - FASE	4.829 GΩ	4.829 GΩ	4.829 GΩ	OPTIMO

Fuente: Fuente propia

- **Excitatriz trifásica**

Se continuó con la prueba de aislamiento final a la excitatriz trifásica para de esta forma comprobar cuanto logro levantar el aislamiento, se realizó el megado con el instrumento Analyzer 2 - SCHLEICH, obteniendo un aislamiento de 4.620 GΩ, lo que nos quiere decir que se encuentra en óptimas condiciones.

Figura 32

Pruebas finales de aislamiento de excitatriz

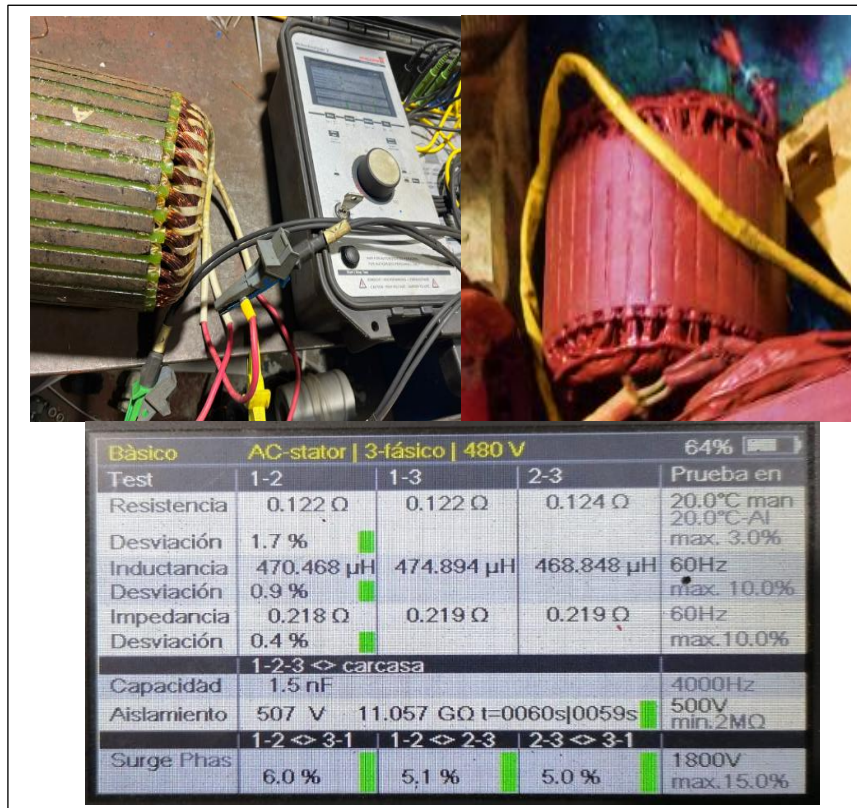


Tabla 15*Valores finales de parámetros de excitatriz*

MEDICIÓN DE PARÁMETROS					
PARÁMETRO		FASES			ESTADO
		1-2	1-3	2-3	
Resistencia	Valor	0.122 Ω	0.120 Ω	0.124 Ω	CONFORME
	Desviación	1,7 %			
Inductancia	Valor	470.468 μH	474.894 μH	468.848 μH	CONFORME
	Desviación	0,9 %			
Impedancia	Valor	0.218 Ω	0.219 Ω	0.219 Ω	CONFORME
	Desviación	0,4 %			

*Fuente: Fuente propia***Tabla 16***Valores de aislamiento finales de la excitatriz*

DESCRIPCION DE EVALUACIÓN	LÍNEAS			
	L1	L2	L3	
CORTOCIRCUITO FASE - MASA	11.057 GΩ	11.057 GΩ	11.057 GΩ	OPTIMO
CORTOCIRCUITO FASE - FASE	11.057 GΩ	11.057 GΩ	11.057 GΩ	OPTIMO

Fuente: Fuente propia

- **Estática**

Luego de su rebobinado y su tratamiento térmico, se le realizó de nuevo una prueba de aislamiento de la estática con el Analyzer, para hacer pruebas de aislamiento, dando un resultado satisfactorio ya que se vio una mejora en el levantamiento del aislamiento.

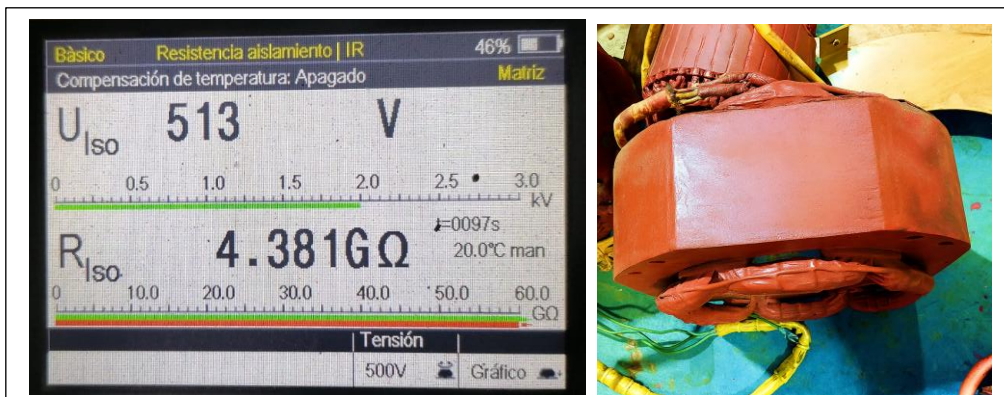
Figura 33*Medición final de aislamiento de la estática*

Tabla 17

Valores finales de aislamiento iniciales de la estática

RESISTENCIA DE LA ESTÁTICA	
F1	F2
4.381 GΩ	4.381 GΩ

Fuente: Fuente propia

- **Rotor**

Asimismo, se procedió a realizar una prueba de aislamiento final al bobinado de la del rotor, el instrumento empleado fue el Analyzer, dando como resultado un aumento favorable del aislamiento que paso de tener **0 MΩ** a **4.967 GΩ**, lo que nos quiere decir que se encuentra en óptimas condiciones.

Figura 34

Rotor principal después de su tratamiento térmico

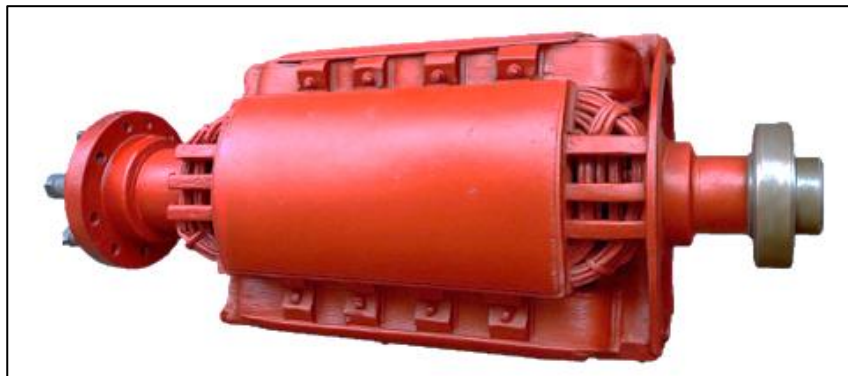


Figura 35

Pruebas finales de aislamiento de rotor



Tabla 18

Valores finales de aislamiento de rotor

RESISTENCIA A LA ROTOR PRINCIPAL	
F1	F2
4,967 GΩ	4,967 GΩ

Fuente: Fuente propia

Se reparó el daño presentado en el rotor, corriendo las fisuras y asegurando las uniones estructurales. Posteriormente, se efectuó el balanceo dinámico, logrando restablecer el equilibrio y garantizando el funcionamiento estable del conjunto rotor – estator.

Tras el embocinado y mecanizado, las medidas de la **cuna de rodaje** que dentro de la tolerancia permitida. Adicionalmente, se realizó el reemplazo de los rodamientos **6315 2RS1/C3 SKF**, utilizando un inductor de rodajes **SKF TWIN 15**, a fin de evitar dañar los rodamientos.

Figura 36

Tapa de generador rectificada



Tabla 19

Mediciones finales de tapa posterior

TAPA POSTERIOR	
DIAMETRO NOMINAL	160 mm
ESTADO	160.020 mm
TOLERANCIA DIMENSIONAL RECOMENDADA	160 ^{+40 micras} +0 micras
DESGASTE	NO HAY DESGASTE, SE ENCUENTRA DENTRO DE LA TOLERANCIA

Fuente: https://www.krechina.com/docs/products/GOST/ISO%20-%2020286-2%20Shaft%20Limits%20Tolerances.pdf?utm_source

Asimismo, los discos de acoplamiento fueron sometidos a un mantenimiento mecánico, limpieza, pintado con base epóxica.

Figura 37

Disco de acoplamiento después de su mantenimiento



Debido a la fisura presentada en el ventilador de generador, este fue reemplazado por uno nuevo, de la misma marca y modelo (CAT 111-2413), garantizando así el correcto funcionamiento del generador.

Figura 38

Ventilador CAT 111-2413:FAN



El **paquete de diodos** fue reemplazado, requiriéndose diodos 100 A, 1600 PVR, tipo puente trifásica marca **CRYDOM**, listos para posteriormente realizar su conexión.

Figura 39

Puente trifásica diodos 290-5564 CAT



5.4.7. Ensamblado de generador

Tras concluir con el mantenimiento de los componentes del generador, se procedió con el armado del generador para su posterior pintado con base y acabado con pintura epóxica. Finalmente se procede con su ensamblado para su posterior traslado en la embarcación.

Figura 40

Armado y ensamblado de generador CAT 3412



5.4.8. Maniobra y montaje de generador en base

Se realizó la maniobra de la panga hacia la embarcación con apoyo del sistema hidráulico de la embarcación, cubierta.

Desde la cubierta se traslada hasta la sala de máquinas con apoyo de tecles, evitando choques mecánicos en las bobinas del estator y el rotor, para no dañar su aislamiento. Una vez en la base se procedió con el encaje de la brida y el motor. Posteriormente, se realizó el armado de su caja de conexiones, y las conexiones correspondientes. Luego, se colocó su tarjeta reguladora y pruebas de inoperatividad.

Figura 41

Maniobra e instalación de generador en su base



Figura 42

Generador en su base



5.4.9. Puesta en marcha en embarcación

- Conexionado de sus cables de fuerza paquete de diodos regulador de voltaje para realizar sus pruebas de generación con carga.
- Realizó pruebas a generador en vacío y con carga valores tomados en parte de generación de grupo CAT 3412 440 VAC.
- Medición con nuestro instrumento de medición megometro FLUKE 1507, los valores de estator, rotor principal, excitación trifásica PMG, excitación VDO.
- Escala medición con el megometro es a 1000 voltios por 1 minuto tomar valor real.
- El voltaje de excitación en vacío del generador CATERPILLAR, es generación 6.2 VDC, 0.8 amperios en vacío, sin carga en salida 459 VAC
- Su voltaje de excitación del generador su desarrollo al 100% es de 17.02 Voltios DC, amperaje trabajo es de 1.7 AMP como máximo de potencia.
- Dicho equipo tiene un regulador voltaje CATERPILLAR VR-6 que trabaja con bobina PMG de excitación trifásico de autoexcitación.
- Pruebas generación después del alineamiento del generador con motor, prueba en vacío con carga parámetros correctos.

Tabla 20

Pruebas de generador de 440 VAC en vacío con carga al 100 %

Voltaje Salida (VAC)	Amperaje Alterna (AMP)	Potencia (kW)	Voltaje excitación (VDC)	Amperaje Excitación (AMP)	Voltaje PMG RST (VAC)	Frecuencia (HZ)	Temp. Tapa Posterior (°C)
459	0	0	6.2	0.8	219 – 220	60.5	24
459	124	70	9.1	0.9	220	60.5	24
459	253	150	11.7	1	220	60.3	27
459	357	212	14.2	1.1	220	60.2	34
457	405	262.5	15.8	1.2	220	59.9	42
456	476	290.5	17.02	1.7	219-220	59.8	43

Fuente: Fuente propia

Figura 43

Puesta en marcha de generador



Figura 44

Pruebas en vacío con carga al 100% de potencia



Figura 45

Medición de voltaje en tablero principal.



VI. Organización y sistematización de las experiencias logradas

La experiencia laboral adquirida se organizó en torno a la planificación ejecución y evaluación del mantenimiento de generadores eléctricos marinos específicamente el modelo 3412 en la embarcación Marilyn II esta sistematización permitió estructurar las actividades en fases diagnóstico del montaje evaluación técnica mantenimiento preventivo montaje y puesta en marcha.

La recopilación de datos técnicos observaciones en campo y ejecución de procedimientos bajo estándares de calidad facilitaron una comprensión integral de comportamiento en equipo permitiendo desarrollar una propuesta efectiva de mantenimiento eléctrico que se puede replicar en otros proyectos similares del sector pesquero.

VII. Ubicación de las experiencias en el marco del sustento teórico

La experiencia se encuentra directamente relacionada con los conceptos teóricos abordados en el marco referencial: generación eléctrica, tipos de generadores, componentes electromagnéticos y métodos de mantenimiento industrial. El mantenimiento aplicado se fundamentó en principios de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, así como la normativa IEEE 43-2000 para pruebas de aislamiento.

El conocimiento práctico permitió validar y aplicar conceptos como disponibilidad operativa y mantenimiento eficaz, que son parte esencial en la gestión de mantenimiento eléctrico alineándose con los estándares establecidos en ingeniería energética

VIII. Aportes logrados para el desarrollo del centro laboral

El proyecto portó de manera directa la mejora de los procesos de mantenimiento en la empresa de Inversiones MAV E.I.R.L., al estandarizar procedimientos técnicos aplicados al generador CAT 3412. Esto permitió:

- Mejora la eficiencia operativa del generador a bordo
- Reducir tiempos de inactividad durante la faena pesquera
- Aumentar la confiabilidad de los servicios ofrecidos por la empresa al cliente
- Generar una base técnica documentada útil para capacitaciones internas. Además, el informe puede ser utilizado como guía para futuras intervenciones similares.

IX. Aportes para la formación profesional

El estudio del mantenimiento de generadores en embarcaciones contribuye significativamente en mi formación profesional, ya que te permite aplicar conocimientos técnicos en un contexto práctico, desarrollar habilidades de diagnóstico y solución de problemas, y optimizar procesos de mantenimiento con un enfoque en sostenibilidad y eficiencia. Además, fortalece tu capacidad para comunicar procesos técnicos, cumplir con normativas internacionales y enfrentar desafíos reales, posicionándote como una profesional competente en el sector energético y marítimo.

La creación de un informe sobre el mantenimiento de los generadores en los barcos mejora significativamente la formación profesional de los ingenieros de energía al proporcionar información práctica sobre las estrategias de mantenimiento, la fiabilidad operativa y las técnicas de diagnóstico. Estos informes sirven como una herramienta educativa vital, ya que unen el conocimiento teórico con las aplicaciones del mundo real.

X. Conclusiones y recomendaciones

10.1. Conclusiones

- De acuerdo con el objetivo general, la gestión del mantenimiento y puesta en marcha del generador CAT 3412 de la embarcación Marilyn II fue exitosa, ya que el equipo recuperó su operatividad normal y quedó apto para trabajar de forma continua y confiable durante la faena pesquera.

- El análisis preliminar evidenció que el generador presentaba condiciones críticas de aislamiento eléctrico, con valores iniciales cercanos a **0 MΩ** en el estator, rotor, excitatriz y estática, lo que representaba un alto riesgo de fallas eléctricas y justificó la ejecución de un mantenimiento preventivo mayor.
- Luego del mantenimiento realizado (limpieza, rebobinado y tratamiento térmico), las mediciones finales de aislamiento mostraron una mejora significativa:
 - Estator: **4.829 GΩ**
 - Excitatriz trifásica: **4.620 GΩ**
 - Estática: **11.057 GΩ**
 - Rotor principal: **4.967 GΩ**

Estos valores se encuentran dentro de los rangos permisibles, confirmando la correcta recuperación del aislamiento eléctrico del generador.

- En el aspecto mecánico, la tapa posterior del generador fue embocinada y rectificada, recuperando la medida nominal de **160.020 mm**, quedando dentro de la tolerancia recomendada (**+0 / +40 μm**). Asimismo, se reemplazaron los rodamientos **SKF 6315 2RS1/C3**, asegurando un correcto apoyo y giro del rotor.
- Durante las pruebas finales en vacío y con carga, el generador presentó un comportamiento estable, manteniendo un voltaje de salida promedio de **456 – 459 VAC**, una frecuencia cercana a 60 Hz, y una potencia máxima aproximada de **290.5 kW** al 100 % de carga, sin presentar sobrecalentamientos ni vibraciones anormales.
- El sistema de excitación operó correctamente, registrando valores de **17.02 VDC** y **1.7 A** a plena carga, lo que confirma el correcto funcionamiento del regulador de voltaje CATERPILLAR VR-6 y del sistema PMG trifásico.

- Finalmente, se concluye que la implementación del mantenimiento preventivo permitió reducir el riesgo de fallas eléctricas y mecánicas, mejorar la confiabilidad del generador y aumentar su disponibilidad operativa, cumpliendo satisfactoriamente con los objetivos planteados y aportando valor técnico a la operación de la embarcación Marilyn II.

10.2. Recomendaciones

- Un sistema de monitoreo continuo de parámetros eléctricos y mecánicos para anticipar fallas en el tiempo real.
- Registrar sistemáticamente las acciones del mantenimiento de una base de datos digital para facilitar el análisis histórico y la toma de decisiones.
- Capacitar al personal técnico y normas de mantenimiento eléctrico y uso de instrumentos de medición avanzados en análisis de datos de mantenimiento.
- Programar inspecciones periódicas a las conexiones eléctricas aislamiento de bobinas y sistemas de citación para asegurar una operación fiable a largo plazo.

XI. Referencia bibliográfica

- Adame, A., & Delgado, M. (2008). *Mantenimiento en Sistemas Eléctricos de Distribución*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio de Universidad Nacional Autónoma de México.
- Aquino, B. (2021). *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo y su incidencia en la disponibilidad del sistema de potencia eléctrica en una unidad minera de Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte. Repositorio digital Universidad Privada del Norte.
- Arago, D. (s.f). 1786-1853, Ampère, A. M., 1775-1836, & Faraday, M., 1791-1867. (n.d.). *Máquinas eléctricas rotativas* (pp. 7–244). <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448127641.pdf>
- Arellano, J., & Briceño, M. (2003). *Gestión del mantenimiento industrial*. McGraw-Hill.
- Chile, R. (s. f.). *Mantenimiento y reparación de generadores eléctricos marca cat*. Redcapacitacion Chile. <https://redcapacitacion.cl/curso/mantenimiento-y-reparacion-de-generadores-electricos-marca-cat/14643>
- Eléctrica y Electrónica, I. (s.f). *Tema 3. Máquinas Eléctricas*. Cartagena99.com. https://www.cartagena99.com/recursos/alumnos/apuntes/IEE_Tema3_MaquinasElectricas.pdf
- Enríquez H. (2004) *El libro práctico de los generadores, Transformadores y Motores Eléctricos*. México D.F: Limusa.
- FARADAYOS. (s/f). *Medición de la resistencia de aislamiento* - Faradayos.Info. <https://www.faradayos.info/2018/07/medicion-resistencia-aislamieto-megger-megometro.html>

- Fluke. (s.f.). *Comprobador de aislamiento: medidor de resistividad de aislamiento Fluke 1507*.
<https://www.fluke.com/es-pe/producto/comprobacion-electrica/comprobadores-de-aislamiento/fluke-1507>
- Fractal. (s.f.). *Indicadores de mantenimiento*. <https://www.fractal.com/es/guias-mantenimiento/indicadores-de-mantenimiento>
- García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento: Manual práctico para la implantación de Sistemas de gestión Avanzados de Mantenimiento industrial*. Ediciones: Díaz de Santos.
- Garavito, M. (2018). *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para flota de generadores empresa generación y sistemas S.P.A (GENSYS)*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Federico Santa María]. Repositorio digital USM.
- Garay, C. (2017). *Generadores eléctricos mantenimiento integral; grupo electrógeno; campo retórico; campo fijo; tarjeta reguladora*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Repositorio digital UCSG.
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/9092>
- ISO. NSS (s.f). Tolerancias ISO para ejes (ISO 286-2). Krechina.com. Recuperado el 10 de octubre de 2025, de https://www.krechina.com/docs/products/GOST/ISO%20-%20286-2%20Shaft%20Limits%20Tolerances.pdf?utm_source
- Machuca, A. (1990). *Máquinas eléctricas rotativas*. McGraw-Hill. Lima: CONCYEC.
- Nuevo, A. (2017). *Montaje y mantenimiento eléctrico– electrónico*. Paraninfo.com.ar: Libros: ISBN 9788344883. <http://ww.parainfo.com.ar/catalogo/9788428344883/montaje-y-mantenimiento-electrico-electronico->
- Ordoñez, J., & Nieto, L. (2020). *Mantenimiento de sistemas Eléctricos de Distribución*. [Tesis De Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional UPS.
- Prodel (s.f). *Máquinas Eléctricas*. <https://www.prodel.es/subareas/maquinas-electricas/>

- Rojas, P. (2020). *Gestión del mantenimiento preventivo y correctivo*. Macro.
- Rojas, P. (2022). *Aislamiento eléctrico en máquinas eléctricas*. Macro.
- Runsom, P. (2024). *Guía de tabla de tamaños de rodamientos de bolas: dominar la precisión y la potencia*. <https://www.runsom.com/es/technology/ball-bearing-sizes-chart/>
- Salas, H, & Quiñones, C. (2010). *Planeación de mantenimiento eléctrico en la industria con énfasis en ahorro eficiente de energía*. [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica de Bolívar]. Repositorio Institucional UTB. <https://hdl.handle.net/20.500.12585/3553>
- SFK. (s.f). *Inductor de rodamiento portátil TWIM 15*. <https://www.skf.com>
- Schleich. (s/f). *MotorAnalyzer2. Universal tester for electric motors and windings*. http://wicklungen.de/admin/pic/produktpdf/1645-SCHLEICH_EN_brochure_MotorAnalyzer2R2.pdf
- Schleinch. (s.f.). *Comprobadores de motores eléctricos y bobinados*. recuperado en: https://cdn.schleich.com/wp-content/uploads/2019/11/06113315/SCHLEICH_ESP_Descripcion-de-productos_motoresbobinados.pdf
- Tecfresh. (2022). *Megohmetro Digital Comprobador De Resistencia De Aislamiento (1507)*, | TecFresh. <https://tecfresh.com/producto/megohmetro-digital-comprobador-de-resistencia-de-aislamiento-1507/>
- Tenemasa, D., & Lozano, D. (2024). *Diagnóstico del estado de grupo generador transformador basado en pruebas de campo en la central hidroeléctrica Molino Unidad 8*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/29003/1/UPS-CT011767.pdf>
- Tonato, J. (2020). *Manual de operación y mantenimiento eléctrico del generador síncrono de una unidad de generación de la central hidroeléctrica paute sopladora*. [Tesis de

pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional UPS.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18457/1/UPS-CT008706.pdf>

UNS. (2020). *Reglamento general para obtener el título profesional (Resolución N° 306-202-CU-R-UNS)*.

WEG. (s.f). *Alternadores sincrónicos línea G plus.*

<https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h7b/h6f/WEG-alternadores-sincronicos-linea-g-plus-y-ag10-50057921-catalogo-espanol-dc.pdf>

WEG. (s.f). *Procedimiento de desmontaje y montaje líneas.*

<https://static.weg.net/medias/downloadcenter/heh/h17/WEG-procedimientos-de-desmontaje-y-montaje-lineas-gy-ag10-10004126501-manual-espanol.pdf>

Wildi, T. (2007) *Máquinas eléctricas y sistemas de potencia*. México: Pearson Educación.

XII. Anexos


Anexo 1:

Protocolo de pruebas en con carga de grupo electrógeno MAV

INVERSIONES MAV E.I.R.L.		CLIENTE	Pesquera Hayduk S.A.						
PROTOCOLO DE PRUEBAS DE GENERADOR		EP.:	Marylín II						
		FECHA	02 - 10 - 2024						
GRUPO ELECTROGENO: Generador eléctrico CAT 3412		STAND BY	PRIME	X					
1. DATOS DE PLACA									
DATOS		G.E		MOTOR					
MARCA		Caterpillar		-					
MODELO		3412		-					
N° SERIE									
POTENCIA	550 kW	HORA INICIO	9:00 am	HORA TERM. 10:00 am					
		HOROMETRO INICIAL	-	HOROMETRO FINAL					
		AVR	-	TRAF0					
2. PRUEBAS CON CARGA									
VOLTAJE SALIDA (VACIO)	TIEMPO	AMPERAJE ALTERNA (AMP)	POTENCIA	VOLTAJE EXCITACIÓN (VDC)	AMPERAJE EXCITACIÓN (AMP)	VOLTAJE PMG RST (VAC)	FRECUENCIA	TEMPERATURA TAPA POSTERIOS (°C)	VOLTAJE DE BATERIA
459	9:00 am	0	0	6.2	0.8	219-220	60.5	24	24
459	9:10 am	124	70	9.1	0.9	220	60.5	24	24
459	9:20 am	253	150	11.7	1	220	60.3	27	24
459	9:30 am	353	212	14.2	1.1	220	60.2	34	24
457	9:40 am	405	262.5	15.8	1.2	220	59.9	42	24
457	9:50 am	476	290.5	17.02	1.3	219-220	59.8	43	24
DIAGNOSTICO: Se realizó pruebas de arranque y operación a carga, verificando correcta funcionamiento del sistema de generación eléctrica.									


Anexo 2:

Protocolo de pruebas iniciales de generador MAV

		SISTEMA INTEGRADO DE GESTION (SIG)						
		INVERSIONES MAV E.I.R.L.						
		CODIGO	F-CAL-SIG-05					
		VERSION	1					
		PAGINA	1 de 2					
PROTOCOLO DE PRUEBAS								
CONTROL DE CALIDAD DEL SERVICIO								
AREA ELECTRICA								
CUENTE:	Hayduk. SA.	PLANTA/EP:	Marilyn II					
FECHA DE INGRESO:		FECHA DE SALIDA:	11-09-2024					
DESCRIPCION:	Generador CAT 3412	AREA:	SALA de maquinas					
FECHA DE SALIDA:			30-09-2024					
1. DATOS DE PLACA:								
RPM:	1800	POTENCIA:	550 KW					
FRECUENCIA:	60 HZ	VOLTAJE:	220/440 vac					
CORRIENTE NOMINAL:	902 Am	CONEXION:	Y					
2. OBSERVACIONES EXTERIORES E INTERIORES:								
CAJA DE CONEXIONES:	OK	VENTILADOR:	avariado					
BORNERAS:	OK	PLATOPRESOR:	OK					
DIODOS:	MAL	TAPA:	Fuera de medida					
REJILLA:	-	TARJETA REGULADOR DE VOLTAJE:	OK					
ROTOR:	MAL/BALANCEAR	ESTATOR:	MAL					
EXCITATRIZ:	MAL	ESTATICA:	MAL					
3. PRUEBAS INICIALES:								
3.1 ESTATOR								
ESCALAS A MEDIR EN "MQ" 1000 VOLTIOS (INSTRUMENTO UTILIZADO: MEDICION MEGOMETRO FLUKE 1507)								
ESTATOR A MASA	R		S		T		CONFORME	OBSERVACIONES
	1-4	7-10	2-5	8-11	3-6	9-12		
	0 Ω	0 MΩ	0 MΩ	0 MΩ	0 MΩ	0 MΩ	NO CONFORME	Aislamiento bajo
ENTRE FASES:	FASE-R		FASE-S		FASE-T		OBSERVACIONES	Se requiere su rebobinado
	(1-4) (7-10)		(2-5) (8-11)		(3-6) (9-12)			
	0 MΩ		0 MΩ		0 MΩ			
	FASE R-S		FASE R-T		FASE S-T			
	(1-4) (2-5)	(1-4) (2-5)	(1-4) (3-6)	(7-10) (9-12)	(2-5) (3-6)	(8-11) (9-12)		
	0	0 MΩ	0 MΩ	0 MΩ	0 MΩ	0 MΩ		
3.2 ROTOR								
ESCALAS A MEDIR EN "MQ" 1000 VOLTIOS (INSTRUMENTO UTILIZADO: MEDICION MEGOMETRO FLUKE 1507)								
F1	F2	CONFORME	OBSERVACIONES					
				NO CONFORME				
0 MΩ	0 MΩ		Bajo Aislamiento					
			X					
3.3 EXCITATRIZ								
ESCALAS A MEDIR EN "MQ" 1000 VOLTIOS (INSTRUMENTO UTILIZADO: MEDICION MEGOMETRO FLUKE 1507)								
R	S	T	CONFORME	OBSERVACIONES				
					NO CONFORME			
0 MΩ	0 MΩ	0 MΩ		Bajo Aislamiento				
3.4 ESTATICA								
ESCALAS A MEDIR EN "MQ" 1000 VOLTIOS (INSTRUMENTO UTILIZADO: MEDICION MEGOMETRO FLUKE 1507)								
F1	F2	CONFORME	OBSERVACIONES					
				NO CONFORME				
0 MΩ	0 MΩ		Bajo Aislamiento					
			X					
AREA MECANICA:								
4. VERIFICACIONES DE EJES, TAPA Y RODAMIENTOS								
	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIONES					
TAPA POSTERIOR:		X	160.042 mm					
EJEN DONDE ASIENTA EL RODAMIENTO	X		75.011 mm					
TIPO RODAJE NUM RODAMIENTOS LADO POSTERIOR:	X		6315 2RS1/CS					
4.1 AJUSTE DE ASIENTOS DE RODAMIENTOS EN EL EJE Y EN LA TAPA: *INSTRUMENTOS UTILIZADOS : MICROMETROS MITUTOYO EXTERIORES E INTERIORES								
RODAMIENTO	POSICION	Ø (mm)		RESULTADO	OBSERVACIONES			
		AJUSTE RECOMENDADO SEGUN DIAMETRO "CASILLAS"	AJUSTE ENCONTRADO					
ASIEN TO DE RODAMIENTO EN EL EJE	LADO ACOPLAMIENTO	Ø H6(15 + 33)	75.011	CONFORME	OK			
ALOJAMIENTO DE RODAMIENTO EN LA TAPA	LADO ACOPLAMIENTO	Ø H6(0 + 40)	160.042	NO CONFORME	Embocinado			
5. CONCLUSIONES:								
El generador presenta bajo aislamiento, se requiere su mantenimiento. G.								
POR SUPERVISOR ELECTRICO: TEC. DEYVID MONTALVO VELASQUEZ			SUPERVISADO POR: MIGUEL DULONG VELASQUEZ					
SUPERVISOR DE OPERACIONES: MARYLAND THOMAS								

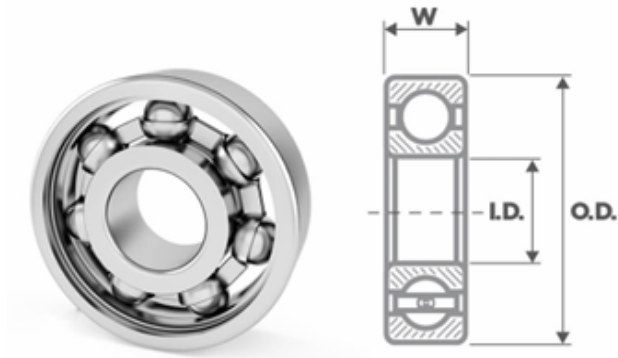
Anexo 3:

Protocolo de pruebas finales de generador MAV

		SISTEMA INTEGRADO DE GESTION (SIG)		CODIGO	F-CAL-SIG-05			
		INVERSIONES MAV E.I.R.L.		VERSION	1			
		PROTOCOLO DE PRUEBAS		PAGINA	2 de 2			
		CONTROL DE CALIDAD DEL SERVICIO						
AREA ELÉCTRICA								
CLIENTE: <i>Haydock S.A.</i>		PLANTA: <i>Marilyn #</i>		FECHA DE INGRESO: <i>11-09-2024</i>				
DESCRIPCIÓN: <i>Generador CAT 3412</i>		ÁREA: <i>Sala de máquinas</i>		FECHA DE SALIDA: <i>30-09-2024</i>				
1. DATOS DE PLACA:								
RPM: <i>1800</i> POTENCIA: <i>550 kW</i> FRECUENCIA: <i>60 Hz</i> VOLTAJE: <i>220/440 vcc</i> CORRIENTE NOMINAL: <i>902 Amp</i> CONEXIÓN: <i>Y</i>								
2. OBSERVACIONES EXTERIORES E INTERIORES:								
CAJA DE CONEXIONES: <i>OK</i>		VENTILADOR: <i>OK</i>		BORNERAS: <i>OK</i>				
DIODOS: <i>OK</i>		TAPA: <i>OK</i>		REJILLA: <i>OK</i>				
ROTOR: <i>OK</i>		ESTATOR: <i>OK</i>		TARJETA REGULADOR DE VOLTAJE: <i>OK</i>				
				ESTÁTICA: <i>OK</i>				
3. PRUEBAS FINALES:								
3.1 ESTATOR ESCALAS A MEDIR EN "MΩ" 1000 VOLTIOS (INSTRUMENTO UTILIZADO: ANALYZER -2)								
ESTATOR A MASA	R		S		T		RESULTADOS	
	1-4	7-10	2-5	8-11	3-6	9-12	CONFORME	
	<i>4.6 Ω</i>	<i>4.6 Ω</i>	<i>4.6 Ω</i>	<i>4.7 Ω</i>	<i>4.7 Ω</i>	<i>4.8 Ω</i>	NO CONFORME	
ENTRE FASES:	FASE-R		FASE-S		FASE-T		OBSERVACIONES	<i>Estator con buen aislamiento</i>
	(1-4) (7-10)		(2-5) (8-11)		(3-6) (9-12)			
	<i>4.929 Ω</i>		<i>4.829 Ω</i>		<i>4.829 Ω</i>			
	FASE-R-S		FASE-R-T		FASE-S-T			
	(1-4) (2-5)	(1-4) (3-6)	(7-10) (9-12)	(2-5) (3-6)	(8-11) (9-12)			
	<i>4.7 Ω</i>	<i>4.8 Ω</i>	<i>4.6 Ω</i>	<i>4.6 Ω</i>	<i>4.7 Ω</i>	<i>4.6 Ω</i>		
3.2 ROTOR ESCALAS A MEDIR EN "MΩ" 1000 VOLTIOS (INSTRUMENTO UTILIZADO: ANALYZER -2)								
F1		F2		RESULTADOS				
<i>4.967 Ω</i>		<i>4.969 Ω</i>		CONFORME	<input checked="" type="checkbox"/>			
				NO CONFORME				
				OBSERVACIONES	<i>OK</i>			
3.3 EXCITATRIZ ESCALAS A MEDIR EN "MΩ" 1000 VOLTIOS (INSTRUMENTO UTILIZADO: ANA)								
R		S		T		RESULTADOS / OBSERVACIONES		
<i>11.057 Ω</i>		<i>11.057 Ω</i>		<i>11.057 Ω</i>		CONFORME	<input checked="" type="checkbox"/>	
						NO CONFORME		
						OBSERVACIONES	<i>OK</i>	
3.4 ESTÁTICA ESCALAS A MEDIR EN "MΩ" 1000 VOLTIOS (INSTRUMENTO UTILIZADO: ANA)								
F1		F2		RESULTADOS				
<i>4.381 Ω</i>		<i>4.381 Ω</i>		CONFORME	<input checked="" type="checkbox"/>			
				NO CONFORME				
				OBSERVACIONES	<i>OK</i>			
AREA MECÁNICA:								
4. VERIFICACIONES DE EJES, TAPA Y RODAMIENTOS								
				OBSERVACIONES				
TAPA POSTERIOR:		CONFORME	NO CONFORME	<i>160.020 mm / OK</i>				
TIPO RODAJE NUM RODAMIENTOS LADO POSTERIOR:		CONFORME	NO CONFORME	<i>75.011 mm / OK</i>				
TIPO RODAJE NUM RODAMIENTOS LADO POSTERIOR:		CONFORME	NO CONFORME	<i>6315 2RS1/C3 - OK</i>				
4.1 AJUSTE FINALES DE ASIENTOS DE RODAMIENTOS EN EL EJE Y EN LA TAPA: *INSTRUMENTOS UTILIZADOS : MICROMETROS MITUTOYO EXTERIORES E INTERIORES								
RODAMIENTO	POSICIÓN	Ø (mm)		Ø (mm)		RESULTADO	OBSERVACIONES	
		AJUSTE RECOMENDADO SEGÚN DIAMETRO "CASILLAS"	AJUSTE ENCONTRADO	AJUSTE DESPUES DE RELLENADO O EMBOCINADO				
ASIENTO DE RODAMIENTO EN EL EJE	LADO ACOPLAMIENTO	Ø H6/ j5 + J3	<i>75.011</i>	<i>75.011</i>	CONFORME	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>OK</i>	
ALOJAMIENTO DE RODAMIENTO EN LA TAPA	LADO ACOPLAMIENTO	Ø H6/ o + Yd	<i>160.042</i>	<i>160.020</i>	CONFORME	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>OK</i>	
5. CONCLUSIONES:								
<i>Generador con buen aislamiento en sus bobinas.</i>								
POR SUPERVISOR ELECTRICO: <i>TEC. DEYVID MONTALVO VELASQUEZ</i>			SUPERVISADO POR: <i>MIGUEL DULONG VELASQUEZ</i>					
SUPERVISOR DE OPERACIONES: <i>MARYLAND THOMAS</i>								

Anexo 4:

Medidas de rodamientos



Dimensiones del rodamiento de bolas serie 6300

Tamaño	Dimensión interior (mm)	Dimensión exterior (mm)	Ancho (mm)	Dinámico (Cr)	Estático (Cor)	Peso (libras)
6300	10	35	11	1720	782	0.12
6301	12	37	12	2185	1142	0.13
6302	15	42	13	2585	1218	0.18
6303	17	47	14	3035	1479	0.24
6304	20	52	15	3552	1771	0.31
6305	25	62	17	4991	2585	0.48
6308	30	72	19	6070	3417	0.77
6307	35	80	21	7464	4316	1.00
6308	40	90	23	9172	5395	1.41
6309	45	100	25	11870	7149	1.92
6310	50	110	27	13938	8610	2.35
6311	55	120	29	16096	10116	3.01
6312	60	130	31	18412	11735	3.74
6313	65	140	33	20840	13466	4.58
6314	70	150	35	23380	15322	5.54
6315	75	160	37	25403	17355	6.84
6316	80	170	39	27651	19491	7.90
6317	85	180	41	29899	21761	9.31
6318	90	190	43	32148	24054	10.80
6319	95	200	45	34396	26752	12.47
6320	100	215	47	38892	31698	15.40
6321	105	225	49	41365	34396	17.71
6322	110	240	50	46086	40465	20.99
6324	120	260	55	47659	42714	28.16
6326	130	280	58	51256	48559	40.26
6328	140	300	62	57326	55078	49.06
6330	150	320	65	64070	67442	58.74

Anexo 5:

Límites de tolerancia de cuna de tapa y eje donde asienta en rodamiento

ISO Tolerances for Shafts (ISO 286-2)

		Nominal Shaft Sizes (mm)																		
over	3	6	10	18	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355
inc.	6	10	18	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400
micrometres																				
Grade		All limits below with + sign																		
a12	-270 -360	-280 -430	-290 -470	-300 -510	-310 -560	-320 -570	-340 -640	-360 -660	-380 -730	-410 -790	-460 -860	-520 -920	-580 -980	-660 -1120	-740 -1200	-820 -1280	-920 -1440	-1050 -1570	-1200 -1770	-1350 -1920
d6	-30 -38	-40 -49	-50 -61	-65 -78	-80 -98	-100 -119	-120 -142	-145 -170	-170 -199	-195 -222	-210 -246	-235 -270	-260 -299	-285 -324	-310 -351	-335 -376	-360 -401	-385 -426	-410 -451	-435 -476
e6	-20 -28	-25 -34	-32 -43	-40 -53	-50 -66	-60 -79	-80 -94	-100 -110	-120 -129	-140 -149	-160 -169	-180 -189	-200 -209	-220 -229	-240 -249	-260 -269	-280 -289	-300 -309	-320 -329	-340 -349
e13	-20 -200	-25 -245	-32 -302	-40 -370	-50 -440	-60 -520	-80 -612	-100 -715	-120 -820	-140 -925	-160 -1030	-180 -1135	-200 -1240	-220 -1345	-240 -1450	-260 -1555	-280 -1660	-300 -1765	-320 -1870	-340 -1975
f5	-10 -15	-13 -19	-16 -24	-20 -29	-25 -36	-30 -43	-36 -51	-43 -61	-50 -70	-60 -79	-70 -89	-80 -99	-90 -109	-100 -119	-110 -129	-120 -139	-130 -149	-140 -159	-150 -169	-160 -179
f6	-10 -18	-13 -22	-16 -27	-20 -33	-25 -41	-30 -49	-36 -58	-43 -68	-50 -79	-60 -89	-70 -99	-80 -109	-90 -119	-100 -129	-110 -139	-120 -149	-130 -159	-140 -169	-150 -179	-160 -189
f7	-10 -22	-13 -28	-16 -34	-20 -41	-25 -50	-30 -60	-36 -71	-43 -83	-50 -96	-60 -108	-70 -120	-80 -132	-90 -144	-100 -156	-110 -168	-120 -180	-130 -192	-140 -204	-150 -216	-160 -228
g5	-4 -9	-5 -11	-6 -14	-7 -16	-9 -20	-10 -23	-12 -27	-14 -32	-16 -37	-18 -42	-20 -47	-22 -52	-24 -57	-26 -62	-28 -67	-30 -72	-32 -77	-34 -82	-36 -87	-38 -92
g6	-4 -12	-5 -14	-6 -17	-7 -20	-9 -25	-10 -29	-12 -34	-14 -39	-16 -44	-18 -49	-20 -54	-22 -59	-24 -64	-26 -69	-28 -74	-30 -79	-32 -84	-34 -89	-36 -94	-38 -99
g7	-4 -16	-5 -20	-6 -24	-7 -28	-9 -34	-10 -40	-12 -47	-14 -54	-16 -61	-18 -69	-20 -77	-22 -85	-24 -93	-26 -101	-28 -109	-30 -117	-32 -125	-34 -131	-36 -137	-38 -143
h4	0 -4	0 -4	0 -5	0 -6	0 -7	0 -8	0 -10	0 -12	0 -15	0 -18	0 -22	0 -27	0 -32	0 -37	0 -42	0 -47	0 -52	0 -57	0 -62	0 -67
h5	0 -5	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -15	0 -18	0 -22	0 -27	0 -32	0 -37	0 -42	0 -47	0 -52	0 -57	0 -62	0 -67	0 -72	0 -77
h6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -16	0 -19	0 -22	0 -25	0 -29	0 -32	0 -35	0 -39	0 -42	0 -45	0 -49	0 -52	0 -55	0 -58	0 -61	0 -64
h7	0 -12	0 -15	0 -18	0 -21	0 -25	0 -30	0 -36	0 -42	0 -48	0 -54	0 -60	0 -66	0 -72	0 -78	0 -84	0 -90	0 -96	0 -102	0 -108	0 -114
h8	0 -18	0 -22	0 -27	0 -33	0 -39	0 -46	0 -54	0 -63	0 -72	0 -81	0 -90	0 -99	0 -108	0 -117	0 -126	0 -135	0 -144	0 -153	0 -162	0 -171
h9	0 -30	0 -36	0 -43	0 -52	0 -62	0 -74	0 -87	0 -100	0 -115	0 -130	0 -145	0 -160	0 -175	0 -190	0 -205	0 -220	0 -235	0 -250	0 -265	0 -280
h10	0 -48	0 -58	0 -70	0 -84	0 -100	0 -120	0 -140	0 -160	0 -180	0 -200	0 -220	0 -240	0 -260	0 -280	0 -300	0 -320	0 -340	0 -360	0 -380	0 -400
h11	0 -75	0 -90	0 -110	0 -130	0 -160	0 -190	0 -220	0 -250	0 -280	0 -310	0 -340	0 -370	0 -400	0 -430	0 -460	0 -490	0 -520	0 -550	0 -580	0 -610
h12	0 -120	0 -150	0 -180	0 -210	0 -250	0 -300	0 -350	0 -400	0 -450	0 -500	0 -550	0 -600	0 -650	0 -700	0 -750	0 -800	0 -850	0 -900	0 -950	0 -1000
j5	+3 -2	+4 -2	+5 -3	+5 -4	+6 -5	+6 -7	+8 -9	+9 -11	+10 -13	+11 -15	+12 -18	+13 -21	+14 -25	+15 -29	+16 -33	+17 -37	+18 -41	+19 -45	+20 -49	+21 -53
j6	+6 -2	+7 -2	+8 -3	+9 -4	+11 -5	+12 -7	+13 -9	+14 -11	+15 -13	+16 -15	+17 -17	+18 -19	+19 -21	+20 -23	+21 -25	+22 -27	+23 -29	+24 -31	+25 -33	+26 -35
j7	+8 -4	+10 -5	+12 -6	+13 -8	+15 -10	+18 -12	+20 -15	+22 -18	+25 -21	+28 -24	+31 -27	+34 -30	+37 -33	+40 -36	+43 -39	+46 -42	+49 -45	+52 -48	+55 -51	+58 -54
js5	+2.5 -2.5	+3 -3	+4 -4	+4.5 -4.5	+5.5 -5.5	+6.5 -6.5	+8 -8	+9.5 -9.5	+11 -11	+12.5 -12.5	+14.5 -14.5	+16.5 -16.5	+18.5 -18.5	+20.5 -20.5	+22.5 -22.5	+24.5 -24.5	+26.5 -26.5	+28.5 -28.5	+30.5 -30.5	+32.5 -32.5
js6	+4 -4	+4.5 -4.5	+5.5 -5.5	+6.5 -6.5	+8 -8	+9.5 -9.5	+11 -11	+12.5 -12.5	+14.5 -14.5	+16.5 -16.5	+18.5 -18.5	+20.5 -20.5	+22.5 -22.5	+24.5 -24.5	+26.5 -26.5	+28.5 -28.5	+30.5 -30.5	+32.5 -32.5	+34.5 -34.5	+36.5 -36.5
js7	+6 -6	+7.5 -7.5	+9 -9	+10.5 -10.5	+12.5 -12.5	+15 -15	+17.5 -17.5	+20 -20	+23 -23	+26 -26	+29 -29	+32 -32	+35 -35	+38 -38	+41 -41	+44 -44	+47 -47	+50 -50	+53 -53	+56 -56
k5	+6 +1	+7 +1	+9 +1	+11 +2	+13 +2	+15 +2	+18 +3	+21 +3	+24 +4	+27 +4	+30 +4	+33 +4	+36 +4	+39 +4	+42 +4	+45 +4	+48 +4	+51 +4	+54 +4	+57 +4
k6	+9 +1	+10 +1	+12 +1	+15 +2	+18 +2	+21 +2	+25 +3	+29 +3	+33 +4	+37 +4	+41 +4	+45 +4	+49 +4	+53 +4	+57 +4	+61 +4	+65 +4	+69 +4	+73 +4	+77 +4
k7	+13 +1	+16 +1	+19 +1	+23 +2	+27 +2	+32 +2	+38 +3	+44 +3	+50 +4	+56 +4	+62 +4	+68 +4	+74 +4	+80 +4	+86 +4	+92 +4	+98 +4	+104 +4	+110 +4	+116 +4
m5	+9 +4	+12 +6	+15 +7	+17 +8	+20 +9	+24 +11	+28 +13	+33 +15	+37 +17	+41 +19	+45 +21	+49 +23	+53 +25	+57 +27	+61 +29	+65 +31	+69 +33	+73 +35	+77 +37	+81 +39
m6	+12 +4	+15 +6	+18 +7	+21 +8	+25 +9	+30 +11	+35 +13	+40 +15	+45 +17	+50 +19	+55 +21	+60 +23	+65 +25	+70 +27	+75 +29	+80 +31	+85 +33	+90 +35	+95 +37	+100 +39
m7	+16 +4	+21 +6	+25 +7	+29 +8	+34 +9	+41 +11	+48 +13	+55 +15	+63 +17	+70 +19	+78 +21	+86 +23	+94 +25	+102 +27	+110 +29	+118 +31	+126 +33	+134 +35	+142 +37	+150 +39
n5	+13 +8	+16 +10	+20 +12	+24 +15	+28 +17	+33 +20	+38 +23	+45 +27	+51 +31	+58 +35	+65 +39	+72 +43	+80 +47	+88 +51	+96 +55	+104 +59	+112 +63	+120 +67	+128 +71	+136 +75
n6	+16 +8	+19 +10	+23 +12	+28 +15	+33 +17	+39 +20	+45 +23	+52 +27	+60 +31	+68 +35	+76 +39	+84 +47	+92 +51	+100 +55	+108 +59	+116 +63	+124 +67	+132 +71	+140 +75	+148 +79
n7	+20 +8	+25 +10	+30 +12	+36 +15	+42 +17	+50 +20	+58 +23	+67 +27	+77 +31	+86 +35	+96 +39	+106 +47	+116 +51	+126 +55	+136 +59	+146 +63	+156 +67	+166 +71	+176 +75	+186 +79
p5	+17 +12	+21 +15	+26 +18	+31 +22	+37 +28	+45 +32	+52 +37	+61 +43	+70 +49	+80 +55	+90 +61	+100 +67	+110 +73	+120 +79	+130 +85	+140 +91	+150 +97	+160 +103	+170 +109	+180 +115
p6	+20 +12	+24 +15	+29 +18	+35 +22	+42 +28	+51 +32	+59 +37	+68 +43	+78 +49	+88 +55	+98 +61	+108 +67	+118 +73	+128 +79	+138 +85	+148 +91	+158 +97	+168 +103	+178 +109	+188 +115
ps	+23 +15	+28 +19	+34 +23	+41 +28	+50 +34	+60 +41	+70 +43	+80 +51	+90 +59	+100 +67	+110 +75	+120 +83	+130 +91	+140 +99	+150 +107	+160 +115	+170 +123	+180 +131	+190 +139	+200 +147
rc	3	6	10	18	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355
inc.	6	10	18	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400
micrometres																				