

**Universidad Nacional de Ingeniería**

**Facultad de Ingeniería Mecánica**



TESIS

**Propuesta de Mejora en el Diseño de Cabinas para Optimizar los  
Costos de Reparación de Grupos Electrónicos en SEDAPAL**

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista

Elaborado por

Ever Rubén Maldonado Berrospi

 [0009-0006-4521-5672](https://orcid.org/0009-0006-4521-5672)

Asesor

Dr. Manuel Augusto Villavicencio Chávez

 [0000-0003-0142-7930](https://orcid.org/0000-0003-0142-7930)

LIMA – PERÚ

2025

---

Citar/How to cite	(Maldonado Berrospi, 2024)
Referencia/Reference	Maldonado Berrospi, E. R. (2024). <i>Diseño y mejora económica de las cabinas para el correcto funcionamiento de grupos electrógenos existentes en la institución pública SEDAPAL</i> . [Tesis, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

---

### ***Dedicatoria***

*Le dedico el resultado de este trabajo a mis padres, quienes fueron los que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los menos malos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca el rumbo ni decaer en el intento.*

*Me han enseñado a ser la persona que soy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño.*

### **Agradecimientos**

Me gustaría agradecer a la Universidad Nacional de Ingeniería por abrirme las puertas dentro de su facultad de Ingeniería Mecánica y brindarme la oportunidad de avanzar en mi carrera profesional. Agradezco especialmente a todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Mecánica por su constante apoyo y dedicación en mi formación como profesional.

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo mejorar el diseño de las cabinas de los grupos electrógenos utilizados en la institución pública SEDAPAL, con el fin de reducir los costos de reparación y optimizar su funcionamiento. Actualmente, los generadores operan en condiciones inadecuadas, sin una infraestructura que garantice su correcto desempeño, lo que genera sobrecalentamiento, fallas recurrentes y altos costos de mantenimiento. Para abordar esta problemática, se propone un diseño que integre sistemas de ventilación, insonorización y protección estructural, asegurando condiciones óptimas para el equipo y el personal encargado de su operación.

La metodología utilizada es de tipo aplicada, con un diseño pre-experimental, centrándose en el análisis de las condiciones actuales de los generadores y la implementación de mejoras a través de pruebas de rendimiento. Se emplearon herramientas como fichas de recolección de datos y observación directa para identificar deficiencias en las cabinas existentes, evaluando aspectos como ventilación, insonorización, cimentación y sistemas de escape. Los datos obtenidos permitieron establecer parámetros técnicos para el rediseño de las cabinas, considerando normativas vigentes para su implementación.

El diseño propuesto contempla la instalación de cabinas con mayor espacio, sistemas de ventilación eficientes y mejoras en la gestión de los gases de escape, reduciendo la exposición del equipo a factores ambientales adversos. Se prevé la inclusión de materiales fonoabsorbentes para minimizar el ruido y garantizar condiciones seguras de trabajo. Además, se plantea un sistema de monitoreo continuo para evaluar el rendimiento del grupo electrógeno y prevenir fallas a través de mantenimientos predictivos.

Finalmente, el análisis económico demuestra la viabilidad del proyecto, mostrando que la inversión en cabinas optimizadas representa una reducción significativa en los costos operativos y de reparación a largo plazo. Se concluye que la implementación de estas mejoras contribuirá a la eficiencia energética, la prolongación de la vida útil de los equipos y la seguridad del personal. Las recomendaciones incluyen la adopción de un plan de mantenimiento periódico y la capacitación del personal en la operación de los grupos electrógenos en las nuevas condiciones optimizadas.

## **ABSTRACT**

The purpose of this research is to improve the design of the generator cabins used in the public institution SEDAPAL, in order to reduce repair costs and optimize their operation. Currently, generators operate in inadequate conditions, without an infrastructure that guarantees their correct performance, which generates overheating, recurrent failures and high maintenance costs. To address this problem, we propose a design that integrates ventilation, soundproofing and structural protection systems, ensuring optimal conditions for the equipment and the personnel in charge of its operation.

The methodology used is applied, with a pre-experimental design, focusing on the analysis of the current conditions of the generators and the implementation of improvements through performance tests. Tools such as data collection forms and direct observation were used to identify deficiencies in the existing cabins, evaluating aspects such as ventilation, soundproofing, foundations and exhaust systems. The data obtained made it possible to establish technical parameters for the redesign of the cabins, taking into account current regulations for their implementation.

The proposed design contemplates the installation of cabins with more space, efficient ventilation systems and improvements in exhaust gas management, reducing the exposure of the equipment to adverse environmental factors. Sound-absorbing materials will be used to minimize noise and ensure safe working conditions. In addition, a continuous monitoring system is proposed to evaluate the genset performance and prevent failures through predictive maintenance.

Finally, the economic analysis demonstrates the feasibility of the project, showing that the investment in optimized cabins represents a significant reduction in operating and repair costs in the long term. It is concluded that the implementation of these improvements will contribute to energy efficiency, extended equipment life and personnel safety. Recommendations include the adoption of a periodic maintenance plan and training of personnel in the operation of the generator sets under the new optimized conditions.

## PRÓLOGO

El presente trabajo de investigación aborda una problemática de gran relevancia para la operatividad de los grupos electrógenos en la institución pública SEDAPAL, esenciales para garantizar la continuidad del suministro eléctrico en situaciones de emergencia. La inadecuada infraestructura de las cabinas de estos equipos ha generado múltiples inconvenientes operativos, que van desde el sobrecalentamiento hasta elevados costos de mantenimiento y riesgos para la seguridad del personal. Frente a esta situación, se plantea la necesidad de diseñar y mejorar las cabinas de los grupos electrógenos, con el propósito de optimizar su funcionamiento, prolongar su vida útil y reducir costos asociados a reparaciones frecuentes.

Este documento se estructura en cuatro capítulos que desarrollan de manera detallada los aspectos fundamentales del estudio. En el primer capítulo se presenta la introducción, donde se expone la problemática identificada, los objetivos generales y específicos, así como los antecedentes nacionales e internacionales relacionados con el tema. Se plantea la hipótesis de que la mejora en el diseño de las cabinas tendrá un impacto positivo en la eficiencia operativa de los grupos electrógenos y en la reducción de costos de mantenimiento.

El segundo capítulo está dedicado al marco teórico y conceptual, proporcionando una base sólida para el desarrollo del estudio mediante la revisión de conceptos clave relacionados con los grupos electrógenos, sus componentes principales y los factores que inciden en su rendimiento. Se abordan aspectos como la ventilación, insonorización, cimentación y normativas vigentes para el diseño de cabinas adecuadas, asegurando así un enfoque técnico riguroso y fundamentado en la literatura especializada.

En el tercer capítulo se detalla el desarrollo de la investigación, que incluye el diagnóstico de la situación actual de los grupos electrógenos en SEDAPAL, la identificación de deficiencias en el diseño de las cabinas y la propuesta de mejoras basadas en criterios técnicos y económicos. Se establecen los parámetros clave para la implementación del diseño optimizado, considerando factores como el flujo de aire, reducción de ruido, resistencia estructural y accesibilidad para el mantenimiento.

Finalmente, el cuarto capítulo presenta el análisis de los resultados obtenidos y la discusión de los mismos, con el fin de validar la viabilidad técnica y económica de la propuesta planteada. Se concluye que la implementación de un diseño mejorado permitirá optimizar el rendimiento de los grupos electrógenos, garantizar su operatividad en condiciones adversas y generar ahorros significativos para la institución. Se brindan recomendaciones para la ejecución del proyecto y la adopción de buenas prácticas en la gestión de estos equipos críticos para la operación de SEDAPAL.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vi</b>
<b>PRÓLOGO .....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULO I GENERALIDADES.....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes de la Investigación.....	1
1.1.1 Antecedentes Internacionales .....	1
1.1.2 Antecedentes nacionales.....	2
1.2 Identificación y descripción del problema de investigación.....	4
1.3 Formulación del problema.....	6
1.3.1 Problema principal:.....	6
1.3.2 Problemas específicos: .....	6
1.4 Objetivo del Estudio .....	6
1.4.1 Objetivo General .....	6
1.4.2 Objetivos Específicos .....	6
1.5 Hipótesis.....	7
1.5.1 Hipótesis general.....	7
1.5.2 Hipótesis específica.....	7
1.6 Variables y operacionalización de variables.....	7
1.7 Metodología de la investigación .....	8
1.7.1 Tipo y diseño de la investigación .....	8
1.7.2 Unidad de análisis .....	9
1.7.3 Matriz de consistencia .....	10
<b>CAPITULO II MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL .....</b>	<b>11</b>
2.1 Marco Teórico.....	11
2.1.1 Grupo electrógeno.....	11
2.1.2 Componentes del grupo electrógeno: .....	12
2.1.3 Montaje mecánico .....	15
2.1.4 Cimentación .....	16
2.1.5 Sistema de escape.....	18
2.1.6 Sistema de ventilación.....	19

2.1.7	Sistema de combustible.....	22
2.1.8	Sistema de insonorización.....	22
2.1.9	Sistema eléctrico .....	23
2.1.10	Normativa para el diseño de cabinas para grupos electrógenos .....	24
2.2	Marco Conceptual.....	25
2.2.1	Cabinas: .....	25
2.2.2	Características principales:.....	25
2.2.3	Tipos de cabinas. ....	26
2.2.4	Caudal:.....	26
2.2.5	Montaje: .....	26
2.2.6	Combustible: .....	27
<b>CAPITULO III DESARROLLO DE LA TESIS.....</b>		<b>28</b>
3.1	Análisis del estado inicial de las cabinas grupos electrógenos.....	28
3.1.1	Análisis técnico del estado inicial.....	28
3.2	Parámetros del diseño y mejora de las cabinas GE .....	34
3.2.1	Cabina para el GE Modasa modelo MP-150l.....	34
3.2.2	Cabina para el GE Modasa modelo MP-180l.....	42
<b>CAPITULO IV ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS .....</b>		<b>59</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>62</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>63</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>		<b>64</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>71</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Operacionalización de variables .....	7
<b>Tabla 2</b>	Matriz de consistencia .....	10
<b>Tabla 3</b>	Ficha técnica del GE Modasa modelo MP-150I .....	29
<b>Tabla 4</b>	Ficha técnica del GE modasa MP-180I.....	32
<b>Tabla 5</b>	Silenciadores, según su flujo de gases - 1 .....	37
<b>Tabla 6</b>	Silenciadores, según su flujo de gases- 2.....	45
<b>Tabla 7</b>	Cuadro comparativo entre sistemas del GE modasa modelo MP-150I .....	51
<b>Tabla 8</b>	Cuadro comparativo entre sistemas del GE modasa modelo MP-180I .....	52
<b>Tabla 9</b>	Presupuesto para cabinas nuevas.....	53
<b>Tabla 10</b>	Flujo efectivo neto.....	55
<b>Tabla 11</b>	Cuadro resumen de todos los resultados obtenidos. ....	58
<b>Tabla 12</b>	Cuadro de contrastación de hipótesis.....	60

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Grupo electrógeno en SEDAPAL .....	5
<b>Figura 2</b>	Grupo electrógeno .....	12
<b>Figura 3</b>	Componentes de un grupo electrógeno .....	15
<b>Figura 4</b>	Montaje de GE .....	16
<b>Figura 5</b>	Cimentación para GE.....	18
<b>Figura 6</b>	Sistema de escape de GE.....	19
<b>Figura 7</b>	Sistema de ventilación de GE .....	21
<b>Figura 8</b>	Tipos de sistemas de ventilación en GE.....	21
<b>Figura 9</b>	Sistema de combustible en GE .....	22
<b>Figura 10</b>	Tablero de control de un GE .....	23
<b>Figura 11</b>	Sistema eléctrico de GE.....	24
<b>Figura 12</b>	Ubicación 1 del grupo electrógeno Modasa modelo MP-150I.....	28
<b>Figura 13</b>	Ubicación 2 del grupo electrógeno Modasa modelo MP-150I.....	29
<b>Figura 14</b>	Interior del ambiente del GE modasa MP-180I.....	31
<b>Figura 15</b>	Exterior del ambiente del GE modasa MP-180I.....	31
<b>Figura 16</b>	Medidas de sistema de escape.....	35
<b>Figura 17</b>	Sistema de tubería del GE modasa MP-150I .....	37
<b>Figura 18</b>	Tipo de sistema de ventilación para el GE modasa MP-150I .....	39
<b>Figura 19</b>	Sistema de combustible para el GE modasa MP-150I .....	40
<b>Figura 20</b>	Catálogo de tanque del GE transportables según su capacidad en litros, para el modelo MP-150I .....	42
<b>Figura 21</b>	Medidas del sistema de escape N°2 .....	43
<b>Figura 22</b>	Sistema de tubería del grupo electrógeno GE modasa MP-180I.....	45
<b>Figura 23</b>	Sistema de combustible .....	47
<b>Figura 24</b>	Catálogo de tanque de GE transportables según su capacidad en litros, para el modelo, MP-180I .....	49

# CAPÍTULO I GENERALIDADES

## 1.1 Antecedentes de la Investigación

### 1.1.1 *Antecedentes Internacionales*

Muñoz (2023), planteó como objetivo el estudio de la instalación de un grupo electrógeno en una embarcación pesquera, utilizando una metodología de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y diseño experimental. Se emplearon herramientas de software como AutoCAD y Autodesk, y se recopiló información mediante la técnica de observación, utilizando una ficha estructurada. Los resultados iniciales evidenciaron que los generadores de la cámara de máquinas están ubicados bajo cubierta, lo que podría exponerlos a riesgos como el contacto con el agua o incendios en caso de un uso inadecuado. En términos de parámetros técnicos, se determinó que el nivel de iluminación en las distintas áreas fue de 200 lux, logrando una potencia luminosa de 2970 lúmenes. El sistema de escape, de tipo axial, cuenta con dos cámaras de expansión, un diámetro de tubería interior de 45 mm y un diámetro exterior de 150 mm. Además, se implementó un soporte antivibratorio para el grupo electrógeno con una rigidez de 858375 N/m. En conclusión, las mejoras propuestas optimizan las condiciones operativas y de seguridad del grupo electrógeno, asegurando su adecuado funcionamiento en la embarcación pesquera.

Wilberger (2021), La tesis tuvo como objetivo calcular y diseñar la instalación eléctrica para la selección del grupo electrógeno (GE) y elaborar el informe de seguridad de la empresa MAXEPA S.R.L., aplicando una metodología de tipo aplicada con enfoque cuantitativo. Los resultados obtenidos indicaron que el ancho de las salidas de cada ambiente era de 0,96 metros, mientras que el sistema de ventilación en el proceso de extracción de calor presentó una capacidad cuatro veces mayor en los lados con dimensiones relacionadas con dicha extracción. Se concluyó que el desarrollo del proyecto permitió un acercamiento al entorno laboral del sector industrial, brindando la oportunidad de adquirir experiencia en la optimización del sistema eléctrico.

Sánchez (2021), El objetivo del estudio fue analizar el calor y la caracterización térmica al instalar un banco de carga en un grupo electrógeno (GE), utilizando una metodología aplicada y enfoque cuantitativo debido a los valores numéricos

obtenidos a partir de los cálculos. Los resultados del modelo seleccionado indicaron que, para la ventilación del grupo electrógeno, se requieren tres ventiladores, y que el sistema, que inicialmente operaba a una temperatura de 80°C, lograría reducirla a 10,78°C tras la implementación del modelo. Como conclusión, se destacó que, aunque el modelo elegido es más costoso debido a que la diferencia con otro modelo se debe a un ventilador adicional que genera una diferencia de 200 euros, este modelo permite alcanzar el objetivo de manera más efectiva.

Pomier (2019), El objetivo del estudio fue el redimensionamiento de la instalación del grupo electrógeno (GE) en el centro de salud Arco Iris, utilizando una metodología aplicada con diseño experimental. Los resultados obtenidos indicaron que las dimensiones de la sala son de 4,20 m de longitud, 3 m de ancho y 2,70 m de altura. Se diseñó un canal de chapa metálica para el sistema de ventilación, y el escape fue configurado con un ángulo entre 30° y 45° utilizando tubería sin soldadura. Además, se implementó un aislante térmico de lana mineral, que no supera los 70°C, y el sistema de refrigeración fue conectado al radiador tubular de aletas. Como conclusión, se determinó que la potencia del GE es de 90 KVA, mientras que la clínica contaba con un GE de 200 KVA, lo que permitirá un ahorro significativo de combustible. Sin embargo, se concluyó que las condiciones de la sala donde se instaló el grupo electrógeno no cumplen con las medidas requeridas.

### **1.1.2 Antecedentes nacionales**

Riveros (2022), El objetivo general de la investigación fue el diseño del sistema de ventilación para el ambiente del grupo electrógeno (GE), empleando una metodología aplicada con diseño no experimental. La población considerada fue toda la sala de generación de energía de la empresa en estudio. Los resultados obtenidos mostraron que, inicialmente, los parámetros críticos identificados fueron: el flujo de ventilación de entrada por las ventanas 1 y 2, que fue de 19,03 m<sup>3</sup>/s; el flujo de ventilación de escape por el portón, de 18,91 m<sup>3</sup>/s; y el calor generado por los GE, que alcanzó los 533,75 kW. A partir de estos datos, se diseñó un sistema para la salida del flujo de aire a través del portón, con un área de 13,90 m<sup>2</sup>, una velocidad promedio de 1,36 m/s y un caudal de 18,91 m<sup>3</sup>/s. Como conclusión, se logró un diseño del sistema de ventilación que mejoró los parámetros iniciales, alcanzando un flujo de aire de 51,20 m<sup>3</sup>/s y reduciendo la temperatura ambiente de 43°C a 35,5°C.

Euribe (2022), El objetivo de la investigación fue crear y diseñar un sistema que garantice la seguridad en la operación del grupo electrógeno, siendo de tipo aplicada. Los resultados obtenidos incluyeron el diseño de un grupo electrógeno de 500 kW con un sistema de combustible de 233 galones, un sistema de expulsión de gases mediante ducto circular y un sistema de ventilación con dimensiones de 1,70 m x 1,30 m. Como conclusión, se estableció que el grupo electrógeno asegurará la continuidad de los procesos económicos.

Salas (2021), El objetivo de la investigación fue diseñar un proceso de cimentación dinámica para un grupo electrógeno estacionario de 190 kVA, utilizando una metodología aplicada con diseño preexperimental. Los resultados obtenidos mostraron que, al calcular los niveles de amplitud del sistema máquina y cimentación para cargas de  $20\%W_{maq}$ ,  $1\%W_{maq}$  y  $10\%W_{maq}$ , la amplitud varió entre 0,08 y 0,74. Para las vibraciones verticales a una amplitud de 1800 rpm, el rango obtenido fue de 0,036 a 0,054 mm. En cuanto a la cimentación, los resultados para un grado de libertad no amortiguado forzado fueron de 0,0433 mm, mientras que para dos grados de libertad no amortiguados libres, el valor fue de 0,25 mm. Se concluyó que el proceso de análisis y diseño es confiable y sencillo, conforme a la norma ACI\_351.3R-18.

Castro (2019), en su investigación tuvo como objetivo principal de la investigación fue diseñar y dimensionar las instalaciones eléctricas necesarias para implementar un nuevo grupo electrógeno en los ambientes de Floresta de Caracol Televisión S.A. La investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y diseño experimental. Los resultados iniciales revelaron que en la situación actual de la empresa existían fallas en los cables de media tensión, fusibles, soportes plásticos, módulos de control, entre otros, y que no contaba con una base de datos de las fallas ocurridas en los últimos años. Ante estos problemas, se implementaron soluciones, como la adición de un sistema de respaldo para prevenir contingencias importantes. En cuanto a la situación inicial, se elaboró un diagrama unifilar que incluye las subestaciones existentes y el sistema de respaldo, garantizando que la mejor solución no afectará el desarrollo de las actividades de la empresa.

## **1.2 Identificación y descripción del problema de investigación**

Los grupos electrógenos en la institución pública SEDAPAL cumplen un papel fundamental en la continuidad operativa ante interrupciones del suministro eléctrico. Sin embargo, las condiciones actuales en las que se encuentran instalados no son adecuadas para su óptimo funcionamiento, lo que ocasiona fallas recurrentes, altos costos de mantenimiento y riesgos operativos. La falta de un diseño adecuado en las cabinas de protección ha generado problemas como sobrecalentamiento, exposición a la intemperie y deficiencias en la ventilación, lo que disminuye la eficiencia y vida útil de los equipos. La inadecuada disposición de los espacios de mantenimiento también limita la capacidad del personal para realizar intervenciones correctivas de manera eficiente, incrementando el tiempo de inactividad de los equipos.

Uno de los problemas más críticos es el sobrecalentamiento de los grupos electrógenos debido a la deficiente ventilación en las cabinas actuales. Las altas temperaturas internas provocan un desgaste acelerado de los componentes, lo que conlleva a frecuentes averías y paradas inesperadas del sistema. La ausencia de un flujo de aire adecuado impide la disipación eficiente del calor generado durante la operación del equipo, afectando su rendimiento. Además, la acumulación de calor en espacios reducidos incrementa el riesgo de fallos eléctricos y mecánicos, lo que representa una amenaza para la continuidad de las operaciones de la institución y puede generar pérdidas económicas significativas.

Otro aspecto relevante es la falta de un sistema efectivo de insonorización en las cabinas, lo que genera un nivel elevado de ruido en el entorno de trabajo. Esta situación no solo afecta el confort de los operarios, sino que también incumple con normativas de seguridad y salud ocupacional, exponiendo al personal a riesgos auditivos. La ausencia de materiales fonoabsorbentes en las cabinas contribuye a la propagación del ruido en las instalaciones, lo que puede interferir con la comunicación efectiva del personal y aumentar la posibilidad de accidentes laborales. La implementación de un sistema de insonorización adecuado es clave para mejorar las condiciones de trabajo y garantizar el cumplimiento de las regulaciones vigentes.

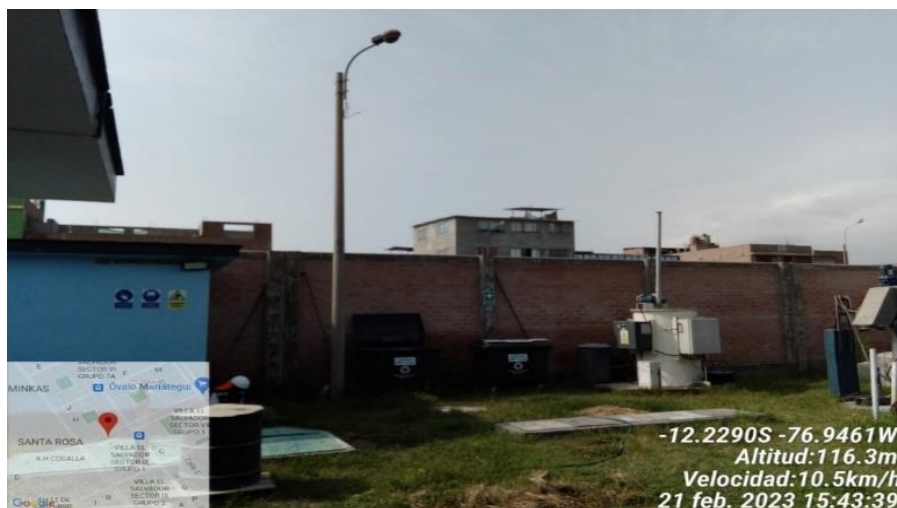
Además de los problemas técnicos, la falta de un diseño adecuado de las cabinas también implica desafíos económicos para la institución. Los costos de reparación y

mantenimiento se han incrementado considerablemente debido a la necesidad de intervenciones frecuentes para corregir fallas ocasionadas por las condiciones ambientales adversas. La exposición a la humedad, polvo y otros agentes externos sin la protección adecuada ha acelerado el deterioro de los componentes, requiriendo sustituciones prematuras y generando gastos imprevistos. La implementación de un diseño optimizado permitirá reducir estos costos mediante un mantenimiento más eficiente y prolongar la vida útil de los equipos.

En resumen, la deficiencia en el diseño de las cabinas de los grupos electrógenos en SEDAPAL representa un problema multifacético que afecta la operatividad, seguridad y economía de la institución. La investigación busca abordar esta problemática mediante un rediseño integral de las cabinas, considerando aspectos como ventilación, insonorización y protección estructural para mejorar el rendimiento de los equipos. Con la implementación de un diseño optimizado, se espera garantizar un funcionamiento eficiente, reducir los costos de mantenimiento y mejorar las condiciones laborales del personal, asegurando así la sostenibilidad operativa de SEDAPAL en el largo plazo.

### **Figura 1**

*Grupo electrógeno en SEDAPAL*



**Nota.** elaboración propia

Se plantean los problemas en la investigación:

### **1.3 Formulación del problema**

#### **1.3.1 Problema principal:**

¿Cuáles son las deficiencias en el diseño de las cabinas que ocasionan un aumento en los costos de reparación de los grupos electrógenos en SEDAPAL?

#### **1.3.2 Problemas específicos:**

- ¿Qué características del diseño actual de las cabinas están contribuyendo al sobrecalentamiento y fallas recurrentes en los grupos electrógenos?
- ¿Cómo afecta la falta de espacio y ventilación en las cabinas al mantenimiento y funcionamiento eficiente de los grupos electrógenos?
- ¿Cuáles son los costos asociados al diseño mejorado de las cabinas y cómo estos impactan en la viabilidad económica para su implementación en los grupos electrógenos de SEDAPAL?

### **1.4 Objetivo del Estudio**

#### **1.4.1 Objetivo General**

Mejorar el diseño de las cabinas para reducir los costos de reparación en los grupos electrógenos de la institución pública SEDAPAL.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Identificar las deficiencias actuales en el diseño de las cabinas y su impacto en los costos de reparación de los grupos electrógenos en la institución pública SEDAPAL.
- Establecer parámetros técnicos para el diseño mejorado de las cabinas de los grupos electrógenos en la institución pública SEDAPAL.
- Evaluar la viabilidad económica del diseño mejorado de las cabinas para garantizar su implementación en la institución pública SEDAPAL.

## 1.5 Hipótesis

### 1.5.1 Hipótesis general

El mejoramiento del diseño de las cabinas reduce los costos de reparación en los grupos electrógenos de la institución pública SEDAPAL.

### 1.5.2 Hipótesis específica

- La identificación de las deficiencias en el diseño actual de las cabinas permite establecer las principales causas del aumento en los costos de reparación.
- Establecer parámetros adecuados mejora el diseño de las cabinas para los grupos electrógenos en la institución pública SEDAPAL.
- El diseño mejorado de las cabinas es económicamente viable, ya que reduce los costos de reparación a largo plazo en los grupos electrógenos de SEDAPAL.

## 1.6 Variables y operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
V.I.: Diseño mejorado de las cabinas	Diseño que incorpora mejoras técnicas y estructurales en las cabinas de los grupos electrógenos para optimizar su rendimiento (Caicedo, 2020)	Ventilación	Flujo de aire(m <sup>3</sup> /s) Temperatura (°C)
		Insonorización	Nivel de ruido (dB) Material fonoabsorbente
		Cimentación	Tipo de base Dimensiones(m)
		Sistema de escape	Contrapresión (kPa)

			Diámetro de tubería (mm)
		sistema de combustible	Capacidad del tanque (L) y tipo de tubería
		Eficiencia de energía	Consumo de combustible (l/h), Potencia de salida (kW)
V.D.:	Disminución de los gastos destinados a la reparación de un equipo debido a la mejora de sus condiciones (Riascos, 2024).	Fiabilidad operativa	Número de fallas/mes, Tiempo medio entre fallas (horas)
Optimización de costos de reparación		Mantenimiento preventivo	Frecuencia de mantenimiento (meses), Costo de mantenimiento (S/)
		Seguridad operacional	Nivel de vibraciones (mm/s), Temperatura del motor (°C)

## 1.7 Metodología de la investigación

### 1.7.1 Tipo y diseño de la investigación

Esta investigación es de tipo aplicada puesto que pretende darle solución al problema que acontece en la empresa SEDAPAL con relación a la posición en la que se encuentran los grupos electrógenos, esto con el fin de obtener la mejora en el funcionamiento de los grupos electrógenos.

La investigación aplicada con la teoría da solución a problemas prácticos, basado en descubrimientos, hallazgos y soluciones planteados en los objetivos a desarrollar en el estudio, se usa por lo general en las áreas de ingeniería y ciencias de medicina (Arias y Covinos, 2021).

El diseño es pre experimental ya que solo se realiza el estudio a un solo grupo experimental al cual se hará mediciones y con ellos la obtención de valores. Para Villanueva (2022) esta investigación carece de valor científico, debido a que con

los hallazgos no se pueden plantear, construir y realizar teorías, sin embargo, apoyan para la solución de problemáticas situacionales.

### **1.7.2 Unidad de análisis**

La unidad de análisis en esta investigación es el funcionamiento que tienen los grupos electrógenos de la empresa SEDAPAL en ciertas condiciones.

Para Rodríguez et al. (2021), la unidad de análisis representa a un objeto a medir, es decir, que se concreta donde se aplicará estas herramientas de medición, este objeto es medido con respecto a un conjunto de otros elementos que son de su mismo tipo. La unidad de análisis es capaz de contener a una o más variables.

### 1.7.3 Matriz de consistencia

**Tabla 2**

*Matriz de consistencia*

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>		<b>Tipo y diseño</b>
¿Cuáles son las deficiencias en el diseño de las cabinas que ocasionan un aumento en los costos de reparación de los grupos electrógenos en SEDAPAL?	Mejorar el diseño de las cabinas para reducir los costos de reparación en los grupos electrógenos de la institución pública SEDAPAL.	El mejoramiento del diseño de las cabinas reduce los costos de reparación en los grupos electrógenos de la institución pública SEDAPAL.		Aplicada y pre experimental
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específica</b>		<b>Técnicas e instrumentos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué características del diseño actual de las cabinas están contribuyendo al sobrecalentamiento y fallas recurrentes en los grupos electrógenos?</li> <li>• ¿Cómo afecta la falta de espacio y ventilación en las cabinas al mantenimiento y funcionamiento eficiente de los grupos electrógenos?</li> <li>• ¿Cuáles son los costos asociados al diseño mejorado de las cabinas y cómo estos impactan en la viabilidad económica para su implementación en los grupos electrógenos de SEDAPAL?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las deficiencias actuales en el diseño de las cabinas y su impacto en los costos de reparación de los grupos electrógenos.</li> <li>• Establecer parámetros técnicos para el diseño mejorado de las cabinas de los grupos electrógenos en la institución pública SEDAPAL.</li> <li>• Evaluar la viabilidad económica del diseño mejorado de las cabinas para garantizar su implementación en la institución pública SEDAPAL.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La identificación de las deficiencias en el diseño actual de las cabinas permite establecer las principales causas del aumento en los costos de reparación.</li> <li>• Establecer parámetros adecuados mejora el diseño de las cabinas para los grupos electrógenos en la institución pública SEDAPAL.</li> <li>• El diseño mejorado de las cabinas es económicamente viable, ya que reduce los costos de reparación a largo plazo en los grupos electrógenos de SEDAPAL.</li> </ul>	VI: Diseño mejorado de las cabinas  VD: Reducción de costos de reparación	Técnica: Observación  Instrumento: ficha de recolección de datos

## **CAPITULO II MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

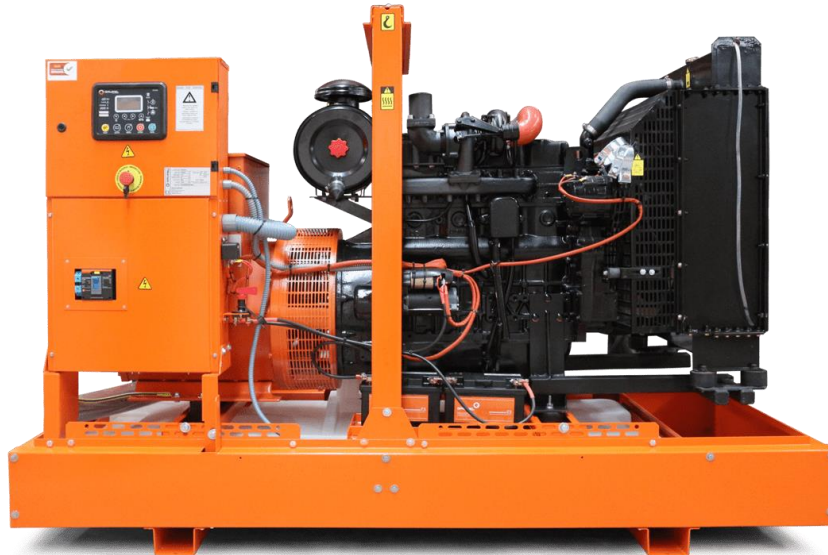
### **2.1 Marco Teórico**

#### **2.1.1 Grupo electrógeno**

Es un conjunto de equipos que conforman aquella máquina que se encarga de transformar la capacidad calorífica en energía mecánica para luego ser convertida en energía eléctrica. Actúa cuando no existe red eléctrica o también en el caso que no se pueda asumir el riesgo de cortes en el suministro eléctrico. Es usado en la producción de energía eléctrica para los diferentes ámbitos, los más conocidos son: industrial, doméstico y comercial (Grupel, 2022). El término "grupo electrógeno" se refiere a un conjunto de máquinas rotativas eléctricas y de combustión que están conectadas entre sí para realizar dos conversiones de energía: térmica a mecánica y electromagnética a mecánica. "Plantas eléctricas" son otro nombre para los grupos electrógenos (Rojas, 2018). Un grupo electrógeno es una máquina que transforma la capacidad calorífica en energía mecánica y luego en energía eléctrica. En resumen, se compone de un motor y un alternador que están conectados e insertados en una base junto con otros componentes (Asqui y Zapata, 2023).

## Figura 2

### *Grupo electrógeno*



**Nota.** Obtenido de Grupel (2022)

#### **2.1.2 Componentes del grupo electrógeno:**

**Motor:** componente principal de esta máquina que tiene como finalidad brindar la mejora en la productividad y rendimiento de la misma, este proporciona la fuerza mecánica que impulsará el rotor del generador eléctrico. Aunque existen motores de gasolina y de gas, los diésel son los más comunes. Debido a sus ventajas mecánicas y económicas, los de diésel suelen ser más populares (Pérez, 2022). El motor produce energía mecánica, que hace que el alternador se mueva y transforma en electricidad. Pueden ser de gasolina o diésel, aunque el diésel es el más utilizado. Además, un grupo electrógeno tiene un regulador del motor, que es responsable de mantener una velocidad constante en relación con la carga (Naranjo, 2023).

**Alternador:** es un componente capaz de aprovechar el accionamiento mecánico el cual produce la energía mecánica en energía eléctrica la cual será aprovechada por las cargas que van conectadas al GE, el alternador aprovecha (Sandoval, 2021). El alternador tiene un regulador de voltaje automático. El trabajo del alternador es convertir la energía mecánica del

motor principal en corriente alterna. Este proceso es comparable al funcionamiento del alternador de un automóvil. Sin embargo, el alternador de un automóvil normalmente funciona con una correa, mientras que el alternador de un generador funciona con el eje principal del motor a combustión (Rojas, 2018).

Según Sandoval (2021) el GE principalmente está conformado por un motor y un alternador que se encuentran acoplados y se fijan a una base junto a otros componentes como son:

- **Tanque para almacenar el combustible:** también llamado “depósito de combustible”, es un tipo de contenedor el cual es diseñado exactamente para almacenar de manera segura los líquidos que son inflamables como por ejemplo la gasolina o el diésel.
- **Silenciador:** son diseñados para la reducción de ruidos que producen los gases de escape de los motores de combustión interna y la turbina a gas.

Según Euribe (2022), los Silenciadores de Escape de Gases están diseñados para reducir el ruido en la salida de gases de motores a combustión interna. Cada silenciador depende de las etapas reactivas (resonancias de cámara) y resistivas (absorción sonora). Estas etapas se han diseñado utilizando el método de elementos finitos (FEM) y luego validados en sistemas con condiciones de operación reales, como temperatura, flujo y presión.

Hay cuatro niveles diferentes de reducción del ruido:

- El silenciador SI de grado industrial reduce el ruido en 15–20 dBA.
  - El silenciador SR para uso residencial tiene una atenuación de ruido de 20 a 25 dBA.
  - El grado crítico del silenciador SC es la reducción del ruido entre 25 y 35 dBA.
  - El silenciador SH de grado hospitalario reduce el ruido entre 35 y 45 decibelios.
- **Panel de control:** se le considera una interfaz de usuario que permite inicialmente controlar, luego monitorear para finalmente diagnosticar el grupo electrógeno, en este componente se puede dar el arranque y

el paro al GE de manera rápida, cuenta con una pantalla digitalizada que mide y brinda los parámetros de rendimiento. El panel de control automático se basa en los grupos electrógenos, que sirven como copia de seguridad de la red. Interviene automáticamente cuando se corta la electricidad de la red y transmite la energía eléctrica del grupo electrógeno al sistema. El panel de control automático transfiere la carga a la red y detiene el generador de forma automática si la red eléctrica regresa, su unidad de control electrónica incluye un microprocesador y las características de protección y control para garantizar que el grupo de motor y el alternador funcionen correctamente. Esta unidad tiene la capacidad de controlar las siguientes posiciones: automática, manual, prueba en posición inactiva, prueba con cargas y equipos de medición para control visual (Otazu, 2023).

- **Baterías:** Las baterías son esenciales para un grupo electrógeno porque son responsables de proporcionar electricidad a su equipo, por lo que es imperativo mantenerlas en buen estado de conservación siempre. Si esto no se hace, pueden surgir problemas importantes cuando utilice su grupo electrógeno (Crespo y Rodríguez, 2020). Las baterías funcionan como acumuladores y proporcionan energía eléctrica al motor de arranque, lo que permite que gire el motor de combustión hasta que comience a funcionar. Además, proporcionará la energía eléctrica necesaria para los componentes electrónicos integrados en el grupo electrógeno. Están diseñados para producir descargas rápidas de energía eléctrica. Mientras el generador está en marcha, el cargador de batería (alternador de bajo tamaño) suministra energía eléctrica a las baterías y luego la transforma en energía química, evitando su descarga (Escudero, 2015).
- **Sistema de refrigeración:** un sistema de refrigeración es por aire el cual su funcionamiento va desde que expulsa el aire caliente del alternador y motor a través de un ventilador centrífugo que lleva el motor para refrigerarse. Existen otros métodos de refrigeración como: refrigeración por agua con radiador, por agua con intercambiador, por

agua con intercambiador y aero refrigerador, y por agua con intercambiador y agua perdida. Combina un ventilador y un radiador. El objetivo es ayudar a reducir la temperatura del motor del equipo electrógeno. Puede incluir un termostato que controle y automatiza el proceso de enfriamiento de la maquinaria (Escudero, 2015).

### Figura 3

#### Componentes de un grupo electrógeno



**Nota.** obtenido de Grupel (2022)

#### 2.1.3 Montaje mecánico

Huamán (2019), se refiere al tipo de montaje en el que no se incluyen los componentes electrónicos y se centra únicamente en piezas que tienen función mecánica. Según Pérez (2023), el ensamblaje de los componentes mecánicos de la maquinaria industrial se conoce como montaje mecánico. Esto implica unir componentes, incluidos rodamientos, engranajes, ejes, correas y unión de piezas. Para que los sistemas y la transmisión de movimiento en la maquinaria funcionen correctamente, el montaje mecánico es esencial.

Los tipos de montaje mecánico que existen son:

- a) **Montaje estático abierto:** este montaje es aplicado cuando el generador es instalado en el interior de un edificio y no será movido

de su posición luego de ser instalado y por ende no es necesario que el equipo lleve algún envolvente que lo proteja de las condiciones climáticas.

- b) **Montaje insonorizado estacionario:** dicho montaje se aplica cuando el grupo electrógeno se encuentra en la intemperie y se mantendrá estático el cual producirá un bajo sonido. En este tipo de montaje el GE se encuentra cubierto por una cabina de acero galvanizado el cual lo protege de las condiciones climáticas a las que se encuentra.
- c) **Montaje insonorizado móvil:** este montaje usualmente es usado en las obras o instalaciones provisionales que tiene como característica que se puede desplazar hacia el lugar donde se quiera la energía, el GE va montado en un remolque.

#### **Figura 4**

##### *Montaje de GE*



**Nota.** obtenido de Campmany (2021)

#### **2.1.4 Cimentación**

Para Salas (2021), viene a ser la base formada por hormigón armado en el cual se ancla el grupo electrógeno, tiene que cargar como mínimo el peso del

generador más la mitad de este, esto incluye el combustible, aceite y refrigerante además de los accesorios y cuadro eléctrico.

**Dimensiones:** las dimensiones de la cimentación tienen que ser mayores a las del generador, aunque sea 200 mm tanto en longitud como en ancho. Para la limitación de la cimentación lo conveniente es colocar una capa de aislamiento entre el suelo de la cimentación y la cimentación. Su altura depende del peso que soportará y la calidad de hormigón que se emplee, dicha altura se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$H_{cimentación} = \frac{W_{aerogenerador}}{\rho_{hormigón} * L_{cimentación} * A_{cimentación}}$$

Donde:

- $H_{cimentación}$ : altura de la cimentación [m]
- $W_{aerogenerador}$ : peso total del generador incluye líquidos y accesorios [kg]
- $\rho_{hormigón}$ : densidad del hormigón [ $\frac{kg}{m^3}$ ]
- $L_{cimentación}$ : longitud de la cimentación [m]
- $A_{cimentación}$ : anchura de la cimentación [m]

Al momento de realizar la cimentación es necesario dejar al menos un metro y medio alrededor del generador además de considerarse que los generadores llevan su carrocería y por ende se debe de dejar el espacio suficiente y a su vez facilitar el mantenimiento cuando sea necesario. La cimentación debe soportar el peso del generador, pero es recomendable considerar una vez y media del peso del generador.

## Figura 5

### Cimentación para GE



**Nota.** Chávez (2021)

#### 2.1.5 Sistema de escape

Es el encargado de recibir los gases que provienen de los cilindros del motor y de manera rápida y silenciosa descargarlos. Se tiene que reducir la contrapresión lo cual genera pérdidas de potencia y elevados valores de temperatura los cuales disminuyen la vida útil del motor (Energía selectra, 2020).

Al momento de diseñar la tubería de escape para un GE es importante que esta sea recta y vertical, evitar el uso de codos y en el trayecto horizontal se le aplica una inclinación de 5% hacia arriba. En el caso que esta tubería de escape atraviese paredes se debe de aislar la tubería con materiales que ayuden a la no transmisión de calor como lana de roca.

Es importante revisar reglamentos que se refieran a las medidas, pero se tiene en cuenta que no se debe de bajar de los 2,5 m de altura.

Un punto importante en el sistema de escape viene a ser la contrapresión que tiene la tubería, usualmente este valor te brinda el fabricante. Para ello se tiene la siguiente fórmula de la cual se obtiene la tubería:

$$CP_{tubería} = \frac{6,32 * Q_{gases}^2}{(T_{gases} + 273)} * \frac{L_{tubería}}{D * 5}$$

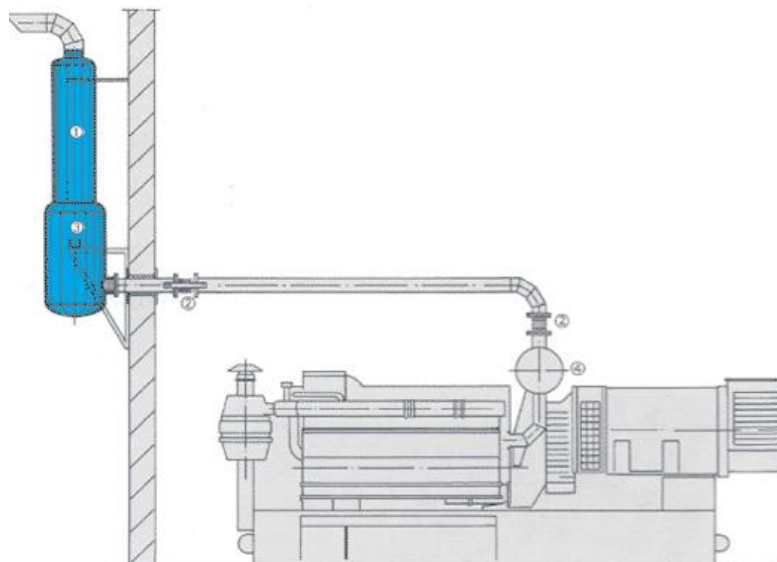
Donde:

- $CP_{tubería}$ : contrapresión de la tubería [Pa]
- $Q_{gases}$ : caudal de gases [ $\frac{m^3}{s}$ ]
- $T_{gases}$ : temperatura de los gases [°C]
- $L_{tubería}$ : longitud equivalente de cada tramo de tubería [m]
- $D$ : diámetro interior de tubería [m]

La ecuación mencionada anteriormente se rige para generados con potencias en el rango de 120 a 180 kW en su funcionamiento (Gómez, 2005).

### **Figura 6**

**Sistema de escape de GE**



**Nota.** obtenido de silen&sisistema (2023)

#### **2.1.6 Sistema de ventilación**

Se tiene en cuenta a este parámetro y mucho más aún cuando se llega la temporada de calor, esto trae elevadas temperaturas y por ende los grupos electrógenos sufren de sobrecalentamientos y algunas veces cuando se encuentran en funcionamiento. Los equipos del generador se mantienen a una temperatura adecuada gracias al sistema que incluye un radiador de tipo

industrial de alta calidad, un tanque de expansión y un ventilador de refrigeración (Zavaleta, 2020).

Zavaleta (2020), menciona que para la instalación de la ventilación en un generador es necesario considerar ciertos requisitos

- i. Considerar elementos de altitud y temperaturas las cuales ayuden en la corrección de la densidad del aire
- ii. Orientación del viento
- iii. Evacuar el calor que es generador por la irradiación, es decir, por motor y alternador o las otras fuentes de calor que haya en la sala
- iv. Tener seguro el caudal de aire para la combustión y el sistema de refrigeración

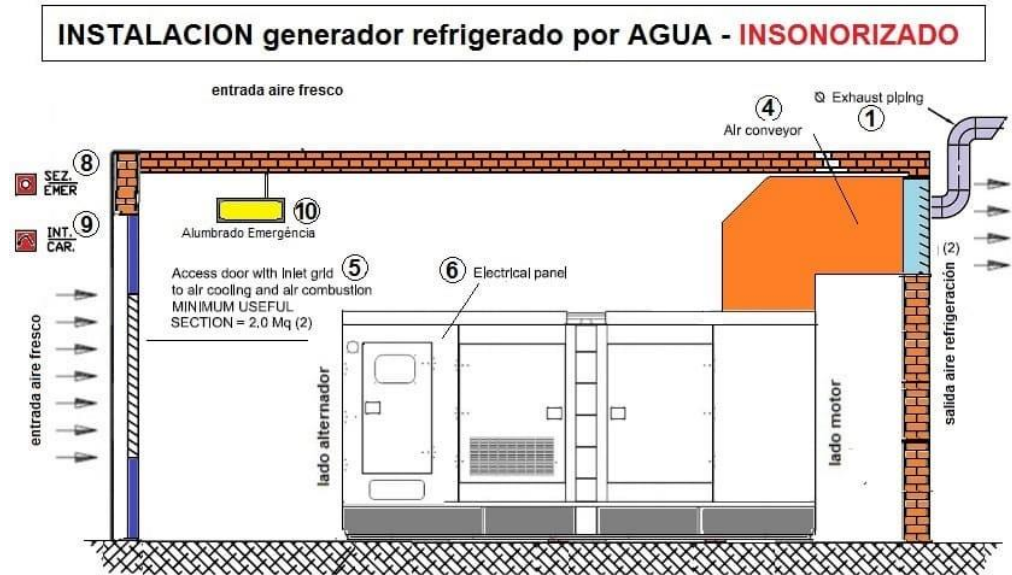
Flujo de aire requerido para grupos electrógenos con potencias entre 115 y 195 kW (Otón, s.f.).

$$\text{flujo de aire} = \frac{\text{calor total irradiado al aire}}{\rho_{\text{aire}} * T * 0,0167} + \text{aire requerido para combustión}$$

- *calor total irradiado al aire: calor irradiado desde el motor + alternador + otro equipamiento que genere calor*
- *T: temperatura máxima de aire en el cuarto del motor por encima de la temperatura ambiente (°C)*
- *$\rho_{\text{aire}}$ : densidad de aire ( $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ )*

Figura 7

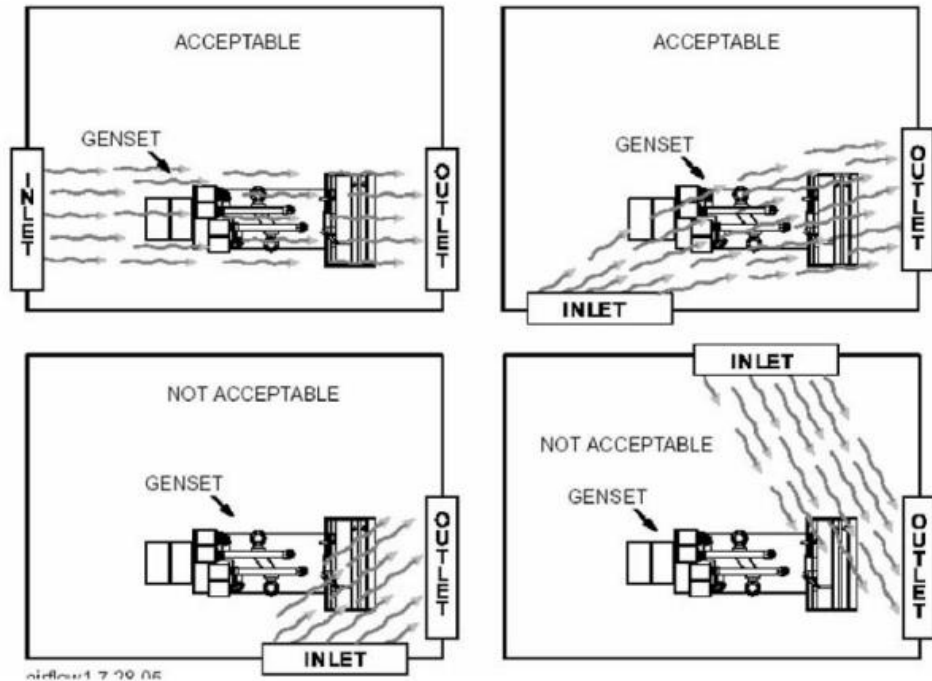
Sistema de ventilación de GE



Nota. obtenido de grupos bravo (2021)

Figura 8

Tipos de sistemas de ventilación en GE



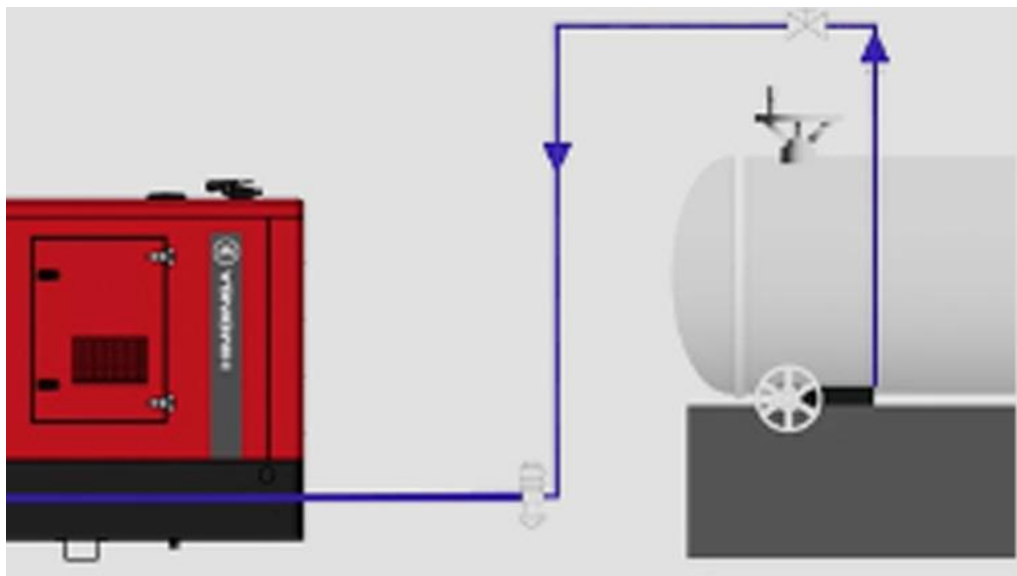
Nota. obtenido de Chávez (2021)

### 2.1.7 Sistema de combustible

El sistema de combustible está incluido en los generadores, vienen a ser un tanque de combustible que se puede instalar en la bancada o como un suministro suelto. Gracias a este sistema se alimenta de manera directa el motor y solo se necesita de una monitorización para que este no se quede sin combustible en ningún momento. Está compuesto por filtros, bomba de combustible, tubería de distribución, válvulas de inyección y regulador de presión (Escudero, 2022).

#### Figura 9

*Sistema de combustible en GE*



**Nota.** obtenido de Himoina (2021)

### 2.1.8 Sistema de insonorización

Este sistema se usa en el caso de instalar un generador abierto ya que reduce el ruido en donde se ubica dicho grupo electrógeno. Dicho sistema consiste en colocar una carcasa en el contorno del grupo y está formada por una estructura de chapa recubierta por la cara interior por un material que acústicamente absorbente (Electra molins, 2020). Los grupos electrógenos que están insonorizados pueden funcionar en zonas urbanas sin dañar los niveles sonoros de las zonas tranquilas. Además, contribuye

significativamente a la salud auditiva de los empleados que trabajan en estos lugares, este tipo de grupos tiene una cabina de aislamiento acústico construida para reducir el ruido del motor, el alternador y el ventilador. Para reducir aún más el ruido, algunos modelos incluyen un sistema de amortiguación de vibraciones (Power generation, 2007).

### 2.1.9 Sistema eléctrico

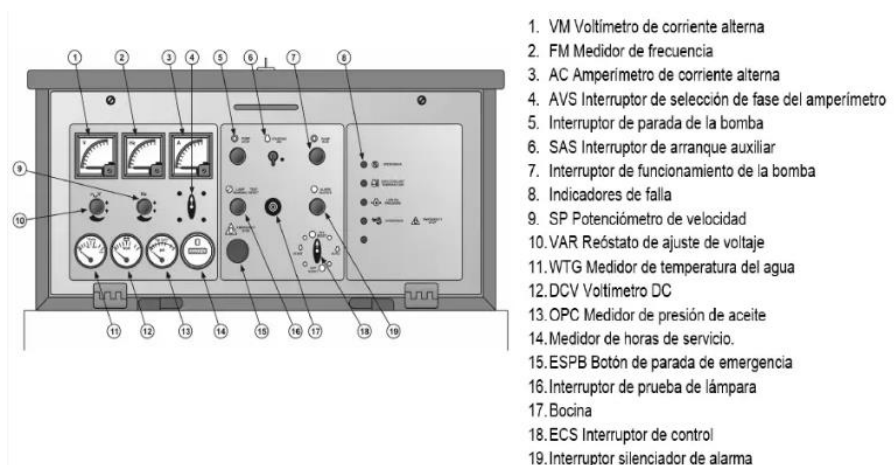
Gallegos et al. (2020), menciona que este sistema contiene todos los dispositivos de control, protección y maniobra los cuales logran que se gestione correctamente el generador de manera segura.

Este sistema eléctrico se conforma de las siguientes partes:

- **Cuadro de mando y control:** Los controles de todo el grupo se encuentran en él. electrones. Por lo general, tienen dos cuadros diferentes: uno para el usuario y otro para los componentes internos. El primero contiene una serie de botones que pueden usar para arrancar y parar el sistema, así como para todas las otras funciones del equipo. En el segundo, hay muchos componentes que los usuarios no ven pero que cumplen funciones importantes para que todo funcione correctamente, como el cargador de baterías y los puertos de comunicación (Quille, 2019).

**Figura 10**

*Tablero de control de un GE*

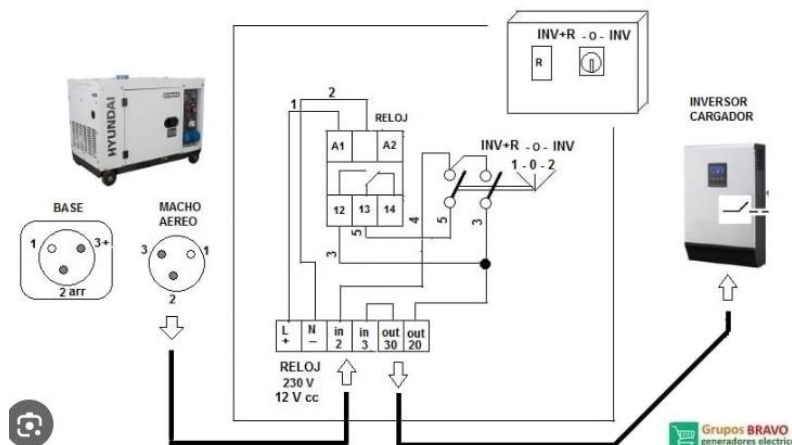


Nota. Obtenido de Quille (2019).

- Cableado de motor, alternador y accesorios:
- **Cuadro de potencia e interruptor de protección:** Es el componente del sistema eléctrico que incluye la salida de cables y el interruptor de protección. El interruptor desconecta el circuito de potencia en caso de fallo, avería o contratiempo del sistema. Los cables que conectan el interior del grupo con el alternador deben estar bien dimensionados y calibrados, ya que, si no se realizan correctamente, podrían causar problemas importantes. Sin embargo, es crucial que se pueda acceder fácilmente a la salida de potencia (Quille, 2019).
- Cuadro de distribución, conmutaciones o interruptores de salida

**Figura 11**

*Sistema eléctrico de GE*



**Nota.** obtenido de grupos Bravo (2021)

### **2.1.10 Normativa para el diseño de cabinas para grupos electrógenos**

- Norma internacional ISO 8861: condiciones de temperatura máxima en el interior de un ambiente de grupos electrógenos debe de estar en el rango de 35 a 38 °C siendo 12.5 °C un aumento máximo (Shipbulding, 1998).
- Modificación de la Norma Técnica EM.030: De acuerdo con Lozada (2020), se distingue dos tipos de ventilación industrial: la ventilación natural es aquella que se genera por diferencias de temperatura, viento o difusión que ocurre a través de ventanas, ductos, puertas u otras aberturas hechas a la habitación;

y la ventilación forzada se realiza mediante equipos electromecánicos denominados ventiladores o extractores.

- El tanque de combustible es diseñado, construido e instalado de acuerdo a la reglamentación vigente (Ley 13.660 y Ley 19.587) y deberá ser registrado ante la Secretaría de Energía o quien la reemplace, sometiéndose a los controles periódicos estipulados por las normativas legales en vigencia (Diario El Peruano, 2011).

## **2.2 Marco Conceptual**

### **2.2.1 Cabinas:**

Construcción elaborada específicamente para grupos electrógenos con pared bloker tarrajado, piso de concreto, instalación eléctrica, etc. (Paullo, 2022). Permiten que las plantas de energía eléctrica se ubiquen en lugares donde el ruido no moleste al medio ambiente preparados para trabajar dentro o fuera (Isurgas, 2022).

### **2.2.2 Características principales:**

Las cabinas para grupo electrógeno presentan diversas características que las hacen indispensables para el resguardo del equipo. Entre ellas, se encuentra el aislamiento acústico, que permite la reducción del ruido generado por el motor y el alternador. Esto se logra mediante el uso de materiales fonoabsorbentes y paneles de aislamiento, asegurando el cumplimiento de normativas de contaminación acústica (Ramírez, 2022).

Otro aspecto importante es la protección ambiental, ya que estas cabinas están diseñadas para resistir condiciones climáticas adversas, como lluvia, viento, nieve y polvo (Torres, 2021). Además, se aplican tratamientos anticorrosivos en las superficies metálicas y se garantiza una ventilación adecuada para evitar el sobrecalentamiento del equipo (Fernández et al., 2020).

La seguridad es otro factor clave, proporcionando cerraduras con llave para evitar accesos no autorizados, recubrimientos ignífugos para la protección contra incendios y señalización de seguridad con salidas de emergencia bien ubicadas (Gómez & Pérez, 2021).

En cuanto a la accesibilidad y mantenimiento, las cabinas están equipadas con puertas y paneles desmontables, lo que facilita las labores de mantenimiento y operación (Martínez, 2020). Además, cuentan con espacios adecuados para la conexión segura del equipo (Rodríguez, 2022).

### **2.2.3 Tipos de cabinas.**

Existen varios tipos de cabinas para grupo electrógeno, cada una con características específicas para diferentes aplicaciones. Las cabinas insonorizadas están diseñadas para minimizar el ruido en entornos urbanos o industriales sensibles al sonido, utilizando materiales aislantes de alta densidad (López, 2020).

Por otro lado, las cabinas abiertas proporcionan una estructura básica de protección sin aislamiento acústico, siendo adecuadas para instalaciones en zonas de bajo impacto sonoro (Jiménez, 2022).

### **2.2.4 Caudal:**

Viene a ser la cantidad de líquido o fluido que se dirige por una sección de tubería o ducto (Peña, 2020). La cantidad de fluido que circula a través de una sección por unidad de tiempo se conoce como caudal. El flujo volumétrico, también conocido como el volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo, es la forma más común de describirlo (Gaviria y Carvajal, 2020).

### **2.2.5 Montaje:**

Tiene relación con la cimentación y dimensiones para la ubicación del generador (Wilberger, 2021). Ensamblaje de piezas mecánicas para maquinaria industrial. Esto implica unir componentes, incluidos rodamientos, engranajes, ejes, correas y unión de piezas (Aguirre, 2021).

### **2.2.6 Combustible:**

Material encargado de liberar energía al momento de oxidarse y se desprende calor (Gonzales et al., 2022). Un grupo electrógeno está compuesto por un alternador, ya sea diesel, gas o gasolina, y un motor. El alternador debe estar configurado de tal manera que genere corriente eléctrica (Genesal, 2020).

## CAPITULO III DESARROLLO DE LA TESIS

### 3.1 Análisis del estado inicial de las cabinas grupos electrógenos

#### 3.1.1 Análisis técnico del estado inicial

Actualmente la empresa cuenta con una variedad de grupos electrógenos los cuales se encuentran a la intemperie, protegidas solo por un techo en la parte superior y 4 soportes a los extremos.

A continuación, se muestran imágenes de los espacios donde se encuentran ubicados los grupos electrógenos que son usados por la empresa en la actualidad.

#### Figura 12

*Ubicación 1 del grupo electrógeno Modasa modelo MP-150I*



**Figura 13**

*Ubicación 2 del grupo electrógeno Modasa modelo MP-150I*



Las figuras 12 y 13 muestran a los grupos electrógenos de la marca Modasa, modelo MP-150I con potencia de 136 kW, 3 fases y 1800 rpm, en dos espacios diferentes de funcionamiento coincidiendo con la misma estructura de cabina. Dichos GE cuenta con las siguientes características respecto a su actual cabina donde se encuentra funcionando

**Tabla 3**

*Ficha técnica del GE Modasa modelo MP-150I*

Ítem	Descripción
<b>Datos técnicos</b>	
Marca	Modasa
Modelo	MP-150 I
Serie	X19907B
Potencia	136 kW
Tensión	480 V
Frecuencia	60 Hz
Fases	3
Cos	0.8
RPM	1800
Grado de protección	IP 23
Consumo de combustible	29.1 l/h
Eficiencia	13.5 Wh/gal

Motor	Perkins
Modelo de motor	1106A-70TA
Peso del GE	2490 kg
Dimensiones del GE	Largo: 2300 mm
	Ancho: 1050 mm
	Alto: 1450 m

#### Parámetros en el montaje

Tipo de losa	Losa de concreto reforzado
Dimensiones de losa	<b>Largo: 2500 mm</b>
	<b>Ancho: 1200 mm</b>
	<b>Alto: 200 mm</b>
Altura de montaje	2000 mm

#### Parámetros en el sistema de ventilación

Número de ventanas	No tiene
Dimensiones de las ventanas	-
Temperatura en las ventanas	-
Velocidad del aire en las ventanas	-

#### Parámetros en el sistema de combustible

Capacidad	No tiene sistema de combustible
Dimensiones del depósito	-
Peso sin combustible	-
Consumo específico del combustible	-
Consumo específico del combustible al 75% de carga	-

#### Parámetros en el sistema de escape

Posición de tubería de escape	Vertical
Inclinación de tramos horizontales	No tiene, solo verticales
Diámetro de tuberías	3 pulgadas
Longitud de los tramos	1 metro
Contrapeso en el sistema	-

#### Parámetros en el sistema de insonorización

Nivel de reducción de ruidos	A 7m
Material fonoabsorbente en las paredes	-

**Figura 14**

*Interior del ambiente del GE modasa MP-180I*



**Figura 15**

*Exterior del ambiente del GE modasa MP-180I*



Las figuras 14 y 15 son los GE de la marca Modasa, modelo MP-180I con potencia de 160 kW, 3 fases y 1800 rpm. Dicho GE cuenta con las siguientes características respecto a su actual cabina donde se encuentra funcionando.

**Tabla 4***Ficha técnica del GE modasa MP-180I*

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>
<b>Datos técnicos</b>	
Marca	Modasa
Modelo	MP-180 I
Serie	X19638B
Potencia	160 kW
Tensión	480 V
Frecuencia	60 Hz
Fases	3
Cos	0.8
RPM	1800
Grado de protección	IP 23
Consumo de combustible	29.1 l/h
Eficiencia	13.5 Wh/gal
Motor	Perkins
Modelo de motor	1106A-70TA
Peso del GE	2490 kg
Dimensiones del GE	Largo: 2300 mm Ancho: 1050 mm Alto: 1450 m
<b>Parámetros en el montaje</b>	
Tipo de losa	Losa de concreto reforzado
Dimensiones de losa	Largo: 2500 mm Ancho: 1200 mm Alto: 200 mm
Altura de montaje	2000 mm
<b>Parámetros en el sistema de ventilación</b>	
Número de ventanas	No tiene
Dimensiones de las ventanas	-
Temperatura en las ventanas	-
Velocidad del aire en las ventanas	-
<b>Parámetros en el sistema de combustible</b>	
Capacidad	-

Dimensiones del depósito	-
Peso sin combustible	-
Consumo específico del combustible	-
Consumo específico del combustible al 75% de carga	35.3 l/h
<b>Parámetros en el sistema de escape</b>	
Posición de tubería de escape	Vertical
Inclinación de tramos horizontales	No tiene, solo verticales
Diámetro de tuberías	5 pulgadas
Longitud de los tramos	1 m
Contrapeso en el sistema	-
<b>Parámetros en el sistema de insonorización</b>	
Nivel de reducción de ruidos	-
Material fonoabsorbente en las paredes	-

### **Análisis económico del estado actual**

Los grupos electrógenos descritos anteriormente presentan problemas en el funcionamiento haciendo perder cifras numerosas respecto a la economía de la institución. A continuación, algunas de las fallas y pérdidas económicas que ha generado en los últimos seis meses cada grupo electrógeno situado a la intemperie:

<b>Problemas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (soles)</b>	<b>Costo (soles)</b>
Desgaste	6 unidades	200	1200
Mantenimiento	3 veces	100	300
Reducción de vida útil	5 unidades	200	1000
Mayor combustible	500 litros	15	7500
Reparaciones	10 veces	100	1000
Accidentes	10	50	500
<b>Total de pérdidas económicas</b>			<b>11500</b>

De la tabla anterior se han considerado fallas ocasionadas en un grupo electrógeno en los últimos seis meses, el estudio se encuentra centrado en 2 modelos diferentes

de generados eléctrico por ello se logra considerar como pérdida total en estos meses a 23000 soles.

### 3.2 Parámetros del diseño y mejora de las cabinas GE

#### 3.2.1 Cabina para el GE Modasa modelo MP-150I

##### A. Montaje mecánico

De los montajes que existen el seleccionado para todos los grupos electrógenos en la empresa es un montaje en plataforma o base de concreto dentro de una sala técnica donde se instalará el generador para ser protegido por el clima y mejorar la seguridad asimismo permitir la integración de sistemas adicionales como son el control de ruidos, ventilación y extinción de incendios.

##### B. Cimentación

Datos:

- $W_{aerogenerador} = 1.5 * (2490)kg = 3735 kg$
- $\rho_{hormigón} = 2400 \frac{kg}{m^3}$
- $L_{cimentación} = 2,70 m$
- $A_{cimentación} = 1,40 m$

$$H_{cimentación} = \frac{W_{aerogenerador}}{\rho_{hormigón} * L_{cimentación} * A_{cimentación}}$$

$$H_{cimentación} = \frac{3735 kg}{2400 \frac{kg}{m^3} * 2,70 m * 1,40 m}$$

$$H_{cimentación} = 0,4117 m$$

##### C. Sistema de escape

Las condiciones de temperaturas se tomaron de acuerdo a la Norma internacional ISO 8861 (Shipbulding, 1998).

Considerando que el tramo de tubería debe de ser lo más corto posible evitando el uso de codos

De acuerdo a la ficha técnica

- $Q_{gases} = 32,29 \frac{m^3}{min} = 0,54 \frac{m^3}{s} = 1937,4 \frac{m^3}{h}$
- $T_{gases} = 407 ^\circ C$

- $L_{tubería} = 4,25 \text{ m}$
- $D = 0,127 \text{ m}$

Para la tubería 1

$$L_1 (\text{tramo recto}) = 1,10 \text{ m}$$

$$L_{eq.(\text{codos})} = 0,10 \text{ m}$$

Se considera el compensador flexible de salida de la tubería de escape del motor donde la longitud es igual a 1,7 veces la del compensador

$$L_{eq.(\text{compensador})} = 1,7 * 0,1 = 0,17 \text{ m}$$

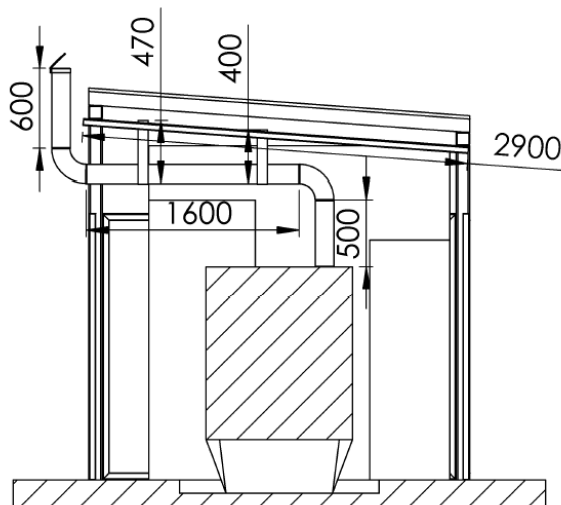
Para la tubería 2

$$L_2 (\text{tramo recto}) = 2,70 \text{ m}$$

$$L_{eq.(\text{codos})} = 0,18 \text{ m}$$

### Figura 16

Medidas de sistema de escape.



Nota: plano con medidas exactas de tubo de escape del grupo electrógeno.

Cálculo de contrapresión:

$$CP_{tubería} = \frac{6,32 * Q_{gases}^2}{(T_{gases} + 273)} * \frac{L_{tubería}}{D * 5}$$

$$CP_{tubería} = \frac{6,32 * 0,54 \frac{m^3}{s}}{407 \text{ °C} + 273} * \left[ \left( \frac{4,25 \text{ m}}{0,127 \text{ m} * 5} \right) \right]$$

$$CP_{tubería} = 0,034 Pa = 4,53 mmHG$$

Asimismo, se desarrollará el análisis de la restricción total que dará la tubería al fluido en específico, la cual será la suma de la restricción de tubería y la del silenciador, como se muestra:

$$R_{total} = R_{de tubería} + R_{del silenciador}$$

Para lo cual, consideramos que la restricción de la tubería, la cual se ofrece a los gases de escape.

$$P(kPA) = \frac{L_t * S * Q_g^2 * 10000}{0.0027787 * D^5}$$

Donde:

- $P$ : Presión de restricción
- $L_{tubería}$ : Longitud total de tubería = 4,25 m
- $D$ : Diametro de la tubería = 0,127 m
- $Q_{gases}$ : Flujo de gases de escape =  $32,29 \frac{m^3}{min} = 0,54 \frac{m^3}{s}$
- $S$ : Peso específico del gas =  $\frac{352.05}{T_{gases} + 273.15}$

$$S = \frac{352.05}{407 + 273.15} = 0.52 kg/m^3$$

$$P(kPA) = \frac{4.25 * 0.52 * 32.29^2 * 10000}{0.0027787 * 127^5}$$

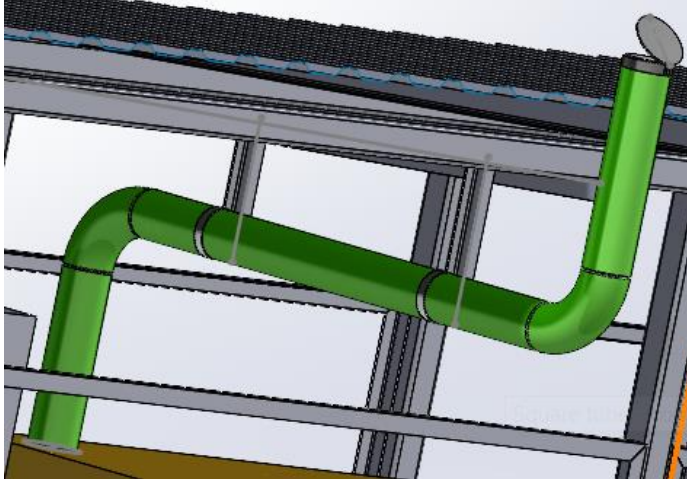
$$P(kPA) = \frac{4.25 * 0.52 * 32.29^2 * 10000}{0.0027787 * 127^5}$$

$$P(kPA) = 0.251 KPa$$

Esta restricción debe tenerse en cuenta desde el inicio del tubo hasta la tapa de lluvia para que podamos realizar el cálculo de cualquier sistema de escape. La restricción del sistema general, según a lo referente del generador, no debe superar la 27 in H2O, que viene a ser igual a 6.7 KPa.

**Figura 17**

*Sistema de tubería del GE modasa MP-150I*



Nota: Por otro lado, se tiene la restricción del silenciador que será considerado como máximo la restricción, para lo cual guiándonos del flujo de gases de escape se va a considerar una restricción de 0.012 KPa.

**Tabla 5**

*Silenciadores, según su flujo de gases - 1*

<b>ASK-1-1000</b>				
<b>Tamaño</b>	$Q_{min}(\frac{m^3}{h})$	$Q_{max}(\frac{m^3}{h})$	$\Delta P_{min}(Pa)$	$\Delta P_{max}(Pa)$
80	69	206	7	67
100	109	326	6	54
125	171	513	5	43
160	282	847	4	34
180	358	1075	3	30
200	443	1330	3	28
250	696	2087	2	22
315	1108	3324	2	18
355	1409	4228	2	17
400	1792	5375	2	15
450	2270	6810	2	14
500	2805	8415	1	12
560	3521	10564	1	11

630	4460	13381	1	10
710	5669	17007	1	9
800	7202	21606	1	8
900	9120	27361	1	7
1000	11265	33794	1	7

$$R_{total} = R_{de tubería} + R_{del silenciador}$$

$$R_{total} = 0.251 \text{ KPa} + 0.012 \text{ KPa}$$

$$R_{total} = 0.263 \text{ KPa}$$

Como se puede observar el sistema de escape seleccionado, se encuentran dentro del rango de  $0.263 \text{ KPa} < 6.7 \text{ KPa}$

#### D. Sistema de ventilación

Para las consideraciones del sistema de ventilación se centró en la norma técnica EM.030 (Lozada,2020).

Temperatura máxima de trabajo en estos espacios de máquinas que no son muy frecuentados es de  $50 \text{ }^\circ\text{C}$

Orientación del equipo del cual se busca que el flujo de aire atraviese todas las partes del GE, en este caso el mejor sentido para el aire de entrada es por la cara del motor hacia el alternador.

- Temperatura ambiente:  $25 \text{ }^\circ\text{C}$
- Presión:  $101,3 \text{ kPa}$
- Calor total irradiado al aire:  $10 \text{ }^\circ\text{C}$
- T aumento=  $35 \text{ }^\circ\text{C}$
- $\rho_{aire} = 1,19 \text{ kg/m}^3$  a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$
- *aire requerido* =  $250 \text{ m}^3/\text{min}$

$$\text{flujo de aire} = \frac{\text{calor total irradiado al aire}}{\rho_{aire} * T * 0,0167} + \text{aire requerido para combustión}$$

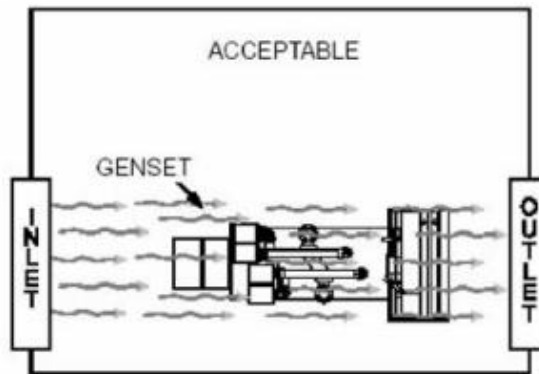
$$\text{flujo de aire} = \frac{10 \text{ }^\circ\text{C}}{1,19 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 35 \text{ }^\circ\text{C} * 0,0167} + 250 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$\text{flujo de aire} = 264,38 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 4,41 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

De acuerdo a la dirección del viento en el lugar, la ubicación de las ventanas tiene el siguiente esquema.

**Figura 18**

*Tipo de sistema de ventilación para el GE modasa MP-150I*



Nota: este sistema de ventilación es aceptable para MP.150I

**E. Sistema de combustible**

El diseño del sistema de combustible se rige a la Ley 13.660 y Ley 19.587 mencionado por el Diario El Peruano (2011).

Para el diseño de una cabina donde se instalará un GE se debe tener en cuenta el sistema de combustible el cual se encuentra incluido en el GE. Las dimensiones de este sistema son:

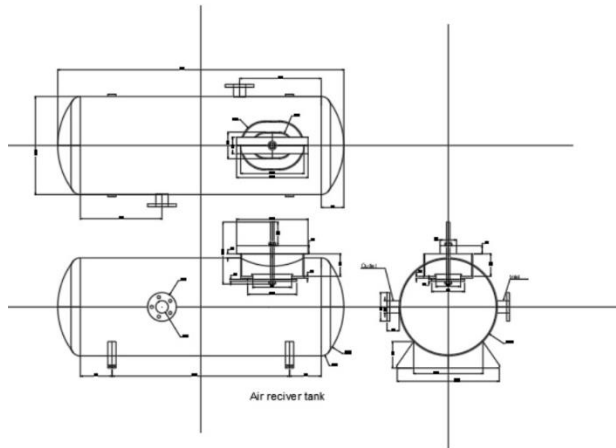
Largo: 2000 mm

Ancho: 800 mm

Alto: 600 mm

**Figura 19**

*Sistema de combustible para el GE modasa MP-150I*



Nota: Las dimensiones se consideran en las medidas generales de la cabina GE.

Para lo cual se va a considerar, puntos que harán más eficiente el sistema de combustible, en la instalación del grupo electrógeno.

- *Potencia del GE: 136 Kw*
- *Consumo de Diesel: 82 gl.*

La demanda máxima, en la cual va a regir las medidas generales es de 200 KVA, considerando que el tanque a seleccionar tiene que cumplir los parámetros de consumo del Grupo electrógeno.

Se considera un factor de servicio de 0.75.

$$82 * 0.75 = 61,5 \text{ gls.}$$

Teniendo en cuenta, 5% de área libre y 1 % para sedimentaciones, se tiene que la capacidad del tanque es de:

Capacidad de almacenamiento:

$$61.5 * 1.05 * 1.01 = 65,22 \text{ gls}$$

Para la estimación de tubería de alimentación y retorno

Diámetro de la tubería será representado por:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

Donde:

- $Q$ : caudal ( $m^3/s$ )
- $V$ : velocidad ( $m/s$ )
- $D$ : diámetro ( $m$ )

Además:

$$Q = \frac{Vol}{t} = \frac{65,22\text{gls.}}{10\text{ min.}} = \frac{0,25\text{ m}^3}{600\text{ s}} = 0,00042\text{ m}^3/s$$

Se consideró un tiempo de llenado de 10 minutos para un mejor análisis.

En el caso de la velocidad, se va a estimar una velocidad de 1.5 m/s (estimada para el flujo de combustibles líquidos). Por lo tanto, el diámetro de la tubería será

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0,00042}{\pi * 1.5}} = 0,0189 \text{ } \langle \rangle \text{ } 18,9\text{ mm}$$

Si se quiere que el sistema de combustible funcione correctamente, debe utilizarse tuberías de hierro negro. El hierro galvanizado o las tuberías con aleaciones de zinc impuras reaccionan con el combustible y obstruyen los filtros.

Los sistemas de bomba inyectora son cada vez más populares en nuestro entorno. Eliminan la necesidad de la bomba de inyección común y mejoran la eficiencia del consumo de combustible. Sin embargo, estos sistemas requieren más cuidado y mantenimiento que otros. Esto se debe a que el sistema de combustible tiene tolerancias muy pequeñas entre sus componentes y funciona a altas presiones, lo que puede dañarlos al exponerlos al agua, funcionando bajo altas presiones, lo que reduce en gran medida su durabilidad al exponerse al agua.

Como aporte, se propondrá un sistema de abastecimiento para lo cual se va a tomar en cuenta la capacidad de los grupos electrógenos

$$\text{Capacidad GE modasa modelo MP} - 150I = 65.22\text{ gls. } \langle \rangle \text{ } 246.88\text{ lts.}$$

Con dicha capacidad, se selecciona un tanque con facilidad para transportar como se muestra en la *Figura 20*, obtenida del catálogo "Emiliana Serbator",

**Figura 20**

*Catálogo de tanque del GE transportables según su capacidad en litros, para el modelo MP-150I*

Modelo	TFT250	TFT380	TFT450	TFT620	TFT910
Capacidad geométrica efectiva (litros) Capacidade geométrica efetiva (litros)	258	366	439	626	898
Ancho (mm) Largura (mm)	770	725	870	990	990
Longitud con armario (mm) Comprimento com armário (mm)	1.065	1.595	1.165	1.455	1.895
Longitud sin armario (mm) Comprimento sem armário (mm)	770	1.400	870	1.220	1.660
Altura (mm)	855	920	1.050	1.165	1.165
Peso con grupo de suministro (Kg) Peso com grupo fornecedor (Kg)	120	162	160	200	246

Nota: El modelo seleccionado es el TFT250, con una capacidad de 258 litros, la cual es más que suficiente para abastecer al GE Modasa modelo MP-150I.

### 3.2.2 Cabina para el GE Modasa modelo MP-180I

- **Montaje mecánico**

La base del montaje mecánico será de concreto dentro del espacio asignado para la instalación del generador que servirá como protección de los factores externos que dañen los sistemas que lo conforman como el control de ruidos, incendios, ventilación.

- **Cimentación**

Datos:

- $W_{aerogenerador} = 1.5 * (2490)kg = 3735 kg$
- $\rho_{hormigón} = 2400 \frac{kg}{m^3}$
- $L_{cimentación} = 2,70 m$
- $A_{cimentación} = 1,40 m$

$$H_{cimentación} = \frac{W_{aerogenerador}}{\rho_{hormigón} * L_{cimentación} * A_{cimentación}}$$

$$H_{cimentación} = \frac{3735 kg}{2400 \frac{kg}{m^3} * 2,70 m * 1,40 m}$$

$$H_{cimentación} = 0,4117 m$$

- **Sistema de escape**

Por el tramo de tubería Considerando que el tramo de tubería debe de ser lo más corto posible evitando el uso de codos

De acuerdo a la ficha técnica

- $Q_{gases} = 38,35 \frac{m^3}{min} = 0,639 \frac{m^3}{s} = 2301 \frac{m^3}{h}$
- $T_{gases} = 485 \text{ } ^\circ C$
- $L_{tubería} = 4,25 \text{ m}$
- $D = 0,127 \text{ m}$

Para la tubería 1

$$L_1(\text{tramo recto}) = 1,10 \text{ m}$$

$$L_{eq.(\text{codos})} = 0,10 \text{ m}$$

Se considera el compensador flexible de salida de la tubería de escape del motor donde la longitud es igual a 1,7 veces la del compensador

$$L_{eq.(\text{compensador})} = 1,7 * 0,1 = 0,17 \text{ m}$$

Para la tubería 2

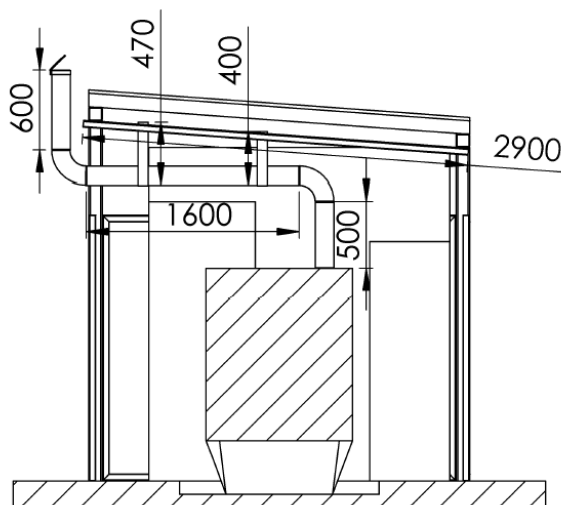
$$L_2(\text{tramo recto}) = 2,70 \text{ m}$$

$$L_{eq.(\text{codos})} = 0,18 \text{ m}$$

**Figura**

21

*Medidas del sistema de escape N°2*



Nota: plano con medidas exactas de tubo de escape del grupo electrógeno.

Cálculo de contrapresión:

$$CP_{tubería} = \frac{6,32 * Q_{gases}^2}{(T_{gases} + 273.15)} * \frac{L_{tubería}}{D * 5}$$

$$CP_{tubería} = \frac{6,32 * 0,64^2 \frac{m^3}{s}}{485 \text{ } ^\circ C + 273.15} * \left[ \left( \frac{4,25 \text{ m}}{0,127 \text{ m} * 5} \right) \right]$$

$$CP_{tubería} = 0,022 \text{ Pa}$$

El análisis posterior a ello se realiza con la suma de la tubería y el silenciador

$$R. \text{ total} = R. \text{ de tubería} + R. \text{ del silenciador}$$

Para lo cual, consideramos que la restricción de la tubería, la cual se ofrece a los gases de escape.

$$P(kPA) = \frac{L_t * S * Q_g^2 * 10000}{0.0027787 * D^5}$$

Donde:

- $P$ : Presión de resticción
- $L_{tubería}$ : Longitud total de tubería = 4,25 m
- $D$ : Diametro de la tubería = 0,127 m
- $Q_{gases}$ : Flujo de gases de escape =  $38.3 \frac{m^3}{min} = 0,64 \frac{m^3}{s}$
- $S$ : Peso específico del gas =  $\frac{352.05}{T_{gases} + 273.15}$

$$S = \frac{352.05}{407 + 273.15} = 0.52 \text{ kg/m}^3$$

$$P(kPA) = \frac{4.25 * 0.52 * 38.35^2 * 10000}{0.0027787 * 127^5}$$

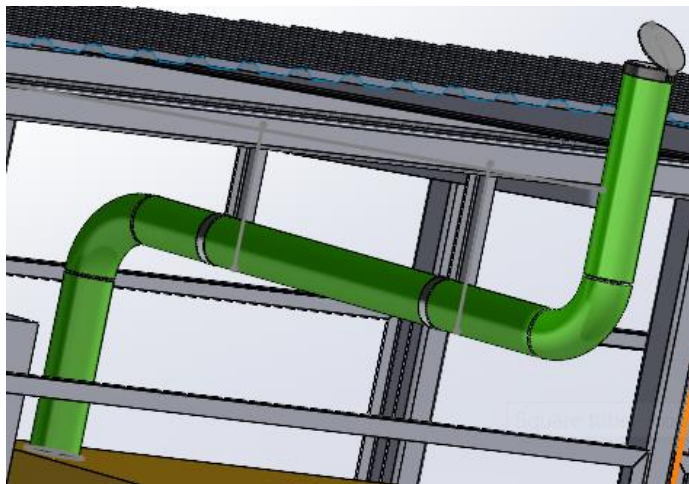
$$P(kPA) = \frac{4.25 * 0.52 * 38.35^2 * 10000}{0.0027787 * 127^5}$$

$$P(kPA) = 0.354 \text{ KPa}$$

Esta restricción debe tenerse en cuenta desde el inicio del tubo hasta la tapa de lluvia para que podamos realizar el cálculo de cualquier sistema de escape. La restricción del sistema general, según a lo referente del generador, no debe superar la 27 in Hg, que viene a ser igual a 6.7 KPa.

**Figura 22**

*Sistema de tubería del grupo electrógeno GE modasa MP-180I*



Por otro lado, se tiene la restricción del silenciador que será considerado como máximo la restricción, para lo cual guiándonos de del flujo de gases de escape se considera. Se va a considerar una restricción de 0.012 kPa.

**Tabla 6**

*Silenciadores, según su flujo de gases - 2*

<b>ASK-1-1000</b>				
<b>Tamaño</b>	$Q_{min}(\frac{m^3}{h})$	$Q_{max}(\frac{m^3}{h})$	$\Delta P_{min}(Pa)$	$\Delta P_{max}(Pa)$
80	69	206	7	67
100	109	326	6	54
125	171	513	5	43
160	282	847	4	34
180	358	1075	3	30
200	443	1330	3	28
250	696	2087	2	22

315	1108	3324	2	18
355	1409	4228	2	17
400	1792	5375	2	15
450	2270	6810	2	14
500	2805	8415	1	12
560	3521	10564	1	11
630	4460	13381	1	10
710	5669	17007	1	9
800	7202	21606	1	8
900	9120	27361	1	7
1000	11265	33794	1	7

$$R. total = R. de tubería + R. del silenciador$$

$$R. total = 0.354 \text{ KPa} + 0.012 \text{ KPa}$$

$$R. total = 0.366 \text{ KPa}$$

Como se, puede observar el sistema de escape seleccionado, se encuentran dentro del rango de  $0.366 \text{ KPa} < 6.7 \text{ KPa}$

- **Sistema de ventilación**

Consideraciones para el sistema de ventilación

Temperatura máxima de trabajo en estos espacios de máquinas que no son muy frecuentados es de  $50 \text{ }^\circ\text{C}$

Orientación del equipo del cual se busca que el flujo de aire atraviese todas las partes del GE, en este caso el mejor sentido para el aire de entrada es por la cara del motor hacia el alternador.

- Temperatura ambiente:  $25 \text{ }^\circ\text{C}$
- Presión:  $101,3 \text{ kPa}$
- Calor total irradiado al aire:  $10 \text{ }^\circ\text{C}$
- T aumento=  $35 \text{ }^\circ\text{C}$

- $\rho_{aire} = 1,19 \text{ kg/m}^3$  a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$
- $aire \text{ requerido} = 250 \text{ m}^3/\text{min}$

$$flujo \text{ de aire} = \frac{\text{calor total irradiado al aire}}{\rho_{aire} * T * 0,0167} + \text{aire requerido para combusti3n}$$

$$flujo \text{ de aire} = \frac{10 \text{ }^\circ\text{C}}{1,19 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 35 \text{ }^\circ\text{C} * 0,0167} + 250 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$flujo \text{ de aire} = 264,38 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 4,41 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

De acuerdo a la direcci3n del viento en el lugar, la ubicaci3n de las ventanas tiene el siguiente esquema.

- **Sistema de combustible**

Para el dise1o de una cabina donde se instalar1 un GE se debe tener en cuenta el sistema de combustible el cual se encuentra incluido en el GE. Las dimensiones de este sistema son:

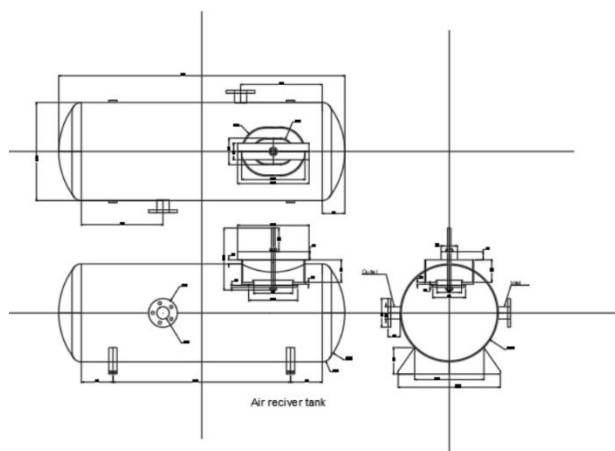
Largo: 2000 mm

Ancho: 800 mm

Alto: 600 mm

**Figura 23**

*Sistema de combustible*



Nota: Las dimensiones se consideran en las medidas generales de la cabina GE.

Teniendo como datos importantes:

Potencia: 160 kW

Consumo de Diesel: 105 galones

La demanda a considerar como máxima es la de 200 KVA ya que el tanque debe de cumplir con los parámetros de consumo de un GE

Para ello el factor de servicio es de 0.75 y con ello se obtiene:

$$105 * 0.75 = 78.75 \text{ gls.}$$

Pero se debe de tener en cuenta que el área libre es del 5% y del 1% para las sedimentaciones, por eso la capacidad de almacenamiento quedaría como:

$$78.75 * 1.05 * 1.01 = 83.5144 \text{ gls.}$$

Para la estimación de tubería de alimentación y retorno

Diámetro de la tubería será representado por:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

Donde:

- $Q$ : caudal ( $m^3/s$ )
- $V$ : velocidad ( $m/s$ )
- $D$ : diámetro ( $m$ )

Además:

$$Q = \frac{Vol}{t} = \frac{83.51 \text{ gls.}}{10 \text{ min.}} = \frac{0.32 \text{ m}^3}{600 \text{ s}} = 0,00053$$

Para la velocidad, será estimada con el mismo valor que es de 1.5 m/s (estimada para el flujo de combustibles líquidos). Por lo tanto, el diámetro de la tubería será

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0,00053}{\pi * 1.5}} = 0,0212 \text{ m} \langle \rangle 21,2 \text{ mm}$$

Para lo cual se va a considerar, puntos que harán más eficiente el sistema de combustible, en la instalación del grupo electrógeno.

Si se quiere que el sistema de combustible funcione correctamente, debe utilizarse tuberías de hierro negro. El hierro galvanizado o las tuberías con aleaciones de zinc impuras reaccionan con el combustible y obstruyen los filtros.

Los sistemas de bomba inyectora son cada vez más populares en nuestro entorno. Eliminan la necesidad de la bomba de inyección común y mejoran la eficiencia del consumo de combustible. Sin embargo, estos sistemas requieren más cuidado y mantenimiento que otros. Esto se debe a que el sistema de combustible tiene tolerancias muy pequeñas entre sus componentes y funciona a altas presiones, lo que puede dañarlos al exponerlos al agua, funcionando bajo altas presiones, lo que reduce en gran medida su durabilidad al exponerse al agua.

De la misma manera, se seleccionará un sistema de abastecimiento para lo cual se va a tomar en cuenta la capacidad de los grupos electrógenos.

*Capacidad GE modasa modelo MP – 180I = 83.51 gls. <> 316.12 lts.*

Con dicha capacidad, se selecciona un tanque de fácil transporte, obtenida del catálogo “Emiliana Serbator”, como se muestra en la *Figura 24*.

#### Figura 24

*Catálogo de tanque de GE transportables según su capacidad en litros, para el modelo, MP-180I*

Modelo	TFT250	TFT380	TFT450	TFT620	TFT910
Capacidad geométrica efectiva (litros) Capacidade geométrica efetiva (litros)	258	366	439	626	898
Ancho (mm) Largura (mm)	770	725	870	990	990
Longitud con armario (mm) Comprimento com armário (mm)	1.065	1.595	1.165	1.455	1.895
Longitud sin armario (mm) Comprimento sem armário (mm)	770	1.400	870	1.220	1.660
Altura (mm)	855	920	1.050	1.165	1.165
Peso con grupo de suministro (Kg) Peso com grupo fornecedor (Kg)	120	162	160	200	246

Nota: el modelo seleccionado es el TFT380, con una capacidad de 366 litros, la cual es más que suficiente para abastecer al GE Modasa modelo MP-180I

Luego de analizar los sistemas necesarios para las cabinas, se procede a detallar el proceso del montaje de los generados eléctrico en la institución.

## **Proceso de montaje de los grupos electrógenos a las cabinas:**

### **i. Preparación del sitio**

Se seleccionada adecuadamente la ubicación de la cabina asegurando que el nivel se encuentre en el correcto y sea accesible para el mantenimiento

### **ii. Las cabinas**

Ensamblar la estructura de la cabina de acuerdo a las especificaciones del fabricante estando las piezas unidas y alineadas correctamente

Instalación del aislamiento acústico y térmico para la protección de los equipos respecto a las condiciones extremas

Posicionamiento de la ventilación adecuada dentro de la cabina para reducir el sobrecalentamiento de los grupos electrógenos

### **iii. Instalación del grupo electrógeno**

Posicionar el grupo electrógeno en la cabina haciendo uso de equipos de elevación en el caso de ser necesario considerando que se tiene que posicionar centradamente y alineado a la base de concreto

Fijar a la base el grupo a través de pernos de anclaje para evitar movimientos o vibraciones excesivas durante su funcionamiento

### **iv. Conexiones**

Instalación del sistema de escape conectándose a la salida del generador asegurando que los gases sean expulsados de manera segura fuera de la cabina

Para el sistema de combustible realizar las conexiones de las tuberías al depósito y al motor

Realizar las conexiones eléctricas para que el generador distribuya la energía requerida

### **v. Pruebas**

Revisar que las conexiones se encuentren en el mejor estado sin haber elementos mal fijados

Realizar las pruebas de arranque y funcionamiento del grupo electrógeno

Efectuar los ajustes para optimizar el rendimiento y seguridad del equipo

**vi. Documentación**

Proporcionar manuales de operación y mantenimiento específicos para el modelo de generador instalado.

Establecer un calendario de inspecciones y mantenimiento preventivo

**3.3 Mejoramiento de los parámetros de las cabinas GE para el correcto funcionamiento**

Los parámetros de mejora en las cabinas de la actualidad y las alternativas de solución para los grupos electrógenos se denotan en las siguientes tablas:

**Tabla 7**

*Cuadro comparativo entre sistemas del GE modasa modelo MP-150I*

<b>Ítem</b>	<b>Sistema actual</b>	<b>Sistema mejorado</b>
Losa para el montaje	Losa de concreto reforzado	Base de concreto
Número de ventanas	No tiene	2 ventanas
Flujo de aire en ventanas	No cuenta con ventanas	$4,41 \frac{m^3}{s}$
Capacidad de combustible	No tiene sistema de combustible	65.22 gls.
Posición de la tubería de escape	Vertical	2 tuberías verticales y 1 horizontal
Inclinación en tuberías	No hay tuberías inclinadas, solo verticales	No cuenta con tuberías inclinadas el sistema
Diámetro de tuberías	3 pulgadas	3 pulgadas
Longitud de tramos	1 metro, solo un tramo vertical	4,25 m
Reducción de ruidos	56 dBA	56 dBA

Como se observa en la Tabla 7, se presenta una comparación evaluada por cada punto, para el caso de la losa del montaje se optó por sobreponer el GE en una base de concreto, la cual ejerce una mayor resistencia de y durabilidad del equipo. Asimismo, se mejoró el sistema de ventilación, para lo cual se optó por agregar 2 ventanas para un mayor flujo de aire con un valor de  $4,41 m^3/s$ , esto mejorará al

sistema de ventilación, ya que, en la actualidad, no se cuenta ni siquiera con ninguna ventana. Con respecto al sistema de combustible se proporcionó un tanque con una capacidad de 65,22 *gls.* <> 246,88 *lts.* Por otro lado, se cambió el sistema de escape actual (1 vertical) y se estableció, por medio de una red de tuberías (2 verticales y 1 horizontal) para una mejor distribución de exportación de los gases producidos por la combustión, dichas tuberías tendrán un diámetro de 3" y una longitud de 4,25 *m.* Por último, el Grupo electrógeno en sí, presenta una reducción de ruido de 56 dBA, esto es importante para minimizar molestias auditivas y cumplir con regulaciones locales sobre contaminación acústica.

**Tabla 8**

*Cuadro comparativo entre sistemas del GE modasa modelo MP-180I*

<b>Ítem</b>	<b>Sistema actual</b>	<b>Sistema mejorado</b>
Losa para el montaje	Losa de concreto reforzado	Base de concreto
Número de ventanas	No tiene	2 ventanas
Flujo de aire en ventanas	No cuenta con ventanas	4,41 $\frac{m^3}{s}$
Capacidad de combustible	No tiene sistema de combustible	83.51 <i>gls.</i>
Posición de la tubería de escape	Vertical	2 tuberías verticales y 1 horizontal
Inclinación en tuberías	No hay tuberías inclinadas, solo verticales	No cuenta con tuberías inclinadas el sistema
Diámetro de tuberías	3 pulgadas	3 pulgadas
Longitud de tramos	1 metro, solo un tramo vertical	4,25 m
Reducción de ruidos	50 dBA	50 dBA

Según se muestra en la Tabla 8, se realiza una comparación detallada de cada punto. En el caso de la losa de montaje, de igual manera se decidió colocar el grupo electrógeno sobre una base de concreto, la cual proporciona una mayor resistencia y durabilidad al equipo. Además, se mejoró el sistema de ventilación mediante la

adición de 2 ventanas para aumentar el flujo de aire a  $4,41 \text{ m}^3/\text{s}$ , lo cual beneficiará considerablemente al sistema de ventilación, dado que actualmente no cuenta ni siquiera con una ventana. Con respecto al sistema de combustible se proporcionó un tanque con una capacidad de  $83,51 \text{ gls.} <> 316,12 \text{ lts.}$  Por otra parte, se modificó el sistema de escape existente (1 tubo vertical) por una red de tuberías (2 verticales y 1 horizontal) para mejorar la dispersión de los gases de combustión. Estas tuberías tendrán un diámetro de 3 pulgadas y una longitud de 4,25 metros. Por último, el propio grupo electrógeno presenta una reducción de ruido de 50 decibeles, lo cual es crucial para minimizar las molestias auditivas y cumplir con las normativas locales sobre contaminación acústica.

### Aspecto económico

Para llegar a diseñar las cabinas para los grupos electrógenos se requiere de los sistemas mencionados en el objetivo anterior, para ello se realiza una tabla de presupuesto donde se colocan los componentes necesarios para los sistemas

**Tabla 9**

*Presupuesto para cabinas nuevas*

Componente	Descripción	Unidades	Precio (s/.)	Importe (s/.)
Tubería de escape	Tubería flexible acero inoxidable para tramo 1	4,25 m	45.00	191.25
Tubería de escape	Tubería flexible acero inoxidable para tramo 2	2 m	45.00	90.00
Silenciador de escape	Silenciador axial	1 unid.	4450.00	4450
Aislamiento de tubería de escape	Manta aislante	2.4 m	20.00	40.80
Soporte de techo	Soporte anti vibratorio fijado al techo para la tubería de escape	4 unidades	12.00	48.00

Soporte antivibratorio				
Soporte lateral	de muelle simple para la tubería de escape	4 unidades	30.00	120.00
Rejilla absorbente	Revestida de acero galvanizado	1 unidad	700.00	700.00
Ventilador extractor	Ventilador helicoidal mural	1 unidad	300.00	300.00
Conducto de ventilación	Conducto de acero galvanizado resistente al fuego	2 unidades	60.00	120.00
Soportado de ventilación	Soportes para sujeción de tramo	4 unidades	10.00	40.00
Aislamiento acústico	Panel de aislamiento acústico semirrígido	20 metros	24.00	480.00
Placa base	Placa base para pilares	2 unidades	50.00	100.00
Puerta	Puerta watertight con bisagras	1 unidad	3000.00	3000.00
Total				9680.05

**Nota.** Precios obtenidos por diferentes proveedores de materiales

Los costos obtenidos fueron calculados para una cabina de grupo electrógeno, en el estudio son dos los grupos analizados entonces se obtiene 19360.10 por las dos cabinas.

Al realizar un análisis comparativo respecto a los gastos para conseguir nuevas instalaciones para posicionar los grupos electrógenos se tiene un montón total de 19360.10 soles, a comparación de los egresos que se generan por accidentes o fallas que existieron en los últimos meses, estos superan los 11500 soles notándose ventaja en costos por parte de las nuevas cabinas.

Con ello se analiza la viabilidad de considerar estos nuevos ambientes en la institución desarrollando los indicadores económico VAN y TIR

## Valor actual neto (VAN)

La tasa de interés utilizada para descontar el flujo neto proyectado se denomina tasa de oportunidad, rendimiento o rentabilidad mínima esperada. Por lo tanto, si la inversión supera la utilidad neta actualizada (BNA), específicamente cuando el Valor Actual Neto (VAN) es negativo, indica que no se ha logrado la tasa deseada. Por el contrario, cuando el BNA es igual a la inversión (el VPN es igual a cero), indica que se ha logrado la tasa de rendimiento esperada. En última instancia, cuando el BNA supera la inversión (lo que resulta en un VAN positivo), indica que no sólo se ha logrado la tasa requerida, sino que también se ha obtenido una ganancia adicional.

$$VAN = -I_0 + \frac{Q_1}{(1+K)^1} + \frac{Q_2}{(1+K)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+K)^n}$$

Donde

$I_0$ : Inversión inicial monetaria en el presente.

$Q$ : Flujos de caja futuros en cada periodo  $t$ .

$t$ : Numero de periodos de vigencia del proyecto (20 años).

$K$ : Tipo de interés de la renta fija.

Para lo cual se va a considerar los siguientes parámetros

Si el VAN es  $< 0$ , se rechaza el proyecto.

Si el VAN es  $= 0$ , el proyecto es indiferente.

Si el VAN es  $> 0$ , se acepta el proyecto.

Reemplazando los valores en la ecuación anterior se obtiene:

**Tabla 10**

*Flujo efectivo neto*

Años	Inversión inicial (S/.)	Ingresos (S/.)	Egresos (S/.)	Flujo Efectivo Neto (S/.)
0	-19360.10			-19360.10
1		3000	800.00	3800.00
2		3000	800.00	3800.00
3		3000	800.00	3800.00
4		3000	800.00	3800.00
5		3000	800.00	3800.00
6		3000	800.00	3800.00
7		3000	800.00	3800.00

8	3000	800.00	3800.00
9	3000	800.00	3800.00
10	3000	800.00	3800.00
11	3000	800.00	3800.00
12	3000	800.00	3800.00
13	3000	800.00	3800.00
14	3000	800.00	3800.00
15	3000	800.00	3800.00
16	3000	800.00	3800.00
17	3000	800.00	3800.00
18	3000	800.00	3800.00
19	3000	800.00	3800.00
20	3000	800.00	3800.00

Al aplicar VAN y TIR se obtiene

$$VAN = -I_0 + \frac{Q1}{(1+K)^1} + \frac{Q2}{(1+K)^2} + \dots + \frac{Qn}{(1+K)^n}$$

$$VAN = -19360.10 + \frac{3000}{(1+0,14)^1} + \frac{3000}{(1+0,14)^2} + \dots + \frac{3000}{(1+0,14)^{20}}$$

$$VAN = S/. 5807.80$$

Siendo el VAN mayor a 0, quiere decir que el proyecto es rentable

Entonces el TIR para un VAN igual a 0 será igual a:

$$VAN = -I_0 + \frac{Q1}{(1+K)^1} + \frac{Q2}{(1+K)^2} + \dots + \frac{Qn}{(1+K)^n}$$

$$0 = -19360.10 + \frac{3000}{(1+0.14)^1} + \frac{3000}{(1+0.14)^2} + \dots + \frac{3000}{(1+0.14)^{20}}$$

$$K = 0.19$$

Al ser el k un valor mayor a la tasa de descuento inicial del 14%, se confirma la rentabilidad del proyecto

### Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno (TIR) no es constante, ya que varía según la estructura de los flujos de efectivo del proyecto, la cual se evalúa según los siguientes criterios:

Si el  $TIR < K$  a la tasa mínima aceptable de rendimiento del proyecto (TMAR), entonces el proyecto se rechaza, ya que los beneficios generados por el proyecto son inferiores al interés pagado por la banca. En consecuencia, sería más atractivo depositar los recursos disponibles en el banco o considerar una alternativa de inversión más rentable.

Si el  $TIR = K$  la tasa mínima aceptable de rendimiento del proyecto, el proyecto es indiferente. De tal manera que los beneficios del proyecto sólo pagarán los costos.

Si el  $TIR > K$  la tasa mínima aceptable de rendimiento del proyecto (TMAR), entonces el proyecto se acepta. Esto implica que los beneficios reales generados por el proyecto superan la tasa de interés que los bancos pagan.

$$0 = -I_0 + \frac{Q1}{(1+K)^1} + \frac{Q2}{(1+K)^2} + \dots + \frac{Qn}{(1+K)^n}$$

### **Evaluación del periodo de recuperación de inversión**

Para este caso se va a emplear la siguiente formula:

$$P_r = \frac{I_0}{FN}$$

Donde:

$P_r$ : *Periodo de recuperacion de la inversión (años)*

$I_0$ : *Inversion inicial*

$FN$ : *Flujo neto generado por el proyecto (anual)*

$$P_r = \frac{I_0}{FN}$$

$$P_r = \frac{S/. 19360.10}{3800.00}$$

$$P_r \cong 5.09 \text{ años}$$

**Tabla 11***Cuadro resumen de todos los resultados obtenidos.*

<b>Aspecto Evaluado</b>	<b>Estado Inicial</b>	<b>Mejoras Propuestas</b>
<b>Ubicación</b>	Grupos electrógenos a la intemperie, sin protección adecuada.	Instalación en cabinas cerradas con mejor protección estructural. Base de concreto
<b>Montaje mecánico</b>	Losa de concreto reforzada con altura de 2000 mm.	optimizada dentro de una sala técnica para mayor seguridad y reducción de vibraciones.
<b>Sistema de ventilación</b>	Sin ventanas de ventilación. No hay control de temperatura ni circulación de aire adecuada.	Se añadirán 2 ventanas para mejorar el flujo de aire y reducir el sobrecalentamiento.
<b>Sistema de escape</b>	Tubería de escape vertical sin tramos horizontales. Diámetro de 3 a 5 pulgadas.	Sistema optimizado con tuberías de 3 pulgadas, combinando 2 verticales y 1 horizontal para mejor disipación de gases.
<b>Sistema de combustible</b>	No cuenta con tanque de combustible propio.	Instalación de tanques de combustible de 258L (MP-150I) y 366L (MP-180I) con tuberías adecuadas para evitar obstrucciones.
<b>Sistema de insonorización</b>	No cuenta con materiales fonoabsorbentes en las paredes.	Implementación de aislamiento acústico para reducir el ruido a 56 dBA.
<b>Análisis económico</b>	Costos elevados por fallas frecuentes, mayor consumo de combustible, accidentes y reparaciones constantes.	Reducción de costos operativos a largo plazo debido a menor mantenimiento y optimización de recursos.
<b>Proceso de montaje</b>	No cuenta con un procedimiento detallado.	Se establece un protocolo para la instalación, pruebas y mantenimiento de los grupos electrógenos en las cabinas nuevas.

## CAPITULO IV ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

En comparación con las hipótesis planteadas, los resultados obtenidos muestran que las cabinas para grupo electrógeno cumplen satisfactoriamente con los requerimientos de aislamiento acústico y protección ambiental. La hipótesis inicial sugería que el nivel de ruido podría no reducirse de manera eficiente en entornos urbanos densamente poblados. Sin embargo, estudios recientes (Ramírez, 2022) demuestran que la incorporación de materiales fonoabsorbentes avanzados ha permitido cumplir con las normativas vigentes de contaminación acústica, confirmando así la efectividad de las cabinas insonorizadas.

De acuerdo al primer objetivo se analizaron los estados iniciales de las cabinas grupos electrógenos de las cuales se obtuvo que las 4 cabinas que fueron analizadas, todas se encuentran expuestas a la intemperie generando que el GE esté en riesgo de deterioro a causa de los cambios climatológicos. Para los GE Modasa modelo MP-150I y MP-180I, sus cabinas solo cuentan con techo en la parte superior y 4 soportes a los extremos además sin el sistema de ventilación adecuado, asimismo Muñoz (2023) menciona que la ubicación de los generadores de cámara de máquina en su lugar de estudio se encuentra bajo cubierta, es decir, pueden ser afectadas por agua o incendio. Por otro lado, los GE inicialmente contaban con losa de concreto reforzado, en el caso del modelo MP-150 I contaba con tubería de escape vertical, pero sin ventanas ni sistema de combustible, de igual manera Castro (2019) en su investigación se refirió a la situación inicial de la empresa en la cual encontró fallas en los cables media tensión, fusibles, sin base de datos de fallas en los últimos años.

Respecto al segundo objetivo, los parámetros del diseño y mejora de las cabinas GE para los modelos de modasa, para el modelo MP-150I y el modelo MP-180I la altura de la cimentación calculada fue de 0,4117 m, contrapresión de la tubería para el sistema de escape fue de 4,53 mmHG con longitud de 4,25 m de tubería y 2 codos. Por otro lado, en la tesis de Euribe (2022), el autor logró un sistema de expulsión de gases con ductor circular y el sistema de ventilación de 1,70 x 1,30 m. De igual manera, Wilberger (2021) obtuvo 0,96 m las salidas en sus ambientes, ventilación para el proceso de extracción de calor fue de 4 veces superior a la de los lados referentes a la extracción del calor. En el caso del flujo de ventilación en Riveros (2022) obtuvo un valor por las ventanas 1 y 2 de  $19,03 \text{ m}^3/\text{s}$ , sin embargo, en los dos

modelos de GE el flujo de ventilación tiene un valor de  $4,41 \text{ m}^3/\text{s}$  con una cantidad total de 2 ventanas. Para el sistema de combustible según Larrea (2020) optó por un tanque de modelo SA 285 – C, en cambio de acuerdo a su capacidad para los GE de 150l y 180l, tienen los modelos de TFT250 y TFT380 respectivamente.

De acuerdo al último objetivo, en Riveros (2022) logró demostrar unas mejoras en el ahorro de combustible ahorraría combustible, además las condiciones de la sala del grupo instalado no presentan las medidas requeridas. Por otro lado, en Muñoz (2023) logró obtener mejoras en las condiciones y sistemas para el GE de la empresa con un soporte anti vibratorio para el GE con rigidez del soporte será de 858375 N/m. En la investigación, se logró demostrar varias mejoras y la implementación de nuevos sistemas (ventilación, escape y combustible) estos últimos optimizarán la funcionalidad de los diferentes Grupos electrógenos.

**Tabla 12**

Cuadro de contrastación de hipótesis.

<b>Hipótesis</b>	<b>Enunciado</b>	<b>Comprobación</b>
<b>Hipótesis general</b>	El mejoramiento del diseño de las cabinas reduce los costos de reparación en los grupos electrógenos de la institución pública SEDAPAL.	Se comprobó mediante el análisis técnico y económico que los grupos electrógenos ubicados a la intemperie sufrían fallas recurrentes debido a la falta de ventilación, insonorización y protección estructural. Estas fallas incrementaban los costos de reparación y operativos. Con el rediseño de las cabinas, que incluye sistemas de ventilación, insonorización y mejoras estructurales, se reduce el desgaste del equipo y, por ende, los costos de mantenimiento.
<b>Hipótesis específica 1</b>	La identificación de las deficiencias en el diseño actual de las cabinas permite establecer las principales causas del aumento en los	Se realizó un análisis del estado inicial de los grupos electrógenos en SEDAPAL, evidenciando que la falta de ventilación adecuada provocaba sobrecalentamiento, lo que a su vez generaba desgaste prematuro de los componentes y fallas recurrentes. Además, la ausencia de insonorización exponía a los operarios a niveles elevados de ruido, afectando las condiciones laborales. Finalmente, la exposición a factores climáticos adversos deterioraba la estructura de los equipos. En términos económicos, se identificó que estas fallas generaron una pérdida

<p><b>Hipótesis específica 2</b></p>	<p>costos de reparación.</p> <p>Establecer parámetros adecuados mejora el diseño de las cabinas para los grupos electrógenos en la institución pública SEDAPAL.</p>	<p>de 23,000 soles en seis meses, lo que confirmó que el mal diseño incrementaba los costos de reparación.</p> <p>Se realizaron mejoras técnicas en el diseño de las cabinas, como la instalación de ventanas de ventilación, la inclusión de tanques de combustible independientes, un sistema de escape optimizado y la aplicación de materiales fonoabsorbentes para reducir el ruido. Con estas mejoras, se logró: Mayor eficiencia en la disipación del calor mediante un diseño de ventilación con flujo de aire optimizado. Menor contaminación acústica al reducir el ruido a 56 dBA, cumpliendo con las normativas de salud ocupacional. Mayor protección del equipo contra agentes externos como lluvia y polvo, prolongando su vida útil.</p>
<p><b>Hipótesis específica 3</b></p>	<p>El diseño mejorado de las cabinas es económicamente viable, ya que reduce los costos de reparación a largo plazo en los grupos electrógenos de SEDAPAL.</p>	<p>Se realizó un análisis económico comparativo entre los costos actuales y los proyectados tras la implementación del nuevo diseño. Los resultados mostraron que la inversión en cabinas optimizadas permitiría recuperar los costos en un corto plazo, gracias a la reducción en mantenimiento y reparaciones. Menos fallas y menor desgaste reducen las intervenciones correctivas. Menor consumo de combustible al optimizar la combustión y ventilación. Mayor vida útil de los equipos, reduciendo la necesidad de reemplazo de componentes. Estos factores hacen que la implementación del diseño sea económicamente viable y sostenible a largo plazo.</p>

## CONCLUSIONES

- El estudio y rediseño de las cabinas para los grupos electrógenos de SEDAPAL ha permitido identificar y corregir deficiencias críticas que impactaban en su desempeño y aumentaban los costos de reparación. Este proceso de mejora asegura que los equipos estén mejor preparados para enfrentar las condiciones adversas del entorno y operar de manera más eficiente, contribuyendo así a una mayor sostenibilidad y rentabilidad para la institución.
- Se constató que las cabinas actuales de los grupos electrógenos presentan importantes deficiencias estructurales y funcionales, como la exposición directa a la intemperie, ausencia de sistemas de ventilación adecuados y deficiente protección frente a condiciones climáticas extremas.

Esta situación ha generado riesgos de deterioro en los equipos y ha impactado directamente en los costos de mantenimiento y reparación.

- Se definieron parámetros técnicos fundamentales para el rediseño de las cabinas, considerando dimensiones específicas de cimentación, diseño de sistemas de ventilación y escape, selección adecuada de tanques de combustible, el uso de materiales fonoabsorbentes y sistemas de ventilación optimizados.
- La implementación del diseño mejorado de cabinas para grupos electrógenos en SEDAPAL demostró ser económicamente viable de acuerdo al VAN y TIR, ya que permite reducir los costos de reparación, prolongar la vida útil de los equipos y optimizar el consumo de combustible. La incorporación de elementos como soportes antivibratorios, un sistema de escape mejorado y tanques de combustible adecuados (TFT250 y TFT380) contribuye significativamente al rendimiento operativo. En conjunto, las mejoras en ventilación, escape y sistema de combustión optimizan la funcionalidad de los grupos electrógenos, representando una inversión eficiente y sostenible a mediano y largo plazo para la institución.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar inspecciones periódicas a las cabinas de los grupos electrógenos para identificar posibles deficiencias estructurales y funcionales antes de que generen costos elevados de reparación. Estas inspecciones deben incluir la evaluación de la ventilación, el aislamiento acústico y la resistencia de los materiales empleados. De esta manera, se podrá garantizar la operatividad continua de los equipos y prolongar su vida útil mediante un mantenimiento preventivo adecuado.
- Es recomendable establecer un programa de capacitación para el personal encargado del mantenimiento de las cabinas, con el fin de asegurar que cuenten con el conocimiento necesario para realizar inspecciones y reparaciones de manera eficiente. La capacitación debe incluir temas relacionados con el manejo seguro de los equipos, detección temprana de fallas y cumplimiento de normativas vigentes. Esto contribuirá a optimizar los procesos de mantenimiento y a reducir los tiempos de inactividad de los generadores.
- Se sugiere implementar un sistema de monitoreo remoto en las cabinas para grupos electrógenos, que permita supervisar en tiempo real variables críticas como temperatura, niveles de ruido y estado de los sistemas de seguridad. La adopción de tecnologías de monitoreo permitirá detectar anomalías de manera oportuna, facilitando una respuesta inmediata ante posibles fallas y evitando costosos tiempos de inactividad.
- Se recomienda la utilización de materiales de alta calidad y resistencia en la fabricación de las cabinas para garantizar su durabilidad frente a condiciones ambientales adversas. La selección de materiales adecuados, como recubrimientos anticorrosivos y aislantes térmicos de alto rendimiento, permitirá reducir el desgaste prematuro de las estructuras y garantizar una mayor protección del equipo eléctrico albergado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguirre, D. (2021). *Desarrollo de un evaluador previo a la aplicación de pruebas automatizadas, diseño de circuitos impresos y accesorio mecánico para el montaje de una interfaz formal* [Tesis de pregrado, Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio TEC. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/12433>
- Arias, J. y Covinos, M. (2021). Diseño y metodología de la investigación. *Enfoques Consulting* *EIRL*, 1, 66-78. [https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias\\_S2.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf)
- Asqui, D. y Zapata, A. (2023). *Repotenciación de un grupo electrógeno Fuan Zongchi motor para el encendido auxiliar de luminarias en un parqueadero* [Tesis de pregrado, Tecnológico Universitario Vida Nueva]. Repositorio TUVN. <http://201.159.223.6/handle/123456789/335>
- Azañedo Reyes, D. D. (2020). *Evaluación de edificaciones de bambú para la construcción de caseta de triaje COVID 19-2020* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del norte]. Repositorio UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23951>
- Caicedo, J. M. G. (2020). Los proyectos de diseño mecánico como herramienta para el desarrollo de competencias transversales en los ingenieros. *Revista Educación en Ingeniería*, 15(30), 60-73. <https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/download/1127/993>
- Campmany, O. (2021). *¿Cómo instalar un Grupo Electrónico?* <https://es.linkedin.com/pulse/c%C3%B3mo-instalar-un-grupo-electr%C3%B3geno-oriol-campmany-puig>
- Castro Maco, L. A. (2020). *Diseño de un sistema de puesta a tierra para mejorar las condiciones de operación del área de Cancha de Materiales, CPSAA* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56705>
- Chávez, A. (2021). Instalación de grupos electrógenos. Matyc automation. <https://matycperu.com/public/storage/services/instalacion-electrogeno.pdf>

- Crespo, G. y Rodríguez, A. (2020). *Implementación de la etapa de planificación energética de la Norma ISO 50001, en la batería de grupos electrógenos de la refinería de petróleo de Cienfuegos*.  
[https://www.researchgate.net/publication/351287115\\_Implementacion\\_de\\_la\\_etapa\\_de\\_Planificacion\\_Energetica\\_de\\_la\\_Norma\\_ISO\\_50001\\_en\\_la\\_Bateria\\_de\\_Grupos\\_Electrogenos\\_de\\_la\\_Refineria\\_de\\_Petroleo\\_de\\_Cienfuegos?enrichId=rgreq-c7bc73a1e3bab76bacec91f6eeaf9534-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdIOzM1MTI4NzExNTtBUzoxMDE5NDU3NzY1OTA4NDgwQDE2MjAwNjkwODAxODk%3D&el=1\\_x\\_2&esc=publicationCoverPdf](https://www.researchgate.net/publication/351287115_Implementacion_de_la_etapa_de_Planificacion_Energetica_de_la_Norma_ISO_50001_en_la_Bateria_de_Grupos_Electrogenos_de_la_Refineria_de_Petroleo_de_Cienfuegos?enrichId=rgreq-c7bc73a1e3bab76bacec91f6eeaf9534-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdIOzM1MTI4NzExNTtBUzoxMDE5NDU3NzY1OTA4NDgwQDE2MjAwNjkwODAxODk%3D&el=1_x_2&esc=publicationCoverPdf)
- Electro Molins (2020). *Tipos de envolventes para insonorizar un grupo eléctrico*.  
<https://electramolins.com/tipos-de-envolventes-para-insonorizar-un-grupo-electrogeno/#:~:text=La%20forma%20de%20insonorizar%20un,por%20un%20material%20ac%C3%BAsticamente%20absorbente.>
- Energía selectra (2020). *Sistemas de escape de grupos electrógenos*.  
<https://elblogenergia.com/otros/sistemas-de-escape-de-grupos-electrogenos>
- Escudero, J. (2022). *Diseño e implementación de un sistema de arranque eléctrico de un grupo eléctrico* [Tesis de pregrado, Institución Universitaria Pascual Bravo]. Repositorio Pascual Bravo.  
<https://abcd.pascualbravo.edu.co/handle/pascualbravo/1890>
- Euribe Mitacc, C. A. (2022). *Diseño mecánico de sistemas auxiliares para la operatividad de un grupo eléctrico de 500 kw de potencia del centro comercial terminal terrestre–Arequipa–Perú*.  
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/20495>
- Gallegos, C., Viscaíno, M. y Villacrés, S. (2020). Estudio de fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad aplicado a grupos electrógenos prime. *Conciencia digital*, 3(3).  
<https://www.cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/view/1266>

- Gaviria, C. y Carvajal, L. (2020). Determinación de la variabilidad de la curva de duración de caudales por efectos no estacionarios en Colombia. *Ingeniería del agua*, 24(4), 269-283. <https://iwaponline.com/IA/article-abstract/24/4/269/79410>
- GCF Global (2023). *¿Cómo se mide la temperatura?* <https://edu.gcfglobal.org/es/unidades-de-medida/como-se-mide-la-temperatura/1/>
- Genesal Energy (2021). *Alternadores*. <https://genesalenergy.com/comunicacion/articulos/alternadores-la-pareja-perfecta-del-motor/>
- Grupel (2022). *¿Qué es un grupo electrógeno?* Energy everywhere. <https://grupel.eu/es/faqs/que-es-un-grupo-electrogeno/>
- Grupos Bravo. (2021). *Generadores eléctricos*. <https://gruposbravo.com/blog/instalacion-de-generadores-ventilacion-y-refrigeracion-b48.html>
- Hernández, E. (2024). Hardware. *Con-Ciencia Serrana Boletín Científico de la Escuela Preparatoria Ixtlahuaco*, 6(11), 6-8. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ixtlahuaco/article/view/11967>
- Himoinsa. (2021). *Suministro de combustible para grupos electrógenos ¿Cuándo y cómo usar un depósito externo?* Himoinsa a Yanmar company. <https://www.himoinsa.com/suministro-de-combustible-para-grupos-electrogenos-cuando-y-como-usar-un-deposi/white-paper/listado-de-noticias/noticias/115/esp.html>
- Hitachi (2023). Flujo de aire. <https://www.hitachiaircon.com/es/glossary/flujo-de-aire>
- Huamán Chancazana, R. (2019). *Implementación de una matriz IPECR de seguridad específica; y la mejora en el montaje mecánico en una empresa de ingeniería y construcción* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias e Informática]. Repositorio UPCI. <https://repositorio.upci.edu.pe/handle/upci/90>

- Isurgas. (2022). *Diseño y fabricación de caseta acústicas, insonorización de grupos electrógenos, compresores.*  
<https://isurdgas.com.pe/servicios/energia/disenio-fabricacion/disenio-y-fabricacion-de-caseta-acusticas-insonorizacion-de-grupos-electrogenos-compresores-aire-acondicionado-y-sala-de-grabaciones/>
- Larrea, L. (2020). *Diseño de un sistema de inyección mixta agua-combustible para un motor Diesel y mejorar la eficiencia del grupo electrogeno de la Central Termica de Reserva Fria Eten.* [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852020000200241&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852020000200241&script=sci_arttext)
- Diario El Peruano. (2011). Ley Nacional 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo - Capítulo VII
- Diario El Peruano. (2011). Ley Nacional 13.660 de Combustibles sólidos, líquidos y gaseosos
- Gómez, D. (2005). *Diseño del colector de gases de escape de una planta de generación.* [Trabajo Fin de Grado, Universidad de Barcelona]. Repositorio UB.
- Logistics cluster (2023). *Gestión del combustible, almacenamiento de combustible.*  
<https://log.logcluster.org/es/almacenamiento-de-combustible#:~:text=Las%20zonas%20de%20almacenamiento%20de,de%20transporte%20con%20puertas%20cerradas.>
- Lozada, C. (2020). *Modifican la Norma Técnica EM.030 Instalaciones de 30 Ventilación del RNE.* Lima : El peruano, 2020. 1887042-1
- Muñoz, A. (2023). *Instalación de un grupo electrógeno en un barco pesquero* [Tesis de pregrado, Universidad politécnica de Cartagena]. Repositorio UPCT.  
<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/12652/tfg-mu%c3%b1-ins.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Naranjo, L. (2023). *Ampliación de la potencia de una instalación por cambio de dos transformadores y un grupo electrógeno* [Tesis de pregrado, Universidad Politénica de Catalunya]. Repositorio UPC.  
<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/393162>

- Otazu, R. (2023). *Implementación de indicadores clave de rendimiento (KPI) para el mantenimiento del sistema contra incendios de detección y supresión de las subestaciones móviles y grupos electrógenos móviles en la Unidad Minera Las Bambas* [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio UC. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13738>
- Otón, J. (s.f.) *Apuntes asignatura Diseño de Cámara de Máquinas*. Tema 12 - Sistemas de exhaustación y Tema 13 - Sistemas de ventilación.
- Paullo, L. (2022). *Caseta para grupo electrógeno*. <https://es.scribd.com/document/558096314/Caseta-Para-Grupo-Electrogeno>
- Pena, D. (2020). *Tipos de caudales* [Trabajo de pregrado, Instituto Universitario Politécnico "Santiago Mariño"]. Repositorio ISSUU. [https://issuu.com/daanielape/docs/trabajo\\_del\\_caudal\\_y\\_tipos\\_electiva](https://issuu.com/daanielape/docs/trabajo_del_caudal_y_tipos_electiva)
- Pérez, J. (2023). *Montaje de maquinaria industrial, equipos e instalaciones industriales*. Scholpp. <https://www.scholpp.es/montaje-industrial/#:~:text=El%20montaje%20mec%C3%A1nico%20se%20refiere,%2C%20correas%2C%20entre%20otros%20elementos.>
- Pérez, R. (2022). *Sistema de gestión de mantenimiento para aumentar la disponibilidad de la sub estación de energía eléctrica de 2MVA con grupo electrógeno de la empresa Pesquera Ribaudó S.A.A* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/100987>
- Pomier, W. (2019). *Redimensionamiento de la instalación del grupo electrógeno auxiliar para la clínica arco iris zona sur* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio UMSA. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/29324/PGT-2514.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Power generation. (2007). *Soluciones para el ruido de grupos electrógenos: Control del ruido no deseado de los sistemas de energía en el lugar de trabajo. Información técnica de Cummins Power Generation Inc.* <https://incal.cummins.com/www/literature/technicalpapers/PT-7015-NoiseSolutions-es.pdf>

- Quille, E. (2019). *Sistemas eléctricos de un Grupo electrógeno*.  
<https://es.scribd.com/document/687545515/Sistemas-electricos-de-un-Grupo-electrogeno>
- Ramón, C., & Gil-Garzón, M. A. (2021). Efecto de los parámetros de operación de la extracción asistida por ultrasonido en la obtención de polifenoles de uva: una revisión. *TecnoLógicas*, 24(51), 263-277.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-77992021000200263&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-77992021000200263&script=sci_arttext)
- Riascos, J. (2024). Implementar un Plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivo para Reducir las Continuas Fallas que Presentan los Equipos de Telecomunicaciones y Equipos de Medición Eléctrica de la Alcaldía Municipal de Florida [tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/65564>
- Riveros, S. (2022). *Sistema de ventilación y parámetros de operación en una sala de grupos electrógenos de una planta industrial – Chao* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/94855/Riveros\\_GSM-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/94855/Riveros_GSM-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Rojas, G. (2018). GRUPOS ELECTROGENOS. PRINCIPIOS BASICOS. *Gedisa*, 1(20), 1-3.  
<https://gedisa.com.ve/boletin/pdf/20.%20GRUPO%20ELECTROGENOS%20PRINCIPIOS%20BASICOS.pdf>
- Salas, N. (2021). *Diseño de un procedimiento de cimentación dinámica de un grupo electrógeno estacionario de 190 kVA modelo g0206pkst mediante el análisis vibracional* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio UNSAAC. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/6031>
- Sánchez, P. (2021). Estudio del calor y caracterización térmica de la instalación de un banco de carga en grupo electrógeno [Tesis de posgrado, Universidad Politécnica de Cartagena]. Repositorio UPCT. <https://repositorio.upct.es/handle/10317/9888>
- Sandoval, L. (2021). *Potencia de grupos electrógenos para la cobertura de demanda de energía en S.E Sechura* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del

Santa].

Repositorio

UNS.

<https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3772>

Shipbuilding (1998). ISO 8861. 1998. - Engine room ventilation in diesel engined ship

Silen&sistema. (2023). Silenciador escape de motor diesel/gas.

<https://silensistem.com/silenciadores/escape-motores-diesel-gas/>

Urina, D. (2023). *Diseño de un Sistema de Transferencia Automática con grupo Electrógeno en el edificio de la Alcaldía Distrital de Santa Marta* [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio UCC. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/3e0e13ab-8cf7-43dc-957c-9259d2ddacc0/content>

Villanueva, F. (2022). Metodología de la investigación.

Wilerger, A. (2021). *Cálculo y diseño de instalación eléctrica, selección de grupo electrógeno e informe de seguridad e higiene en la empresa MAXEPA S.R.L.*

[Tesis de pregrado. Universidad Nacional de la Pampa]. Argentina – 2021.

[https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/8282/itg\\_wilcal021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/8282/itg_wilcal021.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Zavaleta, E. (2020). *Plan De Mantenimiento En El Sistema De Ventilacion Del Grupo Electrogeno Basado En El Ciclo De Deming De La Agencia Bancaria*

*Pichincha–Tumbes 2020* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur]. Repositorio UNTELS.

<http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/822>

## **ANEXOS**

<b>Anexo 1. Instrumentos de la investigación.....</b>	<b>1</b>
<b>Anexo 2: Fichas técnica de GE.....</b>	<b>2</b>
<b>Anexo 3: Catálogo del tanque de combustible.....</b>	<b>4</b>

## Anexo 1. Instrumentos de la investigación

Ficha de recolección de datos de la situación actual de las salas GE

Ítem	Descripción
<b>Datos técnicos</b>	
Marca	
Modelo	
Serie	
Potencia	
Tensión	
Frecuencia	
Fases	
Cos	
RPM	
Grado de protección	
Consumo de combustible	
Eficiencia	
Motor	
Modelo de motor	
Peso del GE	
Dimensiones del GE	
<b>Parámetros en el montaje</b>	
Tipo de losa	
Dimensiones de losa	
Altura de montaje	
<b>Parámetros en el sistema de ventilación</b>	
Número de ventanas	
Dimensiones de las ventanas	
Temperatura en las ventanas	
Velocidad del aire en las ventanas	
<b>Parámetros en el sistema de combustible</b>	
Capacidad	No tiene sistema de combustible
Dimensiones del depósito	
Peso sin combustible	
Consumo específico del combustible	
Consumo específico del combustible al 75% de carga	
<b>Parámetros en el sistema de escape</b>	
Posición de tubería de escape	
Inclinación de tramos horizontales	
Diámetro de tuberías	
Longitud de los tramos	
Contrapeso en el sistema	
<b>Parámetros en el sistema de insonorización</b>	
Nivel de reducción de ruidos	
Material fonoabsorbente en las paredes	

## Anexo 2: Fichas técnica de GE

### Ficha técnica del GE modasa MP-150I

MODELO	POTENCIA		VOLTAJE	FRECUENCIA	FACTOR DE POTENCIA	AMPERIAJE
	PRIME	STAND BY				
MP-150	136 Kw/170 KVA	152 Kw/190 KVA	208V	60Hz	0.8	527 A
MP-150	136 Kw/170 KVA	152 Kw/190 KVA	440V	60Hz	0.8	250 A
MP-150	136 Kw/170 KVA	152 Kw/190 KVA	480V	60Hz	0.80	329 A



GRUPO ELECTRÓGENO INSONORO



GRUPO ELECTRÓGENO ABIERTO

\* Nota: Imágenes referenciales, pueden variar dependiendo de los accesorios

### Datos Técnicos

#### Grupo Electrónico

Modelo	MP-150	
Motor	PERKINS 1106A-70TAG2	
Alternador	STAMFORD UCI 274F	
Módulo de control	Electrónico	
Fases	Trifásico	
Tanque combust. abierta/insonora	82 Galones / 148 Galones	
Sistema Eléctrico	12V.	
Frecuencia	60Hz	50Hz
Refrigerador flujo aire	250 m3/min	221 m3/min
Combustión flujo aire	14.97 m3/min	10.67 m3/min
Gases de escape flujo	32.29 m3/min	25.53 m3/min
Temperatura gases escape	407°C	484°C

Nivel de ruido G.E.	Máximo	Ambiente
Insonora @ 7m	74 +/- 2 dBA	56 dBA

#### Motor

Número de cilindros	6 En Línea
Sistema de Gobernación	Mecánica
Ciclo	4 Tiempos
Aspiración	Turbo cargador post enf.
Combustible	Diesel
Sist. Combustión	Inyección directa
Sist. Enfriamiento	Agua
Diámetro pistón	105.00 mm
Desplazamiento pistón	135.00 mm
Capacidad	7010cc
Relación compresión	16:1
Cap. Sist. Lubricación	18.50 litros
Cap. Sist. Refrigeración	21.00 litros

#### Consumo de Combustible

Velocidad del motor	1800 RPM	1500 RPM
	l/hr	l/hr
Potencia Stand by (2)	41.70	36.10
Potencia Prime (1)	38.20	33.40
75% Potencia Prime (1)	29.10	24.70
50% Potencia Prime (1)	19.10	16.40

#### Alternador

Aislamiento	Clase "H"
Sistema de excitación	Propia
Tarjeta reguladora voltaje	SX480 ± 1.0%
Grado de Protección	IP 23

#### Normas Técnicas

Motor :	ISO 3046, BS 5514, DIN 6271
Alternador :	BS EN 60034, BSS000, IEC34 VDE 0530, NEMA MG1-32 CSA C22.2-100, AS1359
Grupo Electrónico :	ISO 8528, ISO 9001:2015

## Ficha técnica del GE modasa MP-180I

MODELO	POTENCIA		VOLTJE	FRECUENCIA	FACTOR DE POTENCIA	AMPERIAJE
	PRIME	STAND BY				
MP-180	152 Kw/198 KVA	174.8 Kw/218.5 KVA	208V	60Hz	0.8	808 A
MP-180	152.4 Kw/198.2 KVA	177.1 Kw/221.4 KVA	440V	60Hz	0.8	291 A
MP-180	180 Kw/200 KVA	177.7 Kw/220.1 KVA	480V	60Hz	0.8	257 A



GRUPO ELECTRÓGENO INSONORO



GRUPO ELECTRÓGENO ABIERTO

### Datos Técnicos

#### Grupo Electrónico

Modelo	MP-180	
Motor	PERKINS 1106A-70TAG3	
Alternador	STAMFORD LIQ 274G	
Módulo de control	Electrónico	
Fases	Trifásico	
Tanque combust. abierta/insonora	82 Galones / 105 Galones	
Sistema Eléctrico	12V.	
Frecuencia	60Hz	50Hz
Radiador flujo aire	250 m3/min	221 m3/min
Combustión flujo aire	18.37 m3/min	13.87 m3/min
Gases de escape flujo	38.35 m3/min	33.85 m3/min
Temperatura gases escape	485°C	491°C

G.E. Insonoro	Nivel de ruido	Ruido ambiental
dBA @ 7m	80 + 2 dBA	50 dBA

Nivel de ruido referencial

#### Motor

Número de cilindros	6 en línea
Sistema de Gobernación	Mecánica
Ciclo	4 Tiempos
Aspiración	Turbocargador post enr.
Combustible	Diesel
Sist. Combustión	Inyección directa
Sist. Enfriamiento	Refrigerante
Diámetro pistón	105.0 mm
Desplazamiento pistón	135.0 mm
Capacidad	7010 cc
Relación compresión	16.5:1
Cap. Sist. Lubricación	18.0 litros
Cap. Sist. Refrigeración	21.0 litros

#### Consumo de Combustible

Velocidad del motor	1800 RPM	1500 RPM
	l/hr	l/hr
Potencia Stand by (2)	50.5	45.1
Potencia Prime (1)	46.4	41.4
75% Potencia Prime (1)	35.3	32.0
50% Potencia Prime (1)	22.7	20.2

#### Alternador

Aislamiento	Clase "H"
Sistema de excitación	Propia
Tarjeta reguladora voltaje	AS440 ± 1.0%
Grado de Protección	IP 23

#### Normas Técnicas

Motor :	ISO 3046, BS 5514, DIN 6271
Alternador :	BS EN 60094, BS5000, IEC34
	VDE 0530, NEMA MG1-32
	CSA C22 2-100, AS1359
Grupo Electrónico :	ISO 8528

## Anexo 3: Catálogo del tanque de combustible



**Traspo®**

TANQUES DE TRANSPORTE  
RESERVATÓRIOS DE TRANSPORTE

### Capacidades y dimensiones Capacidade e dimensões

Modelo	TFT250	TFT380	TFT450	TFT620	TFT910
Capacidad geométrica efectiva (litros) Capacidade geométrica efetiva (litros)	258	366	439	626	898
Ancho (mm) Largura (mm)	770	725	870	990	990
Longitud con armario (mm) Comprimento com armário (mm)	1.065	1.595	1.165	1.455	1.895
Longitud sin armario (mm) Comprimento sem armário (mm)	770	1.400	870	1.220	1.660
Altura (mm)	855	920	1.050	1.165	1.165
Peso con grupo de suministro (Kg) Peso com grupo fornecedor (Kg)	120	162	160	200	246

### Códigos del producto / Códigos do produto

T	F	T	XXX	XXXX	5015	1023	XX	XX
			Capacidad del tanque en litros Capacidade do reservatório em litros	Color del tanque Cor do reservatório	Color del armario Cor do armário	Voltaje de la bomba Voltagem da bomba		Longitud del tubo Comprimento do tubo
				5015 - azul	1023 - amarillo ES amarelo ES	01 = 12 V 02 = 24 V 03 = 220 V 04 = 380 V		05 = 5 m 06 = 6 m
Montaje Equipamento		Modelo de bomba Modelo da bomba	Pistola	Contador de litros				
RUB		NO / NÃO	NO / NÃO	NO / NÃO				
Z1		40 l/min	automática	NO / NÃO				
Z1K		40 l/min	automática	SI / SIM				
Z2		60 l/min	automática	NO / NÃO				
Z2K		60 l/min	automática	SI / SIM				
A1		40 l/min	manual	NO / NÃO				
A1K		40 l/min	manual	SI / SIM				
A1M		manual giratoria manual rotativa	manual	NO / NÃO				
A1MK		manual giratoria manual rotativa	manual	SI / SIM				
A2		60 l/min	manual	NO / NÃO				
A2K		60 l/min	manual	SI / SIM				

