

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**TESIS**

**“APLICACIÓN DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA PARA  
REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL SISTEMA  
ELÉCTRICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO,  
CALLAO – PERÚ 2023”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
ELECTRICISTA**

**AUTORES:**

**Bach. QUITO FLORECIN, Juan Luis**

**Bach. RENDON SOPLIN, Omar Rene**

**Bach. SUAREZ DE LA CRUZ, Wilfredo Adolfo**

**ASESOR:**

**Dr. Ing. DAMAS FLORES, Marcelo Carlos**

**Callao, 2023**

**PERÚ**



## Document Information

---

<b>Analyzed document</b>	TESIS_QF_OR_WS 15_06_2023.pdf (D171726749)
<b>Submitted</b>	2023-07-03 23:28:00
<b>Submitted by</b>	
<b>Submitter email</b>	omar93711@gmail.com
<b>Similarity</b>	29%
<b>Analysis address</b>	fiee.investigacion.unac@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

---

<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional del Callao / Proyecto _TESIS DE ING ELECTRICA.pdf</b> Document Proyecto _TESIS DE ING ELECTRICA.pdf (D168877816) Submitted by: brayan.anderson@hotmail.es Receiver: fiee.investigacion.unac@analysis.arkund.com	 4
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional del Callao / PROYECTO DE TESIS.pdf</b> Document PROYECTO DE TESIS.pdf (D170518452) Submitted by: robinsonsegurap@gmail.com Receiver: fiee.investigacion.unac@analysis.arkund.com	 5
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional del Callao / proyecto de tesis final monitoreo de consumo.pdf</b> Document proyecto de tesis final monitoreo de consumo.pdf (D169167700) Submitted by: danilotp.93@gmail.com Receiver: fiee.investigacion.unac@analysis.arkund.com	 2
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional del Callao / INFORME TESIS_V1.0.pdf</b> Document INFORME TESIS_V1.0.pdf (D143267402) Submitted by: paplascenciap@unac.edu.pe Receiver: fiee.investigacion.unac@analysis.arkund.com	 2
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional del Callao / INFORME DE TESIS _MUNIVE.pdf</b> Document INFORME DE TESIS _MUNIVE.pdf (D141849290) Submitted by: michaelmunive1@gmail.com Receiver: fiee.investigacion.unac@analysis.arkund.com	 1
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional del Callao / Proyecto de tesis _sistemas Domoticos.pdf</b> Document Proyecto de tesis _sistemas Domoticos.pdf (D156757880) Submitted by: fiee.investigacion@unac.edu.pe Receiver: fiee.investigacion.unac@analysis.arkund.com	 5
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional del Callao / TESIS_CHIROQUE_UNAC.docx</b> Document TESIS_CHIROQUE_UNAC.docx (D149203574) Submitted by: tayner54@gmail.com Receiver: fiee.investigacion.unac@analysis.arkund.com	 1
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional del Callao / tesis.pdf</b> Document tesis.pdf (D132229914) Submitted by: onlyservice2018@gmail.com Receiver: fiee.investigacion.unac@analysis.arkund.com	 1

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL POR LA MODALIDAD DE**  
**TESIS SIN CICLO DE TESIS**

A los 14 días del mes de agosto del 2023 siendo las 11:00 horas se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica conformado por los siguientes Docentes Ordinarios de la Universidad Nacional del Callao, (Resolución Decanal N°117-2023-DFIEE)

Dr. Ing. CÉSAR AUGUSTO SANTOS MEJÍA	Presidente
Mg. Ing. PEDRO ANTONIO SÁNCHEZ HUAPAYA	Secretario
Mg. Ing. JESSICA ROSARIO MEZA ZAMATA	Vocal
Mg. Lic. ANTENOR LEVA APAZA	Suplente

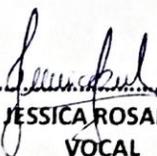
Asimismo el miembro Suplente **Mg. Lic. ANTENOR LEVA APAZA**, no asistió; con ello se dio inicio a la exposición de Tesis de los señores Bachilleres **QUITO FLORECIN, Juan Luis; RENDON SOPLIN, Omar Rene y SUAREZ DE LA CRUZ, Wilfredo Adolfo**; quienes habiendo cumplido con los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniería Eléctrica tal como lo señalan los Arts. N° 12 al 15 del Reglamento de Grados y Títulos, sustentarán la Tesis Titulada **"APLICACIÓN DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA PARA REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO, CALLAO-PERÚ 2023"**, con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en los Art. N° 84 del Reglamento de Grados y Títulos dado por Resolución N° 099-21-CU, en el Sub Capítulo II, corresponde al otorgamiento del Título Profesional con Tesis, efectuadas las deliberaciones pertinentes se acordó:

Dar por APROBADO... Calificativo... BUENO... nota:.....14..... a los expositores **QUITO FLORECIN, Juan Luis; RENDON SOPLIN, Omar Rene y SUAREZ DE LA CRUZ, Wilfredo Adolfo** con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las 12:00 horas del día del mes y año en curso.

Es copia fiel del folio N° 226 Del Libro de Actas de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – UNAC.

  
.....  
Dr. Ing. CÉSAR AUGUSTO SANTOS MEJÍA  
PRESIDENTE

  
.....  
Mg. Ing. PEDRO ANTONIO SÁNCHEZ HUAPAYA  
SECRETARIO

  
.....  
Mg. Ing. JESSICA ROSARIO MEZA ZAMATA  
VOCAL

.....  
SUPLENTE

## **HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN**

**PRESIDENTE : Dr. Ing. CESAR AUGUSTO SANTOS MEJÍA**  
**SECRETARIO : Mg. Ing. PEDRO ANTONIO SÁNCHEZ HUAPAYA**  
**VOCAL : Mg. Ing. JESSICA ROSARIO MEZA ZAMATA**

**ASESOR : Dr. Ing. MARCELO CARLOS DAMAS FLORES**



## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación está dedicado a nuestros padres, fuentes inagotables de amor, apoyo y sacrificio. Su constante aliento y creencia de nuestras capacidades han sido nuestra mayor inspiración para alcanzar este logro académico.

## **AGRADECIMIENTO**

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que contribuyeron de manera significativa en la realización de este trabajo de investigación. En primer lugar, expresamos nuestro profundo agradecimiento al Dr. Damas Flores Marcelo Carlos, asesor y guía de esta investigación, su dedicación y compromiso con nuestra formación académica son un ejemplo a seguir, asimismo, un agradecimiento especial al personal administrativo de la Universidad Nacional del Callao por brindarnos las facilidades y recursos necesarios para llevar a cabo la investigación. Su cooperación fue vital para el desarrollo exitoso de este proyecto.

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	7
ÍNDICE DE TABLAS .....	9
ÍNDICE DE FIGURAS .....	10
RESUMEN .....	11
ABSTRACT .....	12
INTRODUCCIÓN .....	13
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	16
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	16
1.2. Formulación del Problema .....	17
1.3. Objetivos .....	17
1.4. Justificación .....	18
1.5. Delimitantes de la Investigación .....	19
II. MARCO TEORICO .....	21
2.2. Antecedentes: Internacionales y Nacionales .....	21
2.2. Bases Teóricas .....	25
2.3. Marco Conceptual .....	33
2.4. Definición de Términos básicos .....	35
III. HIPOTESIS Y VARIABLES .....	38
3.1. Hipótesis .....	38
3.2. Definición Conceptual de Variables .....	38
3.2.1. Operacionalización de Variables .....	39
IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO .....	40
4.1. Tipo y diseño de Investigación .....	40
4.2. Método de Investigación .....	41
4.3. Población y muestra .....	41
4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado .....	42
4.5. Técnicas e Instrumentos para la recolección de la información .....	42
4.6. Análisis y procesamiento de datos .....	43
4.7. Aspectos Éticos .....	44
V. RESULTADOS .....	45
5.1. Resultados descriptivos .....	45

5.2. Resultados inferenciales.....	49
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	53
6.1. Contrastación y demostración de a hipótesis con los resultados.....	53
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares.....	53
6.3. Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes.....	55
VII. CONCLUSIONES.....	56
VIII.RECOMENDACIONES .....	57
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	58
ANEXOS.....	67
Anexo N°1 - Matriz de Consistencia.....	67
Anexo N° 2 - Instrumento de recolección de datos .....	70
Anexo N°3 - Validación de instrumentos .....	74
Anexo N°4 – Diagrama unifilar de la muestra utilizada.....	77
Anexo N°5 - Base de datos.....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Matriz de operacionalización de las variables. ....	39
<b>Tabla 2.</b> Análisis descriptivo del pre test y el post test del consumo eléctrico. ....	45
<b>Tabla 3.</b> Análisis descriptivo entre el pre test y el post test del factor de potencia .....	46
<b>Tabla 4.</b> Análisis descriptivo entre el pre test y el post test de la corriente eléctrica .....	47
<b>Tabla 5.</b> Análisis descriptivo entre el pre test y el post test de la eficiencia energética (kwh) .....	48
<b>Tabla 6.</b> Prueba de normalidad del consumo eléctrico.....	49
<b>Tabla 7.</b> Prueba de mann-whitney de la aplicación del consumo energético....	49
<b>Tabla 8.</b> Prueba de mann-whitney de la aplicación del factor de potencia. ....	50
<b>Tabla 9.</b> Prueba de mann-whitney de la aplicación de la corriente eléctrica.....	51
<b>Tabla 10.</b> Prueba de mann-whitney de la aplicación de la eficiencia energética. .....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas de la auditoría energética .....	26
Figura 2. Gestión energética .....	28
Figura 3. Variación de consumo de energía .....	29
Figura 4. Análisis descriptivo del pre test y el post test del consumo eléctrico .....	45
Figura 5. Análisis descriptivo entre el pre test y el post test del factor de potencia .....	46
Figura 6. Análisis descriptivo entre el pre test y el post test de la corriente eléctrica .....	47
Figura 7. Análisis descriptivo entre el pre test y el post test de la eficiencia energética (kWh). .....	48

## RESUMEN

El estudio tiene como objetivo determinar de qué manera la aplicación de la auditoría energética reducirá significativamente el factor de potencia en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023. El estudio se manejó bajo un método aplicado, no experimental – transversal de nivel descriptivo – correlacional, donde se ha considerado para la población a la Universidad Nacional del Callao donde se realizó un pre test, en el cual se pudo notar una marcada diferencia en el consumo eléctrico del sistema de la Universidad Nacional del Callao. Comprobando que la aplicación de esta va a reducir significativamente el consumo energético en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao – Perú 2023.

**Palabras claves:** Auditoría energética, consumo energético, índices de consumo energético, factor de potencia.

## **ABSTRACT**

The objective of the study is to determine how the application of the energy audit will significantly reduce the power factor in the electrical system of the Universidad Nacional del Callao, Callao-Peru 2023. The study was managed under an applied, non-experimental - transversal method of descriptive - correlational level, where it has been considered for the population to the National University of Callao where a pre-test was performed, in which it was possible to notice a marked difference in the electrical consumption of the system of the National University of Callao. The application of this system will significantly reduce the energy consumption in the electrical system of the National University of Callao, Callao - Peru 2023.

**Key words:** Energy audit, energy consumption, energy consumption indexes, power factor.

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la utilización de energía eléctrica en las industrias es amplia y está en constante evolución, en el cual se busca mejorar la eficiencia energética, integrar fuentes de energía renovable, implementar sistemas de almacenamiento y promover la electrificación de procesos (Niño, et al., 2019). Estas tendencias buscan reducir los costos energéticos, minimizar el impacto ambiental y aumentar la sostenibilidad en el sector industrial (Rommel, et al., 2020). La reducción del consumo de energía es un objetivo común a nivel global y local, pero no hay fuentes ni datos que permitan evaluar la magnitud de esta situación (Torres, 2020). Para poder aplicar mecanismo en las formas de ahorro, es algo complicado ya que no todas las empresas pueden aplicar estos mecanismos, por el hecho de que es una inversión fuerte económica (Parreño, et al., 2020).

Un aspecto esencial para el desarrollo de las actividades empresariales en la época actual es la disponibilidad de electricidad (García, et al., 2021). Desde iluminación y sistemas de climatización hasta maquinaria y equipos de producción, la energía eléctrica es esencial para mantener las operaciones comerciales en funcionamiento (Espinoza, et al., 2020). Una de las principales necesidades de las organizaciones de cualquier ámbito es contar con un servicio de electricidad que sea seguro y eficaz. Por eso, la provisión de energía eléctrica de calidad se ha vuelto una cuestión prioritaria para las empresas de todos los sectores (Mejía, 2019) . La dependencia de la energía eléctrica en las empresas ha aumentado debido a varios factores, en primer lugar, los avances tecnológicos y la digitalización han llevado a un aumento en el uso de equipos electrónicos y sistemas automatizados en los procesos empresariales, lo cual ha generado una mayor demanda de energía eléctrica para alimentar estos dispositivos y garantizar su correcto funcionamiento (Morett, 2021). La eficiencia energética y la sostenibilidad se han convertido en aspectos clave para las empresas, que buscan ahorrar costos y reducir su huella ecológica. Para lograrlo, las empresas están adoptando medidas para mejorar el uso de la energía eléctrica (Aristizabal, et al., 2021). La eficiencia energética, el uso de energías renovables y la gestión óptima de la energía son algunas de las acciones que se pueden realizar para mejorar el desempeño ambiental y

económico de las empresas. Estas acciones también permiten aprovechar las nuevas oportunidades de negocio que ofrece el mercado eléctrico (Martinez, 2022). Con la creciente adopción de vehículos eléctricos, muchas empresas están invirtiendo en infraestructuras de carga para vehículos eléctricos, como estaciones de carga en estacionamientos y flotas de vehículos eléctricos para sus operaciones de transporte (Rosas, et al., 2022) . Esto demuestra cómo la energía eléctrica ha permeado diferentes aspectos de la vida empresarial, sin embargo, el suministro de energía eléctrica no está exento de desafíos (Bonilla, et al., 2019). Las interrupciones del servicio, las fluctuaciones en el suministro y los costos energéticos pueden afectar la continuidad de las operaciones y la rentabilidad de las empresas (Vélez, et al., 2022). Por lo tanto, las empresas deben desarrollar planes de contingencia y estrategias para garantizar la disponibilidad y la calidad de la energía eléctrica (Pintado, et al., 2021).

Una forma de disminuir el consumo de energía en el sistema eléctrico es realizar una auditoría energética, que consiste en un análisis detallado de las condiciones de uso y demanda de la energía. La auditoría energética permite detectar áreas de oportunidad y proponer medidas para mejorar la eficiencia energética, lo que se traduce en un ahorro económico y ambiental. La auditoría energética es, por tanto, una herramienta clave para gestionar la energía de forma óptima en un escenario donde la eficiencia energética es cada vez más relevante (Larrumbide, et al., 2019). Una auditoría energética consiste en un proceso de evaluación detallada y sistemática de todas las variables que influyen en el consumo energético de un sistema eléctrico, ya sea en una industria, una empresa o incluso en un edificio residencial, siendo su objetivo principal es identificar las áreas de mayor consumo y las posibles ineficiencias, a fin de proponer medidas correctivas y acciones que permitan reducir el consumo energético y, por ende, los costos asociados (Quitiaquez, et al., 2021) .

Al aplicar una auditoría energética al sistema eléctrico, se llevan a cabo diferentes etapas que incluyen la recopilación de datos históricos de consumo, la inspección y análisis de equipos y sistemas, la revisión de los procedimientos de operación, la identificación de posibles fugas o pérdidas energéticas, y la

evaluación de las opciones de mejora disponibles (Juanico, et al., 2020) . Una vez completada la auditoría energética, se elabora un informe detallado que resume los hallazgos y presenta recomendaciones específicas para reducir el consumo energético, además estas recomendaciones pueden abarcar desde la implementación de tecnologías más eficientes, como la sustitución de equipos obsoletos por modelos de mayor rendimiento, hasta la modificación de los hábitos de uso y la implementación de programas de concientización y capacitación para los usuarios (Paredes, 2019).

La aplicación de la auditoría energética en el sistema eléctrico ofrece múltiples beneficios, en primer lugar, permite identificar áreas de derroche energético y pérdidas económicas, lo que a su vez contribuye a reducir la huella ambiental de las empresas y mejorar su competitividad (Pazmiño, 2020). Además, al disminuir el consumo energético, se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y se contribuye a la sostenibilidad y protección del medio ambiente (Cuisano, et al., 2020).

De acuerdo a lo expuesto, la investigación tiene como objetivo principal analizar las necesidades energéticas generadas en la Universidad Nacional del Callao, involucrando a todo el personal, equipos y sistemas. Se presentan soluciones viables técnica y económicamente para facilitar la inversión en ahorro energético y promover la conciencia sobre el uso responsable de la energía.

## **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

Una de las dificultades que afronta una parte de la humanidad en la actualidad es la escasez de recursos energéticos, debido a la disminución de las fuentes mundiales de energía (petróleo), que se emplean como fuente directa de energía (Donaduzzi, et al., 2020). Es importante señalar que la subida del precio del combustible implica también una subida del precio de la electricidad, puesto que la principal forma de producir esta energía es mediante plantas térmicas (Zorii, 2023).

La energía eléctrica es esencial, pero la conciencia sobre su conservación es baja. La solución no solo depende del ahorro individual, sino también de la responsabilidad del gobierno en el consumo energético (Dragnev, et al., 2023). La gestión implica una serie de retos y obstáculos que se presentan al momento de definir, coordinar, liderar y supervisar los recursos y acciones de una organización. Algunos de los problemas más frecuentes son: la ausencia de una orientación estratégica precisa y coherente, la deficiencia en la comunicación interna y externa, la carencia de un liderazgo efectivo y de competencias gerenciales, el manejo ineficiente de los recursos económicos y físicos, la oposición al cambio organizacional, la debilidad de la cultura organizacional y del ambiente de trabajo.

El mal uso de la energía eléctrica es un problema que enfrentamos en nuestra sociedad actual. A medida que nuestra dependencia de la electricidad aumenta, es esencial que tomemos conciencia de cómo utilizamos esta fuente de energía vital. El mal uso de la energía eléctrica no solo tiene repercusiones económicas, sino también impactos ambientales significativos. Desde el consumo excesivo hasta la falta de eficiencia en nuestros aparatos y sistemas, existen múltiples formas en las que desperdiciamos y utilizamos de manera ineficiente la electricidad en nuestra vida cotidiana.

De lo acontecido es que nos preguntamos cómo, ¿de qué manera las auditorías energética permitirá mejorar el consumo energético en el sistema eléctrico en la Universidad Nacional del Callao en la provincia de Callao? Es por lo mencionado que formulamos el siguiente problema de investigación.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

P.G. ¿De qué manera la aplicación de la auditoría energética reducirá el consumo energético en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

P.E.1. ¿De qué manera la aplicación de la auditoría energética permitirá reducir el factor de potencia en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023?

P.E.2. ¿De qué manera la aplicación de la auditoría energética permitirá reducir el factor de potencia en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023?

P.E.3. ¿De qué manera la aplicación de la auditoría energética permitirá mejorar la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

O.G. Determinar de qué manera la aplicación de la auditoría energética reducirá significativamente el factor de potencia en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

O.E.1. Determinar de qué manera la aplicación de la auditoría energética reducirá significativamente el factor de potencia en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023

O.E.2. Determinar de qué manera la aplicación de la auditoría energética reducirá significativamente el factor de potencia en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023

O.E.3. Determinar de qué manera la aplicación de la auditoría energética mejorará significativamente la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023.

#### **1.4. Justificación**

##### **1.4.1. Justificación Teórica**

La justificación teórica es el tipo de justificación que se utiliza cuando se busca contribuir al conocimiento existente, generar discusión y reflexión académica, cuestionar o comparar teorías, examinar la epistemología del saber o proponer soluciones basadas en un modelo (Fernández, 2020). Siguiendo los criterios del autor, este trabajo tiene una justificación teórica porque el análisis de las auditorías energéticas nos permitirá disminuir el uso de energía durante las horas de operación del sistema eléctrico y compararlo con otros estudios realizado.

##### **1.4.2. Justificación Práctica**

Según Rosario et al. (2019), se justifica cuando aporta soluciones o propuestas para enfrentar un problema. En ese sentido, la presente investigación tiene una gran importancia práctica, pues se enfoca en resolver un problema grave que afecta el funcionamiento y la viabilidad de la Universidad Nacional del Callao. El sistema eléctrico consume mucha energía, lo que implica altos costos para la institución y también un impacto negativo en el medio ambiente y en la disponibilidad de recursos energéticos. Mediante la implementación de estrategias de auditoría energética que permitan disminuir este consumo excesivo, se logrará un

beneficio concreto en términos de eficacia operativa y manejo adecuado de los recursos.

#### **1.4.3. Justificación Metodológica**

Según Vilela (2019), una forma de explicar la metodología del proyecto es mostrar cómo se va a aplicar un método o una técnica novedosa para obtener resultados válidos y fiables que aporten al conocimiento científico. El estudio se sustenta metodológicamente al proponer el uso de la auditoría energética con un procedimiento estructurado contemplando la reducción en el consumo energético de la energía eléctrica teniendo en cuenta los hábitos de consumo y el estudio detallado de los procesos productivos.

### **1.5. Delimitantes de la Investigación**

#### **1.5.1. Límites de la Investigación**

Son los elementos o situaciones que pueden dificultar la capacidad del investigador para llevar a cabo un estudio exhaustivo y preciso, así como también afectar la validez y la precisión de los resultados (Solíz, 2019).

En base a lo expuesto previamente, esta investigación se limita a la reducción del consumo energético en la Universidad del Callao mediante la aplicación de la auditoría energética, por lo que no se detallaran aspectos diferentes a la auditoría energética y un sistema eléctrico.

#### **1.5.2. Delimitaciones de las investigaciones**

##### **Delimitación Espacial**

La Universidad Nacional del Callao constituye el ámbito espacial dentro del cual se circunscribe el presente trabajo de investigación, quedando cualquier otro espacio fuera de esta zona descartada, debido a las diferentes condiciones de cada lugar.

##### **Delimitación Temporal**

Esta investigación se lleva a cabo en abril de 2023 y tiene una duración prevista de 10 meses, lo cual no permite realizar un análisis y una comparación exhaustivos de las auditorías energéticas con distintos

métodos para reducir el consumo de energía eléctrica en la Universidad Nacional del Callao.

### **Delimitación Social**

Este estudio investiga cómo las auditorías energéticas pueden reducir el consumo de energía eléctrica y generar ahorros para la Universidad Nacional del Callao. Se analizan los beneficios de implementar medidas de eficiencia energética en la institución educativa.

## **II. MARCO TEORICO**

### **2.2. Antecedentes: Internacionales y Nacionales**

#### **ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Salazar (2022) en su investigación denominada “AUDITORÍA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES DEL CENTRO OPERACIONES Y MANTENIMIENTO DE TRANSPORTE (COMT) REYBANPAC C.L. UBICADA EN QUEVEDO KILÓMETRO E30 VÍA DE VALENCIA” para la obtención de su título de ingeniería en electricidad, realizó un análisis detallado del consumo en los diferentes portadores energéticos que componen el COMT REYBANPAC y buscó las oportunidades de optimización en el uso de energía en los procesos productivos de las instalaciones, la metodología empleada se basó en un enfoque mixto, debido a que se usó datos numéricos y revisión bibliográfica. Finalmente, el trabajo recomendó asegurarse de que las cargas adicionales que se prevé que entren en el circuito eléctrico de la empresa sean extremadamente eficientes para garantizar que la energía se utiliza de la forma más eficaz posible.

Según lo expuesto por el autor, es relevante llevar a cabo una revisión de programas y proyectos de eficiencia energética para analizar el impacto del consumo y la demanda en edificaciones. Esta información me sirve de referencia para investigar mi variable de estudio, "Consumo energético".

Por su lado, Arévalo et al. (2021) en su trabajo titulado “DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA REALIZAR AUDITORÍAS ENERGÉTICAS EN LAS INDUSTRIAS” para la obtención de su grado de ing. eléctrico, se ha desarrollado una herramienta informática para llevar a cabo auditorías energéticas en el sistema eléctrico de las industrias de bajo y medio voltaje en el cantón Latacunga. Durante todo el proceso de investigación, se utilizó una metodología bibliográfica para ampliar la información teórica-práctica, conceptos y criterios de diferentes autores relacionados con el problema planteado. Además, se empleó un método de campo para realizar un estudio

sistemático de los eventos en el lugar donde ocurren, con el fin de obtener información relevante. Concluyendo que se debe enfocarse principalmente en el análisis de las normas nacionales actuales para el estudio de los sistemas eléctricos y las auditorías energéticas en el sector industrial, por ello es importante familiarizarse con los conceptos y parámetros técnicos relacionados con estas auditorías.

De lo expuesto por el autor, resulta relevante crear una herramienta informática que facilita la realización de auditorías energéticas y el estudio de los sistemas eléctricos, comprendiendo los conceptos y parámetros técnicos involucrados. Esta información me sirve de referencia para investigar mi variable de estudio, "Auditoría energética".

Guajardo et al. (2022) en su investigación "ACTUALIZACIÓN DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LA FACULTAD POLITÉCNICA UNE" buscó mejorar la auditoría energética de la FPU-NE con el objetivo de aumentar la eficiencia energética en sus instalaciones. Para lograr esto, se utilizó un enfoque mixto en la metodología, que incluyó la recolección y análisis de datos. Como resultado, se identificaron varias áreas en las que se puede mejorar la eficiencia energética de la institución. Al implementar las propuestas de mejora, se puede lograr un uso óptimo de la energía eléctrica y ahorrar dinero.

De lo expuesto por el autor, la implementación de las propuestas de mejora puede conducir una notable optimización de la eficiencia energética en sus instalaciones, al tomar medidas concretas para implementar estas mejoras, la institución estará avanzando hacia una gestión energética más sostenible y responsable.

Por último Valiño (2022) en su estudio "APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE AUDITORÍA ENERGÉTICA Y SISTEMAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA A UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL" trabajó bajo el objetivo de impulsar la eficiencia energética con aplicación en la industria mediante la búsqueda de oportunidades de ahorro, ello con la

aplicación de un método de auditoría energética y un sistema de gestión hecho mediante las normas UNE – EN ISO 50001 Y UNE – EN ISO 50006, dando con ello concluir en que existen una serie de mejoras que van a permitir con el tiempo mejorar el rendimiento energético, en donde la aplicación de nuevas tecnologías van a hacer que pierdan rendimiento.

En donde se encontraron una serie de mejoras que, a medida que se implementen con el tiempo, permitirán mejorar el rendimiento energético. Sin embargo, se señala que la aplicación de nuevas tecnologías puede tener un impacto negativo en el rendimiento energético, por lo que es importante evaluar cuidadosamente su implementación. En conclusión, este estudio ofrece recomendaciones y pautas para promover la eficiencia energética en la industria, al tiempo que advierte sobre el impacto potencial de las nuevas tecnologías en el rendimiento energético.

### **ANTECEDENTES NACIONALES**

Los autores Antón y Bautista (2020) en su investigación denominado “AUDITORÍA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA LA EMPRESA MOLINERA DE ARROZ VALLE DORADO S.A.C EN LA CIUDAD DE JAÉN – PERÚ – 2020” para la obtención del grado de Ing. mecánico electricista, realizaron una evaluación energética de una empresa de arroz, dicha investigación aplicó la técnica en la cual detallan ciertas características de los sistemas energéticos, asimismo se detalla el consumo eléctrico de la empresa durante 12 meses, con la finalidad de determinar una opción que beneficie a la empresa, en sus conclusiones detallan que implementar motores de alto rendimiento de la marca WEG, brinda una significativa ventaja económica en comparación a los antiguos motores estándares utilizados.

Según lo expuesto por los investigadores, resulta relevante llevar a cabo una auditoría energética que considere el historial del consumo de energía eléctrica durante un período de 12 meses y un diseño de investigación de campo. Esta información me sirve de referencia para investigar mi variable de estudio, "Auditoría energética".

En la misma línea, Perea et al. (2020) en su trabajo de investigación titulado “METODOLOGÍA PARA REALIZAR AUDITORÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA. CASO APLICATIVO: EDIFICIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR” para obtener el grado de Ing. Mecánico - Eléctrico, la finalidad de este trabajo fue analizar la calidad y la eficiencia de la energía eléctrica que se consume en las instalaciones. Para ello, se siguió un procedimiento que consistió en: obtener datos; medir y evaluar los datos obtenidos; identificar problemas y soluciones posibles y, finalmente, presentar la implementación de soluciones a los problemas más importantes. Como resultado, se sugirió controlar el ajuste de la temperatura requerida por la carga para evitar el desperdicio de energía y verificar que no existan fugas en los espacios refrigerados, lo que implicaría un mayor consumo de energía, e instar a los estudiantes y a los docentes a mantener cerradas las ventanas y puertas de las aulas.

En concatenación a lo anterior, es importante la recolección de datos; toma de mediciones, análisis de los datos y evaluar que tan eficiente es la gestión de dicha energía utilizando la auditoría energética como un medio para lograrlo, lo cual permite utilizar como referencia para mi variable “Auditoría energética”.

Por otro lado, Capitán (2020) en su trabajo de investigación titulado “AUDITORIA ENERGÉTICA PARA REDUCIR LA FACTURACIÓN POR CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA ARROCERA MOLINERA DEL CENTRO S.C.R.L. UBICADO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE” para la obtención de su título profesional de Ing. mecánico electricista, en la cual busco realizar una auditoria energética, la cual disminuya la facturación del consumo de energía en una empresa arrocera de Lambayeque. Aplicó una técnica práctica que emplea los saberes de ingeniería para dotar de electricidad al poblado La Unión usando con un sistema mixto de energía eólica y solar y explicativa que consiste en conocer las situaciones, hábitos y actitudes predominantes mediante la descripción precisa de las actividades, objetos, procesos y

personas. Finalmente, el autor aconsejó ampliar el estudio sobre todas las zonas del lugar, para lograr una construcción ecológicamente eficaz.

De lo expuesto por el autor, es crucial recopilar datos, realizar mediciones, analizar la información y evaluar la eficiencia de la gestión energética utilizando la auditoría energética como un medio para lograrlo. Esta información me sirve de referencia para investigar mi variable de estudio, "Auditoría energética".

Campos (2019) por su parte, busco disminuir el índice de energía eléctrica en los sistemas KPMG mediante la aplicación de auditoría energética, en la cual opto por trabajar bajo una metodología relacionada a la R.M N° 186-2016-MEM/DM, lo cual permitió determinar por medio de un diagnóstico energético el cómo el KPGM es identificado como dentro de los servicios generales con un consumo 24,94% del consumo total, asimismo la disminución del índice de consumo energético dentro del edificio se ve afectado por los buenas prácticas en cuanto a la concientización, uso racional y las buenas prácticas por parte del personal.

Lo que destacó en la reducción del índice de consumo energético en el edificio ya que esta puede lograrse mediante la implementación de buenas prácticas, concientización y un uso racional de la energía por parte del personal.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **Auditoría energética**

Es un proceso sistemático de evaluación y análisis que tiene la finalidad de identificar y evaluar el consumo energético en un sistema, es decir, realiza una revisión exhaustiva de los diferentes aspectos relacionados con el consumo energético (García, et al., 2019). En la siguiente figura se muestran las etapas.

**Figura 1.** Etapas de la auditoría energética



Durante una auditoría energética, se recopila y analiza información detallada sobre el consumo de energía y se identifican áreas de mejora y oportunidades para disminuir el consumo y minimizar la eficiencia energética (Salazar, et al., 2023).

#### **Ventajas:**

- Identificación de oportunidades de ahorro
- Optimizar la eficiencia energética
- Reducción de costos
- Cumplimiento normativo
- Promoción de la sostenibilidad ambiental

#### **Desventajas**

- Puede requerir una inversión inicial para contratar a profesionales especializados o adquirir equipos y herramientas de medición necesarios para el análisis detallado del consumo energético.
- Complejidad técnica
- Limitaciones de tiempo y recursos
- Resistencia al cambio (Tomazi, et al., 2020)

### **Normativa referente a Auditorías Energéticas - Internacionales.**

El objetivo de las regulaciones internacionales sobre auditorías energéticas es incentivar la eficiencia energética y la disminución del uso de energía en diversos sectores, los cuales definen criterios y orientaciones para realizar auditorías energéticas y fomentan el aprovechamiento eficiente de la energía en organizaciones y edificios (García, et al., 2019).

### **Niveles de Auditorías Energéticas**

El nivel de una auditoría energética determina su grado de dificultad y precisión. A mayor nivel, más complejos son los análisis y más fidedignos y específicos son los resultados.

- **Nivel 1:** Consiste en una descripción inicial de la organización, sus fuentes de energía y sus niveles de consumo, así como en una recogida de datos que ofrece una perspectiva general de la situación energética de la organización y permite detectar áreas clave para un estudio más profundo en etapas posteriores (Quitiaquez, et al., 2021).
- **Nivel 2:** Se realiza un análisis más profundo de los sistemas de energía, la operación de equipos y procesos, y se recopilan datos energéticos más precisos y completos, identificándose las áreas en donde el consumo de energía resulta mayor y se evalúan las posibles medidas de eficiencia energética, y proporciona información más precisa y detallada para tomar medidas y acciones que contribuyan en la mejora energética (Gómez, et al., 2019).
- **Nivel 3:** Se lleva a cabo un análisis exhaustivo de los sistemas energéticos y se usan simuladores y herramientas de modelamiento para evaluar diferentes escenarios y optimizar la eficiencia energética, lo cual proporciona un conocimiento profundo de los sistemas energéticos y permite identificar oportunidades de mejora más precisas y sofisticadas (Potes, et al., 2022).

### **Medición y toma de datos**

Aquí se dan los diferentes tipos de comprobaciones con la ayuda de dispositivos de medición tales para la iluminación, medición de potencias, corrientes, voltajes etc. En consecuencia, se almacenan los datos en hojas de registro para luego hacer sus respectivos análisis. Para esta Auditoría se tomarán los siguientes datos necesarios:

- Consumo de carga en cada componente
- Facturación de combustibles
- Costo por unidad
- Parámetros de iluminación
- Planilla de luz (Quitiaquez, et al., 2021)

### Gestión energética

Es una serie de estrategias, prácticas y acciones implementadas en una organización para administrar y optimizar el uso de la energía de manera eficiente, lo cual implica el seguimiento y análisis de los consumos energéticos en la organización, así como la identificación de oportunidades de ahorro y mejora (Peña, et al., 2019).

**Figura 2. Gestión energética**



### Consumo energético

Una forma de expresar la energía que se emplea en un lapso determinado es el consumo energético, que se puede cuantificar con unidades como los julios (J) o los kilovatios-hora (kWh). Este concepto se aplica a distintos ámbitos, como la industria, el transporte o el hogar (Araujo, et al., 2023).

$$\text{consumo energético del edificio} = \frac{\text{Demanda de energía}}{\text{eficiencia energética de los sistemas}} \quad (1)$$

Para lograr una disminución del consumo energético de un edificio es necesario disminuir la demanda y mejorar la eficiencia, para analizar cuál de los dos factores tienen mayor relevancia para el ahorro de energía se presenta a continuación un gráfico donde se muestra cómo influyen en el consumo las variaciones de demanda y de eficiencia (Collado, et al., 2019).

**Figura 3.** Variación de consumo de energía



La figura muestra que reducir el consumo de energía mejora la eficiencia energética de los sistemas.

### Uso eficiente de la energía

Consiste en el conjunto de medidas y prácticas que buscan el aprovechamiento óptimo y de menores cantidades de energía eléctrica en la iluminación, climatización, en la cual se usa la fórmula mostrada a continuación (Pereira, et al., 2020).

$$\text{Eficiencia energética} = \frac{\text{Energía aprovechada}}{\text{energía consumida}} \quad (2)$$

### Potencia eléctrica

Se refiere a la cantidad de energía usada o generada en un lapso determinado. Constituye una medida que señala la velocidad con la que la energía eléctrica se transforma o se traspassa en un sistema (Carreño, et al., 2019).

Una forma de medir la potencia instantánea es multiplicar la tensión por la intensidad en cada momento. Esta es la fórmula que se utiliza para calcularla:

$$p(t) = u(t) * i(t) \quad (3)$$

- **Potencia Activa (P)**

Es una medida de la energía eléctrica real consumida por un dispositivo o sistema, y es la parte de la potencia total que realiza trabajo útil, es decir, la energía eléctrica que se convierte en trabajo mecánico, térmico, luminoso u otro tipo de energía útil (Javier, et al., 2019).

$$P = V * I * \cos(\theta) \quad (4)$$

Donde:

P: potencia (W).

V: voltaje (V).

I: intensidad (A)

cos  $\theta$ : factor de potencia.

- **Potencia Reactiva (Q)**

es una medida de la energía eléctrica intercambiada entre un dispositivo o sistema y la red eléctrica, pero que no realiza trabajo útil, es decir, es la parte de la potencia total que se debe a la energía almacenada y liberada por los componentes capacitivos e inductivos de un circuito (Morfín, et al., 2021).

$$Q = V * I * \text{sen}(\theta) \quad (5)$$

Donde:

Q: potencia (VAr).

V: voltaje (V).

I: intensidad (A)

Sen ( $\theta$ ): factor de potencia.

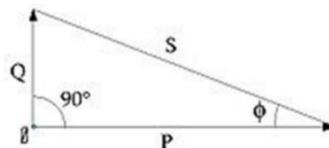
- **Potencia Aparente (S)**

Otra forma de expresar el mismo contenido es: El circuito eléctrico consume una energía total que se compone de dos partes: la energía que se transforma en calor o trabajo y la energía que se emplea para crear los campos eléctricos y magnéticos de sus elementos. Esta energía total no es la que realmente se gasta, excepto cuando el factor de potencia es igual a uno ( $\cos \phi = 1$ ). A esta energía se le llama potencia aparente, se representa con la letra S y su unidad es el voltamperio (VA) (Corvalán, 2021).

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (6)$$

### Factor de potencia:

Es un indicador de la eficiencia con la que una carga eléctrica utiliza la energía eléctrica que recibe de una fuente de corriente alterna (AC). Se calcula como el cociente entre la potencia activa (P), que es la que produce trabajo efectivo, y la potencia aparente (S), que es la que se entrega al sistema AC. El factor de potencia se expresa por un número entre 0 y 1, o por un valor decimal entre 0 y 1. Un factor de potencia de 1 implica que no hay desperdicio de energía y que la carga eléctrica optimiza el uso de la energía proporcionada (Mejía, et al., 2019).



Triangulo de potencias

Lo cual se representa mediante:

$$fp = \frac{P}{|S|} = \cos\phi \quad (7)$$

Si la onda de corriente alterna es perfectamente sinusoidal, FP y  $\cos\phi$  coinciden.

### Factor de carga (fc):

Es una medida que indica el nivel de utilización o carga de un sistema eléctrico en relación con su capacidad máxima. Se utiliza para evaluar el rendimiento y la eficiencia de un sistema o equipo eléctrico (De León, et al., 2019).

$$f_c = \frac{\sum_{i=1}^n P_i * t_i}{MD * T} \quad (8)$$

Donde:

Pi: Potencia instantánea

ti: Periodo donde ocurre Pi

MD: Máxima demanda

T: Tiempo total

### **Factor de pérdidas**

Una forma de medir la eficiencia del sistema eléctrico es el porcentaje de energía que se desperdicia en el proceso de generación, transmisión y distribución de electricidad. Este porcentaje indica la diferencia entre la energía total que entra al sistema y la energía que realmente aprovechan los consumidores (Menendez, et al., 2019).

$$f_{per} = \frac{Kwh \text{ de pérdidas durante el periodo}}{Kw \text{ máximo de pérdidas} * \text{número de horas del periodo}} \quad (9)$$

### **Calificación tarifaria**

Es la categoría en la que se clasifica un usuario o consumidor de electricidad para determinar el costo de la energía que se le factura (Salazar, et al., 2021).

$$\text{Calificación tarifaria} = \frac{EAHPmes}{M.Dleídames * \#HPmes} \quad (10)$$

EAHPmes: Energía activa consumida en horas punta del mes

M.Dleídames: Máxima demanda leída del mes

#HPmes: Número de horas punta del mes

### 2.3. Marco Conceptual

#### **VARIABLE INDEPENDIENTE: AUDITORÍA ENERGÉTICA**

Según García et al. (2019) consiste en el análisis y la valoración sistemáticos y organizados de los elementos y componentes internos de una organización, proyecto, proceso o sistema. El objetivo de este tipo de evaluación es comprender de manera profunda el funcionamiento de las diferentes partes internas, la implementación de las políticas y procedimientos, y el logro de las metas propuestas. Asimismo, para Salazar et al. (2023) es un método ordenado para adquirir una comprensión apropiada del patrón de los usos de energía en un establecimiento.

#### **DIMENSIONES**

##### **D1: Análisis del sistema eléctrico**

Según Mosquera (2020) el análisis del Sistema Eléctrico es un proceso fundamental que proporciona una comprensión precisa de las magnitudes eléctricas presentes en un sistema o instalación. Mediante la medición y evaluación de variables como la potencia consumida, el factor de potencia y la corriente eléctrica, se obtiene una visión detallada de cómo se está utilizando la energía eléctrica. El autor, además, caracteriza los siguientes indicadores para la medición de la dimensión:

**I1: Normas y reglamentos:** Conjunto de directrices y disposiciones legales o técnicas que fundamentan los criterios y requisitos para el manejo responsable de la energía eléctrica, así como las normas de calidad y seguridad en el sistema eléctrico.

**I2: Potencia consumida:** Es la cantidad de energía utilizada en un equipo o sistema eléctrico durante un período de tiempo determinado. Se mide en vatios (W) o kilovatios (kW) y es un indicador del nivel de demanda energética.

**I3: Inventario de equipos eléctricos:** Consiste en registrar detalladamente los equipos eléctricos presentes en el sistema eléctrico, incluyendo su capacidad, características técnicas, fecha de instalación y estado de funcionamiento. Permite identificar los dispositivos que consumen energía y evaluar su eficiencia.

**I4: Niveles de Iluminación:** Medida de la cantidad y calidad de la luz en un espacio determinado. Se refiere a la intensidad lumínica necesaria y recomendada para garantizar una iluminación adecuada y confortable. Se expresa en lux (lx) y puede ser evaluada y configurada para lograr una iluminación eficiente y reducir el consumo energético.

#### **VARIABLE DEPENDIENTE: CONSUMO ENERGÉTICO**

Según Araujo et al. (2023) la cantidad de energía que se utiliza depende de la cantidad de energía eléctrica que requieren los aparatos o dispositivos que están en funcionamiento. Asimismo, para Collado et al. (2019) una forma de medir el nivel de actividad y desarrollo de una sociedad es el consumo energético, que refleja la calidad de vida, el progreso industrial, el bienestar doméstico, la movilidad y otros aspectos. No obstante, también implica retos ambientales, pues la mayoría de las fuentes de energía generan gases de efecto invernadero y otros residuos que afectan al clima y al medio ambiente.

#### **DIMENSIONES**

##### **D1: Índices de consumo energético**

Según Molina et al. (2020), los índices de consumo energético desempeñan un papel crucial al proporcionar información valiosa para el monitoreo y seguimiento de la eficiencia energética en diferentes sectores. Estos índices permiten realizar un análisis detallado y una evaluación exhaustiva de las políticas energéticas implementadas, brindando una visión clara del rendimiento y la efectividad de dichas políticas en términos de consumo de energía. A través de la recopilación de datos precisos sobre el consumo energético en diferentes áreas,

sectores o edificaciones, es posible identificar patrones de consumo, tendencias y posibles áreas de mejora. El autor, además, caracteriza los siguientes indicadores para la medición de la dimensión:

**I1: Factor de Potencia:** El factor de potencia, en el contexto de la electricidad y los sistemas eléctricos, desentraña una dimensión fundamental en la evaluación de la eficiencia energética y el funcionamiento óptimo de dispositivos, máquinas y sistemas que operan con corriente alterna (CA). Este parámetro proporciona una perspectiva crucial sobre cómo una carga específica interactúa con la energía eléctrica suministrada y cómo se traduce esta interacción en resultados útiles.

**I2: Corriente Eléctrica:** La corriente eléctrica es esencial para el funcionamiento de los sistemas eléctricos y su valor puede afectar al consumo de energía y a las pérdidas de energía. Cuando una carga eléctrica se mueve por un material o un aparato, se produce una corriente eléctrica. Esta corriente se mide en amperios (A) y representa la cantidad de carga que pasa por un punto en un tiempo determinado.

**I3: Eficiencia energética:** La eficiencia energética mide la proporción entre la energía que se aprovecha o se genera y la energía que se consume. Implica la habilidad de un sistema o aparato para cumplir una función o tarea determinada con el mínimo gasto de energía posible. La eficiencia energética busca optimizar el aprovechamiento energético y minimizar las pérdidas, lo que conlleva a un menor consumo de energía y un uso más responsable de los recursos.

#### **2.4. Definición de Términos básicos**

**Evaluación energética:** Es un proceso de análisis y estudio, la cual se lleva a cabo para evaluar el uso y la eficiencia energética de una instalación, con la finalidad de encontrar mejoras y tomar decisiones informadas para reducir el consumo energético y optimizar la eficiencia en el sistema eléctrico (Cardenas, et al., 2019).

**Energía primaria:** Son las fuentes de energía disponibles en la naturaleza antes de su transformación, siendo estas fuentes primarias las que se usan para generar diversos tipos de energía, como la electricidad, el calor y el movimiento (Tinoco, y otros, 2021).

**Balance energético:** Es un análisis cuantificador de energía, la misma que ingresa y sale del sistema eléctrico durante un periodo determinado, teniendo como fin evaluar la eficiencia energética y comprender cómo se distribuye y utiliza la energía en el sistema eléctrico (Gómez, et al., 2020).

**Plan de Acción:** Es una serie de medidas y acciones específicas que se establecen para alcanzar un objetivo determinado, por ello se crea para implementar las recomendaciones y medidas propuestas en la evaluación energética (Aguilera, 2019).

**Máxima demanda:** Es el punto más alto de consumo de energía eléctrica en un sistema, la cual se lleva a cabo en un periodo determinado, es decir, es la cantidad máxima de energía requerida por los usuarios conectados al sistema eléctrico en un momento específico (Mejía, 2019).

**Sistema eléctrico:** Es la infraestructura y redes, los cuales sirven para generar, transmitir y distribuir electricidad, a su vez, es fundamental para la entrega confiable de energía eléctrica a hogares, empresas, industrias y otras entidades consumidoras (Pilatásig, 2020) .

**Distorsión:** La onda de tensión se distorsiona por la influencia de los armónicos THD que se producen por la existencia en el sistema eléctrico de máquinas con núcleo magnético saturado, convertidores estáticos y otras cargas no lineales (Tupiza, et al., 2022).

**Ahorro Energético:** Consiste en emplear la energía de forma más racional y consciente, sin afectar la calidad de vida, el confort o el rendimiento de las actividades y procesos. El ahorro energético implica evitar el uso innecesario o excesivo de la energía en diferentes ámbitos,

como el doméstico, el industrial, el transporte y los servicios públicos (Torres, 2020).

**Gestión energética eléctrica:** un proceso planificado de estimación y regulación del gasto de energía, que busca lograr la máxima eficiencia energética eléctrica sin reducir el nivel de servicios ofrecidos (Chere, et al., 2021).

### **III. HIPOTESIS Y VARIABLES**

#### **3.1. Hipótesis**

##### **3.1.2. Hipótesis General**

H.G. La aplicación de la auditoría energética reducirá significativamente el consumo energético en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023.

H.0. La aplicación de la auditoría energética no reducirá significativamente el consumo energético en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023.

##### **3.1.3. Hipótesis Específica**

H.E.1. El modelado de la auditoría energética reducirá significativamente el factor de potencia en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023.

H.E.2. El uso de la auditoría energética mejorará significativamente la corriente eléctrica en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023

H.E.3. La aplicación de la auditoría energética mejorará significativamente la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023

#### **3.2. Definición Conceptual de Variables**

##### **Variable independiente: Auditoría Energética**

La auditoría energética consiste en el análisis y la valoración sistemáticos y organizados de los elementos y componentes internos de una organización, proyecto, proceso o sistema. El objetivo de este tipo de evaluación es comprender de manera profunda el funcionamiento de las diferentes partes internas, la implementación de las políticas y procedimientos, y el logro de las metas propuestas.

##### **Variable dependiente: Consumo Energético**

Se refiere a la cantidad de energía utilizada por un sistema, entidad o proceso durante un período determinado. Esta medida se expresa normalmente en unidades como kilovatios-hora (kWh) o megajulios (MJ).

### 3.2.1. Operacionalización de Variables

**Tabla 1.** *Matriz de operacionalización de las variables.*

Variable	Tipo de Variable	Operacionalización	Dimensiones	Indicadores
<b>Auditoría energética</b>	Variable independiente	Es una inspección y análisis de los flujos de energía en un edificio o en una casa con el objetivo de brindar medida para reducir el consumo energético	Análisis del sistema eléctrico	Normas y reglamentos Potencia consumida Inventario de equipos eléctricos Niveles de Iluminación
<b>Consumo energético</b>	Variable dependiente	Es toda la energía empleada para realizar una acción, un proceso determinado, habitar un edificio o hacer funcionar un laboratorio.	Índices de consumo energético	Factor de Potencia. Corriente Eléctrica Eficiencia energética

## **IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO**

### **4.1. Tipo y diseño de Investigación**

#### **TIPO DE INVESTIGACION: Investigación Aplicada**

Según lo expuesto por Delgado (2021) cuando se lleva a cabo una investigación aplicada, su resultado debe generar nuevo conocimiento que se pueda aplicar en situaciones reales. Este trabajo de investigación se clasifica como aplicado debido al objetivo de abordar el desafío del elevado consumo energético en la Universidad Nacional del Callao. La investigación de tipo aplicada se distingue por emplear métodos y técnicas científicas con el propósito de desarrollar conocimiento con aplicabilidad directa en la resolución de problemas concretos. En este contexto, se recurrieron a métodos de auditoría energética para discernir las áreas con desperdicio de energía en la institución universitaria. Posteriormente, se propusieron soluciones específicas con el fin de reducir el consumo energético.

#### **DISEÑO DE INVESTIGACION: No experimental – transversal**

De acuerdo con Alvarez (2021), se enfoca en la recopilación y análisis de datos en un solo momento o punto en el tiempo, en donde los investigadores no realizan ninguna intervención o manipulación directa de variables, sino que recopilan datos, obteniéndose de manera simultánea de diferentes participantes o muestras y se analizan para encontrar patrones, relaciones o asociaciones.

#### **NIVEL DE INVESTIGACION: DESCRIPTIVO-CORRELACIONAL**

Ramos (2020) señala que se describen y analizan las relaciones entre variables, sin buscar establecer relaciones de causalidad. Este enfoque combina elementos de la investigación descriptiva y la investigación correlacional.

Por ello en este estudio es de nivel descriptivo correlacional, ya que describe las características o propiedades de ciertos fenómenos o

variables, así como analizar las relaciones entre auditoría energética y consumo energético.

#### **4.2. Método de Investigación**

Según Reyes et al. (2022), menciona que es una estrategia o enfoque utilizado para llevar a cabo un estudio o investigación con el fin de obtener conocimientos, respuestas o soluciones a preguntas o problemas planteados.

Este estudio es hipotético-deductivo, ya que se conocerá si las hipótesis son ciertas de acuerdo a los resultados que se obtengan y observando si están relacionadas las variables.

#### **4.3. Población y muestra**

##### **Población**

De acuerdo con Mucha et al. (2020), se define como población a un grupo de individuos o elementos que son identificables sin ambigüedad, ya sea que se trate de un conjunto finito o infinito. Por otro lado, según Robles (2019), una población se refiere al conjunto de casos que cumplen con ciertas especificaciones. En el presente estudio, se ha identificado a la Universidad Nacional del Callao como la población objeto de investigación.

##### **Muestra**

Según Robles (2019), la muestra se refiere a un subgrupo de la población de interés del cual se recopilarán datos. Es necesario definir y delimitar la muestra de manera precisa, además de asegurarse de que sea representativa de la población. Por otro lado, Quispe et al. (2020) afirma que si la población es menor a cincuenta (50) individuos, la muestra será igual a la población. En base a estas consideraciones, se considera que la Universidad Nacional del Callao constituye la muestra para este estudio.

##### **Muestreo**

Según Quispe et al. (2020) es el proceso de selección de un grupo representativo de una población, que tiene por finalidad, facilitar el manejo

de la investigación, para el actual estudio se optó por una muestra no probabilística y opinático, debido a que se contó con una población pequeña <50, en ese sentido la muestra y población tienen la misma cantidad de elementos.

#### **4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado**

El lugar de estudio está ubicado en la Av. Juan Pablo II 306, Bellavista 07011.

#### **4.5. Técnicas e Instrumentos para la recolección de la información**

##### **4.5.1. Técnicas**

De acuerdo con Cisneros et al. (2022), se entiende por técnicas de investigación a los diversos métodos, enfoques o procedimientos empleados por el investigador con el fin de recopilar o adquirir los datos e información necesarios.

##### **Encuesta**

Según Para Feria et al. (2020), las encuestas son herramientas de investigación descriptiva que implican una preparación anticipada, donde se definen las cuestiones a plantear, se elige una muestra significativa de la población, se determinan las alternativas de respuesta y se selecciona el modo de recolección de información apropiado

##### **4.5.2. Instrumentación**

Para Granados (2020) se refiere a cualquier herramienta que el investigador emplea para obtener información sobre los fenómenos que investiga, para este estudio, el instrumento principal será un cuestionario.

##### **4.5.3. Validez**

López et al. (2019) lo define como el grado en el que el instrumento cuantifica con precisión aquella situación u objeto que se desea medir con exactitud, asimismo, representa la capacidad de los instrumentos para evaluar diversas características que se desea medir de manera precisa y confiable.

#### **4.5.4. Confiabilidad**

Rodríguez et al. (2020), afirman que la confiabilidad de un instrumento de medición es total cuando se obtienen los mismos resultados al aplicar la medición varias veces en condiciones similares. La confiabilidad del instrumento de medición se reduce a medida que los resultados presentan más variación. En el contexto de la investigación titulada "**APLICACIÓN DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA PARA REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO, CALLAO-PERÚ 2023**", es importante desarrollar instrumentos confiables que sean capaces de medir de manera consistente los datos recopilados. Para evaluar la confiabilidad, se utilizarán métodos como el coeficiente alfa de Cronbach y el coeficiente de correlación de Pearson para verificar la conformidad de los datos obtenidos.

#### **4.6. Análisis y procesamiento de datos**

##### **4.6.1. Método de Análisis de Datos**

Borjas (2020), afirma que el análisis de datos consiste en realizar una serie de operaciones para lograr los objetivos del estudio. Estas operaciones no se pueden determinar de forma rígida con anticipación. La recopilación de datos y los análisis preliminares pueden mostrar problemas y dificultades que necesiten modificaciones en el plan de análisis inicial. No obstante, es importante planificar los aspectos clave del análisis en función de la comprobación de las hipótesis planteadas, ya que estas definiciones también afectarán a la fase de recopilación de datos.

Para analizar los datos recolectados, se implementó la metodología de pre y post test, considerada esencial en la investigación según Albarrán et al. (2021), para evaluar el impacto de una intervención o tratamiento en el grupo de estudio. Esta estrategia brinda perspectiva sobre cómo evolucionaron los participantes a lo largo del estudio. En esta investigación, se extrajeron 6 registros históricos de la Universidad, abarcando el período desde diciembre de 2021 hasta mayo de 2022. Posteriormente, se llevó a cabo una auditoría interna y se recolectaron

otros 6 registros correspondientes a diciembre de 2022 a mayo de 2023. Estos datos fueron sometidos a un análisis estadístico comparativo para determinar si la implementación de la auditoría resultó en una disminución significativa en el consumo energético del sistema eléctrico universitario.

El autor expone que, en esta investigación, se empleará el programa estadístico SPSS.

#### **4.7. Aspectos Éticos**

Para el desarrollo del presente estudio titulado: “APLICACIÓN DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA PARA REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO, CALLAO-PERÚ 2023” se ha tenido las siguientes consideraciones.

**Académico:** El contenido de la información tiene un propósito exclusivamente académico.

**Objetivo:** La información recogida se analizó con criterios de imparcialidad.

**Confiable:** La investigación se basará en los datos suministrados por la Universidad del Callao, que se mantendrán en estricta confidencialidad y cuya propiedad intelectual se respeta.

**Veracidad:** Debido a que los datos recopilados no se manipularan ni se alteraran en lo absoluto.

**Originalidad:** A fin de evitar el plagio y siguiendo las normativas de la Universidad de Callao, las fuentes bibliográficas utilizadas en la investigación serán citadas.

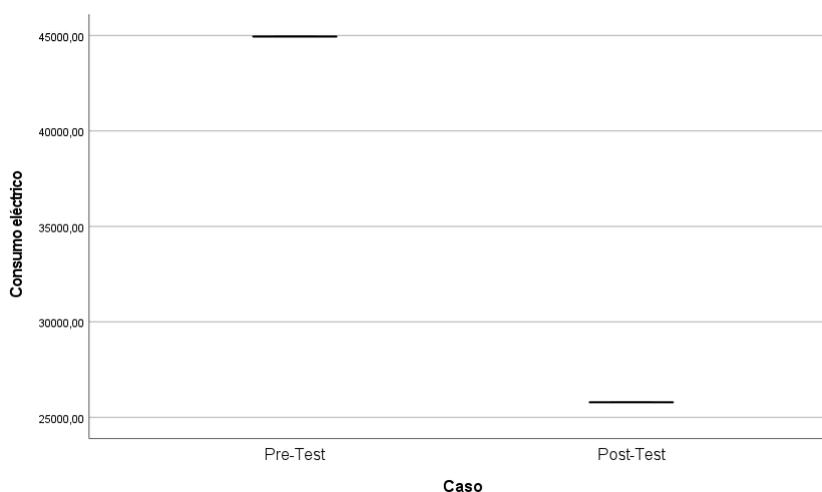
## V. RESULTADOS

### 5.1. Resultados descriptivos.

**Tabla 2.** Análisis descriptivo del pre test y el post test del consumo eléctrico.

	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
	Pre test		Post test	
Media	44947,7720	2,65135	25792,8968	,40598
Mediana	44943,8925		25792,8175	
Varianza	42,178		,989	
Desviación estándar	6,49445		,99445	
Mínimo	44943,01		25791,91	
Máximo	44956,94		25794,41	

**Figura 4.** Análisis descriptivo del pre test y el post test del consumo eléctrico

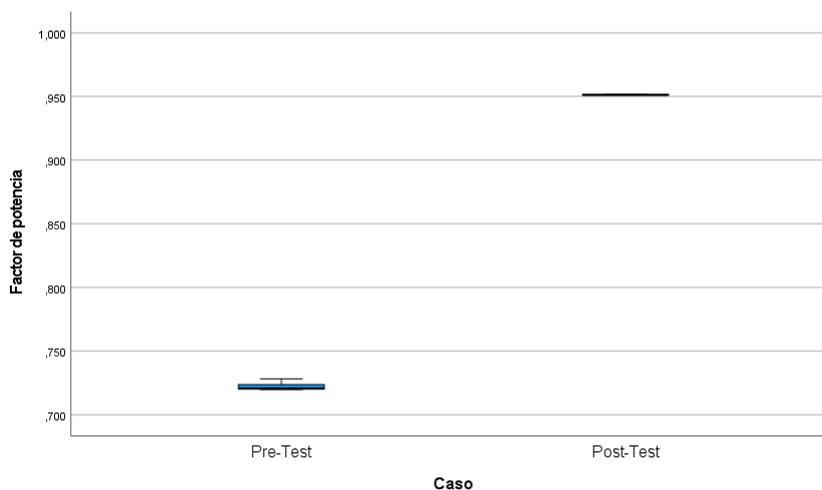


Como se puede apreciar en el análisis descriptivo que se realizó entre los 6 meses desde que se aplicó el pre test al consumo eléctrico del sistema eléctrico de la universidad nacional del Callao, se pudo observar que la caja se encontró muy por encima de la caja del post test de la implementación, observándose de manera descriptiva una reducción en cuanto al consumo eléctrico que permite la auditoría energética.

**Tabla 3.** Análisis descriptivo entre el pre test y el post test del factor de potencia

	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
	Pre test		Post test	
Media	,72220	,001332	,95133	,000138
Mediana	,72070		,95115	
Varianza	,000		,000	
Desviación estándar	,003263		,000339	
Mínimo	,720		,951	
Máximo	,728		,952	

**Figura 5.** Análisis descriptivo entre el pre test y el post test del factor de potencia

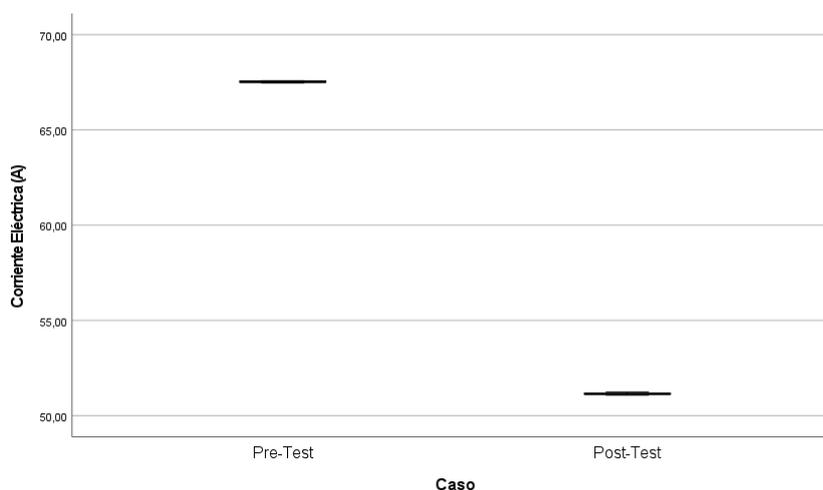


Como se puede apreciar en el análisis descriptivo que se realizó entre los 6 meses desde que se aplicó el pre test al factor de potencia del sistema eléctrico de la universidad nacional del Callao, se pudo observar que la caja se encontró muy por debajo de la caja del post test de la implementación, observándose de manera descriptiva una mejora en el factor de potencia que permite la auditoría energética.

**Tabla 4.** Análisis descriptivo entre el pre test y el post test de la corriente eléctrica

	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
	Pre test		Post test	
Media	67,5267	,01961	51,1517	,02257
Mediana	67,5250		51,1450	
Varianza	,002		,003	
Desviación estándar	,04803		,05529	
Mínimo	67,46		51,08	
Máximo	67,58		51,24	

**Figura 6.** Análisis descriptivo entre el pre test y el post test de la corriente eléctrica.

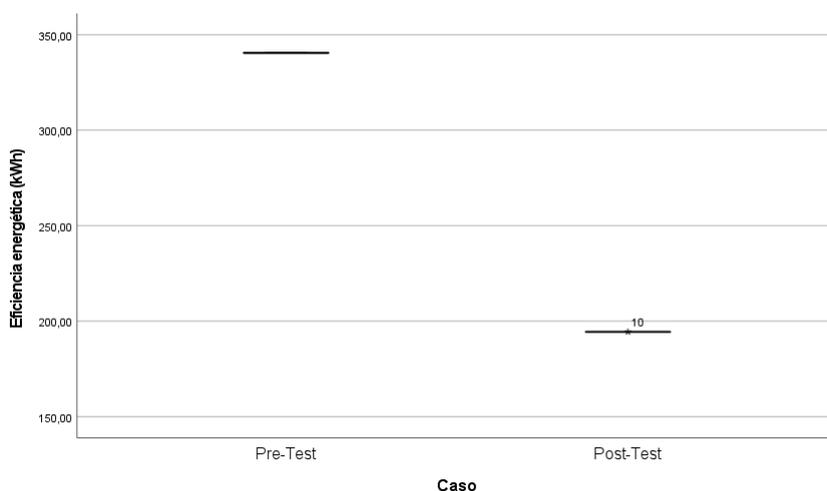


Como se puede apreciar en el análisis descriptivo que se realizó entre los 6 meses desde que se aplicó el pre test a la corriente eléctrica del sistema eléctrico de la universidad nacional del Callao, se pudo observar que la caja se encontró muy por encima de la caja del post test de la implementación, observándose de manera descriptiva una reducción en cuanto al consumo de la corriente eléctrica que permite la auditoría energética.

**Tabla 5.** Análisis descriptivo entre el pre test y el post test de la eficiencia energética (kWh)

	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
	Pre test		Post test	
Media	340,5033	,01961	194,3983	,00167
Mediana	340,4750		194,4000	
Varianza	,002		,000	
Desviación estándar	,04803		,00408	
Mínimo	340,47		194,39	
Máximo	340,57		194,40	

**Figura 7.** Análisis descriptivo entre el pre test y el post test de la eficiencia energética (kWh).



Como se puede apreciar en el análisis descriptivo que se realizó entre los 6 meses desde que se aplicó el pre test a la eficiencia energética (kWh/m<sup>2</sup>) del sistema eléctrico de la universidad nacional del Callao, se pudo observar que la caja se encontró muy por encima de la caja del post test de la implementación, observándose de manera descriptiva una reducción en cuanto a la eficiencia energética (kWh) que permite la auditoría energética.

## 5.2. Resultados inferenciales.

**Tabla 6.** Prueba de normalidad del consumo eléctrico.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Consumo eléctrico normalidad	,407	6	,002	,640	6	,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como se puede manifestar en el análisis de normalidad, el consumo eléctrico fue determinado gracias a la prueba de Shapiro – Wilk por considerar un valor número menor a 30, siendo esta considerada como una distribución no normal, por lo cual se aplicó la prueba Mann – Withney por ser no probabilística.

### Hipótesis general

**H<sub>1</sub>:** La aplicación de la auditoría energética reducirá significativamente el consumo energético en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao – Perú 2023.

**H<sub>0</sub>:** La aplicación de la auditoría energética no reducirá significativamente el consumo energético en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao – Perú 2023.

**Tabla 7.** Prueba de Mann-Whitney de la aplicación del consumo energético

Caso	N	Rango promedio	Suma de rangos	Sig. asin.	
				(bilateral)	
Consumo energético	Pre-Test	6	9,50	57,00	,004
	Post-Test	6	3,50	21,00	
Total		12			

De la tabla 7 se observa que la significancia es menor de 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, por lo que existen diferencias

significativas entre el pre test y el post test en cuanto a la aplicación de la auditoría energética, confirmando la hipótesis alternativa al comprobar que la aplicación de esta va a reducir significativamente el consumo energético en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao – Perú 2023.

### **Hipótesis específicas**

#### **Hipótesis específicas 1**

**H<sub>1</sub>**: La aplicación de la auditoría energética mejorará significativamente el factor de potencia en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao – Perú 2023.

**H<sub>0</sub>**: La aplicación de la auditoría energética no mejorará significativamente el factor de potencia en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao – Perú 2023.

**Tabla 8.** Prueba de Mann-Whitney de la aplicación del factor de potencia.

	Caso	N	Rango promedio	Suma de rangos	Sig. asin. (bilateral)
Factor de potencia	Pre-Test	6	3,50	21,00	,004
	Post-Test	6	9,50	57,00	
	Total	12			

De la tabla 8 se observa que la significancia es menor de 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, por lo que existen diferencias significativas entre el pre test y el post test en cuanto a la aplicación de la auditoría energética, confirmando la hipótesis alternativa al comprobar que la aplicación de esta va a mejorar el factor de potencia en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao – Perú 2023.

#### **Hipótesis específicas 2**

**H<sub>1</sub>**: El uso de la auditoría energética reducirá significativamente la corriente eléctrica en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao – Perú 2023.

**H<sub>0</sub>:** El uso de la auditoría energética no reducirá significativamente la corriente eléctrica en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao – Perú 2023.

**Tabla 9.** Prueba de Mann-Whitney de la aplicación de la corriente eléctrica.

	Caso	N	Rango promedio	Suma de rangos	Sig. asin. (bilateral)
Corriente Eléctrica (A)	Pre-Test	6	9,50	57,00	,004
	Post-Test	6	3,50	21,00	
	Total	12			

De la tabla 9 se observa que la significancia es menor de 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, por lo que existen diferencias significativas entre el pre test y el post test en cuanto a la aplicación de la auditoría energética, confirmando la hipótesis alternativa al comprobar que la aplicación de esta va a reducir significativamente la corriente eléctrica en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao – Perú 2023.

### **Hipótesis específicas 3**

**H<sub>1</sub>:** La aplicación de la auditoría energética mejorará significativamente la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao – Perú 2023.

**H<sub>0</sub>:** La aplicación de la auditoría energética no mejorará significativamente la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao – Perú 2023.

**Tabla 10.** Prueba de Mann-Whitney de la aplicación de la eficiencia energética.

	Caso	N	Rango promedio	Suma de rangos	Sig. asin. (bilateral)
Eficiencia energética	Pre-Test	6	9,50	57,00	,003
	Post-Test	6	3,50	21,00	
	Total	12			

De la tabla 10 se observa que la significancia es menor de 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, por lo que existen diferencias significativas entre el pre test y el post test en cuanto a la aplicación de la auditoría energética, confirmando la hipótesis alternativa al comprobar que la aplicación de esta va a mejorar significativamente la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao – Perú 2023.

## **VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **6.1. Contrastación y demostración de a hipótesis con los resultados**

En base a la evaluación realizada con la prueba de Mann – Withney a las hipótesis se pudo demostrar que la aplicación de la auditoría energética dentro del sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao redujo de manera significativa el consumo energético dentro del sistema gracias a la verificación de un pre test y un post test en un tiempo determinado presentando un mejor sistema.

Asimismo, se logró demostrar por medio de la primera hipótesis específica, que gracias a la evaluación por la prueba de Mann – Withney se presentó una mejora significativa en cuanto al factor de potencia dentro del sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao gracias a la aplicación de una auditoría energética.

Continuando con ello se pudo determinar el hecho que, a partir de segunda hipótesis específica, por medio del Mann – Withney se pudo demostrar que aplicación de una auditoría energética dentro del sistema eléctrico dentro de la Universidad Nacional del Callao presentó una reducción en cuanto al consumo de corriente eléctrica dentro de este.

Finalmente, la última hipótesis específica permitió demostrar gracias a la prueba Mann – Withney que ante la aplicación de una auditoría energética se va a mejorar de manera significativa la eficiencia energética dentro del sistema eléctrico en la Universidad Nacional del Callao.

### **6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares**

Los resultados obtenidos en la auditoría energética de la Universidad Nacional del Callao, Callao - Perú 2023, presentan diferencias significativas entre el pre test y el post test en varios aspectos. En primer lugar, se observa una reducción significativa en el consumo energético, lo cual confirma la hipótesis alternativa y respalda la aplicación de la auditoría energética como medida para disminuir el consumo de energía

en el sistema eléctrico de la universidad. Además, se ha comprobado que la aplicación de la auditoría energética mejora el factor de potencia, lo cual también es un resultado significativo y respalda la hipótesis alternativa planteada.

En concordancia con los resultados obtenidos, otros autores han realizado recomendaciones que refuerzan la importancia de la auditoría energética y las medidas de eficiencia energética. Salazar y Placencio (2022) han obtenido excelentes resultados en el manejo de los recursos existentes, lo cual es relevante para el estudio realizado, ya que busca optimizar el uso de los recursos energéticos disponibles en la universidad.

Arevalo y Chicaiza (2021) sugieren analizar las normas nacionales vigentes y los parámetros técnicos relacionados con las auditorías energéticas, lo cual está alineado con el enfoque del estudio y la necesidad de evaluar el cumplimiento de normativas y considerar aspectos técnicos en la implementación de medidas de eficiencia energética.

Asimismo, Antón y Bautista (2020) recomiendan reemplazar los motores estándares antiguos por modelos de alta eficiencia, lo cual coincide con los resultados obtenidos en la auditoría energética de la universidad y respalda la mejora significativa en la eficiencia energética.

Por otro lado, Perea y Vasquez (2020) enfatizan la importancia de controlar la regulación de la temperatura y evitar infiltraciones en los ambientes refrigerados para evitar un consumo innecesario de energía, lo cual se alinea con los hallazgos de reducción en el consumo energético y corriente eléctrica en el sistema eléctrico de la universidad.

Finalmente, aunque el estudio de Capitán (2018) difiere en contexto y enfoque, también comparte el objetivo de buscar la eficiencia energética y el uso de fuentes renovables. Su recomendación de extender el estudio a todas las áreas del lugar para lograr un edificio ecológicamente eficiente

proporciona una perspectiva adicional en la implementación de medidas de eficiencia energética en la universidad.

En conclusión, los resultados obtenidos en la auditoría energética de la Universidad Nacional del Callao encuentran respaldo en las recomendaciones de otros autores, quienes resaltan la importancia de optimizar recursos, cumplir normativas, reemplazar equipos por modelos más eficientes y controlar variables ambientales para lograr una mayor eficiencia energética. Estos hallazgos fortalecen la validez y relevancia de las medidas implementadas y la importancia de continuar promoviendo la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la universidad.

### **6.3. Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes**

En el estudio titulado "Aplicación de la auditoría energética para reducir el consumo energético en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao", se siguieron rigurosamente los principios éticos establecidos en los reglamentos vigentes. Desde el inicio, se tuvo en cuenta la importancia de respetar estos principios éticos que rigen la investigación científica y académica

Durante el desarrollo del estudio, se garantizó el consentimiento informado de los participantes humanos, asegurándose de que estuvieran completamente informados sobre los objetivos, procedimientos y posibles impactos en su privacidad y seguridad. Además, se implementaron medidas de confidencialidad y privacidad para proteger los datos recopilados, evitando su divulgación no autorizada.

## VII. CONCLUSIONES

**Primera:** La aplicación de una auditoría energética en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao ha demostrado un impacto significativo en la reducción del consumo energético. Ya que se pudo confirmar la hipótesis alternativa con el valor de significancia menor de 0.05 de la prueba Mann-Whitney al considerar las diferencias presentadas entre el pre test y el post test en base a la implementación de una auditoría eléctrica.

**Segunda:** La implementación de una auditoría energética en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao ha mostrado un impacto notable en la mejora del factor de potencia. Se ha confirmado esta observación al analizar los resultados de un estudio realizado antes y después de la auditoría, utilizando la prueba Mann-Whitney con un valor de significancia menor a 0.05. Estos resultados evidencian las diferencias significativas entre las mediciones previas y posteriores al implementar la auditoría energética.

**Tercero:** La reducción de la corriente eléctrica ha sido comprobada como un efecto relevante derivado de la implementación de una auditoría energética en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao. Se ha logrado validar la hipótesis alternativa mediante la prueba de Mann-Whitney, donde se obtuvo un valor de significancia menor a 0.05, al evaluar las discrepancias entre las mediciones realizadas antes y después del proceso de auditoría eléctrica.

**Cuarta:** Finalmente, la implementación de una auditoría energética en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao ha evidenciado un impacto significativo en la mejora de la eficiencia energética. Se ha confirmado esta afirmación al comprobar la hipótesis alternativa mediante la prueba Mann-Whitney, con un valor de significancia menor a 0.05. Esto se basa en las diferencias observadas entre las mediciones previas y posteriores al proceso de auditoría eléctrica.

## VIII. RECOMENDACIONES

**Primera:** Sería crucial implementar una serie de políticas y prácticas que puedan fomentar el uso eficiente de la energía, lo que va a permitir lograr mediante la adopción de medidas como apagar equipos cuando no estén en uso, promover la conciencia sobre el ahorro de energía entre el personal y los estudiantes, y actualizar aquellos equipos eléctricos obsoletos por modelos más eficientes. Además, se recomienda optimizar los sistemas de iluminación mediante la instalación de sensores de movimiento y temporizadores, para que las luces se enciendan únicamente cuando sea necesario.

**Segunda:** Se sugiere realizar una evaluación detallada de la carga eléctrica en la universidad y redistribuirla de manera equilibrada. Además, la instalación de condensadores de corrección del factor de potencia en aquellos equipos o sistemas eléctricos que presenten un factor de potencia bajo puede ser una medida efectiva. Asimismo, es recomendable reemplazar aquellos equipos ineficientes, como motores o transformadores, por modelos más eficientes que contribuyan a mejorar el factor de potencia.

**Tercero:** Es importante identificar y reemplazar aquellos equipos eléctricos que generen cargas reactivas excesivas. Mediante la mejora de la eficiencia de los sistemas eléctricos y una optimización en el diseño y la configuración de la conexión de los equipos, será posible disminuir la corriente eléctrica y lograr un uso más eficiente de la energía.

**Cuarta:** Se recomienda establecer un monitoreo continuo del consumo de energía posterior a la auditoría y realizar ajustes periódicos para mantener los niveles de eficiencia alcanzados. Adicionalmente, considerar la implementación de fuentes de energía renovable, como paneles solares, puede reducir la dependencia de la red eléctrica convencional y fomentar un sistema más sostenible. Asimismo, capacitar al personal y los estudiantes en prácticas y hábitos que promuevan la eficiencia energética contribuirá a maximizar los resultados obtenidos.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*Actualización de Auditoría Energética de la Facultad Politécnica UNE.*

**Guajardo Benítez , Martha Beatriz, et al. 2022.** 16, 2022, FPUNE Scientific.

**Aguilera, José. 2019.** *La tutoría universitaria como práctica docente: fundamentos y métodos para el desarrollo de planes de acción tutorial en la universidad.* s.l. : Pro-Posições, 2019. Vol. 30.

**Albarrán, Felipe and Díaz, Claudio. 2021.** *Metodologías de aprendizaje basado en problemas, proyectos y estudio de casos en el pensamiento crítico de estudiantes universitarios.* s.l. : Rev Ciencias Médicas, 2021. Vol. 25. 3.

**Alvarez, Aldo. 2021.** *Clasificación de las Investigaciones.* 2021.

**Antón Bazán, Kervin Gian y Bautista , Jean Carlos. 2020.** Auditoría energética del sistema eléctrico para la empresa Molinera de Arroz Valle Dorado S.A.C en la ciudad de Jaén - Perú - 2020. *[Tesis de grado, Universidad Nacional de Jaén].* s.l. : Obtenido del Repositorio de la Universidad Nacional de Jaén, 2020.

**Araujo, Gabriela and Robalino, Andrés. 2023.** *Aportes desde el enfoque analítico: consumo energético del sector residencial del Ecuador.* s.l. : Revista De Gestão E Secretariado (Management and Administrative Professional Review),, 2023.

**Arévalo , Widman Patricio and Chicaiza , Stalyn Fabián. 2021.** "Desarrollo de una herramienta informática para realizar auditorías energéticas en las industrias". *[Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi].* s.l. : Obtenido del Repositorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 2021.

**Aristizabal, Carlos and Gonzalez, Jose. 2021.** *Revision de las medidas en pro de la eficiencia energética y la sostenibilidad de la industria del cemento a nivel mundial.* s.l. : Revista UIS ingenierías, 2021.

**Bonilla, Cora and Cordero, Jorge. 2019.** *La Dimension Juridica de la Energia Electrica y las Energias Renovables en Mexico.* s.l. : Rev. Digital de Derecho Admin, 2019.

**Borjas, Jorge. 2020.** *Validez y confiabilidad en la recolección y análisis de datos bajo un enfoque cualitativo.* s.l. : Trascender, contabilidad y gestión, 2020. Vol. 5.

**Campos, José Luis. 2019.** Auditoría energética en los sistemas eléctricos de KPMG para mejorar el índice de consumo energético. *[Tesis de licenciatura, Universidad católica Santo Toribio de Mogrovejo]*. s.l. : Repositorio obtenido de la Universidad Católica Santo Toribio, 2019.

**Capitán, Angel Jean. 2020.** Auditoria energética para reducir la facturación por consumo de energía eléctrica en la idustria arrocera molinera del centro S.C.R.L Ubicado en el distrito de Lambayeque. *[Tesis de grado, Universidad Nacional de Jaén]*. s.l. : Obtenido del Repositorio de la Universidad nacional Pedro Ruiz Gallo, 2020.

**Cardenas, Jorge, Osma, German and Ordoñez, Gabriel. 2019.** *Herramienta metodológica para la evaluación energética mediante simulación de edificaciones en el trópico.* 2019. Vol. 18.

**Carreño, Juan, Morales, Juan and Rivas, Edwin. 2019.** *Redundancia en Redes de Comunicación para la Automatización y Protección de Sistemas de Potencia Eléctrica con IEC 61850.* s.l. : Información tecnológica, 2019. Vol. 30.

**Chere, Byron and Vélez, Alcira. 2021.** *Evaluación de modelos de micro red eléctrica y su gestión energética. Anólisis documental.* 2021.

**Cisneros, Alicia, et al. 2022.** *Técnicas e instrumentos para la recolección de datos que apoyan a la investigación científica en tiempo de Pandemia.* s.l. : Revista Científica Dominio de las Ciencias, 2022. pp. 1165-1185. Vol. 8.

**Collado, N., et al. 2019.** *Retos para una definición de “Edificios de consumo energético casi nulo”.* s.l. : Revista ingeniería de construcción, 2019. Vol. 34.

**Corvalán, Luis. 2021.** *Factor de potencia y coseno de fi: las tres dimensiones de la corriente eficaz.* s.l. : Rev. Ing. Eléctrica, 2021.

**Cuisano, Julio, Chirinos, Luis and Barrantes, Enrique. 2020.** *Eficiencia energética en sistemas eléctricos de micro, pequeñas y medianas empresas del sector de alimentos. Simulación para optimizar costos de consumo de energía eléctrica.* s.l. : Información tecnológica, 2020.

**De León, Gabriel, Gómez, Julio and Viego, Percy. 2019.** *Ahorro de energía por sustitución de motores subcargados que accionan cargas de alta inercia.* s.l. : Centro Azúcar, 2019. Vol. 46.

**Delgado, José. 2021.** *La investigación científica: su importancia en la formación de investigadores.* 2021. págs. 2385-2386. Vol. 5.

**Donaduzzi, Paula, et al. 2020.** *Renewable Energy Problems: Exploring the Methods to Support the Decision-Making Process.* s.l. : Sustainability, 2020. Vol. 12.

**Dragnev, P D, et al. 2023.** *Riesz Energy Problems with External Fields and Related Theory. Constructive Approximation.* s.l. : Constructive Approximation, 2023. Vol. 57, pp. 1 - 43.

**Espinoza, José, et al. 2020.** *Contribución del mantenimiento centrado en la confiabilidad para estudio de fallos a equipos consumidores de energía eléctrica.* s.l. : Centro Azúcar, 2020.

**Feria, Hernán, Matilla, Margarita y Mantecón, Silverio. 2020.** *La entrevista y la encuesta: ¿Métodos o técnicas de indagación empírica?* s.l. : Didasc@lia: Didáctica y educación, 2020. págs. 62-79. Vol. 11. ISSN 2224-2643.

**Fernández, Víctor. 2020.** *Tipos de justificación en la investigación científica.* 2020. págs. 65-76. Vol. 4.

**García, Carlos, López, Jesús and Gómez, Tomás. 2021.** *Estimación del costo de distribución de la energía eléctrica en Colombia considerando generación distribuida fotovoltaica.* s.l. : Información tecnológica, 2021.

**García, Humberto and Silva, Rosalba. 2019.** *Auditoria energética del estado actual de las luminarias que componen el alumbrado público en el área urbana del sector Oeste de la ciudad de Managua. Periodo de diciembre 2016 a enero 2017.* 2019. Vol. 7.

**García, María, et al. 2019.** *Propuesta de auditoría energética para la industria aplicada a un caso de estudio del sector plástico.* s.l. : DYNA, 2019. Vol. 86.

**Gómez, Andrés and Londoño, Constanza. 2020.** *Regulación emocional y conductas de balance energético corporal en adultos:Una revisión de evidencia.* 2020. Vol. 23.

**Gómez, Víctor and Chou, Rogelio. 2019.** *Ecuador de cara a la sustentabilidad en el siglo XXI: Ley de eficiencia energética.* s.l. : Identidad Bolivariana, 2019. Vol. 3.

**Granados, Rolando. 2020.** *Revisión teórica de herramientas metodológicas aplicadas en la investigación criminológica.* s.l. : Revista de Derecho y Cambio Social, 2020. págs. 501-511.

**Hidalgo, Arsenio. 2019.** *Técnicas estadísticas en el análisis cuantitativo de datos.* s.l. : Revista Sigma, 2019.

**Javier, Francisco, Ferledy, Olger and Escobar, Edison. 2019.** *Modelo para la estimación de potencia eléctrica en módulos fotovoltaicos de tecnología basada en silicio.* s.l. : Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 2019. Vol. 27.

**Juanico, Luis and Bove, I. 2020.** *Eficiencia Energética en el Hogar: el Calentador Eléctrico con Tanque de Agua.* s.l. : Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería, Universidad, 2020.

**Larrumbide, Enrique, Sánchez, Jorge and Bedoya, César. 2019.** *Application of the energy audit methodology on the thermal envelope in a building for educational use in Madrid.* s.l. : Revista De La Construcción. Journal of Construction, 2019.

**López, Raúl, et al. 2019.** *Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas.* s.l. : Revista Cubana de Medicina Militar, 2019. Vol. 48.

*Los alcances de una investigación.* **Ramos, Carlos. 2020.** 3, 2020, CienciAmérica, Vol. 9.

**Martinez, Domingo. 2022.** *Eficiencia Energética y Sostenibilidad en Desalación.* s.l. : Agua, energía y medio ambiente, 2022.

**Mejía, Eduar. 2019.** *Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica al laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica.* 2019. Vol. 7.

**Mejía, Gabriel, Muñoz, Nicolás and Ortiz, José. 2019.** *Banda de Histéresis Adaptativa para un Convertidor AC-DC Elevador sin Puente, con Corrección del Factor de Potencia y Control por Modos Deslizantes.* s.l. : Información tecnológica, 2019. Vol. 30.

**Menendez, Jiuvel and Iglesias, Miguel. 2019.** *Disminución de las pérdidas técnicas en circuito secundario del JB-287.* s.l. : Avances, 2019. Vol. 21.

**Molina, Gladys, et al. 2020.** *Estudio de expansión urbana, crecimiento poblacional, consumos energéticos e índices de vegetación en el Área Metropolitana de Mendoza.* s.l. : AREA - Agenda De Reflexión En Arquitectura, Diseño Y Urbanismo, 2020.

**Morett, Jesús. 2021.** *Energy Dependence of Underdeveloped Countries.* s.l. : Revista Internacional De Humanidades, 2021. Vol. 10.

**Morfín, Onofre, et al. 2021.** *Compensación de potencia reactiva mediante el control robusto de un STATCOM en un sistema de potencia.* s.l. : Ingeniería, investigación y tecnología, 2021. Vol. 22.

**Mosquera, Fabricio. 2020.** *Localización óptima de plantas virtuales de generación en sistemas eléctricos de potencia basados en flujos óptimos de potencia.* s.l. : Revista de I+D Tecnológico, 2020. Vol. 16.

- Mucha, Luis, et al. 2020.** *Evaluación de procedimientos empleados para determinar la población y muestra en trabajos de investigación de posgrado.* s.l. : Revista Desafíos, 2020. Vol. 12.
- Niño, Jorge, Fernández, Flavio and Duarte, Julio. 2019.** *Diseño de un recurso educativo digital para fomentar el uso racional de la energía eléctrica en comunidades rurales.* s.l. : Pedagogía y sociología de la educación, 2019.
- Paredes, L. 2019.** *Electromovilidad y Eficiencia Energética en el Transporte Público de Pasajeros del Ecuador Continental.* s.l. : RevistA TÉCNICA ENERGÍA, 2019.
- Parreño, José, et al. 2020.** *Diseño de un módulo de energía solar como estrategia de ahorro energético y disminución de la emisión de CO2.* s.l. : Agroindustria, Sociedad Y Ambiente, 2020.
- Pazmiño, Andrea. 2020.** *Análisis del Plan Nacional de Eficiencia Energética en el Ecuador.* s.l. : Revista de investigaciones en energía, medio ambiente y tecnología, 2020.
- Peña, Jesús, et al. 2019.** *Pronóstico del consumo pico para la gestión energética de la Universidad de Cienfuegos.* s.l. : Revista Universidad y Sociedad, 2019. Vol. 11.
- Perea, Guillermo and Vasquez, Julio Omid. 2020.** *Metodología para realizar auditoría de energía eléctrica. Caso aplicativo: Edificio de educación superior. [Tesis de título, Universidad de Piura].* s.l. : Obtenido del Repositorio de la Universidad de Piura, 2020.
- Pereira, M. and Turizo, L. 2020.** *Medidas para la implementación del uso racional y eficiente de la energía : caso de las energías renovables en Colombia, estado del arte, avances y retos.* s.l. : Revista Jurídica, 2020.
- Pilatásig, Jaime. 2020.** *Resiliencia de Sistemas Eléctricos de Potencia mediante la Conmutación de Líneas de Transmisión – Estado del arte.* 2020. Vol. 16.

**Pintado, Gladys and Torres, Mireya. 2021.** *Plan de contingencia y gestión de riesgos financieros en respuesta al COVID-19.* s.l. : Cienciamatria, 2021. Vol. 7.

**Potes, P., et al. 2022.** *Evaluación de Eficiencia Energética del Sistema Eléctrico para Mejorar los Indicadores de Desempeño IDEn en la Finca “La Cordillera” Perteneciente al Cantón Mejía, Provincia de Pichincha.* s.l. : Revista Técnica energía, 2022. Vol. 19.

**Quispe, Antonio, et al. 2020.** *Metodologías cuantitativas: Cálculo del tamaño de muestra con SATA y R.* s.l. : Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Amazor Aguinaga Asenjo, 2020. Vol. 13. ISSN 2227-4731.

**Quitiaquez, William, et al. 2021.** *Validación de un Prototipo de Medidor de Energía Trifásico como Apoyo para una Auditoría Energética.* 2021. Vol. 17.

**Reyes, Irma, et al. 2022.** *Métodos científicos y su aplicación en la investigación pedagógica.* 2022. Vol. 9.

**Robles, Blanca. 2019.** *Población y muestra.* s.l. : Revista Pueblo Continente, 2019. Vol. 30. ISSN 2617-9474.

**Rodríguez, Julio and Reguant, Mercedes. 2020.** *Calcular la fiabilitat d'un qüestionari o escala mitjançant l'SPSS: el coeficient alfa de Cronbach.* s.l. : Revista d'Innovació i Recerca en Educació, 2020. Vol. 13.

**Rommel, Barragan and Edilberto, Llanes. 2020.** *The generation of electrical energy for industrial development in Ecuador from the use of renewable energy.* s.l. : Electric Ingeeniering, 2020.

**Rosario, Lorena and Perozo, Lorheny. 2019.** *Ruta metodológica para avanzar en el periplo de la investigación educativa con variable compuesta o predicativa.* 2019. pp. 60-74.

**Rosas, Marco, Villasana, Pedro and Ahumada, Aldo. 2022.** *Adopción de Tecnologías de Gestión de Flotas de Vehículos Eléctricos: ¿Un problema socio-técnico?* s.l. : Revista gestión de las personas y tecnología, 2022.

**Salazar , Damaris Eunice. 2022.** AudiAUDITORÍA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES DEL CENTRO OPERACIONES Y MANTENIMIENTO DE TRANSPORTE (COMT) REYBANPAC C.L. UBICADA EN QUEVEDO KILÓMETRO E30 VÍA DE VALENCIA. [*Proyecto de título, Universidad Técnica estatal de Quevedo*]. s.l. : Obtenido del Repositorio de la Universidad Técnica estatal de Quevedo, 2022.

**Salazar, Damaris, et al. 2023.** *Auditoría Energética en las Instalaciones del Centro de Operaciones y Mantenimiento de Transporte (COMT)*. 2023.

**Salazar, Sebastián and Arcos, Hugo. 2021.** *Análisis Técnico y Económico de la Implementación del Net Metering para diferentes tipos de Consumidores de Electricidad en el Ecuador*. s.l. : Revista Técnica energía, 2021. Vol. 18.

**Solíz, Desiderio. 2019.** *Cómo hacer un perfil proyecto de investigación científica*. s.l. : Palibrio, 2019.

**Tinoco, Miguel y Torres, Victor. 2021.** *Consumo de energía y emisiones de CO2 en América del Norte*. s.l. : Revista Mexicana de Estudios Sobre la Cuenca del Pacífico, 2021. Vol. 15.

**Tomazi, Jakeline, Rodrigues, Letícia and Schneider, Paulo. 2020.** *Energy audit aiming at the Procel seal of energy savings for a Public Education Building*. s.l. : Brazilian Journal of Development, 2020. Vol. 6.

**Torres, Yadira. 2020.** *Energy efficiency and residential energy saving*. 2020. Vol. 1.

**Tupiza, P., Pavón, W. and Jaramillo, M. 2022.** *Reducción de la Distorsión Armónica Total a través de Generación Fotovoltaica y el Filtro Activo Unificado (UAPF)*. s.l. : Revista Técnica energía, 2022.

**Valiño López, Vanessa. 2022.** *Aplicación de las metodologías de auditoría energética y sistemas de gestión energética y sistemas de gestión energética a una instalación industrial*. [*Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de*

*Madrid*]. s.l. : Obtenido del Repositorio de la Universidad Politécnica de Madrid, 2022.

**Vélez, Alcira, et al. 2022.** *Evaluación en el uso de microrredes para la mejorar la calidad del suministro eléctrico en la Quebrada de Guillén.* s.l. : Ingeniería Energética, 2022.

**Vilela, Fabiola. 2019.** Reflexión sobre la justificación metodológica del uso de animales en investigación biomédica. 2019, Vol. 14, págs. 52-68.

**Zorii, Natalia. 2023.** Minimum Riesz energy problems with external fields. s.l. : Journal of Mathematical Analysis and Applications, 2023. Vol. 526, 2.

## ANEXOS

### Anexo N°1 - Matriz de Consistencia.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES	TECNICAS E INSTRUMENTACION	METODOLOGIA
<p><b>Problema General:</b> P.G.1 ¿De qué manera la aplicación de la auditoría energética reducirá el consumo energético en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Determinar de qué manera la aplicación de la auditoría energética reducirá significativamente el consumo energético en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> H.G. La aplicación de la auditoría energética reducirá significativamente el consumo energético en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023.</p>	<p><b>Variable independiente</b> Auditoría energética</p> <p><b>Dimensiones e Indicadores:</b></p> <p><b>D1:</b> Análisis del sistema eléctrico</p> <p><b>I1:</b> Normas y reglamentos</p> <p><b>I2:</b> Potencia consumida</p> <p><b>I3:</b> Inventario de equipos eléctricos</p> <p><b>I4:</b> Niveles de Iluminación</p>	<p><b>Técnicas:</b> Encuesta</p> <p>Según lo expuesto por el autor, la encuesta para el presente trabajo de investigación es una técnica que consiste en obtener información de las personas encuestadas mediante el uso de cuestionarios diseñados en forma previa para la obtención de información específica.</p>	<p><b>Tipo y Diseño de la Investigación:</b> Para el presente trabajo de investigación:</p> <p><b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Diseño de la Investigación:</b> NO EXPERIMENTAL – TRANSVERSAL</p> <p><b>Nivel de la Investigación:</b> DESCRIPTIVO-CORRELACIONAL</p>
<p><b>Problemas Específicos</b> P.E.1. ¿De qué manera la aplicación de la auditoría energética permitirá reducir el factor de</p>	<p><b>Objetivos Específicos:</b> O.E.1 Determinar de qué manera la aplicación de la auditoría energética reducirá</p>	<p><b>Hipótesis Específicas:</b> H.E.1 El modelado de la auditoría energética reducirá significativamente el factor de</p>	<p><b>Variable dependiente:</b> CONSUMO ENERGÉTICO</p>	<p><b>Instrumento:</b> Cuestionario El cuestionario para el presente trabajo de investigación servirá de herramienta de</p>	<p><b>Población Y Muestra:</b></p> <p><b>Población:</b> De lo expuesto por los autores, mi población es de tipo finita para el presente</p>

<p>potencia en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023?</p> <p>P.E.2. ¿De qué manera la aplicación de la auditoría energética permitirá reducir el factor de potencia en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023?</p> <p>P.E.3. ¿De qué manera la aplicación de la auditoría energética permitirá mejorar la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023?</p>	<p>significativamente el factor de potencia en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023.</p> <p>O.E.2 Determinar de qué manera la aplicación de la auditoría energética reducirá significativamente el factor de potencia en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023</p> <p>O.E.3 Determinar de qué manera la aplicación de la auditoría energética mejorará significativamente la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del</p>	<p>potencia en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023</p> <p>H.E.2 El uso de la auditoría energética mejorará significativamente la corriente eléctrica en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023</p> <p>H.E.3 La aplicación de la auditoría energética mejorará significativamente la eficiencia energética en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023</p>	<p><b>Dimensiones e Indicadores:</b></p> <p><b>D1:</b> índices de consumo energético</p> <p><b>I1:</b> Factor de Potencia.</p> <p><b>I2:</b> Corriente Eléctrica</p> <p><b>I3:</b> Eficiencia energética</p>	<p>investigación que consiste en una serie de preguntas y otras indicaciones con el propósito de obtener información de los consultados.</p>	<p>trabajo de investigación se identifica como población a la Universidad Nacional del Callao</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>Se considera como muestra a la Universidad Nacional del Callao, ya que la población es inferior de 50. Por lo tanto, la muestra es igual a la población</p>
---	--	--	--	--	---

	Callao, Callao- Perú 2023.				
--	-------------------------------	--	--	--	--

**Anexo Nº 2 - Instrumento de recolección de datos**  
**CUESTIONARIO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA**

**Título: “APLICACIÓN DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA PARA REDUCIR  
EL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO, CALLAO-PERÚ 2023”**

La presente es una encuesta que tiene como determinar de qué manera la aplicación de la auditoría energética reducirá significativamente el consumo energético en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023, por tal motivo agradecemos su colaboración y tiempo brindado para responder cada una de las siguientes preguntas del cuestionario.

**Indicaciones:**

La presente encuesta es de carácter confidencial, agradecemos responder objetiva y verazmente. Lea detenidamente cada pregunta y marque la opción que considere correspondiente según la siguiente leyenda:

Totalmente de acuerdo 5	De acuerdo 4	Ni de acuerdo ni en desacuerdo 3	En desacuerdo 2	Totalmente en desacuerdo 1
----------------------------	-----------------	-------------------------------------	--------------------	-------------------------------

PREGUNTAS: “AUDITORÍA ENERGÉTICA”	RESPUESTAS				
	1	2	3	4	5
DIMENSIÓN “Análisis del sistema eléctrico”					
INDICADOR “Normas y reglamentos”					
1. En el lugar de trabajo, se cumplen rigurosamente las normas y reglamentos relacionados con el sistema eléctrico.					
2. Existe una cultura de cumplimiento y seguimiento de las normas y reglamentos en cuanto al sistema eléctrico en nuestra institución.					
INDICADOR “Potencia consumida”					
3. En el lugar de trabajo, se realizan esfuerzos para controlar y reducir la potencia consumida en el sistema eléctrico.					
4. Existen estrategias y prácticas implementadas para optimizar y disminuir la potencia consumida en nuestra institución.					

INDICADOR "Inventario de equipos eléctricos"					
5. En el lugar de trabajo, se lleva a cabo un inventario completo y actualizado de los equipos eléctricos.					
6. Existe una gestión eficiente del inventario de equipos eléctricos en nuestra institución, lo cual contribuye al buen funcionamiento del sistema eléctrico.					
INDICADOR "Niveles de Iluminación"					
7. Los niveles de iluminación en mi lugar de trabajo se ajustan de manera adecuada para garantizar la eficiencia energética.					
8. Existe un monitoreo regular de los niveles de iluminación en nuestra institución, buscando optimizar su consumo sin afectar el confort y la seguridad.					

## CUESTIONARIO DE CONSUMO ENERGÉTICO

### Título: “APLICACIÓN DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA PARA REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO, CALLAO-PERÚ 2023”

La presente es una encuesta que tiene como propósito determinar de qué manera la aplicación de la auditoría energética reducirá significativamente el consumo energético en el sistema eléctrico de la Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú 2023, por tal motivo agradecemos su colaboración y tiempo brindado para responder cada una de las siguientes preguntas del cuestionario.

#### Indicaciones:

La presente encuesta es de carácter confidencial, agradecemos responder objetiva y verazmente. Lea detenidamente cada pregunta y marque la opción que considere correspondiente según la siguiente leyenda:

Totalmente de acuerdo 5	De acuerdo 4	Ni de acuerdo ni en desacuerdo 3	En desacuerdo 2	Totalmente en desacuerdo 1
----------------------------	-----------------	-------------------------------------	--------------------	-------------------------------

PREGUNTAS: “CONSUMO ENERGÉTICO”	RESPUESTAS				
	1	2	3	4	5
DIMENSIÓN “Índices de consumo energético”					
INDICADOR “Factor de Potencia”					
1. En el lugar de trabajo se le da importancia al mantenimiento y control del factor de potencia.					
2. La gestión eficiente del factor de potencia contribuye a reducir el consumo de energía en nuestra institución.					
INDICADOR “Corriente Eléctrica”					
3. En el lugar de trabajo se promueven prácticas para optimizar el uso de corriente eléctrica.					
4. Existen medidas en nuestra institución que buscan disminuir el consumo innecesario de corriente eléctrica.					
INDICADOR “Eficiencia energética”					

5. Se fomenta el uso de equipos y tecnologías energéticamente eficientes en mi lugar de trabajo.					
6. Existe conciencia sobre la importancia de la eficiencia energética y su impacto en el consumo de recursos en nuestra institución.					

### Anexo N°3 - Validación de instrumentos

#### 1. IDENTIFICACION DEL EXPERTO

NOMBRE DEL EXPERTO: Abilio Bernardo Cuzcano Rivas

NIVEL DE GRADO: Doctor

DNI: 40947218

PROFESION: Ingeniero

Electrónico

FECHA DE EVALUACION: 13 de Julio del 2023

FIRMA DEL EXPERTO:



#### 2. PLANILLA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO

CRITERIOS	APRECIACION CUALITATIVA			
	EXCELENTE (4)	BUENO (3)	REGULAR (2)	DEFICIENTE (1)
Presentación del instrumento	✓			
Claridad en la redacción de los ítems	✓			
Pertinencia de las variables con los indicadores	✓			
Relevancia del contenido	✓			
Factibilidad de la aplicación	✓			

APRECIACION CUALITATIVA:

---

---

---

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

---

---

1. IDENTIFICACION DEL EXPERTO

NOMBRE DEL EXPERTO: Dra. Silvia Liliana Salazar Llerena

NIVEL DE GRADO: Doctor

DNI: 10139161

PROFESION: Metodóloga

FECHA DE EVALUACION: 13 de Julio del 2023

FIRMA DEL EXPERTO:



2. PLANILLA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO

CRITERIOS	APRECIACION CUALITATIVA			
	EXCELENTE (4)	BUENO (3)	REGULAR (2)	DEFICIENTE (1)
Presentación del instrumento	✓			
Claridad en la redacción de los ítems	✓			
Pertinencia de las variables con los indicadores	✓			
Relevancia del contenido	✓			
Factibilidad de la aplicación	✓			

APRECIACION CUALITATIVA:

---

---

---

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

---

---

1. IDENTIFICACION DEL EXPERTO

NOMBRE DEL EXPERTO: Dr. Adán Almircar Tejada Cabanillas

NIVEL DE GRADO: Doctor

DNI: 06148210

PROFESION: Metodólogo

FECHA DE EVALUACION: 13 de Julio del 2023

FIRMA DEL EXPERTO:



2. PLANILLA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO

CRITERIOS	APRECIACION CUALITATIVA			
	EXCELENTE (4)	BUENO (3)	REGULAR (2)	DEFICIENTE (1)
Presentación del instrumento	✓			
Claridad en la redacción de los ítems	✓			
Pertinencia de las variables con los indicadores	✓			
Relevancia del contenido	✓			
Factibilidad de la aplicación	✓			

APRECIACION CUALITATIVA:

---

---

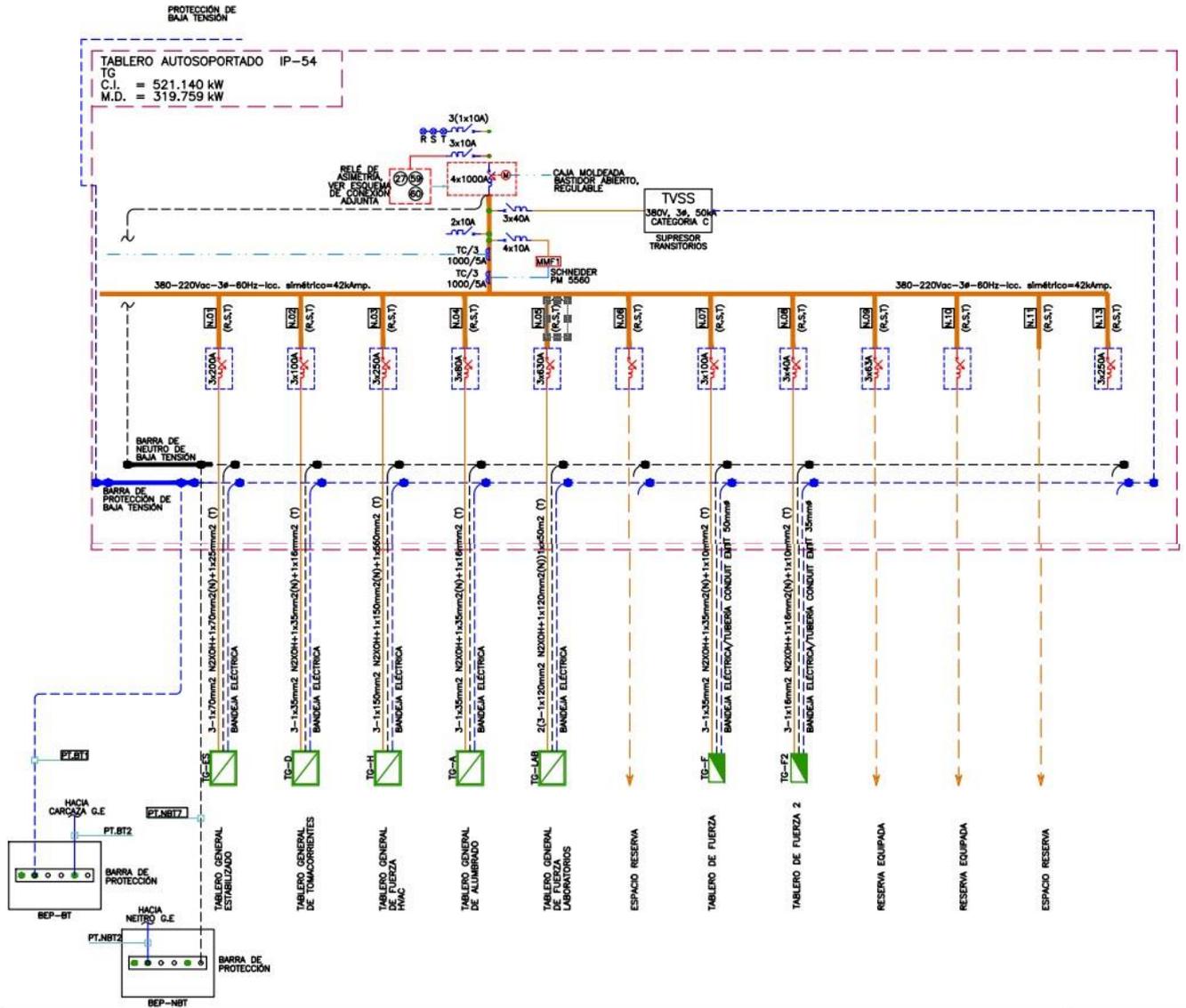
---

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

---

---

# Anexo N°4 – Diagrama unifilar de la muestra utilizada



**Anexo N°5 - Base de datos.**

		Mes1	Mes2	Mes3	Mes4	Mes5	Mes6
<b>PRE</b>	PREFP	0.7201	0.7237	0.7198	0.7211	0.7203	0.7282
	PRECE	67.53	67.58	67.49	67.46	67.52	67.58
	PREEE	340.56	340.57	340.47	340.47	340.48	340.47
	PREEE1	4086.72	4086.82	4085.68	4085.65	4085.66	4085.62
<b>POS</b>	POSFP	0.9516	0.9511	0.9512	0.9511	0.9511	0.9519
	POSCE	51.08	51.24	51.12	51.13	51.18	51.16
	POSEE	194.40	194.40	194.40	194.39	194.40	194.40
	POSEE1	2332.81	2332.85	2332.72	2332.72	2332.82	2332.81