

**AUDITORÍA ENERGÉTICA EN SISTEMA ELÉCTRICO DEL BLOQUE 2 DE LA
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO CON ENFOQUE A LA NORMA
ISO 50001**

**ANDREY FELIPE JIMENES QUINCHIA
YOSY ENEIDER MUÑOZ CASELLES
JONATHAN TAMAYO GONZALEZ**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELÉCTRICA
MEDELLÍN
2023**

**AUDITORÍA ENERGÉTICA EN SISTEMA ELÉCTRICO DEL BLOQUE 2 DE LA
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO CON ENFOQUE A LA NORMA
ISO 50001**

**ANDREY FELIPE JIMENES QUINCHIA
YOSY ENEIDER MUÑOZ CASELLES
JONATHAN TAMAYO GONZALEZ**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero eléctrico

**Asesor técnico:
Bayrón Álvarez Arboleda
PhD. en estudios organizacionales**

**Asesor metodológico:
José Ricardo Velasco Méndez
PhD. en educación**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELÉCTRICA
MEDELLÍN**

2023

Dedicatoria

Para mi por ser constante y seguir adelante a pesar de todos los inconvenientes y dificultades que se encontraron en lo largo de mi carrera pero que se fueron superando uno a uno, por no dejarme caer en los momentos difíciles en el que se siente que ya no se puede más, aun así aquí estoy cumpliendo mi meta de ser ingeniero demostrándome a mi mismo que todo lo que se propone se puede conseguir, seguir a lo largo de este sendero llamado vida la cual siempre nos pondrá a prueba y cada obstáculo llegara para hacer de mi mejor personada cada día.

Agradezco a las personas que me acompañaron en este ciclo los cuales aportaron eso que fue necesario para poder llevar a cabo mi carrera (docentes, familiares, amigos, compañeros de estudio y esposa).

Yosy Esneider Muñoz

Dedicatoria

A DIOS por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación académica, a pesar de muchos altibajos y esfuerzos que tuvo mi carrera acá estoy dando gracias por culminar mis estudios, un éxito más para mi vida profesional.

A mi madre, que a pesar de la distancia me enseñó que uno no se debe rendir y seguir luchando por un futuro en la vida, gracias infinitas por ser mi apoyo y levantarme la cabeza cuando ya no tenía ánimos.

A mi compañera de vida, por darme una voz de aliento y fortaleza cuando ya veía todo derrumbado, cuando yo creía que no era capaz de seguir luchando por mi futuro, pero ella me levantaba con una palabra todas las ganas de seguir rehaciendo mi carrera y cumplir cada uno de mis sueños y propósitos por culminar mi estudio.

Agradezco a mis compañeros, docentes y familiares por estar ahí, compartir momentos significativos y estar dispuestos a escucharme siempre.

Andrey Jiménez

Dedicatoria

Primeramente, a Dios por darme la vida y fortaleza de empezar y terminar este gran logro académico en el proyecto de vida y de seguir creciendo tanto personal como profesionalmente.

A mis padres que tanto me aconsejaron y me guiaron por el camino del bien.

A mis hermanos que me tengan de referencia de que si nos esforzamos podemos conseguir grandes cosas.

A mi esposa Astrid Montoya que estuvo muy pendiente de mi estudio e incluso ayudándome, por velar siempre el bienestar de nuestra familia por darme el apoyo y estabilidad emocional que necesité en el camino para lograr todas mis metas y sueños, por ser mi compañera de vida y darme un hermoso hijo.

A mi hijo Christopher Tamayo Montoya y futura familia que a la final es por ellos que hacemos nuestros mayores esfuerzos.

Jonathan Tamayo González

Contenido

1.	Introducción	12
2.	Planteamiento del problema	13
2.1	Descripción	13
2.2	Formulación	13
3.	Justificación	14
4.	Objetivos	15
4.1	Objetivo general	15
4.2	Objetivos específicos	15
5.	Referentes teóricos	16
6.	Metodología	24
6.1	Tipo de proyecto	24
6.2	Método	24
6.3	Instrumentos de recolección de información	25
6.3.1.	Fuentes primarias.	25
6.3.2.	Fuentes secundarias	25
7.	Resultados	26
7.1	¿Qué es el mantenimiento preventivo?	34
8.	Conclusiones	40
9.	Recomendaciones	41
10.	Referencias bibliográficas	42

Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i> Norma ISO 50001.	16
<i>Figura 2.</i> Normas Retie.....	16
<i>Figura 3.</i> Sistema de gestión energética.	17
<i>Figura 4.</i> Analizador de redes.....	18
<i>Figura 5.</i> Luxómetro.....	19
<i>Figura 6.</i> Calidad de energía.....	19
<i>Figura 7.</i> Multímetro.	20
<i>Figura 8.</i> Sistema eléctrico.	21
<i>Figura 9.</i> Suministro fotovoltaico.....	21
<i>Figura 10.</i> Tablero eléctrico.	22
<i>Figura 11.</i> Bloque 2.	26
<i>Figura 12.</i> Tablero de distribución.	27
<i>Figura 13.</i> Analizador.....	27
<i>Figura 14.</i> Alumbrado Interior de los corredores.	28
<i>Figura 15.</i> Alumbrado Interior de los salones.	28
<i>Figura 16.</i> Tableros de distribución antiguos.	29
<i>Figura 17.</i> Diagrama Unifilar.	29
<i>Figura 18.</i> Sistema de gestión energética.	31
<i>Figura 19.</i> Gestión de la energía.....	32
<i>Figura 20.</i> Caja de breaker.....	32
<i>Figura 21.</i> Analizador de redes eléctricas fluke.	36
<i>Figura 22.</i> Luxómetro.....	36
<i>Figura 23.</i> Cámara termográfica fluke.....	37
<i>Figura 24.</i> Multímetro fluke.	37
<i>Figura 25.</i> Pinzas ampericas fluke 376.....	38

Lista de Tablas

Tabla 1.....	30
Tabla 2.....	33
Tabla 3.....	34
Tabla 4.....	35
Tabla 5.....	38

Resumen

AUDITORÍA ENERGÉTICA EN SISTEMA ELÉCTRICO DEL BLOQUE 2 DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO CON ENFOQUE A LA NORMA ISO 50001

ANDREY FELIPE JIMENES QUINCHIA

YOSY ENEIDER MUÑOZ CASELLES

JONATHAN TAMAYO GONZALEZ

El estudio que se llevara a cabo en el bloque 2 de la universidad Pascual Bravo con enfoque en la norma ISO 50001 con el fin de hallar fallas, anomalías y perturbaciones en el sistema eléctrico instalado ya que bloque no cuenta con una trazabilidad que permita validar su condición actual debido a esto se implementara auditoria de carácter energético ejecutada.

Palabras clave: Norma ISO50001, multímetro, auditoría, analizador.

Abstract

The study that Will be carried out in block two of the Pascual Bravo university with a focus on the norm ISO 50001 in order to find faults, anomalies and disturbances in the installed electrical system since the block does not have a traceability that allows validating its status. Due to this, an energy audit will be implemented executed.

Keywords: Current transformer, multimeter, audit, analyzer.

Glosario

Auditoría energética: inspección y análisis de los flujos de energía ya sea residencial, industrial, comercial, con el objetivo de analizar y entender la eficiencia energética.

Analizador de redes: el analizador de redes eléctricas es un instrumento de mesa que mide la potencia efectiva, la potencia aparente, el factor de potencia, el consumo energético, la corriente y la tensión alterna, la corriente y la tensión continua, la resistencia y la frecuencia.

TGA: tablero general de alimentadores ya sean primarios o secundarios también es donde está el mando de todo el circuito del edificio.

Transformador de corriente TC: Los transformadores de corriente (TC o CT por sus siglas en inglés) son transformadores utilizados para aumentar o disminuir una corriente alterna (AC). Produce una corriente en el devanado secundario proporcional a la corriente del primario.

Introducción

Auditoría de carácter energético que permita diagnosticar el funcionamiento adecuado del sistema energía eléctrica del bloque 2 de la institución universitaria pascual bravo, con el fin de validar el cumpliendo los requisitos normativos en dichas instalaciones ya que no se cuenta con datos que permitan corroborar la información que se requiere para implementar una auditoría basada en la norma ISO 50001.

Identificar los puntos y los equipos donde hay mayor consumo de energía eléctrica en el bloque 2 de la Institución Universitaria Pascual Bravo, tomando datos e información instalando equipos especializados en medidas, con el fin de terminar los puntos de conexión donde no se está empleando el uso racional de la energía, y así realizar una evaluación técnica dirigida a optimizar y mejoramiento continuo del sistema eléctrico de dicha instalación sin afectar su funcionamiento.

El estudio de calidad de la energía nos ayuda encontrar los parámetros y señales de índole eléctrico como son voltaje, corrientes, potencias y frecuencia en un lapso de tiempo estipulado, logrando identificar las derivaciones según la norma que se utiliza para el análisis, se podrá estimar el estado en el que se encuentra el sistema eléctrico y sus equipos, hallar posibles fallas garantizando que todo los parámetros normativos estén en cumplimiento tales como calibre de conductores, protecciones, marcación de circuitos entre otros.

1. Planteamiento del problema

1.1 Descripción

En el bloque 2 de la IUPB no cuenta con bases de datos donde se encuentra información de los consumos del sistema y equipos eléctricos por ende no pueden hacer una trazabilidad apropiada para garantizar que sus consumos son los adecuados y que están operando de forma confiable. De ahí parte la necesidad de implementar una auditoría energética para poder identificar los componentes relacionados con el desempeño de las instalaciones eléctricas y también así reconocer su impacto ambiental, económico y técnico.

Como es de saber en los últimos años el consumo de energía eléctrica ha incrementado de forma considerable a nivel país como mundial por lo tanto también su costo en cuanto a generación, transporté y uso final. Es importante conocer el estado en que está el sistema eléctrico del bloque 2 de IUPB y así inspeccionar los puntos más altos consumos y posibles ahorros energéticos como económico. (Euroinnova International Online Education, 2004)

En décadas pasadas no se le prestaba atención al tema de eficiencia energética ya que el planeta tenía muchos más recursos naturales de los que tenemos ahora como el petróleo y la biomasa, además no se hablaba de contaminación ambiental por tal motivo las industrias no tenían alguna ley que reglamentara o regulara el desperdicio de energía en sus fábricas, también hay que tener en cuenta que muchos aparatos no eran ahorradores de energía como los bombillos LED's y hoy en día podemos apreciar un interés político de muchas naciones para tener un consumo responsable respecto a la energía, esto permite ayudar al planeta reduciendo el consumo de recursos naturales.

1.2 Formulación

¿Cómo implementar una auditoría energética del bloque 2 de la Institución Universitaria Pascual Bravo basada en la norma ISO 50001?

2. Justificación

Auditoría de carácter energético donde se obtiene información precisa del comportamiento en el consumo eléctrico del bloque 2 de IUPB donde se puede implementar planes de mejoras y mantenimientos preventivos a los equipos y sistema eléctrico permitiendo así su óptimo rendimiento teniendo como resultado ahorro energético y económicos lo cual puede replicarse para hacer estudios similares en otros bloques de la institución.

Los atributos de implementar una auditoría energética es dar garantía que se tendrán como resultados datos fundamentales con los cuales se puede poner en marcha planes de mejora tales como detectar anormalidades, mantenimientos preventivos, garantizar confiabilidad y eficiencia del sistema.

Los resultados y experiencia que nos deja la auditoría energética de la IUPB del bloque 2 servirá para que tanto docentes como estudiantes tomen un poco de conciencia en cuanto al uso racional de la energía sabiendo así que con planes de mantenimiento y revisiones preventivas se puede detectar posibles fallos y garantizar su rendimiento.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Implementar una auditoría de carácter energética del bloque 2 de la Institución Universitaria Pascual Bravo la cual permite el desarrollo de un plan de mejora en ahorro energético y económico basado en la norma ISO 50001.

3.2 Objetivos específicos

Implementar un procedimiento de auditoría energética del bloque 2 de la IUPB, buscando la certificación del sistema bajo la norma ISO 50001.

Incorporar un método que permita la ejecución de una auditoría energética basada en la ISO 50001 mediante un sistema de gestión que se enfoque en el uso racional de energía.

Determinar oportunidades de ahorro energético y económico para el sistema eléctrico del bloque 2 de la IUPB bajo una técnica de mejoramiento continuo del sistema.

4. Referentes teóricos

Norma ISO 50001.



Figura 1. Norma ISO 50001.

Fuente: Extraído de <https://www.fassaingenieria.com/iso-50001-eficiencia-energ%C3%A9tica/>

Nota: La certificación según la norma ISO 50001 garantiza que su organización cuenta con un sistema de gestión de la energía eficiente, que reduce el consumo de energía y el impacto medioambiental y aumenta la rentabilidad. (Fassa Ingeniería. s.f.)

Especifica los requisitos de las prácticas de gestión que son importantes para obtener un mejor rendimiento energético. La norma ISO 50001 ayuda a las instalaciones a evaluar y priorizar la implantación de nuevas tecnologías y a mejorar la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía. También crea transparencia y facilita la comunicación sobre la gestión de los recursos energéticos. (DNV Services, s.f.)

Normas Retie.



Figura 2. Normas Retie.

Fuente: Extraído de <https://jdelectricos.com.co/normas-de-los-productos-electricos/>

Nota: El RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas) es un documento técnico-legal para Colombia expedido por el ministerio de Minas y energía. Esta muestra los principales parámetros a tener en cuenta para que una instalación eléctrica sea lo más segura posible, no es una guía de diseño eléctrico y es de obligatorio cumplimiento en este país. (Organismo Colombiano de Certificación RETIE, 2020)

Este reglamento busca garantizar que las instalaciones, equipos y productos usados en la generación, transmisión, transformación, distribución y uso final de la energía eléctrica, cumplan con los siguientes objetivos legítimos:

- La protección de la vida y la salud humana.
- La protección de la vida animal y vegetal.
- La preservación del medio ambiente.
- La prevención de prácticas que puedan inducir a error al usuario. (Castañeda, 2020)

Sistema de gestión energética.

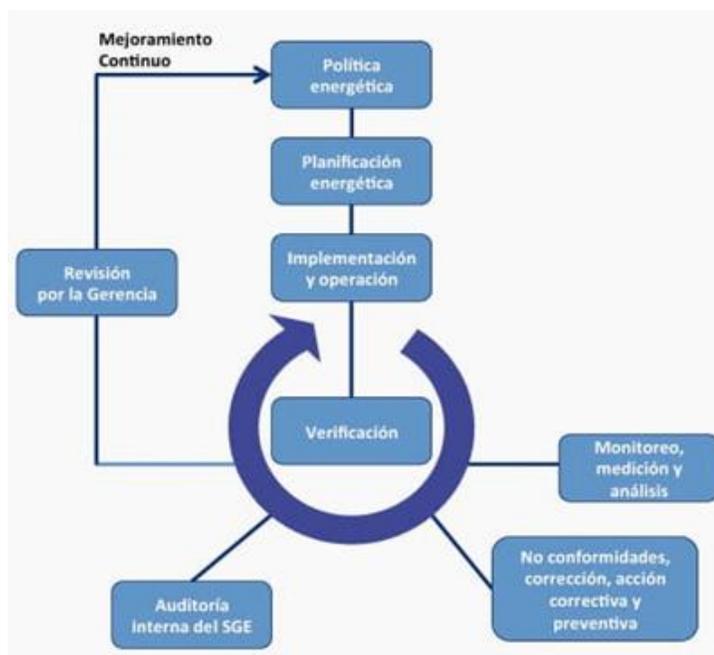


Figura 3. Sistema de gestión energética.

Fuente: Extraído de <https://geoinnova.org/blog-territorio/iso-50001-sistema-de-gestion-energetica/>

Nota: garantiza que su organización cuenta con un sistema de gestión de la energía eficiente, que reduce el consumo de energía y el impacto medioambiental y aumenta la rentabilidad.

Especifica los requisitos de las prácticas de gestión que son importantes para obtener un mejor rendimiento energético. Demuestra a los clientes, empleados y partes interesadas que el uso eficiente de la energía es prioritario en su organización y que la energía se gestiona de forma sistemática. Permite una comunicación fiable con el mercado sobre los esfuerzos en materia de rendimiento energético.

El Sistema de Gestión Energética (SGE) se basa en el ciclo de mejora continua, o también llamado la rueda de Deming: Planificar-Ejecutar-Verificar-Actuar. (Asociación Española para la calidad, 2019). Cabe destacar, que el ciclo Deming es utilizado por las empresas que buscan incrementar sus estándares de calidad y funcionar de manera más eficaz. Si se usa correctamente puede ayudar a que las empresas mejoren sus niveles de rendimiento y productividad. Puesto que todo el trabajo y esfuerzo se orienta al logro de los objetivos propuestos. (Rodríguez, 2016) 2019).

Analizador de redes.



Figura 4. Analizador de redes.

Fuente: Extraído de <https://www.ht-instruments.com/es-es/productos/analizadores-de-redes/>

Analizador de redes eléctricas es una herramienta que permite realizar un análisis de las propiedades de una instalación. Este instrumento permite verificar la capacidad de carga, conocer el consumo, detectar problemas en los armónicos y controlar el voltaje y la sobretensión. Por lo tanto, su uso permite solucionar cualquier problema que haya en la red eléctrica, evitar riesgos realizando un mantenimiento periódico y promover un ahorro energético.

Un analizador de redes eléctricas tiene el objetivo de examinar y proporcionar información sobre las propiedades de una red eléctrica. Sin embargo, solo mide algunas propiedades específicas que sirven para conocer el estado general de la red; en especial, los parámetros que se relacionan con la transmisión y propagación de las señales eléctricas. Por lo general, estos dispositivos cuentan

La calidad de energía depende de las condiciones normales de operación de los sistemas eléctricos en cuanto a estabilidad (voltaje y frecuencia), distorsión de las señales y la continuidad del servicio. Asegurar altos niveles de calidad requiere del estudio de la influencia del conexionado adecuado de los sistemas de puesta a tierra, a lo largo de toda la cadena de valor (generación, transmisión, distribución), bajo la perspectiva de su contribución en la estabilidad, disminución de perturbaciones e interrupciones del servicio eléctrico. (Mercado Polo, Peña, & Pacheco, 2017) 2019).

Multímetro.



Figura 7. Multímetro.

Fuente: Extraído de <https://www.diariomotor.com/que-es/multimetro/>

El multímetro también es conocido como tester, y consiste en un dispositivo eléctrico y portátil que permite medir las distintas magnitudes eléctricas que forman parte de un circuito, como ser corrientes, potencias, resistencias, capacidades, etc. En términos generales, un multímetro se utiliza para medir distintas magnitudes en distintos rangos en un circuito eléctrico. Por ejemplo, si se desea medir una corriente de 10 amper, se elegirá un rango de 1 A a 50 A. Puede medir tanto corriente continua como corriente alterna de manera digital o analógica.

Algunas de las funciones del multímetro son:

Medición de resistencia.

Prueba de continuidad.

Mediciones de tensiones de corriente alterna y corriente continua.

Mediciones de intensidad de corrientes alterna y continua.

Medición de la capacitancia.

Medición de la frecuencia. (Transelec, s.f.)

Sistema eléctrico.

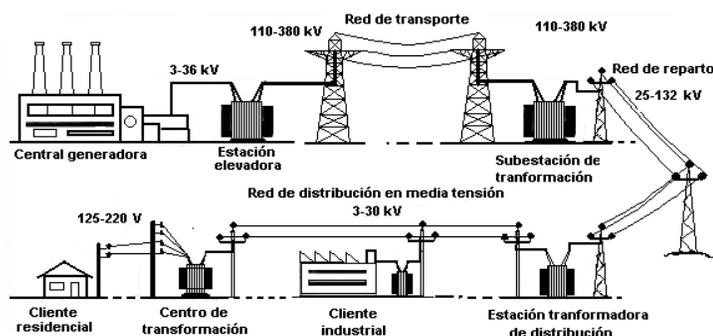


Figura 8. Sistema eléctrico.

Fuente: Extraído de <https://diccionarioactual.com/sistema-electrico/>

El sistema eléctrico se define como el conjunto de instalaciones, conductores y equipos necesarios para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica. Se divide en tres subsistemas principales: generación, transporte y distribución.

Las redes de transporte de energía eléctrica conectan las centrales de generación de electricidad con las zonas de consumo, y su configuración mallada contribuye a garantizar el suministro fiable de la energía. Los alternadores de las centrales eléctricas producen la energía eléctrica a tensiones entre 6 y 30 kV (kilovoltios), tensión que se eleva mediante los transformadores a la salida de las centrales hasta las tensiones de transporte a larga distancia (220, 400 kV). (B2B News, 2020).

Suministro fotovoltaico

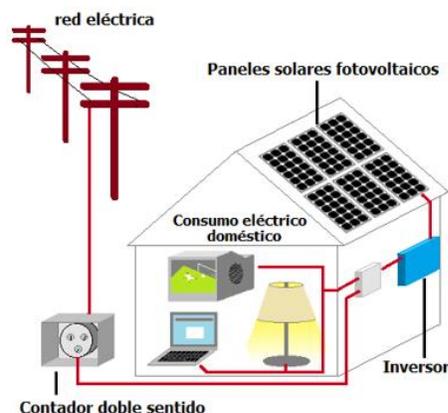


Figura 9. Suministro fotovoltaico.

Fuente: Extraído de <https://eliseosebastian.com/paneles-fotovoltaicos-a-la-red-electrica/>

Un panel fotovoltaico (PV), comúnmente llamado panel solar, contiene células PV que absorben la luz del sol y convierten la energía solar en electricidad. Estas células, hechas de un semiconductor que transmite energía (como el silicio), se encadenan para crear un módulo. Un típico panel solar de tejado tiene 30 módulos.

Cuando el semiconductor de los paneles fotovoltaicos absorbe la luz solar, los electrones (que forman la base de la electricidad) se liberan de su lugar y fluyen por el semiconductor. Estos electrones liberados, cada uno con una carga negativa, circulan a través de la célula hacia la superficie frontal, creando un desequilibrio de carga entre la parte delantera y la trasera. (Enel X, s.f.)

Tableros eléctricos.



Figura 10. Tablero eléctrico.

Fuente: Extraído de <https://www.transelec.com.ar/soporte/18408/tableros-el-ctricos-sus-requerimientos-y-clasificaci-n/>

Los tableros eléctricos tienen diversas funciones, entre las que se encuentran las de medición, control, maniobra y protección. Constituyen un elemento vital de las instalaciones eléctricas, y pueden tener diversos tamaños y formas según el tipo de función que les toque desempeñar; esto es, según se trate del tablero eléctrico de un club, una fábrica, una escuela, un sanatorio u hospital, etc.

Se podría decir que ninguna instalación eléctrica es viable sin la existencia de un tablero eléctrico, por ello se hace imprescindible conocer sus partes y cómo debe operarse para un

funcionamiento eficiente. En este sentido, es importante tener en cuenta ciertas consideraciones o requerimientos, como ser la seguridad de quien lo opera, la continuidad del servicio, la funcionalidad, tanto eléctrica como mecánica, la solidez de la estructura, que sus componentes sean intercambiables, y un grado de protección mecánica.

Un tablero eléctrico está compuesto de dos partes:

El gabinete, armario o caja, nombres todos que se utilizan para mencionar a la estructura.

Los componentes: estos pueden ser los aparatos de maniobra (llaves, interruptores, interruptores de escalera), los aparatos de protección (fusibles e interruptores automáticos) y los aparatos de medición (medidores de energía eléctrica, amperímetros, voltímetros, transformadores de intensidad). (Transelec, s.f.)

5. Metodología

5.1 Tipo de proyecto

Proyecto de investigación ya que parte de la necesidad de dar respuesta a un problema y, para ello, plantea una hipótesis que se busca solucionar a través de una serie de estrategias o acciones.

5.2 Método

Visitas al bloque 2 IUPB para empezar a obtener información que sea relevante para la implementación de la auditoría. Elaborar unas listas de inspección, objetivos y otras herramientas para recolección y proceso de la información.

Poner en práctica un programa dirigido a lo más importante del proyecto basado en esas prioridades. Recolectar y procesar datos mediante un análisis en función de la norma ISO 50001

Auditar cada uno de los circuitos que integran el sistema eléctrico del bloque 2 IUPB mediante su verificación del funcionamiento de su estado.

Verificación de eficiencia energética en los equipos de consumo eléctrico (iluminación, tomacorrientes, ventilación, entre otros)

Con la información obtenida se hará un análisis el cual nos permite observar el comportamiento que están obteniendo los equipos y el sistema de consumo energético.

Presentar oportunidades para las mejoras del sistema eléctrico tales como: Programar mantenimientos preventivos, revisar periódicamente los equipos.

Implementar los equipos de medida con el fin de evitar anomalías o perturbaciones del sistema esto se podrá reflejar un uso racional de la energía.

5.3 Instrumentos de recolección de información.

6.3.1. Fuentes primarias.

Experiencias. diarios, entrevistas [por ejemplo, historias orales, teléfono, correo electrónico], artículos periodísticos escritos en el momento, documentos oficiales originales [por ejemplo, certificado de nacimiento, testamento, licencia de matrimonio, transcripción de prueba], patentes, correspondencia personal [por ejemplo, cartas] y fotografías

6.3.2. Fuentes secundarias.

. Bibliografías [también consideradas terciarias], obras biográficas, libros, que no sean ficción y autobiografía, comentarios, críticas, diccionarios, enciclopedias [también considerado terciario]. Historia, sitio web [también considerado primario]

6. Resultados

La implementación del proyecto tendrá como actividad principal identificar el estado de los equipos y el sistema eléctrico, mediante la incorporación de equipos especializados en medida (analizador de redes, pinzas amperimétricas, luxómetros, entre otros). los cuales nos darán resultados de variables índole eléctrico y rangos de medida que están obteniendo en un periodo determinado, que nos permitan evaluar la gestión de la calidad basada en eficiencia energética que se enfoca en la norma ISO 500001, Con los resultados obtenidos se pueden presentar oportunidades de mejora continua el sistema y equipos de consumo eléctrico basada en un plan donde se puede detallar las actividades propuestas.

Recolectar información del desempeño en el del sistema eléctrico del bloque 2 de la IUPB, mediante un equipo especializado de medida para análisis de datos.

Análisis de datos energéticos mediante herramientas de medidas para la verificación del comportamiento de consumo energético del bloque 2 de IUPB.

Informe del comportamiento de las variables de consumo eléctrico en el bloque 2 IUPB bajo los parámetros de presentación de un reporte energético en función del cumplimiento de las directrices establecidas por ISO 50001.



Figura 11. Bloque 2.

Fuente: Extraído de <https://pascualbravo.edu.co/facultades/facultad-de-ingenieria/laboratorios-facultad-ingenieria/>

Nota: Imagen del bloque donde se va a realizar la auditoría.

Este es el bloque donde se realizará la auditoría con el fin de mejorar el sistema eléctrico de eficiencia energética y consumos elevados mal utilizados que se puedan presentar en el bloque por medio de analizadores de redes y TC's

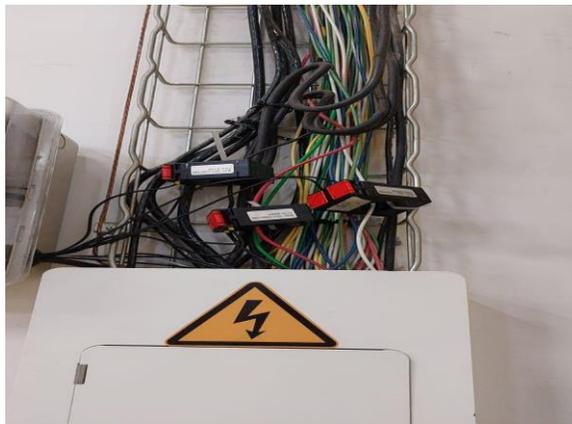


Figura 12. Tablero de distribución.

Fuente: Auditoría Propia.

Nota: Lugar relacionado donde se van a instalar los TC.

En la siguiente imagen se muestra el tablero de distribución en el bloque 2 el cual esta está censando el consumo de potencia activa la reactiva en del bloque, ya que este tablero controla todo el sistema del bloque apagando y prendiendo los circuitos, también se puede observar donde se conectan los TC's para tomar la medida aguas abajo. Con estos TC's, la medida del consumo va ser real el consumo del tablero de distribución.



Figura 13. Analizador.

Fuente: Auditoría Propia.

Nota: Modelo guía como información de cómo quedará instalado el analizador de redes.

Este es uno de los analizadores que se encuentran en otro bloque, de esta forma o algo similar van a quedar en el tablero general del bloque 2 para tomar las mediciones completas del bloque, con este analizador se podrá analizar consumos de energía activa, reactiva, cargas del bloque en general



Figura 14. Alumbrado Interior de los corredores.

Fuente: Auditoría Propia.

Nota: Iluminación del bloque 2 en sus pasillos.

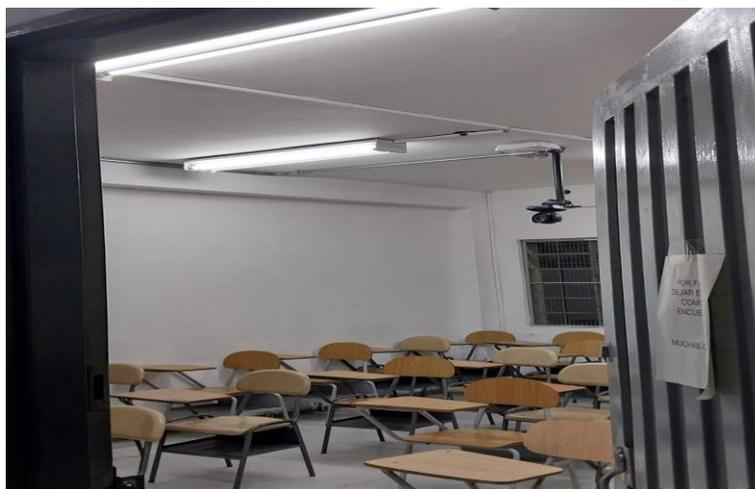


Figura 15. Alumbrado Interior de los salones.

Fuente: Auditoría Propia.

Nota: Iluminación del bloque 2 en sus salones.

En las siguientes imágenes está el alumbrado interior de los salones el tipo de lámpara que tiene el bloque 2 de la institución, se cuentan las cantidades de lámparas para sacar consumo.



Figura 16. Tableros de distribución antiguos.

Fuente: Auditoría Propia.

Nota: Tableros de distribución del bloque 2 con posible caja para instalación de analizador de redes.

Se encuentran más tableros de distribución con un poco de antigüedad, pero con capacidad para sacar más carga ya que se observa que se le adapta un nuevo tablero de distribución.

Diagrama Unifilar Bloque 2

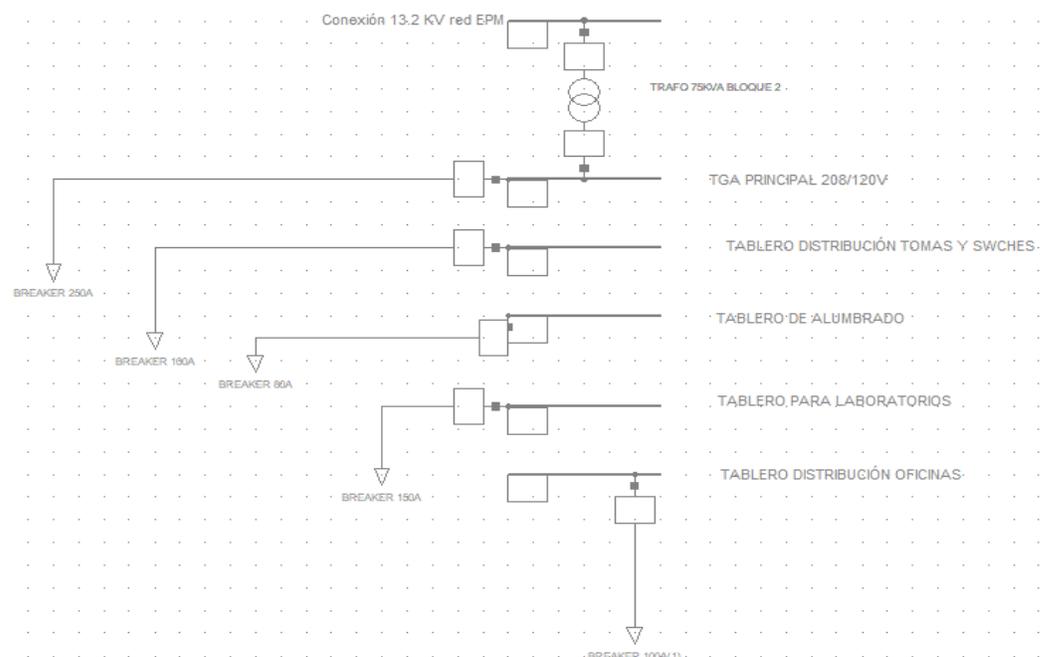


Figura 17. Diagrama Unifilar.

Fuente: Diseño en Digsilent.

Nota: Información Aclaratoria.

Tabla 1.
Cuadro de Cargas.

CUADRO DE CARGAS DEL BLOQUE 2 IUPB					
DESCRIPCIÓN	CANTIDA D	TOMAS (180W)	LAMPARAS (70W)	TELEVISORES (282W)	COMPUTADORES (250W)
Salones	11	5940	6160	3102	2750
Baños	2	1080	1120		
Laboratorios	4	2160	2240	1128	1000
Oficina programa eléctrico	1	540	560	282	250
Oficina programa electrónico	1	540	560	282	250
Oficina practica laborales	1	540	560	282	250
Consumo de potencia en vatios(w)		10800	11200	5076	4500
Potencia total (w)				31576	
Factor de demanda Día en Vatios	15788			0,5	FD está al 50% de carga total
Factor de demanda Noche en Vatios	23682			0,75	FD está al 75% de carga total

Fuente: Diseño Propio.

Nota: Información Aclaratoria.

Este cuadro llamado cuadro de distribución de cargas es un resumen de la potencia de los dispositivos o elementos eléctricos del BLOQUE 2 IUPB.

En él se encuentra identificado el número de circuitos acompañado de una descripción del lugar o lugares a los cuales están ubicados los circuitos eléctricos. Se indica también donde están ubicados el tipo de carga (tomás corrientes, luminarias, tv, computadores) y la cantidad que tiene cada circuito. Con estos datos podemos obtener la potencia instalada en cada circuito para identificar el consumo por aulas o oficinas de dicho bloque. (Portal eléctrico, 2000)

El cuadro de cargas de una instalación es el mapa del mismo con esto se identifica que está conectado como está repartido el sistema en general del bloque, además de saber las variables importantes del sistema eléctrico como lo es corriente (A), voltaje (V), potencia (W), resistencia (Ohm).

Esta norma Internacional tiene como objeto apoyar a las organizaciones con el fin de lograr una mejora continua en el rendimiento energético, y de esta manera promover el uso racional y eficiente de la energía para reducir los costes asociados, así como las emisiones de gases de efecto invernadero y otros impactos ambientales relacionados.

La norma ISO 50001 se basa en la metodología del Ciclo de Deming para la mejora continua, también llamado “PHVA” por las siglas Planificar–Hacer-Verificar-Actuar, y sigue el diseño y estructura de otras normas ISO como las ISO 9001 e ISO 14001 entre otras, haciéndola de esta manera compatible con otros sistemas de gestión. (DNV, s.f.)

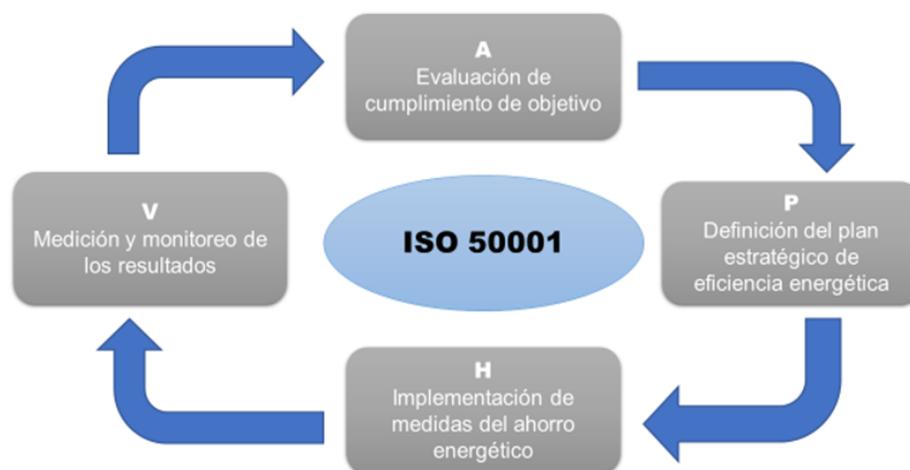


Figura 18. Sistema de gestión energética.

Fuente: Diseño propio.

Uno de los puntos fundamentales de esta gestión energética que estamos realizando en el BLOQUE 2 IUPB es establecer una política energética, sobre la cual se implementan indicadores energéticos para establecer, gestionar y mejorar su consumo y eficiencia energética en dicho

bloque para poder monitorear y verificar las acciones para mejorar el desempeño energético y así demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de esta norma.



Figura 19. Gestión de la energía.

Fuente: Diseño propio.

Esta norma internacional tiene como objetivo mejorar el rendimiento energético. Con esta norma estamos implementando en el BLOQUE 2 de la IUPB el mejoramiento del uso racional y eficiencia de la energía para reducir los costos asociados, así como la emisión de gases de efecto invernadero y otros impactos ambientales con esta implementación podemos garantizar un mejor uso energético en nuestra institución.

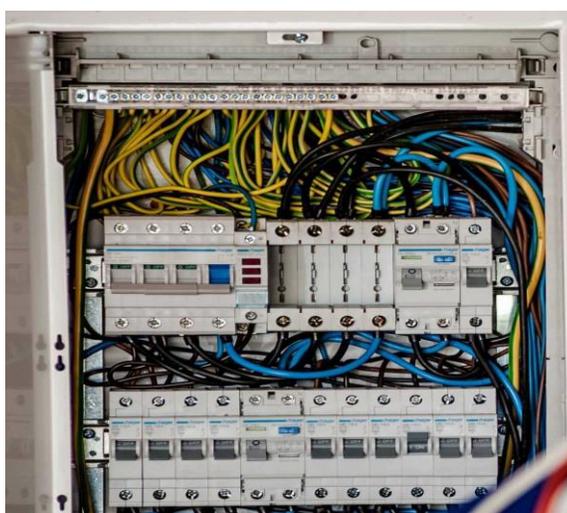


Figura 20. Caja de breaker.

Fuente: Auditoría propia.

Caja de breakers en el cual se enseña la distribución de tomas, iluminación y laboratorios.

El tablero no tiene los circuitos debidamente identificados y marcados por lo cual se deben identificar los circuitos uno por uno y realizar la marcación correcta.

Tabla 2.

Distribución de Breakers.

DISTRIBUCIÓN DE BREAKERS ILUMINACIÓN		
Subprotección Iluminación	Corriente(A)	Voltaje(V) F-F
Subprotección 63a Salones	R 40	208
	S 38	
	T 44	
Subprotección 63a Laboratorios	R 40	208
	S 35	
	T 33	
Subprotección 63a Corredores Y Baños	R 50	208
	S 53	
	T 58	
Subprotección 63a Oficinas	R 53	208
	S 50	
	T 47	

Fuente: Diseño Propio.

Nota: Información Aclaratoria.

También se encontraron unos circuitos con el código de color incorrectos por lo cual se deben identificar con la cinta de colores correspondiente a esa posición.

También se debe de realizar un mantenimiento preventivo general al tablero para eliminar particular y ajustar las conexiones de los componentes del tablero.

Todas estas actividades permiten intervenir el sistema de distribución para que opere en perfectas condiciones para la prestación del servicio eléctrico del bloque 2.

Se hace mediciones de consumo a plena carga para garantizar el 100% de los datos obtenidos

Tabla 3.
 Tablero de distribución M1

BREAKERS DEL TGA PRINCIPAL BLOQUE 2			
Protecciones	Frecuencia (Hz)	Corrientes (A)	Voltaje (V) De F-F
Protección General 250a	60	R 182 S 186 T 184	208
Protección Toma Corriente 100a	60	R 82 S 86 T 85	208
Protección Alumbrado Interno 80a	60	R 63 S 64 T 60	208
Protección Laboratorios 150a	60	R 138 S 136 T 140	208
Protección Oficinas 100a	60	R 82 S 80 T 89	208

Fuente: Diseño propio.

Nota: Indicadores de cómo sacar los resultados.

6.1 ¿Qué es el mantenimiento preventivo?

El mantenimiento preventivo se encarga de la conservación de los equipos en condiciones óptimas mediante revisiones regulares en los tableros de distribución situados en el bloque de la universidad.

Estos servicios pueden ser programados de acuerdo con un calendario o basados en el tiempo de funcionamiento que se presenten en el bloque con el calendario académico.

La función principal de este programa de prevención es brindarle a la institución un paso a paso de qué manera se puede intervenir el sistema de distribución para que se mantenga en perfectas condiciones para la prestación del servicio eléctrico.

Lo anterior también garantiza la vida útil en secuencia de muchos elementos como los TGA, conductores, protecciones, medidores, transformador.

Tabla 4.
Programa de preventivos del sistema eléctrico.

PROGRAMA DE PREVENTIVOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO BLOQUE 2 IUPB		
DESCRIPCIÓN O ACTIVIDAD	TIEMPO MESES	RESULTADO
Muestra termográfica	6	Con esto se busca eliminar puntos calientes que formen resistencias en los tableros de distribución
Requintada de tornillos y bornes	6	Esto va de la mano con la muestra de termografía ya que vamos a tener la información más precisa de donde se debe tener más enfoque
Marcación de circuitos	24	La marcación es muy importante ya que esto nos permite identificar la secuencia en la que está conectada el circuito, así se evita que se invierta la secuencia y ocurra daños en motores a aparatos trifásicos
Limpieza de TGA's	24	La limpieza también es un proceso de sistemas preventivos, lo que se busca es quitar la mugre de los TGA porque lo que hace la mugre es quitar distancias de aislamiento
Verificación del estado de las tierras	18	Con el fin de revisar que toda la malla a tierra este en óptimas condiciones y no esté abierta lo cual puede afectar a la línea más importante de un sistema eléctrico
Revisión de tomas y switches del bloque 2	3	La revisión como método preventivo es evitar que los tomas por el uso o abuso no se derritan lo que conlleva a que se forme una resistencia o se puedan incendiar los circuitos

Fuente: Diseño propio.

Con esta tabla se da a la institución una lista de chequeos preventivos para que el sistema eléctrico del bloque siga en óptimas condiciones y así reducir costos en daños ante posibles fallas inesperadas por no implementar un sistema preventivo periódico. En este cuadro llamado preventivo del sistema eléctrico BLOQUE 2 IUPB.

El primer objetivo del mantenimiento es evitar y mitigar las consecuencias de los fallos de los equipos, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas del mantenimiento preventivo incluyen acciones como (cambio de piezas, verificación del estado de tierras, cambio de tomas, interruptores, muestra de termografía, limpieza de ML, marcación de

circuitos) este mantenimiento preventivo debe evitar las fallas antes de que estas ocurran. (Ordoñez Sanclemente & Nieto Alvarado, 2010)

Analizador de redes eléctricas

Un analizador de redes es un instrumento que sirve para medir las propiedades de las redes eléctricas como tensión, intensidad, potencia y factor de potencia. (Osaka Electronics, 2021)



Figura 21. Analizador de redes eléctricas fluke.
Fuente: Extraído de <https://isotest.net/compra/fluke-435-2/>
Nota: Figura Guía.

Luxómetro

Es una herramienta que nos ayuda a medir la intensidad de iluminación de un espacio, de esta forma podemos observar las formas en que las estancias están iluminadas. (Departamento técnico faro Barcelona, 2022)



Figura 22. Luxómetro.
Fuente: <https://www.servotronik.com.co/index.php/producto/luxometro-digital-uni-t-ut383s/>
Nota: Figura Guía.

Cámara Termográfica

Es una herramienta que permite verificar puntos calientes en cableado, verifica problemas de aislamiento en la instalación eléctrica indica aislamiento y fugas de calor en las bornas. (Fluke, 2022).



Figura 23. Cámara termográfica fluke.

Fuente: Extraído de <https://casahermes.co/product/camara-termografica/>

Nota: Figura Guía.

Multímetro

Es una herramienta que permite medir Voltios, Amperios, Ohmios, a través de unos cables aislados que sus puntas sirven como conductoras las cuales detectan lo que se desea medir. (Fluke, 2022)



Figura 24. Multímetro fluke.

Fuente: Extraído de <https://ckelectronic.com.pe/producto/multimetro-digital-fluke-117c/>

Nota: Figura Guía.

Pinzas Amperimétricas

Permite medir niveles altos de corriente mientras los circuitos están en funcionamiento a través de sus pinzas ya que estas se ponen alrededor del cable crean un campo magnético el cual detecta la corriente que fluye en dicho circuito. (Fluke, 2022)



Figura 25. Pinzas ampericas fluke 376.

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

Tabla 5.

Fórmulas eléctricas.

TABLAS FÓRMULAS ELÉCTRICAS			
TENSIÓN(V)	POTENCIA(W)	INTENSIDAD(A)	RESISTENCIA(OHM)
$V=RAIZ(P \times R)$	$P=V \times I$	$I=V/R$	$R=V/I$
$V=P/I$	$P=R \times I^2$	$I=P/V$	$R=V^2/P$
$V=R \times I$	$P=V^2/R$	$I=RAIZ(P/R)$	$R=P/I^2$
FRECUENCIA	TENSIÓN EN EL TIEMPO	FACTOR DE POTENCIA	IMPEDANCIA TOTAL
$w=2 \times \pi \times f$	$V_n \times \text{seno}(\omega \times \theta)$	$f_p = \cos \theta = P/S$	$Z_T = R_T \times X_L$
$f = \omega / 2 \times \pi$			
CAPACITANCIA PARALELO	CAPACITANCIA SERIE	REACTANCIA PARALELO	REACTANCIA SERIE
$C_T = C_1 + C_2 + \dots + C_n$	$C_T = 1 / ((1/C_1) + (1/C_2) + (1/C_3))$	$X_{CT} = 1 / ((1/X_{C1}) + (1/X_{C2}) + (1/X_{C3}))$	$X_{CT} = X_{CT1} + X_{CT2} + \dots + X_{CTn}$
IMPEDANCIA TOTAL (1)	IMPEDANCIA TOTAL (2)	POTENCIA APARENTE (S)	POTENCIA REACTIVA (Q)
$Z_T = V_T / I_T$	$Z_T = 1 / ((1/R) + (1/X_C) + (1/X_L))$	$S = V \times I_T$	$Q = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \times \text{seno} \theta$
POTENCIA ACTIVA(W)			
$P = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \times f_p$			

Fuente: Diseño Propio.

Nota: Información Aclaratoria.

Fórmulas básicas y muy importantes para la realización de circuitos series y paralelos, donde se podrán hallar las variables que estemos necesitando.

La ley de Ohm recibió su nombre en honor al físico alemán Georg Ohm (1789-1854) y aborda las cantidades clave en funcionamiento en los circuitos. (Fluke, 2020)

También se deduce que el voltaje es inversamente proporcional a la corriente, y la frecuencia es proporcional a la intensidad.

7. Conclusiones

Con la auditoría energética se dará a la institución una serie de recomendaciones para que se cumpla una mejor eficiencia energética en el bloque 2 de la institución.

Con la norma ISO 50001, la institución va tener un ahorro y se afectará positivamente en el consumo de energía y pago de la misma ante el operador de red (EPM).

Se tomarán medidas más específicas de las variables eléctricas del bloque por medio de analizadores de redes los cuales ayudarán a evitar que se presenten un incremento de energía reactiva lo cual pueda ser penalizado y multado la institución.

8. Recomendaciones

Se debe corregir deficiencia energética que se encontró en las instalaciones implementando programas de mantenimientos preventivos y correctivos con el fin de garantizar un buen uso racionar de energía y dar cumplimiento con las normas eléctricas.

Se recomienda la actualización de planos, actualizar cuadro de cargas, implementar diagrama unifilar, marcación de tableros, circuitos, protecciones, equipos, aires acondicionados, iluminaria, etc. Co el fin de dar cumplimiento a la norma RETIE.

9. Referencias bibliográficas

- Alcomax. (2018). *Alcomax equipos de medición*. Obtenido de <https://alcomax.com.co/que-es-un-luxometro/>
- Asociación Española para la calidad. (2019). *AEC*. Obtenido de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/sistemas-de-gestion-energetica>
- Compel S.A. . (2022). *Compel S.A. Tecnología & Liderazgo* . Obtenido de <https://www.compelectronica.com/product/mini-luxometro-digital-uni-trend-ut383bt/>
- ¿Como funciona? (s.f.). *¿Como funciona?* Obtenido de <https://como-functiona.org/luxometro/>
- B2B News. (2020). *Total Energies*. Obtenido de <https://www.totalenergies.es/es/pymes/blog/conoce-el-sistema-el%20C3%A9ctrico-al-que-te-conectas#>
- Castañeda, F. (julio de 2020). *Retie Ingeniería y gestión*. Obtenido de <https://www.retieingenieriaygestion.com/que-es-el-retie/>
- DNV Services. (s.f.). *DNV Services*. Obtenido de <https://www.dnv.es/services/iso-50001-gestion-de-la-energia-3370#:~:text>
- Enel X. (s.f.). *Enel X*. Obtenido de <https://corporate.enelx.com/es/question-and-answers/how-does-a-photovoltaic-system-work>
- Fluke. (2020). *fluke.com*. Obtenido de <https://www.fluke.com/es-co/informacion/blog/electrica/que-es-la-ley-de-ohm>
- Grupo ORS. (2020). *Grupo ORS*. Obtenido de <https://grupoors.com.mx/2020/08/19/que-es-un-analizador-de-redes-electricas/>
- Mercado Polo, V., Peña, J., & Pacheco, L. (2017). *Calidad de la energía eléctrica bajo la perspectiva de los sistemas de puesta a tierra*. Venezuela. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5075/507555007009/html/#:~:text>
- Osaka Electronics. (2021). *Osaka Electronics*. Obtenido de <https://osakaelectronicsltda.com/blog/recomendaciones/como-functiona-un-analizador-de-redes-electricas#:~:text=Un%20analizador%20de%20redes%20el%20C3%A9ctricas%20es%20una%20herramienta%20que%20permite,el%20voltaje%20y%20la%20sobretensi%20C3%B3n.>

Rodriguez, M. (2016). *Geoinnova*. Obtenido de <https://geoinnova.org/blog-territorio/iso-50001-sistema-de-gestion-energetica/>

Transec. (s.f.). *Transec*. Obtenido de <https://www.transec.com.ar/soporte/18542/el-multimetro-y-su-funcionamiento/>