

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE AUDITORÍA ENERGÉTICA Y ESTABLECIMIENTO  
DE ESTRATEGIAS DE AHORRO EN CONSUMO EN LA ESCUELA MILITAR DE CADETES  
GENERAL JOSÉ MARÍA CÓRDOBA**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE ESPECIALISTA EN  
SEGURIDAD INDUSTRIAL HIGIENE Y GESTION AMBIENTAL**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
ESPECIALIZACIÓN EN SEGURIDAD INDUSTRIAL HIGIENE Y GESTION  
AMBIENTAL**

**BOGOTÁ D.C.**

**2024**

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE AUDITORÍA ENERGÉTICA Y ESTABLECIMIENTO  
DE ESTRATEGIAS DE AHORRO EN CONSUMO EN LA ESCUELA MILITAR DE CADETES  
GENERAL JOSÉ MARÍA CÓRDOBA**

**Andrea Ortiz Muñoz**

**Paula Andrea Salas Anaya**

**Estudiantes del Programa de especialización en Seguridad Industrial Higiene y  
Gestión Ambiental**

**[ortiz.andrea2@uniagraria.edu.co](mailto:ortiz.andrea2@uniagraria.edu.co)**

**[salas.paula@uniagraria.edu.co](mailto:salas.paula@uniagraria.edu.co)**

**Director: Carmen Fabiola Romero**

**[carmen@uniagraria.edu.co](mailto:carmen@uniagraria.edu.co)**

**Modalidad: trabajo de grado**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
ESPECIALIZACIÓN EN SEGURIDAD INDUSTRIAL HIGIENE Y GESTION  
AMBIENTAL**

**BOGOTÁ D.C.**

**2024**

## Contenido

Introducción.....	9
2 Formulación del Problema.....	11
2.1 Descripción del Problema.....	11
2.2 Pregunta de Investigación .....	12
3 Justificación.....	12
4 Objetivos.....	13
4.1 Objetivo General.....	13
4.2 Objetivos Específicos .....	13
5 Marco de Referencia.....	14
5.1 Estado del Arte .....	14
5.2 Marco Histórico.....	16
5.3 Marco Teórico.....	17
5.4 Marco Conceptual .....	19
5.5 Marco Legal .....	21
5.6 Marco Contextual.....	23
6 Diseño Metodológico.....	25
6.1 Tipo de Investigación Específica.....	25
6.2 Procedimientos .....	25
6.2.1 Fase 1.....	25
6.2.2 Fase 2. ....	26
6.2.2 Fase 3. Propuesta de Medidas de Ahorro en Consumo Energético en el Edificio Comercial .....	26
6.3 Población y Muestra. ....	27
6.4 Análisis Estadístico.....	27
7 Resultados y Discusión.....	27
7.1 Fase 1 .....	27
7.2. Fase 2. Implementación de la Auditoria Energética en el Bar del Cadete.....	31
7.2.1 Planificación de la Auditoria Energética .....	31
7.2.2 Plan de Medición de Datos.....	31
7.2.3 Reunión de Apertura y visita al emplazamiento. ....	32
7.2.4 Recopilación de Datos.....	33

7.2.5 Análisis de Resultados.....	35
7.3 Fase 3. Propuesta de Medidas de Ahorro en Consumo Energético en el Edificio Comercial.....	37
7.3.1 Implementación de Sistema Solar Fotovoltaico .....	39
7.3.2 Modernización del Sistema de Refrigeración .....	39
7.3.3 Vinculación de Tecnología al Sistema de Iluminación .....	39
7.3.4 Medición Inteligente.....	40
7.4 Discusión .....	40
8 Conclusiones.....	41
9 Recomendaciones.....	42

#### Índice de Tablas

Tabla 1.....	21
Tabla 2.....	28
Tabla 3.....	30
Tabla 4.....	32
Tabla 5.....	33
Tabla 6.....	38

#### Índice de figuras

Figura 1 .....	18
Figura 2 .....	19
Figura 3 .....	24
Figura 4 .....	26
Figura 5 .....	27
Figura 6 .....	29
Figura 7. ....	30
Figura 8 .....	36
Figura 9 .....	36
Figura 10 .....	37

### **Dedicatoria Andrea Ortiz**

Quiero dedicar este trabajo

A dios, por darme la vida, por ser mi fortaleza y guía, por permitirme llegar a escenarios de crecimiento profesional.

A mis padres, Lucy Muñoz y Eduardo Ortiz por ser los guerreros de vida, por el apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida, por ser el ejemplo de trabajo, resistencia, unidad, fuerza, por inculcarme valores, y persistencia en el cumplimiento de mis metas.

A mi hijo, Itzae por ser mi complemento de vida.

A Yeison Ordoñez, quien con su amor, paciencia y entrega acompaña mi día a día.

### **Dedicatoria Paula Salas**

A mi querida madre, cuya amorosa guía y apoyo incondicional han sido la luz que me ha orientado en cada paso de este camino. Gracias por tu sacrificio y por enseñarme la importancia de la perseverancia y la dedicación.

A mis amigos, por ser mi fuente de motivación y por estar a mi lado en los momentos de alegría y desafío. Su compañía y aliento han hecho este viaje mucho más significativo.

Esta tesis es un reflejo de todo lo que he aprendido de ustedes y un agradecimiento por estar siempre presentes en mi vida. Sin ustedes, nada de esto habría sido posible.

### **Agradecimientos**

Agradecer a las personas que con su colaboración directa e indirectamente, permitieron culminar el presente trabajo de grado, especialmente a:

Director de trabajo de grado: Carmen Fabiola Romero

A la institución: Escuela Militar de Cadetes General José María Córdoba.

A la institución: Universidad Agraria de Colombia-UNIAGRARIA.

A los locales comerciales del Bar del Cadete.

## Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad llevar a cabo una auditoria energética en un edificio comercial aplicando la NTC ISO 50002:2018, con el objetivo de identificar los componentes que afectan el desempeño energético y establecer estrategias que impacten en el comportamiento en consumo, y se reflejen en ahorro energético. Las actividades se desarrollaron en tres fases i) Revisión de los lineamientos establecidos en la NTC ISO 50002:2018 y estructuración de los procedimientos de auditoria energética ii) implementación de la auditoria energética en el edificio comercial iii) Proponer las medidas de ahorro en consumo de energía en el edificio comercial denominado el Bar del Cadete en la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdoba.

*Palabras clave:* Eficiencia energética, ahorro energético, auditoria energética.

### **Abstract**

The purpose of this research work is to carry out an energy audit in a commercial building applying NTC ISO 50002:2018, with the objective of identifying the components that affect energy performance and establishing strategies that impact consumption behavior and are reflected in energy savings. The activities were developed in three phases i) Review of the guidelines established in NTC ISO 50002:2018 Structuring of energy audit procedures ii) implementation of the energy audit in the commercial building iii) Proposing energy consumption saving measures in the commercial building called the Cadet Bar at the General José María Córdoba Military Cadet School.

*Keywords: Energy efficiency, energy savings, Energy audit.*

## Introducción

El crecimiento poblacional trae consigo la utilización acelerada de los recursos naturales, el crecimiento de las industrias para garantizar que los grandes volúmenes de personas tengan acceso a bienes y servicios, traducido finalmente en el aumento del consumo de energía.

El modelo energético actual se basa en el manejo de combustibles fósiles finitos como el carbón, el petróleo y el gas que influyen directamente en los impactos negativos al medio ambiente ya que “Cuando los combustibles fósiles se queman liberan CO<sub>2</sub> y otros Gases Efecto Invernadero que, a su vez, atrapan el calor en la atmosfera convirtiéndose en los principales responsables del calentamiento global y del cambio climático” (@NatGeoES, 2022).

El Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas recientemente en su informe sobre las brechas de emisiones 2023 expone que “las emisiones mundiales de GEI alcanzaron la mayor cantidad jamás registrada, crecieron un 1.2% entre el 2021 y 2022 hasta situarse en 57,4 gigatoneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (GtCO<sub>2</sub>e)” (United Nations Environment Programme, 2023).

En el 2018, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2019) , emitió un informe especial en el que se comparan escenarios para aumentos de temperatura global en 1.5 °C y en 2°C, que infieren en el aumento de nivel del mar, en los impactos de la producción de alimentos y la disminución del abastecimiento de agua potable, por lo que se requieren grandes esfuerzos de las instituciones, países, industrias en la lucha contra el Cambio Climático (Rojas Barrios & Hernández Conejeros, 2023).

En respuesta a dichos escenarios, desde la Conferencia del Clima celebrada en París (COP21), los países firmantes incluyendo Colombia, se comprometieron a reducir sus emisiones GEI y “mantener el aumento de las temperaturas por debajo de los 2 grados con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5°C” (Congreso de la Republica de Colombia, 2017). Es por ello que, Colombia

en el año 2021 estableció metas y medidas mínimas para alcanzar el carbono neutralidad, así reducir un 51% de las emisiones de GEI con respecto al escenario de referencia 2030 de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC), que representa un máximo de 169.44 millones de tCO<sub>2</sub>eq en 2030.

Por su parte, la tercera comunicación Nacional de Cambio Climático (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2017) expone que Colombia pasó de emitir el 0.37% de las emisiones mundiales a emitir el 0.42%, dichas emisiones del país se concentran en un 59% en 10 departamentos, dentro de los que figuran Cundinamarca en el sexto lugar con 13.27 MtonCO<sub>2</sub> eq., Bogotá. D.C. en el noveno lugar con 10.60 MtonCO<sub>2</sub> eq., después de Guaviare. Además, destacan que los módulos AFOLU y Energía son los que aportan las mayores emisiones de GEI del País.

Por lo cual, es así como el sector energético es uno de los principales sectores llamados a asumir los retos de carbono neutralidad, a transformar la matriz energética y la migración hacia energías renovables, a que las industrias integren acciones de eficiencia energética (EE) para impulsar la sostenibilidad ambiental con la implementación de un Sistema de Gestión Energética.

Por lo cual, la organización internacional de Normalización formuló algunas normas como la NTC ISO 50001:2018 cuyo objetivo se centra en que las organizaciones independientes de su tipo y tamaño afirmen mecanismos para mejorar el desempeño energético, a su vez, contribuir con la reducción de los GEI e impactos negativos al medio ambiente. Así mismo, formula la NTC ISO 50002:2018 de auditorías energéticas (AE) como elemento fundamental en la identificación y priorización de oportunidades para mejorar la eficiencia energética y disminuir el desperdicio de energía, adicional a ello, puede ser utilizada como herramienta en la revisión energética que plantea la NTC ISO 50001:2018.

En este sentido, el presente estudio tiene como objetivo realizar una revisión energética en un edificio comercial, para identificar los usos significativos de la energía, e identificar

medidas de ahorro energético que influyan en la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> de la institución.

Para lograrlo se implementará una auditoría energética bajo los lineamientos de la NTC ISO 50002:2018.

## **2 Formulación del Problema**

### **2.1 Descripción del Problema**

Colombia es dependiente de las fuentes convencionales para la generación de energía, según (UPME, 2023) la matriz eléctrica del país se compone en un 70% de energías renovables (hidráulica y solar), y de generación térmica con un 30% (gas natural, carbón, combustibles líquidos) (p. 24).

Según (UPME, 2023) el consumo final de energía en Colombia para el año 2021 alcanzó los 1.402 Pj (Peta joules) en el país, distribuido por el 42% del sector transporte, el 21.7% del sector industrial, el 18.6% el sector residencial y el 5.6% el sector comercial y público, con pérdidas significativas de energía que están alrededor de los 11.000 millones de USD, donde el 31% es energía útil del consumo final y el 67% es ineficiencia en el consumo de energía de acuerdo con el Balances de Energía Útil-BEU (Ministerio de Minas y Energía, UPME, 2021).

Entendiendo que la energía útil es la energía final menos las pérdidas de conversión, es decir “La energía disponible a los consumidores finales después de la última conversión realizada por parte de los equipos que consumen energía”.

La Corporación Ambiental Empresarial-CAEM señala que del 50% al 70% de las emisiones de GEI de una empresa están directamente relacionadas con la mala gestión de la energía, situación que se agrava por el desconocimiento de las empresas sobre proyectos e iniciativas de uso eficiente y sostenible de la energía. Es por ello por lo que CAEM, recomienda a las empresas el mejoramiento progresivo de la gestión eficiente de la energía en el país para ello se debe como primera medida: “(i) Conocer los indicadores energéticos (cuanto y como

consumen energía), (ii) Adoptar una cultura energética, (iii) Gestionar la energía de forma sistemática, entre otras (CAEM, 2019).

La infraestructura física de la Escuela Militar General José maría Córdoba construida como la mayoría de edificaciones en Colombia, antes de la expedición de normas como el RETIE, RETILAP, del código eléctrico Colombiano NTC2050 que dictan lineamientos sobre cómo se debe diseñar, construir, operar las redes eléctricas para todos los niveles de tensión, es decir construidas con otras consideraciones, hacen que al día de hoy sean infraestructuras con redes eléctricas obsoletas y por ende deficientes en la gestión energética, hecho que influye significativamente en los crecientes costos asociados al consumo de energía.

De la misma forma, algunos de los electrodomésticos que allí se utilizan probablemente se adquirieron antes de la promulgación de la Resolución 41012 de 2015, por lo que son menos eficientes, pueden estar presentando falsos contactos, fugas, sobrecargas debido a factores como el tiempo de uso, la falta de mantenimiento preventivo y/o correctivo, convirtiéndose en factores de alta incidencia en las tarifas del consumo de energía.

En este sentido, la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdoba, necesita contar con los procesos metodológicos para llevar a cabo dicha revisión energética enfocada en el inventario de equipos y así obtener datos energéticos.

## **2.2 Pregunta de Investigación**

¿Cómo la auditoria energética según los lineamientos de la NTC ISO 50002:2018, identificará las estrategias de ahorro en consumo para el bar del cadete en la Escuela Militar de la ciudad de Bogotá?

## **3 Justificación**

La necesidad de llevar a cabo un auditoria energética radica en encontrar características de consumo energético que permiten detectar los factores que están afectando al consumo de energía en el Bar del Cadete en la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdoba, para identificar las oportunidades de ahorro que se tengan al alcance. La

realización de la auditoría energética implica la identificación de equipos eléctricos y la estimación del consumo de energía.

El valor teórico y metodológico de esta investigación se fundamenta en la obtención de datos que orientan a identificar las oportunidades de ahorro en consumo, y a la toma de decisiones sobre datos y estadísticas (Organización Internacional para la Normalización, 2018).

La auditoría energética es esencial no solo para cumplir con objetivos locales por la entrada en vigor de la (Ley 2294, 2023), que promulga a partir de su expedición la realización de auditorías energéticas en las instalaciones de instituciones públicas, e implementación estrategias que permitan ahorrar el 15% de la energía; también, aportar a las metas nacionales generales de mitigación (Gobierno de Colombia, 2021) que se comprometen a “emitir como máximo 169.44 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>eq en 2030, que equivale a una reducción del 51% de las emisiones respecto a la proyección de emisiones en el 2030” (p.112), dado que el consumo de energía eléctrica en el sector terciario en Colombia generó en el 2020 1.150 Gg CO<sub>2</sub>eq de emisiones directas y se espera que en el 2030 ascienda a 1,721 Gg CO<sub>2</sub>eq (Pelgrims y otros, 2020) .

## **4 Objetivos**

### **4.1 Objetivo General**

Proponer estrategias de ahorro en consumo de energía con la implementación de la NTC ISO 50002:2018 para el Bar del Cadete de la Escuela Militar de Cadetes de la ciudad de Bogotá.

### **4.2 Objetivos Específicos**

\*Revisar los lineamientos establecidos en la NTC ISO 50002:2018 para la planificar los procedimientos de auditoría energética en la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdoba.

\*Implementar los procedimientos de auditoría energética en la Escuela Militar de

Cadetes General José María Córdoba.

\*Proponer las medidas de ahorro en consumo de energía en el edificio comercial denominado el Bar del Cadete en la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdoba.

## **5 Marco de Referencia**

### **5.1 Estado del Arte**

(Pereira Blanco & Turizo Pereira, 2020) se interesaron en fomentar la claridad conceptual del vocabulario utilizado en el marco de la gestión energética, ya que son palabras afines y que tienen relación, sin embargo conservan características individuales.

Dichos conceptos son el ahorro energético, uso racional y eficiencia energética. En este sentido en su trabajo de investigación dichos autores resaltan que el ahorro energético es entendido como la energía no consumida y se identifica con estrategias de uso de las energías limpias, la reutilización de recursos energéticos, los diseños bioclimáticos, la utilización de aparatos de bajo consumo y la reducción del consumo mediante buenas prácticas; en segundo lugar destacan el uso racional de la energía que se entiende como el aprovechamiento óptimo de la energía en sus diferentes cadenas y sus fuentes de obtención, y finalmente el concepto de eficiencia energética entendida como la relación entre la energía aprovechada y la total utilizada en cualquier proceso de la cadena energética en busca de ser maximizada a través de las buenas prácticas de reconversión tecnológica o sustitución de combustibles.

La literatura investigativa cita a algunos autores interesados en la importancia de la eficiencia energética en la medida en la que el consumo de energía aumenta por el crecimiento de los asentamientos en los últimos años y los recursos energéticos escasean cada vez más. Es así como (Gómez, 2021) consideró que la Eficiencia Energética es un instrumento para alcanzar ventajas competitivas y como herramienta para avanzar en el proceso de descarbonización del sector industrial.

Así mismo, (Pinzón Casallas y otros, 2014) en su investigación afirma que existen

soluciones para la gestión eficiente de la energía especialmente en edificios públicos, en lo relacionado a procesos de automatización y adquisición de equipos de seguimiento para el monitoreo en tiempo real, medidas que permitirán reducir gastos presupuestales.

De modo similar el (Centro de Estudios de Ingeniería de Mantenimiento, Universidad Tecnológica de la Habana Cuba & Universidad de Poznan Polonia, 2022) expone sobre la importancia de implementar programas de eficiencia energética para que las empresas tengan un acercamiento a los problemas del consumo no racional de la energía, para ello planteó la realización de auditorías energéticas para identificar los procesos ineficientes, generar y evaluar acciones correctivas y desarrollar mecanismos de control y seguimiento.

Autores como (García Fajardo y otros, 2019) consideraron que la auditoria energética es una herramienta fundamental para identificar los usos significativos de la energía, que da insumos para la implementación de Sistemas de Gestión de la Energía. Así mismo, la (Organizacion Internacional para la Normalizacion, 2018) plantea que “una auditoria energética puede servir de apoyo a la revisión energética y facilitar el seguimiento, medición y análisis, descritos en la Norma ISO 50001” (p.6), en la etapa de Planificación del ciclo PHVA.

De ahí que, algunos países han adoptado normas como la Norma Estándar Internacional ISO 50001 (NQA Organismo de Certificación Global, 2018) que propone la implementación de medidas de ahorro de energía. En concordancia (Restrepo y otros, 2014) destacan que la ISO 50001 facilita a las organizaciones la implementación del modelo de Gestión Energético basado en el ciclo de la mejora continua; de igual modo (Vásquez Stanescu y otros, 2017) exponen que la Norma ISO 50001 es un documento que nace para “orientar a las organizaciones a controlar, administrar y reducir el consumo de los calificadores energéticos”.

Por tanto, (Dall'O' y otros, 2020) implementaron el Sistema de Gestión energética conforme a la norma ISO 50001 a un parque de viviendas sociales en Italia para la reducción de la carga de calefacción y describe “su eficacia como herramienta organizativa para la

gestión energética dentro de un enfoque sistémico”. Así mismo (Bosu y otros, 2023) realizaron una auditoría energética en una fábrica en Egipto. (Pinzon Varela, 2023) plantea una metodología para la ejecución de la etapa de Planificación energética acorde a la ISO 50001, la revisión energética bajo los procedimientos ordenados de la ISO 50002.

## **5.2 Marco Histórico**

La sociedad históricamente ha experimentado transiciones energéticas relacionadas con el uso de la madera como combustible, dando paso al uso del carbón (Caligari, 2023) y finalmente al petróleo (Solomon & Krishna, 2011); Con la revolución industrial “en los primeros decenios, los países promotores tuvieron que reconocer efectos graves de la combustión de la energía fósil en los medios públicos del aire y del agua” por la presencia de aguas residuales en los ríos centroeuropeos, de la plaga de hollín y humo, y la desaparición de paisajes agrarios fértiles (Marquardt, 2009).

En los años siguientes por medio de diferentes mecanismos, se promulga la necesidad de aunar esfuerzos gubernamentales como: el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático-CMNUCC, entrado en vigencia en 1994, en el que se acordó implementar acciones para la estabilización de las concentraciones de efecto invernadero en la atmósfera en la lucha contra el cambio climático (CEPAL, 2024), incorporando componentes estratégicos de EE en el camino hacia el desarrollo económico y social sostenible.

Posteriormente surge, el protocolo de Kyoto entrado en vigor en el año 2005 (CEPAL, 2024), en el que se fijan metas vinculantes de reducción de las emisiones de GEI, a fin de promover el desarrollo sostenible, donde las partes interesadas se comprometen a aplicar medidas de fomento de la eficiencia energética (Naciones Unidas, 1998).

Más tarde, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (RIO+20) celebrada en Rio de Janeiro Brasil en el año 2012, se establecieron metas de desarrollo sostenible, y se precisaron líneas para el desarrollo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible -ODS (Naciones Unidas, 2022); dicho evento afirmó que mejorar la eficiencia

energética, aumentar la proporción de energía renovable, de tecnologías más limpias y energéticamente eficientes son elementos fundamentales para la implementación del desarrollo sostenible y para hacer frente al cambio climático (Naciones Unidas, 2012).

### **5.3 Marco Teórico**

La Organización Internacional de Normalización en el año 2011, expidió la norma ISO 50001 que establece directrices generales para la aplicabilidad de la eficiencia energética, basada en el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), y en apoyo a la revisión energética planteada en dicha norma en el ciclo de Planificación, más adelante dicha organización expidió el año 2014 la norma ISO 50002 que establece el proceso de auditoría energética.

#### *Modelo Deming PHVA*

El ciclo Deming está conformado por cuatro conceptos de planear, hacer (ejecutar), verificar (controlar) y actuar (Zapata, 2016), metodología que las organizaciones pueden implementar en cada uno de sus procesos, por el enfoque a la solución de problemas y el mejoramiento continuo, que inicia desde un diagnóstico para identificar las fallas, posteriormente una comparación de los planes y resultados, luego se analiza el resultado no deseado y se diseñan nuevas medidas para anular el problema (Castillo Pineda, 2019).

En el contexto del Sistema de Gestión Energética -SGE el Ciclo PHVA es un modelo de mejora continua de procesos y tareas que significa:

**Planificar:** Comprender el contexto de la organización, la constitución de una política energética, comprender los riesgos y oportunidades, llevar a cabo una revisión energética por medio de la recopilación, análisis e interpretación de datos energéticos.

**Hacer:** Implementación de los planes de acción y de acuerdo con los análisis de datos impulsar nuevos estándares de rendimiento energético.

**Verificar:** Controlar, medir, analizar, auditar y realizar revisiones energéticas del rendimiento energético en función de los objetivos y metas. Finalmente informar los resultados.

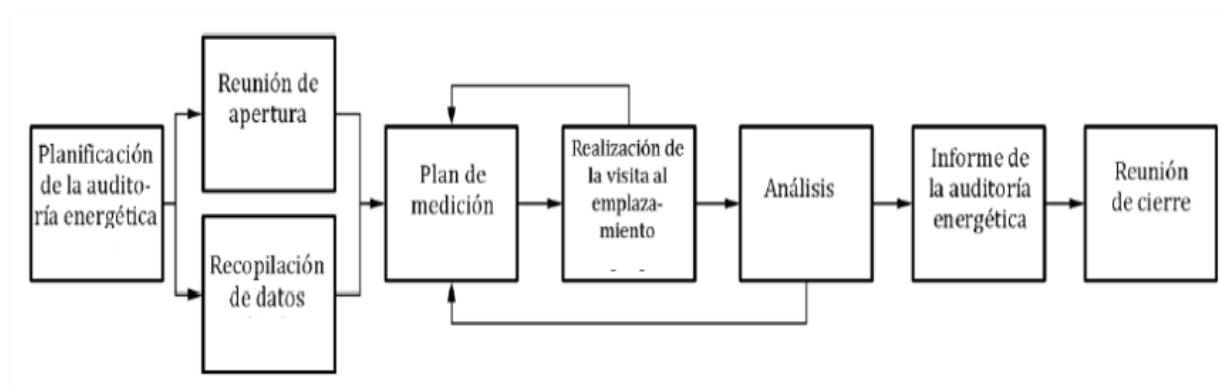
Actuar: Toma de medidas dirigidas por la gerencia, para garantizar la mejora continua del SGE y abordar las no conformidades. (Organización Internacional para la Normalización, 2018).

### *Auditoría Energética*

De acuerdo con (Organización Internacional de Normalización (ISO), 2018) “Las auditorías energéticas, se planifican y realizan como parte de la identificación y priorización de las oportunidades de mejora del desempeño energético” (p.6). Comprende un análisis del desempeño energético, basado en la medición y observación del uso de la energía, eficiencia energética y consumo. Este proceso se presenta como una secuencia cronológica simple Figura 1.

**Figura 1**

*Diagrama de flujo del proceso de auditoría energética.*

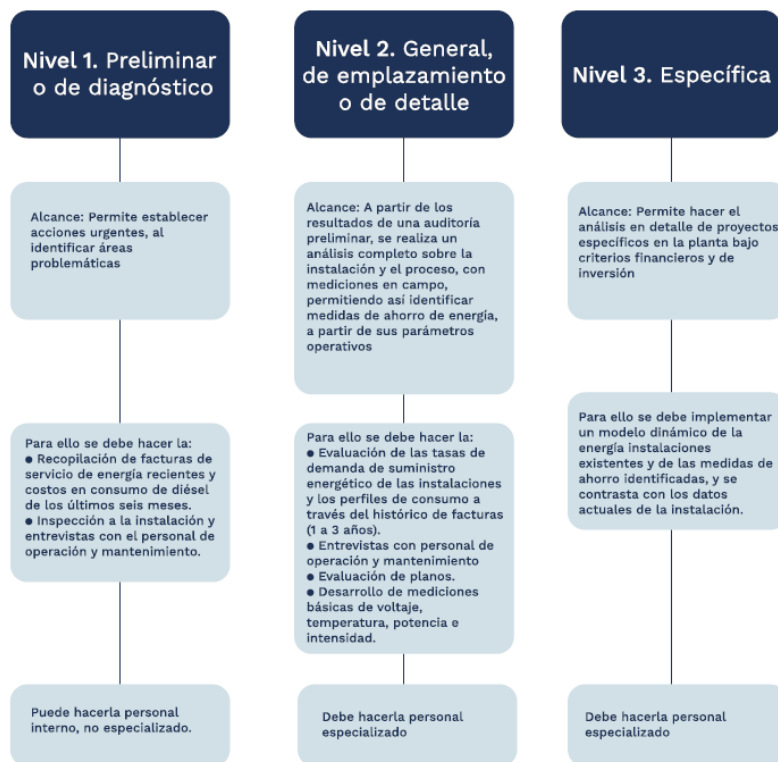


*Nota:* El gráfico representa las etapas de la auditoría energética. Tomado de ISO 50002:2018.

La auditoría energética se clasifica de acuerdo con el tamaño de la organización o instalación, si es detallada o exhaustiva, si se lleva a cabo en todo o en un único proceso o emplazamiento, por lo que se identifica como Nivel 1, 2 y 3.

Figura 2

*Niveles de la auditoría energética.*



*Nota:* en la figura se describen las características de las auditorías energéticas clasificada en tres niveles, Nivel 1, Nivel 2 y Nivel 3. Recuperado de (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2021).

#### 5.4 Marco Conceptual

**Auditoría Energética:** Proceso sistemático mediante el cual se obtiene un conocimiento suficientemente fiable del consumo energético, para detectar los factores que afectan el consumo de energía e identificar, evaluar y ordenar las distintas oportunidades de ahorro de energía en función de su rentabilidad (Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, 2007).

**Eficiencia energética (EE):** Empleo de la menor cantidad de energía posible, para lograr un nivel de producción, con los requisitos de calidad, con el menor consumo y gasto energético, y la menor contaminación ambiental asociada (Borroto Nordelo y otros, 2005)

**Factor de Emisión:** Valor representativo que intenta relacionar la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera con una actividad asociada a la emisión del contaminante. Estos factores son usualmente expresados como la masa del contaminante dividido por una unidad de peso, volumen, distancia o duración. (Republica de Colombia, Unidad de Planeacion Minero Energética, 2023).

**Gases Efecto Invernadero (GEI):** Son los componentes gaseosos de la atmosfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la tierra la atmosfera y las nubes (Benavides Ballesteros & León Aristizabal, 2007) . Los principales gases efecto invernadero son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el metano (CH<sub>4</sub>), los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC), y el Hexafluoruro de Azufre (SF<sub>6</sub>) (Congreso de Colombia, 2011).

**Huella de Carbono:** Es la medida del impacto de todos los gases efecto invernadero producido por las actividades antrópicas en el medio ambiente. Se mide en toneladas o kilos de dióxido de carbono equivalente de gases de efecto invernadero (Schneider & Samaniego)

**Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):** Son herramientas de planificación y seguimiento para los países, tanto a nivel nacional como local. Gracias a su visión de largo plazo, constituirán un apoyo para cada país en su senda hacia un desarrollo sostenido, inclusivo y en armonía con el medio ambiente, a través de políticas públicas e instrumentos de planificación, presupuesto, monitoreo y evaluación (CEPAL, 2024).

**Desarrollo Sostenible (DS):** Desarrollo que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro de satisfacer sus propias necesidades (CEPAL, 2024)

**Sistema de Gestión:** Conjunto de elementos de una organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos y procesos para lograr objetivos (Agencia de Sostenibilidad Energetica, 2022).

Sistema Interconectado Nacional (SIN): Es el sistema interconectado de transmisión de energía eléctrica compuesto por el conjunto de líneas, con sus correspondientes módulos de conexión, que operan a tensiones iguales o superiores a 220 Kv (Republica de Colombia, Unidad de Planeacion Minero Energética, 2023).

Uso eficiente de la energía: Es la utilización de la energía de tal manera que se obtenga la mayor eficiencia energética, bien sea de una forma original de energía y/o durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía (Congreso de Colombia, 1979, Ley 697, Artículo 3).

## 5.5 Marco Legal

**Tabla 1.**

*Legislación energética en Colombia.*

<b>Norma</b>	<b>Descripción</b>
<b>Decreto-Ley 2811 de 1974</b>	“Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de protección al Medio Ambiente”.
<b>Ley 164 de 1995</b>	“Por medio del cual se aprueba la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático”.
<b>Ley 629 de 2000</b>	“Por medio del cual se aprueba el “Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”.
<b>Ley 697 de 2001</b>	“Mediante el cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones”.
<b>Decreto 3683 de 2003</b>	“Por el cual se reglamenta la Ley 697 de 2001 y se crea una comisión intersectorial”.
<b>Decreto 18039 de 2004</b>	“Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE”.
<b>Decreto 2501 de 2007</b>	“Por medio del cual se dictan disposiciones para promover

	prácticas con fines de uso racional y eficiente de energía eléctrica”.
<b>Resolución 186 de 2012</b>	“Por la cual se adoptan las Metas Ambientales, de que trata el literal j) del artículo 6° del Decreto 2532 de 2001 y el literal e) del artículo 4° del Decreto 3172 de 2003”.
<b>Ley 1715 de 2014</b>	“Establece como Fuentes de Energía no Convencionales el contenido energético de los residuos sólidos que no sean susceptibles de reutilización y reciclaje”.
<b>Resolución 41012 de 2015</b>	“Reglamento Técnico de Etiquetado Energético-RETIQ”.
<b>Ley 1844 de 2017</b>	“Por medio del cual se aprueba el “Acuerdo de Paris, adoptado el 12 de diciembre de 2015, en Paris, Francia”.
<b>Ley 1931 de 2018</b>	“Por la cual se establecen directrices para la gestión del Cambio Climático”.
<b>NTC ISO 50002:2018 de 2018</b>	“Auditorias Energéticas. Requisitos con orientación para su uso”.
<b>CONPES 3919 de 2018</b>	“Política Nacional de Edificaciones Sostenibles”.
<b>NTC ISO 50001:2018 de 2019</b>	“Sistema de Gestión de Energía. Requisitos con orientación para su uso”.
<b>RETILAP</b>	“Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público-RETILAP”.
<b>Ley 2169 de 2021</b>	“Por medio del cual se impulsa de desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones”.
<b>Ley 2099 de 2021</b>	“Por medio del cual se dictan disposiciones de transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica de país y se dictan otras disposiciones”.

<b>CONPES 4075 de 2022</b>	“Política de transición energética”.
<b>Resolución 40156 de 2022</b>	“Por la cual se adopta el Plan de acción Indicativo 2022-2030 para el desarrollo del Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía PROURE, que define objetivos y metas indicativas de eficiencia energética”.
<b>Resolución 000762 de 2023</b>	“Por el cual se actualiza el factor marginal de emisión del Sistema Interconectado Nacional del año 2022 para inventarios de emisiones de Gases de Efecto Invernadero-GEI y proyectos de mitigación de GEI”.
<b>Ley 2294 de 2023</b>	“Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 Colombia Potencia Mundial de la Vida. Artículo 237”.

*Nota:* Recopilación normativa colombiana en Legislación energética. Recuperado de <https://www1.funcionpublica.gov.co/web/eva/gestor-normativo>

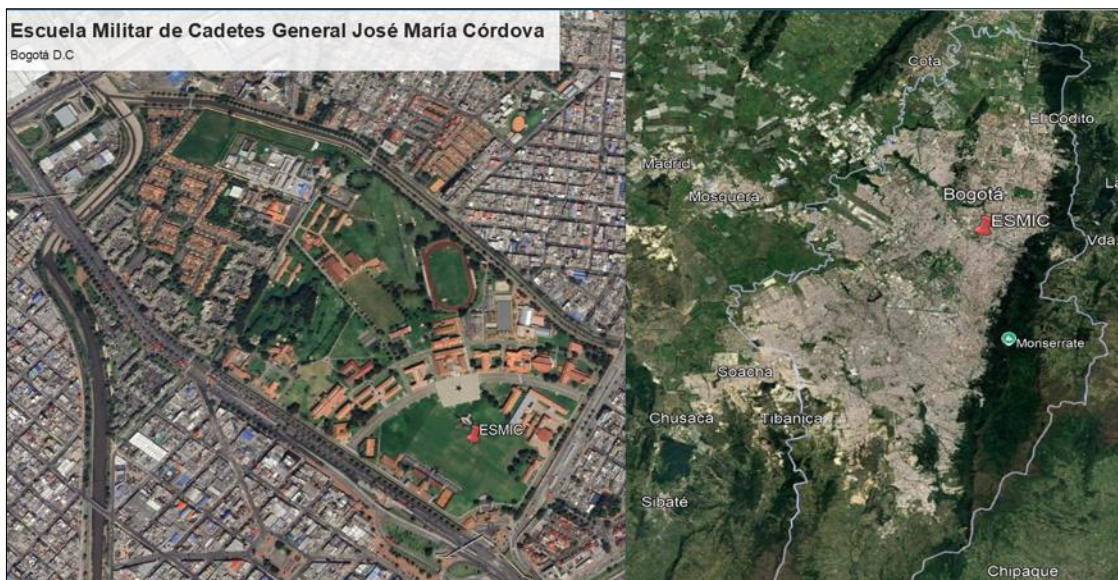
## 5.6 Marco Contextual

La Escuela Militar de Cadetes General José María Córdoba, considerada una de las instituciones militares más importantes de Colombia. Se fundó en 1907, con el objetivo de formar oficiales profesionales para el Ejército Nacional.

Esta institución inicialmente funcionó hasta 1942 en el Convento de San Agustín en Bogotá, pero ante la imposibilidad de crecer físicamente, se trasladó definitivamente a un terreno de 52 has, ubicado en la calle 80 con Avenida Suba en Bogotá D.C.

**Figura 3**

*Infraestructura de la Escuela Militar General José María Córdoba.*



*Nota:* La imagen muestra la ESMIC con una extensión de 52 has. Recuperado de (ESMIC, 2021).

A partir de la segunda mitad del siglo XIX adopto un modelo doctrinal de enseñanza y en 1963 se iniciaron carreras universitarias con las facultades de Economía, Ingeniería, derecho internacional y diplomacia. En 1979 adoptó el nombre de José María Córdoba en honor al héroe independentista. En 2009 se incorporó por primera vez personal femenino (González Martínez).

Actualmente, la institución cuenta con una infraestructura física que representa aproximadamente el 60% del área total, constituida en auditorios, biblioteca, cancha de futbol, pista atlética, Club hípico, gimnasio, alojamientos, piscina, capilla y hemeroteca; dentro de este emplazamiento existe un edificio comercial denominado el Bar del Cadete, en el cual se encuentran aproximadamente 30 locales comerciales que ofrecen servicios de restaurantes, cafeterías, papelerías, sastrería, supermercado entre otros.

La Alcaldía Mayor de Bogotá, mediante Decreto 215 de 1994 declaro el conjunto de inmuebles arquitectónicos como *inmueble de conservación arquitectónica*, y posteriormente como *Bien de Interés Cultural del ámbito Nacional o BICN* por el Ministerio de Cultura, a través de la Resolución 752 de 1998 un conjunto de 8 edificios construidos entre 1940 y 1943, de tipo colonial que evidencian la aplicación de arcos de medio punto, cubiertas en teja de barro y fachadas de color blanco (ESMIC, 2021).

## **6 Diseño Metodológico**

La presente investigación es un estudio con alcance descriptivo y enfoque cuantitativo.

Cuantitativo, porque a partir de la recopilación de datos (Hernández Sampieri y otros, Metodología de la investigación, 2010) como la potencia nominal (Vatios-W) y consumo de energía de los equipos utilizados en el Bar del Cadete, se realiza el cálculo del consumo energético y su posterior interpretación y análisis de datos.

Descriptiva, Porque se determinaron las acciones a implementar para el ahorro en consumo de energía.

### **6.1 Tipo de Investigación Específica.**

La metodología se desarrolla bajo tres fases, la primera fase radica en la revisión de los lineamientos de la NTC ISO 50002:2018 y planificación del proceso de auditoria energética para el caso de estudio, la segunda fase en la implementación de la auditoría energética, y la tercera fase consiste en proponer medidas de ahorro en consumo energético.

### **6.2 Procedimientos**

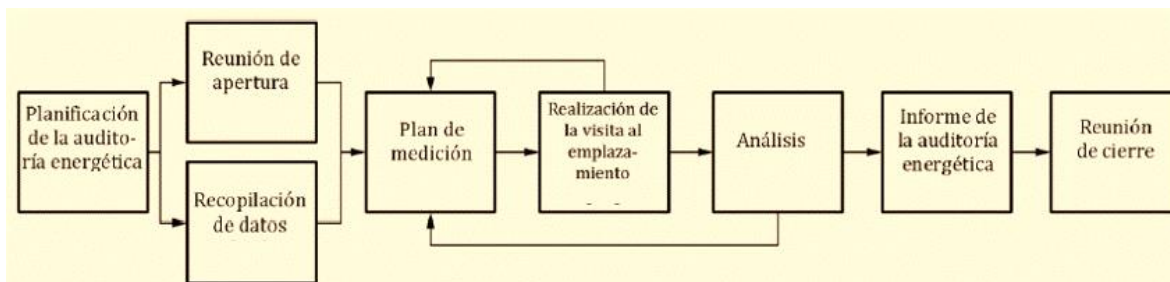
#### **6.2.1 Fase 1.**

Esta fase se desarrolla la revisión de los lineamientos establecidos en la NTC ISO 50002:2018 que establece un marco común y requisitos generales para llevar a cabo el análisis del desempeño energético como se muestra en la Figura 4, como insumo fundamental para la selección del tipo de auditoria energética y las etapas de proceso a implementar en la Escuela

Militar General José María Córdoba específicamente en el Bar del Cadete.

#### Figura 4

Diagrama de flujo del proceso de auditoría energética.



*Nota:* El gráfico representa la secuencia cronológica simple para llevar a cabo una auditoría energética como lo establece la NTC ISO 50002:2018. Tomado de ISO 50002:2018.

#### 6.2.2 Fase 2.

Posterior a la selección apropiada del tipo de auditoría, las etapas y requisitos en base a la NTC ISO 50002:2018, se llevará a cabo la auditoría energética en el edificio comercial denominado el Bar del Cadete Figura 5. constituido por locales comerciales de cafetería, supermercado, papelería, sastrería, heladería, banco, restaurantes entre otros; el diseño de dichas operaciones considerará las necesidades de la institución, características, el recurso humano disponible y lo autorizado por la alta dirección.

#### 6.2.2 Fase 3. Propuesta de Medidas de Ahorro en Consumo Energético en el Edificio Comercial

Una vez caracterizado energéticamente el edificio comercial denominado el Bar del Cadete se identifican cuáles son las medidas de eficiencia energética a implementar con el objetivo de reducir el consumo de energía y los gastos asociados a dicho consumo.

### 6.3 Población y Muestra.

El proyecto se realizará en la ciudad de Bogotá D.C en la localidad de barrios Unidos, en la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdoba específicamente en uno de sus edificios institucionales denominado *el Bar del Cadete*, como se muestra en la Figura 5, identificado como el área social y comercial de esta institución, en la que se pueden encontrar tiendas de ropa militar, zona de comida, papelería, peluquería entre otros.

#### Figura 5

*Ubicación del bar del cadete en la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdoba.*



*Nota:* Esta imagen muestra la ubicación del bar del cadete en la Escuela Militar. Tomado de:  
Autores.

### 6.4 Análisis Estadístico.

Los datos se manejaron por medio del programa Excel mediante tabla de datos, histogramas y resumen numérico de datos.

## 7 Resultados y Discusión

### 7.1 Fase 1

En la revisión de los lineamientos que establece la NTC ISO 50002:2018, se empleó

una matriz de análisis de datos como se muestra en el Anexo 1, en la que se plasmaron los tipos de auditoría energética y los requisitos para su implementación, estos se contrastaron con las características de la institución, los medios, el recurso humano, el tiempo y los objetivos para identificar los parámetros que aplican a la Escuela Militar General José María Córdoba-ESMIC, Institución Militar de formación y capacitación a los futuros oficiales del Ejército Nacional.

**Tabla 2.**

*Matriz de análisis de requisitos NTC ISO 50002:2018.*

TIPOS DE AUDITORIA NTC ISO 50002:2018					
Nivel	Tipo	Parametro	Escuela Militar de Cadetes General Jose Maria Cordoba		
			Cumple	No cumple	N/A
	Aplicación Típica	Instalación, proceso o flota	x		
		Auditoría energéticas de pequeñas organizaciones o instalaciones	x		
		Auditoría preliminar para grandes organizaciones o instalaciones			x
	Necesidad Cubierta de negocio	Indicación de los potenciales de ahorros y beneficios que podrían resultar al realizar investigaciones más detalladas, tales como auditorías energéticas del tipo 2 o tipo 3			x
		Identificación de las áreas en las cuales enfocar los recursos de la gestión de la energía	x		
		Toma de conciencia mejorada de los costos de la energía y de los potenciales beneficios de la gestión de la energía	x		
	Recopilación de datos	Formación técnica básica o formación básica en ingeniería con una comprensión general de las fuentes y sistemas energéticos	x		
		Datos de energía de la instalación, incluyendo submedidores y perfiles de carga diaria (cuando estén disponibles)			x
		Datos apropiados sobre las variables pertinentes (Datos de producción, datos de ocupación) para establecer IDEns a nivel general			x

*Nota:* Esta tabla muestra los requisitos generales y el marco común para llevar a cabo una Auditoría Energética en la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdoba y los parámetros que aplican a la institución. Recuperado de NTC ISO 50002:2018.

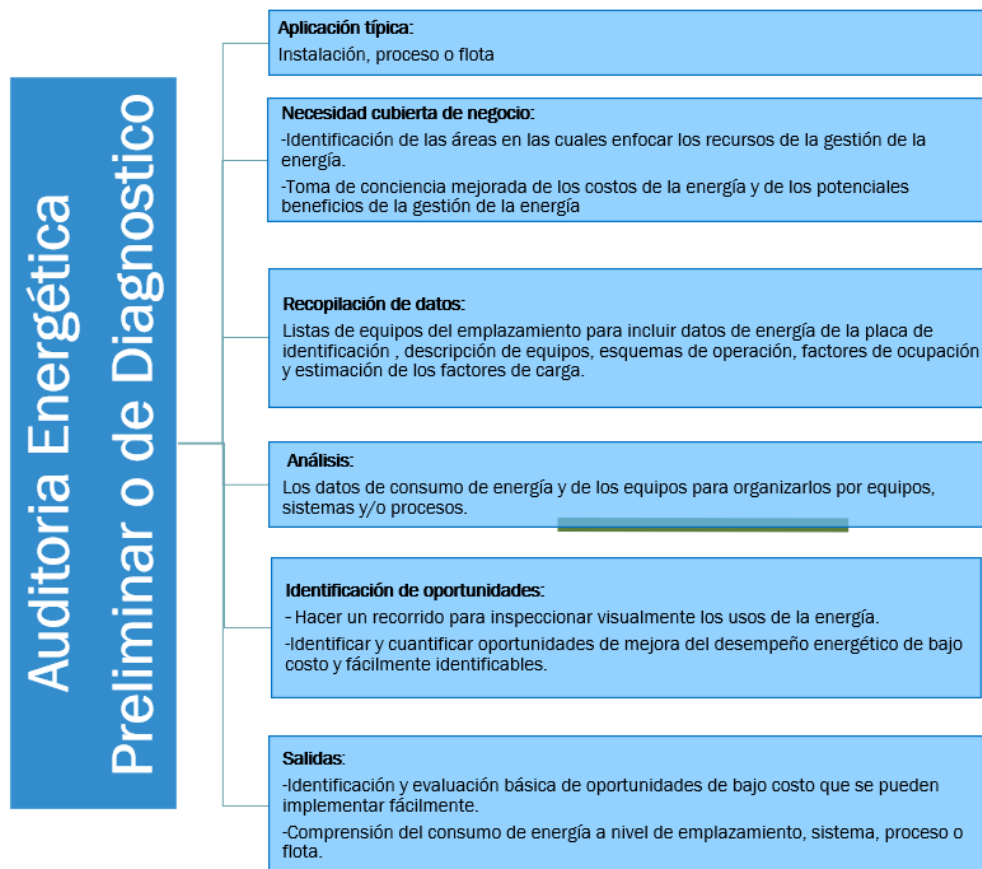
En este sentido, se valida que no todas las disposiciones de la NTC ISO 50002:2018 son absolutas y por el contrario pueden ser ajustadas acorde a las necesidades y requisitos de la organización.

Es por eso que se establece el tipo de auditoría apropiada para ESMIC y el nivel de

detalle que representa los requisitos mínimos, y demás requisitos expuestos en la Figura 6.

**Figura 6**

*Requisitos para llevar a cabo una auditoría energética de Tipo 1.*



*Nota:* En esta imagen se exponen los detalles de la auditoría energética apropiada a la Escuela Militar General José María Córdoba-ESMIC, específicamente en el edificio comercial denominado el Bar del Cadete. Recuperado de NTC ISO 50002:2018. Recuperado de NTC ISO 50002:2018.

Posteriormente, en la revisión de lineamientos expresados por la ISO 50002:2018, se utiliza una lista de proceso como se presenta en el anexo 2, para evaluar las etapas del marco común de la auditoría energética como se muestra en la Tabla 3, para determinar el proceso apropiado a implementar en la ESMIC como se presenta en la Figura 7.

**Tabla 3.**

*Etapas del proceso de auditoria energética.*

Planificación de la auditoría	Reunión de apertura	Recopilación de datos	Plan de medición	Realización de la visita al emplazamiento	Análisis	Información de auditoría energética	Reunión de cierre
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alcance, límites, objetivos.</li> <li>Necesidades y expectativas.</li> <li>Nivel de detalle.</li> <li>Periodo de tiempo.</li> <li>Criterios de evaluación y priorización de oportunidades de mejora.</li> <li>Compromiso de tiempo.</li> <li>Datos disponibles.</li> <li>Entregables esperados y formato de informe.</li> <li>Representantes de la organización responsables del proceso.</li> <li>Auditor energético y responsabilidades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informar a las partes interesadas los objetivos, alcance, límites, métodos.</li> <li>Revisión de acuerdos.</li> <li>Asignación de personal de apoyo por parte de la organización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Listado de sistemas, procesos, y equipos que consumen energía.</li> <li>Características de los usos de energía.</li> <li>Datos históricos y actuales del desempeño energético (consumo de energía, variables y mediciones pertinentes).</li> <li>Historia operacional y eventos que afectaron el consumo de energía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Listado de puntos de medición, procesos, equipos de medición.</li> <li>Duración y frecuencia de cada medición.</li> <li>Variables pertinentes proporcionadas por la organización.</li> <li>Responsabilidad para llevar a cabo las mediciones.</li> <li>Calibración y trazabilidad de los equipos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestión del trabajo de campo.</li> <li>Visita al emplazamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar métodos de cálculo transparentes.</li> <li>Documentar los métodos utilizados, las suposiciones y estimaciones.</li> <li>Análisis del desempeño energético actual.</li> <li>Identificar las oportunidades de mejora.</li> <li>Evaluación de las oportunidades de mejora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrega de informe con los resultados de la auditoría energética.</li> <li>Informe de auditoría energética (Resumen ejecutivo, Antecedentes, Detalles de la auditoría, oportunidades para mejorar el desempeño energético, conclusiones y recomendaciones).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presentación de los resultados de la auditoría energética.</li> </ul>

*Nota:* Esta tabla expone las etapas del proceso de auditoría energética como lo dicta la NTC ISO 50002:2018. Recuperado de NTC ISO 50002:2018.

**Figura 7.**

*Etapas de la auditoria energética implementada en el Bar del Cadete.*



*Nota:* la imagen muestra las etapas de auditoria energética ajustadas al Bar del Cadete de la Escuela Militar General José María Córdoba-ESMIC. Fuente: autores.

## **7.2. Fase 2. Implementación de la Auditoría Energética en el Bar del Cadete.**

Se implementó la auditoría energética preliminar o de diagnóstico bajo las etapas de proceso como se muestra en la Figura 7, ajustadas al edificio del Bar del Cadete de la Escuela Militar General José María Córdoba detalladas a continuación:

### **7.2.1 Planificación de la Auditoría Energética**

En las actividades de planificación de la auditoría energética se definió el alcance, objetivos, las necesidades, el nivel de detalle requerido, el periodo de tiempo para realizar la auditoría y finalmente los criterios de evaluación y priorización de las oportunidades de mejora.

**7.2.1.1 Objetivos.** Realizar un análisis del desempeño energético en el edificio comercial de la Escuela Militar General José María Córdoba denominado el Bar del Cadete.

**7.2.1.2 Nivel de Detalle Requerido.** Medidas de eficiencia energética a implementar en el edificio comercial del Bar del cadete.

**7.2.1.3 Periodo de Tiempo.** Las actividades de levantamiento de información requirieron de un periodo de un (1) mes, sin embargo, la etapa de planificación y análisis se desarrolló en 8 meses.

**7.2.1.4 Criterios para Evaluar las Oportunidades de Mejora.** Los criterios se establecieron en función del potencial y oportunidades de ahorro energético que tiene la institución, y en las proyecciones a futuro de implementar el Sistema de Gestión Energética-SGE.

#### **7.2.1.5 Disposición de Datos Relevantes y Otros Recursos por Parte de la Institución.**

La institución designó a dos de sus colaboradores para prestar acompañamiento y brindar la información necesaria en la realización del levantamiento de la información.

### **7.2.2 Plan de Medición de Datos.**

En el plan de medición de datos se evaluaron las variables a tener en cuenta para el levantamiento de la información en campo, acorde al nivel de detalle aplicado al caso de estudio, por lo que en primera medida se enlistaron los establecimientos comerciales existentes en las tres plantas del edificio denominado *el Bar del cadete*, con un panorama general de los equipos eléctricos más usados, la existencia de información sobre potencia nominal, y el procedimiento de cálculo para identificar la energía consumida.

Para la recopilación de información se diseñó una matriz que contiene el número de piso y/o planta, la identificación del equipo y cantidad, la potencia nominal, el tiempo aproximado de uso por día, y finalmente se realiza la estimación del consumo de energía tanto a nivel individual como general como se presenta en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Matriz para la recopilación de información en campo.*

Planta	Equipo	Cantidad	Potencia	Tiempo aprox. de uso (h/día)	Consumo de energía estimado (Wh/día)
1					
2					
3					
Consumo de energía total estimado por día (Wh/día)					
Consumo de energía total estimado por mes (Wh/mes)					
Consumo de energía total estimado por mes (kW/mes)					

*Nota:* Esta tabla muestra el diseño de la hoja de cálculo para realizar el inventario de equipos, potencia nominal y horas de uso. Fuente: Autores.

### **7.2.3 Reunión de Apertura y visita al emplazamiento.**

Se informó a las partes interesadas sobre los objetivos de la auditoría, el alcance, la

metodología para el levantamiento de la información y el tiempo de recolección de información, tanto a los directivos como a las personas que laboran en los locales comerciales en el edificio del Bar del Cadete.

En esta visita de manera sensorial se consiguió una estimación básica de las instalaciones y de los equipos, es decir obtener un conocimiento general de las características energéticas más importantes.

#### **7.2.4 Recopilación de Datos.**

Se realizó la visita al edificio comercial denominado el Bar del cadete abordando a cada local y realizando el inventario de los equipos eléctricos utilizados en sus procedimientos, se observaron los datos de potencia nominal en las plaquetas que reposan en la parte posterior de cada equipo, sin embargo, la mayoría de los equipos no contaban con dicha plaqueta por lo que se recurrió a manuales de equipos encontrados en internet. Los datos capturados fueron potencia nominal, horas de uso y consumo, los eventos operacionales que influyen en el consumo de energía. a continuación, se presenta el inventario como se muestra en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Inventario de equipos eléctricos del Bar del Cadete.*

Planta	Usuario energetico	Equipo	Cantidad	Potencia (W)	Tiempo aproximado de uso (h/día)	Consumo de energía estimado (Wh/día)
1	Cafetería A	Refrigerador industrial (3 puertas)	2	6467	24	310416
1		Refrigerador industrial (2puertas)	1	6200	24	148800
1		Congelador horizontal (Helados)	2	4020	24	192960
1		Vitrina refrigeradora	1	290,6	24	6974,4
1		Lampara techo LED cuadrada	8	60	15	7200
1		Lampara de techo LED redonda	4	18	15	1080
1		Horno industrial	1	6200	20	124000
1		TV	2	130	8	2080
1		Microondas	2	1500	12	36000

1	Cafetería B	Refrigerador pequeño industrial	2	3000	11	66000
1		Vitrina enfriador	1	5500	24	132000
1		Horno industrial	1	6200	8	49600
1		Maquina de café	1	2200	11	24200
1	Papelería A	Fotocopiadora	3	1584	12	57024
1		Lampara techo led cuadrada	7	60	12	5040
1		Computador	3	393,8	14	16539,6
1		Laminadora	1	500	0,066	33
1	Minimarquet A	Refrigerador industrial (Multipuertas)	1	20666	24	495984
1		Refrigerador industrial 2 puertas	1	6200	24	148800
1		Congelador Horizontal	1	4020	24	96480
1		Impresora POS	1	286	12	3432
1		Monitor	1	187	12	2244
1		Lampara LED-Cuadrada	6	30	12	2160
1		TV	1	130	12	1560
1	Banco BBVA	Camaras	9	3,3	24	712,8
1		Contadora	1	50	8	400
1		Impresora	1	902	8	7216
1		Computador	1	393,8	8	3150,4
1		Lampara LED-Cuadrada	12	30	8	2880
1		Camaras	3	3,3	24	237,6
1		Cajeros automaticos	2	600	24	28800
1	Papelería B	Impresora	1	158	14	2212
1		Fotocopiadora	2	1584	14	44352
1		Computador	3	393,8	14	16539,6
1		Laminadora	1	500	0,047	23,5
1	Minimarquet B	Refrigerador industrial (3 puertas)	1	6466	24	155184
1		Refrigerador industrial (2 puertas)	2	6200	24	297600
1		TV	1	130	16	2080
1		Microondas	2	900	16	28800
1		Lampara LED-Cuadrada	6	30	16	2880
1		Lampara LED	2	36	16	1152
1	Sastrería	Maquina de Coser	2	20	12	480
1		Filetiadora	1	550	12	6600
1		Lampara LED (Cuadrada)	4	30	12	1440
1		Lampara LED	1	36	12	432
1	Zona comun 1	Lampara LED (Redonda)	104	18	12	22464
2	Litografía	Impresora Laser	1	265	8	2120
2		Impresora normal	1	6,5	2	13
2		Impresora de corte	1	150	1	150
2		Termofijadora	1	1000	1	1000
2		Fotograbadora	1	50	3	150
2		Lampara LED	2	36	12	864
2		Lampara techo colgante	2	31	12	744
2	Peluquería	Maquina corte de cabello	4	5	3	60
2		Lampara LED (Cuadrada)	6	30	12	2160
2		Lampara LED (Redonda)	9	30	12	3240
2		Lampara LED	3	16	12	576
2		Secador	4	1900	0,5	3800
2		TV	1	130	5	650
2	Zona comun 2	Lampara LED (Redonda)	119	18	12	25704
3	Restaurante A	Refrigerador industrial (1puert)	2	3200	24	153600
3		Nevera	2	1600	24	76800
3		Estractor Industrial	1	200	12	2400
3		Registradora	1	40	12	480
3	Restaurante B	Refrigerador industrial (1puert)	1	6546	24	157104
3		Refrigerador industrial (2puertas)	1	7823	24	187752
3		Congelador horizontal	1	710	24	17040
3		Vitrina electrica	1	250	5	1250
3		Microondas	2	1600	12	38400
3		TV	1	130	12	1560
3	Heladería	Refrigerador vitrina	3	6600	24	475200
3		Congelador horizontal	4	4020	24	385920
3		Congelador horizontal industrial	2	1350	24	64800
3		Licuadora Industrial	2	1050	2	4200
3		Microondas	1	1500	12	18000
3	Zona comun 3	Lampara de techo led redonda	156	18	12	33696
TOTAL Wh/día						4215675,9

Nota: En la presente tabla se plasma el inventario de equipos eléctricos usados en los locales

comerciales del edificio denominado el Bar del Cadete, dicho inventario contiene la potencia nominal, las horas de uso y el consumo de energía.

### **7.2.5 Análisis de Resultados.**

En la etapa de análisis de los datos levantados en campo Anexo 3, se consideró la confiabilidad de los datos y de la información secundaria obtenida. Además, se tuvieron en cuenta los inconvenientes a la hora de realizar el levantamiento de la información.

Dicho análisis permitió obtener información sobre el consumo de energía eléctrica, partiendo de la potencia nominal y las horas de uso, que son la base para la toma de decisiones sobre la implementación de medidas de ahorro en consumo.

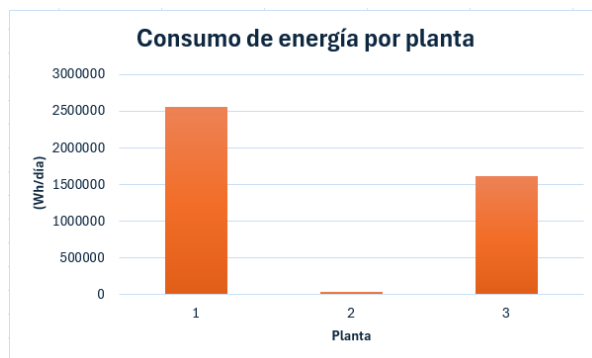
En este sentido se lograron resultados importantes que a nivel general evidenciaron un consumo eléctrico aproximado de 126.470,277 kWh/mes. También permitió identificar que los equipos de mayor consumo de energía con aproximadamente 63.637,2 kWh/mes son los refrigeradores industriales que representan el 50% del consumo de energía en el edificio comercial, seguido de los congeladores horizontales.

De acuerdo con el proceso de la auditoría energética se realiza el análisis de los resultados de la revisión energética en lo referente al inventario de equipos eléctricos y los consumos de energía significativos asociados al tiempo de uso y se consigue lo siguiente:

Por un lado, la revisión energética, coloca en evidencia que la planta 1 del edificio comercial denominado el Bar del Cadete en comparación a las demás plantas 2 y 3, presenta consumos significativos de energía por parte de los equipos eléctricos usados, a su vez se evalúa que el piso 2 representa el menor consumo como se muestra en la figura 8.

**Figura 8**

*Consumo de energía en el edificio comercial por planta 1,2 y 3.*

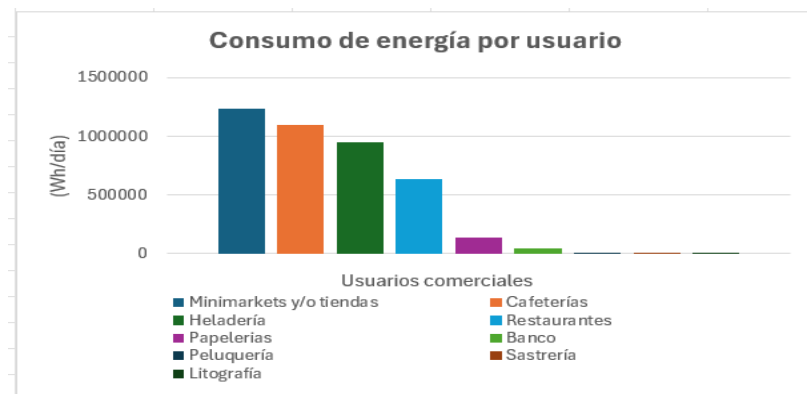


*Nota:* El gráfico de columnas manifiesta el consumo de energía de los equipos eléctricos usados en los pisos y/o planta 1,2 y 3 del edificio comercial del Bar del cadete. Fuente: Autores.

De acuerdo con los consumos de energía por usuario comercial el estudio expone que las tiendas y/o minimarkets ubicados en el edificio denominado el Bar del Cadete en comparación a los demás establecimientos como se muestra en la Figura 9, tienen mayores consumos de energía por parte de los equipos eléctricos usados, seguido de las cafeterías, heladería y restaurantes; por el contrario, el establecimiento de servicios de litografía representa el menor consumo.

**Figura 9**

*Consumo de energía eléctrica por usuario comercial.*



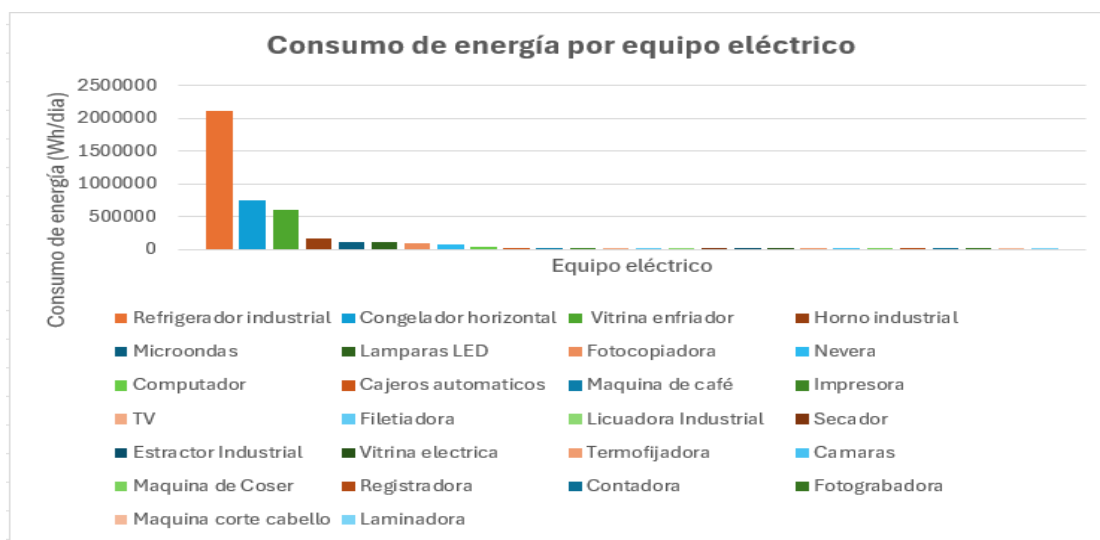
*Nota:* El presente gráfico de columnas representa el consumo de energía de los

electrodomésticos a nivel de todo el edificio por parte de los usuarios energéticos (locales comerciales). Fuente: Autores.

De acuerdo con los datos levantados en campo los equipos que tiene mayor incidencia en el consumo de energía eléctrica es la línea fría como se representa en la Figura 10, es decir con un 50% los refrigeradores industriales representan los elementos más usados y consumidores de energía eléctrica, en segundo lugar, se sitúan los congeladores industriales con cerca del 18% del consumo y vitrinas enfriadoras con el 15%, seguido de microondas y horno industrial.

**Figura 10**

*Consumo de energía por equipo eléctrico.*



*Nota:* el presente gráfico de barras exhibe los equipos usados en el edificio comercial denominado el Bar del cadete, que tienen mayor incidencia en el consumo de energía eléctrica.

### 7.3 Fase 3. Propuesta de Medidas de Ahorro en Consumo Energético en el Edificio Comercial

Una vez caracterizado energéticamente el edificio comercial se identificaron cuáles son las medidas de eficiencia energética a implementar con el objetivo de reducir el consumo de

energía y los gastos asociados a dicho consumo.

Los insumos fundamentales para proponer dichas medidas de ahorro en consumo son los resultados obtenidos de la revisión energética.

Entendiendo que existen alternativas de eficiencia energética para reducir el consumo de energía y sus gastos asociados, se encontró que dichas medidas tienen una clasificación definida como medidas pasivas, activas y buenas prácticas, por lo que en el presente caso de estudio se determina lo siguiente representado en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Medidas de eficiencia energética a implementar en el edificio comercial del Bar del cadete.*

<b>Equipo:</b> Línea industrial de de cadena de frío (Congeladores, refrigeradores, vitrinas frías)	<b>Hallazgo:</b> *No existe información sobre el mantenimiento periódico a realizar. *No se ha realizado el primer mantenimiento preventivo o correctivo. *Falta de información sobre el adecuado funcionamiento del equipo. *No se encuentran las etiquetas de Eficiencia Energética.	<b>Oportunidad de ahorro:</b> *Evaluar el tiempo de reposo (noche) y en estos configurar la temperatura adecuada. *Evaluar el cambio tecnológico. *Realizar mantenimientos preventivos y correctivos periódicos, para verificar el adecuado funcionamiento tanto en consumo, como en eficiencia.	<b>Tipo de oportunidad:</b> *Buenas Prácticas (Hbito de uso de equipos). *Sustitución de equipos.
<b>Equipo:</b> Horno Industrial	<b>Hallazgo:</b> *Equipo funcionando en vacío. *Falta de información sobre los mantenimientos periódicos. *No se ha realizado el primer mantenimiento preventivo o correctivo. *No se encuentran las etiquetas de Eficiencia Energética.	<b>Oportunidad de ahorro:</b> *Cambios en la operación (Apagar los equipos cuando no se usan). *Realizar mantenimientos preventivos y correctivos, para verificar el adecuado funcionamiento tanto en consumo, como en eficiencia.	<b>Tipo de oportunidad:</b> Buenas Prácticas (Hbito de uso de equipos)
<b>Equipo:</b> Microondas	<b>Hallazgo:</b> *Tiempos muertos entre procesos. *Equipo funcionando en vacío. *Falta de información sobre el mantenimiento periódico a realizar. *No se ha realizado el primer mantenimiento preventivo o correctivo. *No se encuentran las etiquetas de Eficiencia Energética.	<b>Oportunidad de ahorro:</b> *Cambios en la operación (Apagar los equipos cuando no se usan). *Realizar mantenimientos preventivos y correctivos, para verificar el adecuado funcionamiento tanto en consumo, como en eficiencia.	<b>Tipo de oportunidad:</b> Buenas Prácticas (Hbito de uso de equipos)
<b>Equipo:</b> Luminarias LED	<b>Hallazgo:</b> • Equipos funcionando en horas de luz del día. • Según entrevista con empleados, la colocación de pantallas protectoras en ventanas de los locales evita el ingreso de luz natural.	<b>Oportunidad de ahorro:</b> *Cambios en la operación (Apagar los equipos cuando no usan). *Evitar encender las luces durante el día. *Cambio de vidrios o pantallas que permitan el aprovechamiento en un mayor % de luz natural.	<b>Tipo de oportunidad:</b> Pasivas (Aprovechamiento de condiciones ambientales del entorno)

*Nota:* en la presente tabla se exponen las medidas de ahorro energética a implementar en el edificio comercial denominado el Bar del cadete, clasificado en medidas activas, pasivas y

buenas prácticas de operación. Fuente: Autores.

### **7.3.1 Implementación de Sistema Solar Fotovoltaico**

Considerando el espacio disponible, la ubicación geográfica de la edificación y los resultados obtenidos, se concluyó que es viable la instalación de un sistema solar fotovoltaico que generará la energía suficiente para abastecer la demanda de las áreas comunes.

Este tipo de estrategias busca minimizar la cantidad de energía requerida de la red, y funciona a partir de la transformación de la radiación solar en energía eléctrica mediante materiales fotoeléctricos.

Recomendables paneles solares policristalino de silicio amorfo ya que son los materiales que actualmente tienen mayores eficiencias y en el mercado son los más económicos.

### **7.3.2 Modernización del Sistema de Refrigeración**

Teniendo en cuenta el análisis de los hallazgos obtenidos en el edificio respecto al estado de algunas unidades de refrigeración y posterior análisis estadístico del consumo de dichos elementos, se propone modernizarlos con la sustitución por nuevos equipos que cumplan con los requisitos de etiquetado de eficiencia energética.

Es decir, usar electrodomésticos que cuenten con sellos de Eficiencia Energética Nacional o Internacional. El etiquetado en Colombia aplica para refrigeradores, congeladores para uso doméstico y comercial, entre otros y a nivel internacionalmente están las etiquetas de *Energy Star* que aplica para computadores, equipos de procesamiento entre otros.

### **7.3.3 Vinculación de Tecnología al Sistema de Iluminación**

Vincular al sistema de iluminación controles de apagado automático con sensores de

movimiento para los espacios como los corredores públicos o compartidos.

#### **7.3.4 Medición Inteligente**

implementación de medidores inteligentes que posibilita conocer o registrar cuanta energía se está utilizando en una edificación para optimizar el consumo de energía e identificar los comportamientos de consumo.

#### **7.4 Discusión**

En este sentido, se realizó la auditoria energética de nivel 1 en la Escuela Militar General José maría Córdoba que permitió realizar el levantamiento de información de manera organizada y sistemática, logrando identificar y priorizar las oportunidades de mejora en el desempeño energético, proponiendo cambios puntuales en los escenarios en donde es evidente el aumento del consumo energético, en este caso en lo directamente relacionado con los equipos y/o electrodomésticos usados que afecta los costos de producción o prestación de servicio.

Una vez realizadas las visitas e inspecciones visuales se notó que los equipos usados, en su mayoría no contaban con etiquetas de eficiencia energética que informen sobre el desempeño de cada equipo en términos de consumo energético e indicadores de eficiencia, y denotaban estado de obsolescencia o vida útil avanzada.

En la necesidad de brindar a las organizaciones que producen bienes y servicios, estrategias para una gestión eficiente de la energía en sus procesos e instalaciones, se ha emanado el desarrollo de una norma internacional como la ISO 50002 que define el conjunto de requisitos mínimos para llevar a cabo una auditoria energética, sin embargo, la implementación de esta herramienta demandaría inicialmente un gran esfuerzo fiscal, de capacitación del personal directamente involucrado y el establecimiento de un plan de seguimiento y/o auditoría. Aunado a lo anterior, que técnicamente la infraestructura del servicio

deberá actualizarse física y operativamente con objeto de conseguir una eficiencia que esté alineada con la normativa vigente aplicable.

Es de resaltar que la vetustez de la infraestructura en su momento de diseño y/o construcción obedecía a una demanda prevista que dista de la actual operación, que por su estado actual no cumple con los lineamientos técnicos, ambientales y de seguridad y salud en el trabajo vigentes.

## **8 Conclusiones**

No es necesaria el desarrollo de la auditoria energética de la NTC ISO 50002:2018 para la revisión energética que plantea la NTC ISO 50001:2018, se pueden emplear otros procedimientos; sin embargo, en el marco del SGE la auditoria energética apoya la medición, el monitoreo, y el análisis requerido en la revisión energética de la NTC ISO 50001:2018.

El presente estudio evidencio que la implementación de NTC ISO 50002:2018 de auditoria energética se puede realizar de manera sencilla siguiendo dichos lineamientos los cuales están disgregados claramente en la norma.

La auditoría energética en el marco de la NTC ISO 50002:2018, ayuda a estandarizar los procedimientos de auditoria cuando se requiere sean aplicados a diferentes áreas, para obtener información diferente.

No siempre la auditoria energética va a mostrar directamente los potenciales de ahorro, si no que puede mostrar que estudios adicionales se pueden requerir.

La auditoria energética permite cuantificar los consumos energéticos, e identificar como se consume dentro de la empresa.

El perfil académico de los auditores requerido para la implementación de la auditoria energética bajo el marco de la NTC ISO 50002:2018, depende del alcance del tipo de auditoría.

La implementación de la auditoria energética preliminar o de diagnostico ayuda a identificar los potenciales de ahorro sin costos o de bajo costo.

La auditoría preliminar o de diagnóstico, evalúa los potenciales obvios que existen en

las instalaciones, estima los puntos focales para el desarrollo de las auditorías de nivel 2 y 3.

El éxito en la realización de la auditoría depende de la conciencia, comprensión por parte de la alta dirección y de usuarios energéticos sobre el uso eficiente de la energía, y que el ahorro en consumo de energía constituye una de las más importantes opciones para contribuir además de la disminución de los gastos operativos, con el cuidado y la preservación del medio ambiente.

La implementación de la auditoría energética en el bar del cadete permitió identificar que el uso de equipos eléctricos de la línea fría, representan el 80% del consumo de energía eléctrica por tratarse de un edificio dedicado en su mayoría al comercio de servicios de alimentos.

Con respecto a los equipos y electrodomésticos utilizados en los locales comerciales del edificio del Bar del Cadete, en su mayoría su estado general es bueno. Sin embargo, no cuentan con las etiquetas establecidas por el Reglamento Técnico de Etiquetado.

## **9 Recomendaciones**

- Se recomienda establecer la línea base del consumo y ahorro de energía con los resultados de la implementación de las medidas de eficiencia energética, como información base para la toma de decisiones.
- Fortalecer programas de mantenimiento de instalaciones y equipos para asegurar su máxima disponibilidad y óptimo funcionamiento.
- Si bien la auditoría energética ayuda a conseguir una aproximación del desempeño energético, falencias, posibles oportunidades de ahorro en consumo, es necesario implementar un Sistema de Gestión Energética que haga más duraderos los controles para obtener resultados significativos.
- Se recomienda a la hora de ejecutar auditorías energéticas contar con personal capacitado en formación profesional y experiencia, y con equipos tecnológicos para

obtener datos con un mayor porcentaje de confiabilidad.

- En el presente trabajo se implementó una auditoria energética de nivel 1 de manera preliminar, realizando un inventario de equipos, la identificación de la potencia nominal, horas de uso en solo un emplazamiento, es importante que se realice de manera más detallada avanzando si es preciso en la mayor parte del emplazamiento de la Escuela Militar, con el análisis de planos eléctricos y facturas de consumos históricos.
- Se recomienda considerar el diseño de un nuevo sistema eléctrico que cumpla con las normas establecidas.
- Se recomienda que los locales comerciales desconecten y/o apaguen los equipos y electrodomésticos cuando no estén en uso.

## 10 Bibliografía

@NatGeoES. (01 de 04 de 2022). *Explicación de qué son los combustibles fósiles*.

National Geographic: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/explicacion-que-son-combustibles-fosiles>

Agencia de Sostenibilidad Energetica. (Octubre de 2022). *Guia de Implementacion de Sistemas de Gestion de Energía basados en ISO 50001:2018*.

AIDA. (2009). *Grandes represas en América ¿peor el remedio que la enfermedad?*

Asociacion Internacional para la Defensa del Ambiente. [https://aida-americas.org/sites/default/files/publication/informe\\_aida\\_grandes\\_represas\\_0.pdf](https://aida-americas.org/sites/default/files/publication/informe_aida_grandes_represas_0.pdf)

Antunes, P., Carreira, P., & Mira da Silva, M. (2014). Towards an energy management maturity model. *Energy Policy*, 73, 803-814.

<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.06.011>

- Asamblea Nacional de la Republica de Ecuador . (2019). *Ley Organica de Eficiencia Energetica*. <https://www.recursoyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/Ley-Eficiencia-Energe%CC%81tica.pdf>
- Becker, J., Niehaves, B., Poepelbuss, J., & Simons, A. (2010). *Maturity Models in IS Research*. European Conference on Information Systems.
- Benavides Ballesteros, H. O., & León Aristizabal, G. E. (2007). *Informacion Tecnica sobre Gases de Efecto Invernadero y el Cambio Climatico*. Instituto de Hidrologia, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM Subdireccion de Metereologia.
- Borroto Nordelo, A., Lapidó Rodríguez, M., Monteagudo Yanes, J., de Armas Teyra, M., Montesinos Perez, M., Delgado Castillo, J., . . . Gonzalez Perez, F. (2005). La gestion energética: una alternativa eficaz para mejorar la competitividad empresarial. <https://revistas.unal.edu.co>
- Bosu, I., Hatem, M., & Hassan, H. (2023). Energy audit and management of an industrial site based on energy efficiency, economic, and environmental analysis. *Applied Energy*, 333, 120619. <https://doi.org/https://doi-org.ezproxy.uniagraria.edu.co/10.1016/j.apenergy.2022.120619>
- CAEM. (29 de Junio de 2019). *La gestión eficiente y sostenible de la energía en Colombia es posible, pero aún queda un camino por recorrer - Portal CAEM*. <https://caem.org.co/reducir-el-impacto-ambiental-y-aumentar-la-productividad-es-posible-en-colombia-conozca-el-caso-de-la-caem-2-2-2/>
- Caligari, R. (2023). La restriccion energetica en la Argentina de la era del carbón 1860-1907. *Scielo*, 34(60), 7-7.

- CAR Cundinamarca. (Junio de 2013). *Guía metodológica para el cálculo de huella de carbono corporativa a nivel sectorial*. [www.car.gov.co](http://www.car.gov.co)
- CAR Cundinamarca. (Junio de 2013). Guía metodológica para el cálculo de la huella de carbono corporativa a nivel sectorial .  
<https://www.car.gov.co/uploads/files/5ade1b0319769.pdf>
- Castillo Pineda, L. (Noviembre de 2019). El modelo Deming (PHVA) como estrategia competitiva para realzar el potencial administrativo. Bogota D.C., Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Centro de Estudios de Ingeniería de Mantenimiento, Universidad Tecnológica de la Habana Cuba & Universidad de Poznan Polonia. (2022). *La eficiencia energética y el papel del mantenimiento en la misma*. SciELO:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59012022000200010#:~:text=La%20Eficiencia%20Energ%C3%A9tica%20se%20puede,comportamiento%20sostenible%20en%20su%20uso.](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012022000200010#:~:text=La%20Eficiencia%20Energ%C3%A9tica%20se%20puede,comportamiento%20sostenible%20en%20su%20uso.)
- CEPAL. (2010). *Metodologías de cálculo de Huella de Carbono y sus potenciales implicaciones para América Latina*.  
<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/5475cea4-6e9d-4a76-841b-b71a13b7ac37/content>
- CEPAL. (2021). *Colombia: perfil nacional energetico*. Bases de datos y publicaciones estadísticas: <https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/perfil-nacional.html?theme=4&country=col&lang=es>

CEPAL. (2024). *Acerca del Desarrollo Sostenible*.

<https://www.cepal.org/es/temas/desarrollo-sostenible/acerca-desarrollo-sostenible>

CEPAL. (2024). Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. *Observatorio del Principio 10*.

<https://observatoriop10.cepal.org/es/tratado/convencion-marco-naciones-unidas-cambio-climatico>

CEPAL. (2024). *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*.

<https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/objetivos-desarrollo-sostenible-ods>

CEPAL. (2024). *Protocolo de Kyoto*.

<https://doi.org/https://observatoriop10.cepal.org/es/tratado/protocolo-kyoto-la-convencion-marco-cambio-climatico>

Congreso de Colombia. (27 de Julio de 2011). *Ley 1931 de 2018*.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87765>

Congreso de Colombia. (2023). POR LA CUAL SE EXPIDE EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2022-2026 COLOMBIA POTENCIA MUNDIAL DE LA VIDA.

Bogotá, D.C. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/plan-nacional-de-desarrollo-2022-2026-colombia-potencia-mundial-de-la-vida.pdf>

Congreso de Colombia, 1979, Ley 697, Artículo 3. (s.f.).

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4449>

- Congreso de la Republica de Colombia. (2017). Ley 1844, Aticulo 2. *Por medio de la cual se aprueba el “Acuerdo de París”, adoptado el 12 de diciembre de 2015, en París, Francia.* Bogotá, D.C.
- Contreras Lisperguer, R., & Salgado Pavez, R. (2021). *Informe regional sobre el ODS 7 de sostenibilidad energetica en America Latina y el Caribe.* Comision Economica para America Latina y el Caribe-CEPAL.
- Dall'O', G., Ferrari, S., Bruni, E., & Bramonti, L. (2020). Effective implementation of ISO 50001: A case study on energy management for heating load reduction for a social building stock in Northern Italy. *Energy and Buildings*, 219, 110029.  
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110029>
- Departamento Nacional de Planeacion, CONPES 4075. (2022). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4075.pdf>
- Enel Colombia.* (07 de 05 de 2024). Como se genera la electricidad:  
<https://enel.com.co/content/enel-co/es/megamenu/empresas/enel-generacion/como-se-genera-la-electricidad.html>
- Escuela Militar de Cadetes General Jose Maria Cordoba. (2021). Patrimonio cultural militar . Bogota D.C.
- ESMIC. (2021). Patrimonio Cultural Militar de la Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova”. (1).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.21830.9789585350649>
- Fernández Gómez, J. (febrero de 2021). Eficiencia Energetica en el Sector Industrial. *Orkestra Isntituto vasco de competitividad - Fundacion Deustro.*

<https://www.orquestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orkestra/210005-Eficiencia-Energ%C3%A9tica-Sector-Industrial-INFORME-COMPLETO-.pdf>

Fundación Natura. (2016). Reporte de huella de carbono corporativa. Bogotá, Colombia: Fundación Natura;CAEM.

García Fajardo, M. I., Caicedo Cuchimba, J. M., & Tobar Escobar, V. (2019). *Propuesta de auditoría energética para la industria aplicada a un caso de estudio del sector plástico*. <https://www-redalyc-org.ezproxy.uniagraria.edu.co/journal/496/49662789044/html/>

Gobierno de Colombia. (2021). Estrategia climática de largo plazo de Colombia E2050 para cumplir con el acuerdo en París. Bogotá. <https://carbononeutral.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/E2050-.pdf>

Gomez Miranda, I. N., & Vélez Macías, F. (2020). Application of multivariate methods and geo<del>e</del>statistics to model the relationship between CO<sub>2</sub> emissions and physicochemical variables in the Hidrosogamoso reservoir, Colombia. *Acta Limnologica Brasiliensia*, e1. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X1717>

Gómez, J. F. (2021). *Eficiencia energética en el sector industrial*. chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.orquestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orkestra/210005-Eficiencia-Energ%C3%A9tica-Sector-Industrial-INFORME-COMPLETO-.pdf>

González Celis, R. (2020). Matriz energética mundial y el cambio climático: estado actual.

<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/15654/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

González Martínez, M. A. (s.f.). La Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova”: inclusión y aportes a la sociedad colombiana. *Revista Fuerzas Armadas*. <https://doi.org/https://doi.org/10.25062/0120-0631.4826>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010).

*Metodología de la investigación*. México: McGRAW-HILL. <https://doi.org/ISBN:978-607-15-0291-9>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (s.f.). Metodología de la investigación . Monterrey, México.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLEÍA. (2017). Resumen ejecutivo Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC). *Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. Bogotá D.C, Colombia.

IPCC. (18 de 09 de 2019). Informe especial sobre los impactos del Calentamiento global de 1,5°C. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf)

Jovanovic, B., & Filipovic, J. (2016). ISO 50001 standard-based energy management maturity model – proposal and validation in industry. *Journal of Cleaner Production*, 112(Part 4), 2744-2755. <https://doi.org/https://doi-org.ezproxy.uniagraria.edu.co/10.1016/j.jclepro.2015.10.023>

Ley 2099. (2021). *POR MEDIO DE LA CUAL SE DICTAN DISPOSICIONES PARA LA TRANSICION ENERGETICA, LA DINAMIZACION DEL MERCADO ENERGETICO, LA REACTIVACION ECONOMICA DEL PAIS Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES.*

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=166326>

Ley 2169. (2021). *Por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones.*

<https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30043747>

Ley 2294. (2023). *Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026: Colombia potencia mundial de la vida.* Bogotá D.C.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510>

Li, H., & Wei, Q. (2024). A novel energy management method for multiple residential energy systems with energy exchange. *Neurocomputing*, 575, 127-185.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.neucom.2023.127185>

Llamas, P. L. (2009). *EFICIENCIA ENERGETICA Y MEDIO AMBIENTE.* España: Instituto de Investigación Tecnológica, Universidad Pontificia Comillas.

Marcos , F., & Plangklang, B. (2024). A high accurate user-friendly energy audit platform of a university building using ANN Bayesian regularization and Levenberg-Marquardt algorithm. *Energy Reports*, 11, 2220-2235.

<https://doi.org/https://doi->

[org.ezproxy.uniagraria.edu.co/10.1016/j.egy.2024.01.062](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.egy.2024.01.062)

- Marquardt, B. (2009). La cuestión ecológica de la revolución industrial y la habilidad para el futuro de la civilización industrial. *Pensamiento Jurídico, Universidad Nacional de Colombia*(25), 29-76.
- Ministerio de economía de Argentina Secretaría de Energía. (mayo de 2023). *Plan Nacional de Transición energética 2030*. <https://www.energiaestrategica.com/wp-content/uploads/2023/07/Plan-Transicion-Energetica-ARG-2030.pdf>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2022). *Guía de cálculo de huella de carbono en el Ministerio de Educación Nacional*.
- Ministerio de Minas y Energía . (2024). *Eficiencia energética*. <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/eficiencia-energ%C3%A9tica/>
- Ministerio de Minas y Energía, UPME. (2021). Plan de Acción Indicativo-PROURE. [https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PROURE/Documento\\_PROURE\\_2022-2030\\_v4.pdf](https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PROURE/Documento_PROURE_2022-2030_v4.pdf)
- Ministerio de Minas y Energía, UPME. (2021). Plan de Acción Indicativo-PROURE. [https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PROURE/Documento\\_PROURE\\_2022-2030\\_v4.pdf](https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PROURE/Documento_PROURE_2022-2030_v4.pdf)
- Ministerio de Minas y Energías, Resolución 40156. (2022). *Por medio del cual se adopta el Plan de Acción Indicativo 2022-2030*. [chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PROURE/Resolucion\\_40156\\_2022\\_MME.pdf](chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PROURE/Resolucion_40156_2022_MME.pdf)
- Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (Septiembre de 2021). *Guía para el desarrollo de auditorías de eficiencia energética y operativa en sistemas de tratamiento de agua*. [chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PROURE/Resolucion\\_40156\\_2022\\_MME.pdf](chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PROURE/Resolucion_40156_2022_MME.pdf)

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/guia-auditorias-vf.pdf

Morato Orozco, J. S. (2009). *Reduccion de gasto energetico eléctrico usando seis sigma*. Biblioteca digital Lasallista:

<http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/573/1/90-102.pdf>

Naciones Unidas. (1998). *Protocolo de Kyoto de la Convencion Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climatico*. <https://observatoriop10.cepal.org/es/media/409>

Naciones Unidas. (20-22 de junio de 2012). El futuro Que Queremos, El documento final de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/764Future-We-Want-SPANISH-for-Web.pdf>

Naciones Unidas. (2022). Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible Rio + 20. <https://sustainabledevelopment.un.org/rio20>

NQA Organismo de Certificación Global. (2018). *NQA Organismo de Certificación Global*. NQA-ISO 50001:2018 Guia de Implementacion de Sistemas de Gestion de la Energia: <https://www.nqa.com/medialibraries/NQA/NQA-Media-Library/PDFs/Spanish%20QRFs%20and%20PDFs/NQA-ISO-50001-Guia-de-implantacion.pdf>

Organizacion Internacional de Normalizacion (ISO). (2018). ISO 50002:2018. *Auditorias energeticas- Requisitos con orientación para su uso*.

Organizacion Internacional para la Normalizacion. (01 de 07 de 2018). ISO 50002:2018 Auditorias energeticas-requisitos con orientación para su uso. nqa.

<https://cdn.standards.iteh.ai/samples/60088/3cafa6d91f7448a08e475451140ada6d/ISO-50002-2014.pdf>

- Otsuka, A., & Goto, M. (01 de 06 de 2015). Estimation and determinants of energy efficiency in Japanese regional economies. *Regional Science Policy & Practice*, 7, 89-102. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/rsp3.12058>
- Pelgrims, M., Das, A., Correa, J., Morales, R., Morillo, J. L., Espinosa, M., . . . Cadena, A. (2020). *Propuesta de actualizacion y consolidacion de escenarios de emisiones de GEI por sector y evaluacion de costos de abatimiento asociados en Colombia*. Bogota: Vito y Universidad de los Andes.
- Pereira Blanco, M., & Turizo Pereira, L. A. (2020). Medidas para la implementación del uso racional y eficiente de la energía. Caso de las energías renovables en Colombia: Estado del arte, avance y retos. *Revista Juridicca*. <https://revistas.unicartagena.edu.co/index.php/Juridicca/article/view/3146/2673>
- Pinzón Casallas, D. D., Santamaría Piedrahita, F., & Corredor Ruiz, A. (2014). Uso racional y eficiente de la energía en edificios públicos en Colombia. *Revista científica Universidad Distrital*, 19(2), 93-103. <https://doi.org/10.14483/23448350.6497>
- Pinzon Varela, J. E. (2023). Desarrollo de una metodología para implementar la aplicacion energetica a patir de la ISO 50001, considerando las normas de apoyo ISO 50002 - ISO 50006 e ISO 50015 aplicada en empresas de bebidas de alto consumo. <https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/b2279c56-a4f4-4035-8a68-7267e3c6a179/content>

Republica de Colombia, Unidad de Planeacion Minero Energética. (22 de Noviembre de 2023). *Resolución 000762 de 2023*. Por la cual se actualiza el factor marginal de emisión del Sistema Interconectado Nacional del año 2022 para inventarios de emisiones de Gases de Efecto Invernadero-GEI y proyectos de mitigación de GEI: [https://www1.upme.gov.co/Normatividad/762\\_2023.pdf](https://www1.upme.gov.co/Normatividad/762_2023.pdf)

Restrepo, S., J. C., Ocampo, O. L., & Perdomo, L. (2014). Caracterización de la gestión energética en una empresa manufacturera de Manizales. *Energetica*(44), 33-39.

Rojas Barrios, F., & Hernández Conejeros, M. (septiembre de 2023). Compromisos carbono neutrales y net-zero en Latinoamérica y el Caribe. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0005139>

Schneider, H., & Samaniego, J. (s.f.). La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/f3677647-3a1c-4326-8342-5e10bfa2fc40/content>

Secretaría Distrital de Ambiente Subdirección de Políticas y Planes Ambientales. (2015). *Guía para el Cálculo y Reporte de Huella de Carbono Corporativa*. Bogota D.C, Colombia.

Secretaria Distrital de Ambiente-SDA. (2015). *Guía para el cálculo y reporte de huella de carbono corporativa*. <https://www.ambientebogota.gov.co/documents/10184/564058/Gu%C3%ada+para+el+c%C3%A1lculo+y+reporte+de+la+huella+de+carbono+corporativa.pdf/6c140744-1396-4df3-9637-ab262d91d97f>

- Solomon, B., & Krishna, K. (2011). The coming sustainable energy transition: History, strategies, and outlook. *Energy Policy*, 39, 7422-7431.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.09.009>
- Tzani, D., Exintaveloni, D. S., Stavrakas, V., & Flamos, A. (2023). Devising policy strategies for the deployment of energy efficiency Pay-for-Performance programmes in the European Union . *Energy Policy*, 178, 113593.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113593>
- Unidad de Planeacion Minero Energética - UPME. (2007). *Guia didactica para el desarrollo de Auditorías Energéticas*. Ministerio de Minas y Energia.
- United Nations Environment Programme. (2023). *Emissions Gap Report 2023: Broken Record – Temperatures hit new highs, yet world fails to cut emissions (again)*.  
<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/43922>
- United Nations Environment Programme. (2023). *Emissions Gap Report 2023: Broken Record – Temperatures hit new highs, yet world fails to cut emissions (again)*.  
<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/43922>
- UPME. (junio de 2023). *Actualización Plan Energético Nacional 2022-2052*. Como se genera la electricidad:  
[https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PEN\\_2020\\_2050/Actualizacion\\_PEN\\_2022-2052\\_VF.pdf](https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PEN_2020_2050/Actualizacion_PEN_2022-2052_VF.pdf)
- Vásquez Stanescu, C. L., Carillo Ozal, A. G., Tona Castillo, M. E., Galíndez Jimenez, M. V., Macias Camacaro, K. A., & Esposito de Díaz, C. (2017). Sistema de gestión energética y ambiental de Productos Alimex CA. *Suma de negocios*, 8(18), 115-121. <https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2017.11.003>

- World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute. (Septiembre de 2001). *Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte - GHG Protocol*. chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo\_spanish.pdf
- World Resources Institute. (2022). *Protocolo global para inventarios de emisiones de Gases de Efecto Invernadero a escala comunitaria*. [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2022-12/GHGP\\_GPC%20%28Spanish%29.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2022-12/GHGP_GPC%20%28Spanish%29.pdf)
- World Resources Institute. (2024). *Greenhouse Gas Protocol*. <https://ghgprotocol.org/about-us>
- Wu, M., Guo, M., & Xu, J. (2024). The influence of smart city policy on urban green energy efficiency- A quasi-natural experiment based on 196 cities. *Journal of Cleaner Production*, 449, 141818. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141818>
- WWF Colombia. (3 de Abril de 2018). *Glosario ambiental: ¿Qué son los Gases de Efecto Invernadero (GEI)?* <https://www.wwf.org.co/?325754/Que-son-los-Gases-de-Efecto-Invernadero-GEI>
- Yussuf, R., & Asfour, O. (2024). Applications of artificial intelligence for energy efficiency throughout the building lifecycle: An overview. *Energy and Buildings*, 305, 113903. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.113903>
- Zapata, A. (01 de 01 de 2016). *Ciclo de la calidad PHVA*. Universidad Nacional de Colombia.

Zhao, X., Wang, Z., Xie, Y., Taghizadeh-Hesary, F., & Li, H. (2024). Regional disparities and dynamic evolution of energy efficiency distribution: Evidence from 2052 Chinese counties. *Gondwana Research*, 130, 158-168.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gr.2024.01.009>

## ANEXO 1

TIPOS DE AUDITORIA NTC ISO 5002:2018					
Nivel	Tipo	Parametro	Escuela Militar de Cadetes General Jose Maria Cordoba		
			Cumple	No cumple	N/A
1	Aplicación Típica	Instalación, proceso o flota	x		
		Auditoria energéticas de pequeñas organizaciones o instalaciones	x		
		Auditoria preliminar para grandes organizaciones o instalaciones			x
	Necesidad Cubierta de negocio	Indicación de los potenciales de ahorros y beneficios que podrían resultar al realizar investigaciones más detalladas, tales como auditorias energéticas del tipo 2 o tipo 3			x
		Identificación de las áreas en las cuales enfocar los recursos de la gestión de la energía	x		
		Toma de conciencia mejorada de los costos de la energía y de los potenciales beneficios de la gestión de la energía	x		
	Recopilación de datos	Formación técnica básica o formación básica en ingeniería con una comprensión general de las fuentes y sistemas energéticos	x		
		Datos de energía de la instalación, incluyendo submedidores y perfiles de carga diaria (cuando estén disponibles)			x
		Datos apropiados sobre las variables pertinentes (Datos de producción, datos de ocupación) para establecer IDEs a nivel general			x
		Listas de equipos del emplazamiento para incluir datos de energía de la placa de identificación, descripción de equipos, esquemas de operación, factores de ocupación y estimación de los factores de carga	x		
	Análisis	Los datos de consumo de energía y de los equipos para organizarlos por equipos, sistemas y/o procesos.	x		
		Uso de la energía, datos de equipos para preparar el balance preliminar de energía e identificar los usos significativos de la energía (USEs).			x
		Revisión de alto nivel de los perfiles de consumo para identificar anomalías en los patrones diarios, semanales, mensuales o estacionales.			x
		Comparación con puntos de referencia disponibles para identificar altos consumidores de energía o ineficiencias.			x
	Identificación de oportunidades	Hacer un recorrido para inspeccionar visualmente los usos de la energía.	x		
		Identificar y cuantificar oportunidades de mejora del desempeño energético de bajo costo y fácilmente identificables.	x		
		Identificación de más oportunidades de mejora del desempeño energético de capital intensivo en un nivel genérico, pero que no se han materializado en una resolución técnica.			x
	Evaluación de oportunidades	Ahorros indicativos o típicos calculados, usando reglas comunes comparadas con la línea base energética.			x
		Nominación de periodos típicos de retorno de la inversión.			x

		Señalar las etapas requeridas para generar IDEns específicos que se pueden implementar.			x
<b>Salidas</b>		Identificación y evaluación básica de oportunidades de bajo costo que se pueden implementar fácilmente.	x		
		Comprensión del consumo de energía a nivel de emplazamiento, sistema, proceso o flota.	x		
		Toma de conciencia mejorada de la contribución relativa de cada fuente de energía, costos promedios unitarios de cada fuente y los beneficios potenciales de gestionar la energía.			x
		Determinación de la extensión de más oportunidades de capital intensivo.			x
<b>Resultados Nivel 1</b>			<b>10</b>	<b>0</b>	<b>14</b>
<b>Aplicación Típica</b>		Único emplazamiento, proceso o flota			x
		Auditoría de energía detallada			x
<b>Necesidad Cubierta de negocio</b>		Identificación y evaluación de un rango de oportunidades coherentes y específicas con costos y beneficios cuantificados			x
		Identificación de oportunidades para investigaciones adicionales o más detalladas			x
		Los auditores deberían tener habilidades y experiencia técnica, de gestión y profesional apropiadas, y familiaridad con los usos de la energía que están siendo auditados			x
		Los auditores con habilidad profesional y pericia apropiadas, analizan los datos de energía y de procesos para identificar y evaluar los oportunidades			x
<b>Recopilación de datos</b>		Datos de energía incluyendo los perfiles de carga diarios			x
		Datos apropiados sobre variables pertinentes (por ejemplo, datos de producción, datos de ocupación), para establecer IDEns a nivel general para los usos de energía significativos			x
		Datos de los submedidores			x
		Uso completo de los datos de emplazamiento disponibles. No es necesario que el auditor tome mediciones adicionales como parte de la auditoría, a menos que estas se requieran para cumplir requisitos del alcance de la auditoría			x
		Los datos de energía y la información a ser recopilados en la auditoría podrían incluir: – datos detallados sobre sistemas, procesos y equipos que consumen energía, incluyendo variables pertinentes conocidas; – configuración de equipos de seguimiento y análisis de la información; – documentos de diseño, operación y mantenimiento; – auditorías energéticas o estudios previos relacionados con la energía y el desempeño energético; – planes futuros que afectan el uso de la energía; – datos de producción y de procesos para evaluación del desempeño.			x
<b>2</b> <b>Análisis</b>		Análisis de los datos de energía actuales e históricos.			x
		IDEns a nivel de planta, flota, sistema, proceso o equipos para el análisis de oportunidades específicas, donde sea aplicable.			x
		Balace energético detallado, comparado con los datos de submediciones a nivel anual y de perfil, incluidas las variaciones estacionales o de producción, según corresponda.			x
		Balace de masa para equipos, sistemas y/o procesos que incluyan flujos significativos de productos que influyen en el consumo de energía, o análisis equivalente de energía y flujos de materiales.			x
		Balances utilizados para establecer el desempeño actual y el potencial de mejora.			x
		Evaluación de las opciones de diseño y configuración para cubrir las necesidades del sistema.			x

	Evaluación de las mejoras del desempeño energético asociados con cambios de equipos, sistemas o procesos.			x
Identificación de oportunidades	Uno o más estudios para identificar medidas de ahorro de energía en el emplazamiento, puede(n) satisfacer los requisitos de la auditoría.			x
	Identificación de un conjunto de mejoras del desempeño energético específicas e implementables, incluyendo acciones a corto, mediano y largo plazo, con ahorros energéticos comparados frente al balance energético detallado.			x
	Todas, o la mayoría, de las oportunidades de mejora del desempeño energético proporcionadas con costos y beneficios, incluyendo indicaciones de beneficios no energéticos (por ejemplo, ahorros en mantenimiento, mejora en seguridad o reducción del impacto ambiental).			x
Evaluación de oportunidades	Ahorros calculados utilizando oportunidades de mejora de desempeño energético específicas de tecnología comparadas con el balance energético detallado.			x
	Costos con base en la composición de elementos de capital y trabajo usando reglas de experiencia, costos estandarizados o información del proveedor fácilmente disponible. No se requieren cotizaciones del proveedor.			x
	La presentación del análisis económico acordado, típicamente incluye periodo de retorno de la inversión simple, pero puede incluir métodos tales como tasa interna de retorno (TIR) o valor actual neto (VAN).			x
Salidas	Comprensión detallada del consumo y uso de la energía.			x
	Comprensión de la contribución relativa de cada fuente de energía del emplazamiento, costos unitarios promedio y marginales para cada fuente.			x
	Identificación y evaluación básica de las oportunidades de bajo costo que se pueden implementar fácilmente.			x
	Determinación y análisis, incluyendo el cálculo exhaustivo de ahorros y costos preliminares de inversión, para las medidas de capital.			x
	Compilación de datos para propósitos de la revisión energética/seguimiento.			x
	Perfil operacional y balance detallado de la energía.			x
<b>Resultados Nivel 2</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>
Aplicación Típica	Todo el emplazamiento, proceso, sistema o flota.			x
	Auditoría energética exhaustiva con aportes significativos de la organización.			x
	Por lo general sólo rentable para organizaciones con alto gasto de energía o instituciones con metas de subsidios para inversiones de capital.			x
	También aplicables a nivel de sistemas (por ejemplo, aire comprimido).			x
Necesidad Cubierta de negocio	Identificación y evaluación de un rango coherente y específico de oportunidades de mejora del desempeño energético con costos y beneficios identificados, incluyendo la cuantificación de beneficios no energéticos.			x
	Los auditores deberían tener experiencia y habilidades técnicas, de gestión y profesionales, y familiaridad con el uso de la energía específica que se audita, para analizar los datos de energía y procesos detallados para identificar y evaluar las oportunidades.			x
	Oportunidades de investigación más detallada.			x
	Consideración de las estrategias de negocio en la auditoría.			x
	Perfil operativo o de carga del sitio o la flota.			x
	Variables apropiadas pertinentes (por ejemplo, datos de producción, datos de ocupación) para establecer IDEns a nivel general para los usos significativos de la energía.			x
	Datos de submedidores, evaluados por el nivel de perfil de carga para medidores significativos.			x

	Recopilación de datos	Datos de consumo de energía para procesos, sistemas y equipos clave del emplazamiento.			X
		Uso completo de los datos disponibles del emplazamiento, incluyendo datos del intervalo medido; se debería considerar la instalación de submedidores adicionales para el seguimiento o realizar ejercicios de registro específicos.			X
		Los datos se deberían recopilar durante un período de tiempo suficiente para tomar en cuenta el rango de valores esperado para las variables pertinentes y las demandas del sistema.			X
		Los datos de energía y la información a ser analizados en la auditoría podrían incluir: - datos detallados sobre sistemas, procesos y equipos que consumen energía, incluyendo las variables pertinentes conocidas; - configuración de equipos de seguimiento y análisis de la información; - documentos de diseño, operación y mantenimiento; - auditorías energéticas o estudios previos, relacionados con la energía y el desempeño energético; - planes futuros que afecten el uso de la energía; - información sobre cómo gestiona la organización su desempeño energético; - cotizaciones del proveedor para las oportunidades de mejora.			X
3	Análisis	Análisis de los datos de energía actuales e históricos			X
		IDEns a nivel de planta, flota, sistema, proceso o equipos para los usos significativos de la energía.			X
		Balance energético detallado, comparados con los datos de submediciones, usando datos de una frecuencia suficiente para capturar variaciones en el desempeño.			X
		Balance de masa para procesos que incluyan flujos significativos de producto que influyen en el consumo de energía (o análisis equivalente de energía y flujos de materiales).			X
		Evaluación de las opciones de diseño y configuración para cubrir las necesidades del sistema.			X
		Aplicación de un rango de métodos de análisis para explorar las relaciones entre el consumo de energía y las variables pertinentes.			X
		Recomendaciones para datos/ investigación adicionales para mejorar la exactitud de los datos.			X
Identificación de oportunidades	Uno o más estudios para identificar medidas de ahorro de energía en el emplazamiento, puede(n) satisfacer los requisitos de la auditoría.			X	
	La cuantificación de un rango de oportunidades de mejora del desempeño energético específicas e implementables, incluyendo acciones a corto, mediano y largo plazo (si es requerido), con ahorros energéticos comparados frente al balance energético detallado.			X	
	La identificación de las oportunidades de mejora del desempeño energético donde son requeridos datos/investigación adicionales, para mejorar la exactitud de los datos o evaluación.			X	
	Presentación a la organización de una lista borrador de las oportunidades para discusión, con el fin de confirmar la viabilidad de las oportunidades antes del análisis/investigación detallada.			X	
	Otros análisis, enfoques técnicos o experimentales (por ejemplo, ingeniería, ensayos de vehículos, estudios piloto, enfoques logísticos, simulaciones computacionales, encuestas ultrasónicas o imágenes termográficas) se pueden usar para comprender plenamente el consumo de energía.			X	
	Discusión con vendedores para identificar o verificar las últimas tecnologías para mejoras del desempeño energético.			X	
Evaluación de	Ahorros calculados utilizando oportunidades de mejora del desempeño energético específicas de tecnología comparadas con el balance energético detallado y teniendo en cuenta las interacciones del sistema.			X	

	<b>oportunidades</b>	Costos calculados con base en la composición de elementos de capital y trabajo, al nivel de precisión requerido por el proceso de gasto de capital existente de la compañía.			x
	<b>Salidas</b>	Comprensión detallada del consumo y del uso de la energía.			x
Identificación y análisis de las oportunidades de ahorro energético, incluyendo aquellas sin costo, de bajo costo y medidas de inversión de capital incluyendo beneficios energéticos y no energéticos, diseños preliminares de equipos o mejoras del proceso y requisitos de costos detallados.				x	
Datos para propósitos de revisión energética.				x	
Examinación de los sistemas de medición y recomendaciones para cubrir vacíos de datos.				x	
<b>Resultados Nivel 3</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>34</b>

## ANEXO 2

ETAPAS DE LA AUDITORIA ENERGÉTICA NTC ISO 50002:2018							
Planificación de la auditoría energética	Reunión de apertura	Recopilación de datos	Plan de medición	Realización de la visita al emplazamiento	Análisis	Informe de la auditoría energética	
<p>a) El auditor energético y la organización deben acordar lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) el alcance de la auditoría energética, los límites y el(los) objetivo(s).</li> <li>2) las necesidades y expectativas para alcanzar los objetivos de la auditoría.</li> <li>3) el nivel de detalle requerido.</li> <li>4) el periodo de tiempo para completar la auditoría energética.</li> <li>5) el criterio de evaluación y priorización de las oportunidades para mejorar el desempeño energético.</li> <li>6) los compromisos de tiempo y otros recursos por parte de la organización.</li> <li>7) los datos pertinentes que tienen que estar disponibles antes del inicio de la auditoría energética.</li> <li>8) los entregables esperados y formato del informe.</li> <li>9) si se debía presentar a la organización un borrador del informe final para comentarios.</li> <li>10) el representante de la organización responsable del proceso de auditoría energética.</li> <li>11) el proceso para acordar cualquier cambio en el alcance de la auditoría energética.</li> </ol> <p>b) El auditor energético debe solicitar información para establecer el contexto de la auditoría energética, incluyendo, según sea aplicable:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) requisitos reglamentarios u otras variables que afectan la auditoría energética.</li> <li>2) reglamentaciones u otras restricciones que afectan el alcance u otros aspectos de la auditoría energética propuesta.</li> <li>3) planes estratégicos que pueden afectar el desempeño energético de la organización.</li> <li>4) sistemas de gestión, tales como gestión ambiental, de la calidad, de la energía u otros.</li> <li>5) factores o consideraciones especiales que pueden cambiar el alcance, procesos y conclusiones de la auditoría energética.</li> <li>6) cualquier otra consideración, aún las subjetivas, incluyendo las opiniones, las ideas y las restricciones existentes con relación a potenciales medidas de mejora del desempeño energético.</li> </ol> <p>c) El auditor energético debe informar a la organización de:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) las instalaciones, equipos y servicios requeridos para permitir que la auditoría energética se lleve a cabo.</li> <li>2) los intereses comerciales u otros que podrían influenciar sus conclusiones o recomendaciones.</li> <li>3) cualquier otro conflicto de intereses.</li> </ol>	<p>El auditor energético informa a las partes interesadas acerca de los objetivos, el alcance definido, los límites y métodos de la auditoría energética, y revisar los acuerdos para la auditoría energética:</p> <p>a) El auditor energético debe solicitar de la organización que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) asigne personal que apoye al auditor energético o las personas apropiadas constituidos como un equipo para el propósito: estas personas deben tener las competencias y la autoridad necesarias para requerir o llevar a cabo operaciones directas en procesos y equipos, apoyar el alcance y objetivos de la auditoría energética definidos.</li> <li>2) informe al personal apropiado y otras partes interesadas acerca de la auditoría energética, sus funciones, responsabilidades, cooperación y cualquier requerimiento hecho a ellos que les afecte.</li> <li>3) asegure la cooperación de las partes afectadas.</li> <li>4) confirme cualquier condición inusual que pueda afectar a la auditoría energética o al desempeño energético, por ejemplo, trabajo de mantenimiento, visitas especiales (clientes, reguladores, etc.), cambios significativos en los volúmenes de producción y otras.</li> </ol> <p>b) El auditor energético debe acordar con la organización:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) los acuerdos de acceso para el auditor energético, según se requiera por el alcance de la auditoría energética definido.</li> <li>2) los requisitos de las reglas y procedimientos de salud, protección, seguridad y emergencias.</li> <li>3) la disponibilidad de recursos, incluyendo datos de energía y la necesidad de medición adicional.</li> <li>4) los acuerdos de no divulgación aplicables.</li> <li>5) los requisitos para cualquier medición especial, si se requiere.</li> <li>6) los procedimientos a seguir para la instalación de los equipos de medición, si se requiere.</li> </ol>	<p>El auditor energético debe recopilar, coleccionar y registrar los datos de energía apropiados que apoyen los objetivos de la auditoría. Esto incluye la siguiente información:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) listado de los sistemas, procesos y equipos que consumen energía.</li> <li>b) las características detalladas de los usos de la energía dentro del alcance definido de la auditoría energética, incluyendo las variables pertinentes y cómo la organización cree que estas pueden influenciar el desempeño energético.</li> <li>c) los datos históricos y actuales del desempeño energético, incluyendo.             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) consumo de energía.</li> <li>2) variables pertinentes.</li> <li>3) mediciones pertinentes relacionadas.</li> </ol> </li> <li>d) historia operacional y eventos pasados que podrían haber afectado el consumo de energía en el periodo cubierto por los datos recopilados.</li> <li>e) equipos de seguimiento, configuración y análisis de la información.</li> <li>f) planes futuros que pueden afectar el desempeño energético.</li> <li>g) auditorías energéticas o estudios previos relacionados con el desempeño energético.</li> <li>h) horarios de tarifas actuales de energía o tarifa de referencia a usar para el análisis financiero.</li> <li>i) otros datos económicos pertinentes.</li> <li>j) conocimiento de cómo la organización gestiona su uso y consumo de energía.</li> <li>k) el sistema de distribución energética y su gestión.</li> </ol>	<p>Los principales elementos que se deben incluir en el plan de medición son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) listado de los puntos de medición pertinentes y sus procesos y equipos de medición asociados.</li> <li>b) la identificación de cualquier punto de medición adicional, equipos de medida adecuados, sus procesos asociados y viabilidad de instalación.</li> <li>c) la precisión y repetibilidad requeridas para las mediciones y su incertidumbre de medición asociada.</li> <li>d) la duración y frecuencia de cada medición; por ejemplo, puntos de datos individuales o seguimiento continuo.</li> <li>e) la frecuencia de adquisición para cada medición.</li> <li>f) un periodo de tiempo adecuado en el que las actividades son representativas.</li> <li>g) las variables pertinentes proporcionadas por la organización, por ejemplo, datos de parámetros operativos y de producción.</li> <li>h) las responsabilidades para llevar a cabo las mediciones, incluyendo el personal que trabaja para, o en nombre de, la organización.</li> <li>g) (si es factible o viable) la calibración y trazabilidad del equipo de medición.</li> </ol>	<p>Gestión del trabajo de campo :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) observar los usos de la energía dentro de la organización y comparar con la información provista en la recopilación de datos.</li> <li>b) evaluar el uso y consumo de energía de acuerdo con el alcance, límite, objetivo(s) y métodos acordados de la auditoría energética.</li> <li>c) comprender el impacto de las rutinas de operación y el comportamiento de los usuarios en el desempeño energético.</li> <li>d) generar ideas preliminares, oportunidades, cambios operacionales o de tecnologías que puedan conducir a la mejora del desempeño energético.</li> <li>e) listar las áreas y procesos para los cuales se necesitan datos adicionales para posterior análisis.</li> <li>f) asegurar que las mediciones, observaciones y los datos anteriores son representativos de las prácticas operacionales.</li> <li>g) asegurar que los datos históricos provistos son representativos de la operación normal.</li> <li>h) informar inmediatamente a la organización de cualquier dificultad inesperada encontrada durante la auditoría energética, incluyendo el acceso a los datos y la documentación.</li> </ol> <p>Visita al emplazamiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) identificar a una o más personas para proveer acceso y actuar como guía y acompañante para el auditor energético durante sus visitas al emplazamiento, como sea requerido: estas personas deben tener las competencias y autoridad necesarias para solicitar o llevar a cabo operaciones directas sobre procesos y equipos, si es requerido.</li> <li>b) cuando haya sido acordado durante la planificación de la auditoría energética, identificar una o más personas para instalar registradores de datos y equipos de monitorización de energía durante las visitas al emplazamiento: estas personas deberían tener la autoridad necesaria para solicitar la operación al personal de operación o mantenimiento que lleve a cabo operaciones directas en procesos y equipos, si es requerido.</li> <li>c) dar acceso al auditor energético a los documentos pertinentes</li> <li>d) permitir la instalación de equipos de monitorización de energía y registradores de datos según lo acordado durante la planificación de la auditoría energética.</li> </ol>	<p>Análisis del desempeño energético actual:</p> <p>El auditor energético debe establecer y evaluar el desempeño energético actual de los usos de la energía dentro del alcance definido de la auditoría energética. El desempeño energético actual proporciona la base para evaluar las mejoras y debe incluir:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) el desglose del consumo de energía por uso y fuente.</li> <li>b) usos de la energía que ocasionan un consumo sustancial de energía.</li> <li>c) cuando esté disponible y sea comparable, comparaciones con valores de referencia de procesos similares.</li> <li>d) un patrón histórico del desempeño energético.</li> <li>e) mejoras esperadas del desempeño energético.</li> <li>f) cuando sea apropiado, las relaciones entre el desempeño energético y las variables pertinentes.</li> <li>g) una evaluación del(de los) indicador(es) de desempeño energético existente(s) y, si es necesario, propuestas para un(unos) nuevo(s) indicador(es) de desempeño energético.</li> </ol> <p>Identificación de las oportunidades de mejora:</p> <p>El auditor energético debe identificar las oportunidades de mejora del desempeño energético con base en el análisis y en lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) su propia competencia y experiencia.</li> <li>b) la evaluación de las opciones de diseño y configuración para cubrir las necesidades del sistema.</li> <li>c) la vida útil operacional, condición, operación y nivel de mantenimiento de los objetos auditados.</li> <li>d) la tecnología de los usos de energías existentes en comparación con la más eficiente del mercado.</li> <li>e) las mejores prácticas, incluyendo controles operacionales y comportamientos.</li> <li>f) usos de energía en el futuro y cambios en la operación.</li> </ol> <p>Evaluación de las oportunidades de mejora:</p> <p>El auditor energético debe evaluar el impacto de cada oportunidad en el desempeño energético actual, basado en lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) ahorros de energía sobre un periodo de tiempo acordado y tiempo de vida operativa esperada.</li> <li>b) ahorros financieros anticipados de cada oportunidad de mejora.</li> <li>c) inversiones necesarias.</li> <li>d) acuerdos sobre criterios económicos y otros, identificados en la planificación de la auditoría energética.</li> <li>e) otros beneficios no energéticos (tales como productividad o mantenimiento).</li> <li>f) la priorización de oportunidades de mejora del desempeño energético.</li> <li>g) interacciones potenciales entre varias oportunidades.</li> </ol>	<p>debe ser apropiado al alcance, límites y objetivo(s) definidos para la auditoría energética.</p> <p>El informe de la auditoría energética debe incluir los siguientes temas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) resumen ejecutivo:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) resumen del uso y consumo de energía.</li> <li>2) priorización de las oportunidades para mejorar el desempeño energético.</li> <li>3) programa de implementación sugerido.</li> </ol> </li> <li>b) antecedentes:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) información general sobre la organización, el auditor energético y los métodos de la auditoría energética.</li> <li>2) requisitos legales y otros aplicables a la auditoría energética.</li> <li>3) declaración de confidencialidad.</li> <li>4) contexto de la auditoría energética.</li> <li>5) descripción de la auditoría energética, alcance y límites definidos, objetivo(s) de la auditoría y plazos.</li> <li>6) detalles de la auditoría energética:                 <ol style="list-style-type: none"> <li>1) información de la recopilación de datos:                     <ol style="list-style-type: none"> <li>i) plan de medición.</li> <li>ii) tipo de datos utilizados (frecuencia de adquisición, periodo de medición, cuál es medido y cuál es estimado), iii) copia o referencia de los datos clave utilizados, incluyendo informes de ensayos, certificados de calibración, registro de los equipos de acuerdo con (planificación de la auditoría energética).</li> </ol> </li> <li>2) análisis del desempeño energético y del(de los) indicador(es) de desempeño energético.</li> <li>3) base para los cálculos, estimaciones y supuestos y la precisión resultante.</li> <li>4) criterio para la priorización de las oportunidades para mejorar el desempeño energético.</li> </ol> </li> <li>d) oportunidades para mejorar el desempeño energético:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) recomendaciones y programa de implementación sugerido.</li> <li>2) suposiciones y métodos usados en el cálculo de los ahorros de energía, y la precisión resultante de los ahorros de energía y beneficios calculados.</li> <li>3) suposiciones usadas en el cálculo de los costos de implementación y la precisión resultante.</li> <li>4) análisis económico apropiado, incluyendo incentivos financieros conocidos y los beneficios no energéticos.</li> <li>5) potenciales interacciones con otras recomendaciones propuestas.</li> <li>6) métodos de medición y verificación recomendados para su uso en la evaluación post-implementación de las oportunidades recomendadas.</li> </ol> </li> <li>e) conclusiones y recomendaciones.</li> </ol> </li></ol>	<p>En la reunión de cierre el auditor energético debe:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) presentar los resultados de la auditoría energética de manera que facilite la toma de decisiones por la organización.</li> <li>b) ser capaz de explicar los resultados y tratar las preguntas.</li> <li>c) si es aplicable, identificar los asuntos que requieren un análisis adicional o seguimiento por el auditor energético.</li> </ol>

## ANEXO 3

Planta	Usuario energetico	Equipo	Cantidad	Potencia (W)	Tiempo aproximado de uso (h/dia)	Consumo de energia estimado (Wh/dia)
1	Cafeteria A	Refrigerador industrial (3 puertas)	2	6467	24	310416
1		Refrigerador industrial (2puertas)	1	6200	24	148800
1		Congelador horizontal (Helados)	2	4020	24	192960
1		Vitrina refrigeradora	1	290,6	24	6974,4
1		Lampara techo LED cuadrada	8	60	15	7200
1		Lampara de techo LED redonda	4	18	15	1080
1		Horno industrial	1	6200	20	124000
1		TV	2	130	8	2080
1		Microondas	2	1500	12	36000
1		Cafeteria B	Refrigerador pequeño industrial	2	3000	11
1	Vitrina enfriador		1	5500	24	132000
1	Horno industrial		1	6200	8	49600
1	Maquina de café		1	2200	11	24200
1	Papeleria A	Fotocopiadora	3	1584	12	57024
1		Lampara techo led cuadrada	7	60	12	5040
1		Computador	3	393,8	14	16539,6
1		Laminadora	1	500	0,066	33
1	Minimarquet A	Refrigerador industrial (Multipuertas)	1	20666	24	495984
1		Refrigerador industrial 2 puertas	1	6200	24	148800
1		Congelador Horizontal	1	4020	24	96480
1		Impresora POS	1	286	12	3432
1		Monitor	1	187	12	2244
1		Lampara LED-Cuadrada	6	30	12	2160
1		TV	1	130	12	1560
1		Camaras	9	3,3	24	712,8
1	Banco BBVA	Contadora	1	50	8	400
1		Impresora	1	902	8	7216
1		Computador	1	393,8	8	3150,4
1		Lampara LED-Cuadrada	12	30	8	2880
1		Camaras	3	3,3	24	237,6
1		Cajeros automaticos	2	600	24	28800
1		Papeleria B	Impresora	1	158	14
1	Fotocopiadora		2	1584	14	44352
1	Computador		3	393,8	14	16539,6
1	Laminadora		1	500	0,047	23,5
1	Minimarquet B	Refrigerador industrial (3 puertas)	1	6466	24	155184
1		Refrigerador industrial (2 puertas)	2	6200	24	297600
1		TV	1	130	16	2080
1		Microondas	2	900	16	28800
1		Lampara LED-Cuadrada	6	30	16	2880
1		Lampara LED	2	36	16	1152
1	Sastrenia	Maquina de Coser	2	20	12	480
1		Filetiadora	1	550	12	6600
1		Lampara LED (Cuadrada)	4	30	12	1440
1		Lampara LED	1	36	12	432
1	Zona comun 1	Lampara LED (Redonda)	104	18	12	22464
2	Litografia	Impresora Laser	1	265	8	2120
2		Impresora normal	1	6,5	2	13
2		Impresora de corte	1	150	1	150
2		Termofijadora	1	1000	1	1000
2		Fotografadora	1	50	3	150
2		Lampara LED	2	36	12	864
2		Lampara techo colgante	2	31	12	744
2		Maquina corte de cabello	4	5	3	60

2	Peluquería	Lampara LED (Cuadrada)	6	30	12	2160
2		Lampara LED (Redonda)	9	30	12	3240
2		Lampara LED	3	16	12	576
2		Secador	4	1900	0,5	3800
2		TV	1	130	5	650
2	Zona comun 2	Lampara LED (Redonda)	119	18	12	25704
3	Restaurante A	Refrigerador industrial (1puert)	2	3200	24	153600
3		Nevera	2	1600	24	76800
3		Estractor Industrial	1	200	12	2400
3		Regístradora	1	40	12	480
3	Restaurante B	Refrigerador industrial (1puert)	1	6546	24	157104
3		Refrigerador industrial (2puertas)	1	7823	24	187752
3		Congelador horizontal	1	710	24	17040
3		Vitrina electrica	1	250	5	1250
3		Microondas	2	1600	12	38400
3	Heladería	TV	1	130	12	1560
3		Refrigerador vitrina	3	6600	24	475200
3		Congelador horizontal	4	4020	24	385920
3		Congelador horizontal industrial	2	1350	24	64800
3		Licuada Industrial	2	1050	2	4200
3		Microondas	1	1500	12	18000
3	Zona comun 3	Lampara de techo led redonda	156	18	12	33696
<b>Consumo de energía estimado (Wh/día)</b>						<b>4215675,9</b>
<b>Consumo de energía estimado (Wh/mes)</b>						<b>126470277</b>
<b>Consumo de energía estimado (kWh/día)</b>						<b>4215,6759</b>
<b>Consumo de energía estimado (kWh/mes)</b>						<b>126470,277</b>