



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA
EN INDUSTRIAS FABRICANTES BASADA EN LA NORMA ISO
50001:2018”**

Autor:

Bermello Zambrano Tommy Ivan

Tutor de Titulación:

Ing. Hidrovo Alcívar Pablo Horacio

Manta - Manabí - Ecuador

2025

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN
INDUSTRIAS FABRICANTES BASADA EN LA NORMA ISO
50001:2018”**

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, como requisito para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Aprobado por el Tribunal Examinador:

DECANO DE LA FACULTAD

DIRECTOR

JURADO EXAMINADOR

JURADO EXAMINADOR

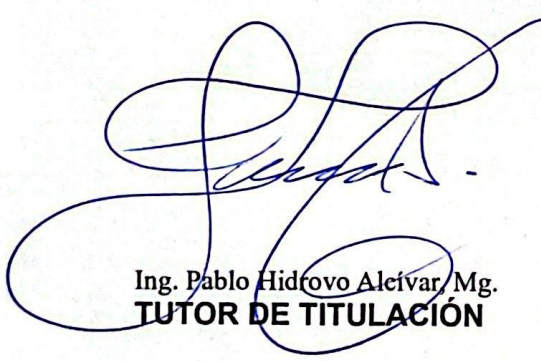
Certificación del Tutor

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Bermello Zambrano Tommy Ivan**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Industrial, período académico **2025-2**, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **"Desarrollo de una metodología para la implementación de sistemas de gestión energética en industrias fabricantes basada en la Norma ISO 50001:2018"**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.



Ing. Pablo Hidrovo Alcívar, Mg.
TUTOR DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS

Bermello Zambrano Tommy Ivan, estudiante de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ingeniería Industria y Arquitectura, Carrera de Ingeniería Industrial, libre y voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido del presente trabajo titulado **“Desarrollo de una metodología para la implementación de sistemas de gestión energética en industrias fabricantes basada en la Norma ISO 50001:2018.”** Es una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor, Ing. Hidrovo Alcivar Pablo y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



Tommy Ivan Bermello Zambrano
C.I. 1315292555



Ing. Pablo Horacio Hidrovo Alcivar
C.I. 0802289850

Dedicatoria

A Dios, por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi formación profesional. A mi familia y mi novia que es parte de ella, por su apoyo incondicional, comprensión y motivación constante a lo largo de todo este proceso académico, su confianza y aliento fueron fundamentales para no rendirme ante las dificultades.

A mis docentes quienes con su guía, conocimientos y experiencia contribuyeron de manera decisiva a mi formación académica y profesional, en especial a quienes orientaron el desarrollo de esta tesis, por su acompañamiento, paciencia y valiosos aportes. A la institución que me formó por proporcionarme las herramientas necesarias para crecer tanto en lo personal como en lo profesional, y por fomentar una educación basada en el compromiso, la ética y la excelencia.

Finalmente agradezco a todas aquellas personas que de manera directa o indirecta aportaron con su tiempo, apoyo y palabras de aliento para que este trabajo se concrete. Este logro no es solo personal sino también el reflejo del respaldo y la confianza de quienes me rodean.

Reconocimiento

A mi tutor de tesis, Ing. Pablo Hidrovo quien desde el inicio de este proceso me brindó su guía académica, acompañamiento constante y confianza profesional, su conocimiento, criterio técnico y disposición para orientar cada etapa de esta investigación fueron fundamentales para el desarrollo y culminación del presente trabajo. Más allá de su rol como tutor, fue un referente de compromiso, responsabilidad y vocación académica.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, quienes a lo largo de mi formación universitaria aportaron con sus conocimientos, experiencias y enseñanzas, fortaleciendo mi desarrollo profesional y personal.

A mis compañeros y amigos por su apoyo, motivación y compañerismo durante este proceso académico, así como por compartir aprendizajes y desafíos que hicieron más agradable este camino.

Finalmente a mi familia por su apoyo incondicional, comprensión y confianza permanente siendo el pilar fundamental que me impulsó a alcanzar este objetivo académico.

Tommy Ivan Bermello Zambrano

Índice de Contenido

Certificado del tutor	iii
Declaración de autoría	iv
Dedicatoria	v
Reconocimiento	vi
Índice de Contenido	vii
Índice de Tablas	xi
Índice de Ilustraciones	xii
Resumen ejecutivo	xiii
Executive Summary	xiv
Introducción	1
Planteamiento del problema	2
Formulación del problema	5
Preguntas directrices	5
Objetivos	6
Objetivo General	6
Objetivos Específicos	6
Justificación	7
Capítulo 1	10
1 Fundamentación Teórica	10
1.1 Antecedentes Investigativos	10
1.2 Bases Teóricas	13
1.2.1 Concepto y Relevancia de la Eficiencia Energética	13
1.2.1.1 Concepto de Eficiencia Energética	13
1.2.1.2 Aspectos Técnicos de la Gestión Energética en la Industria	14
1.2.2 Normativas y Estándares Internacionales	15

1.2.2.1	Rol de la ISO 50001 y Otras Normas.....	15
1.2.2.2	Implementación y Certificación en el Sector Industrial	16
1.2.3	Metodologías y Estrategias para la Gestión Energética	17
1.2.3.1	Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs)	17
1.2.3.2	Estrategias de Mejora Continua y Demand Side Management 19	
1.2.3.3	Casos de Implementación y Estudios de Caso	19
1.2.4	Barreras y Desafíos en la Implementación de la Gestión Energética 20	
1.2.4.1	Barreras Económicas y Organizacionales	20
1.2.4.2	Desafíos Tecnológicos y de Innovación.....	21
1.2.4.3	Propuestas de Superación y Políticas Públicas	22
1.3	Marco Metodológico	23
1.3.1	Modalidad Básica de la Investigación	23
1.3.2	Enfoque	24
1.3.3	Nivel de Investigación	24
1.3.4	Población de Estudio	24
1.3.5	Tamaño de la muestra	25
1.3.6	Técnicas de recolección de datos	25
1.3.6.1	Datos existentes	25
1.3.7	Plan de recolección de datos	26
1.3.8	Procesamiento de la información	27
Capítulo 2		29
2.	Diagnóstico o Estudio de Campo	29
2.1	Diagnóstico situacional	29
2.2.	Descripción del proceso productivo, estratégicos y de apoyo	30
2.2.1.	Criterios para la clasificación de procesos	30

2.2.2. Procedimiento metodológico para la identificación	31
2.3. Identificación de áreas con mayor consumo energético	32
2.4. Aplicación del checklist de la Norma ISO 50001:2018	34
2.4.2. Procedimiento de aplicación	36
2.5. Resultados del levantamiento de información.....	37
2.5.1. Resultados sobre el contexto organizacional y energético.....	37
2.5.2. Resultados del análisis general del consumo energético	38
2.5.3. Resultados sobre la identificación de áreas con mayor impacto energético	38
2.5.4. Resultados de la revisión documental según la metodología	39
2.6. Procesamiento y análisis de los datos obtenidos.....	40
2.7. Resultado del diagnóstico energético	43
2.8 Cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 50001:2018.....	45
2.8.1. Evaluación general por capítulo de la normativa	45
2.8.2. Interpretación metodológica del cumplimiento	47
2.8.3. Resumen del cumplimiento metodológico	47
2.9. Determinación de brecha y oportunidad de mejora	49
2.9.1 Clasificación y priorización de brechas	50
2.9.2 Identificación de oportunidades de mejora	51
Capítulo 3	53
3. Propuesta de Mejora.....	53
3.1 Fundamentación de la metodología propuesta	53
3.1.1 Objetivo de la metodología propuesta	54
3.1.2 Estructura general de la metodología basada en ISO 50001:2018	55
3.2 Diseño del checklist.....	57
3.2.1 Sistema de evaluación del checklist.....	58
3.2.2 Procedimiento de aplicación paso a paso	61

3.3 Checklist de la normativa ISO 50001:2018	63
3.5 Beneficios esperados	105
Conclusión	107
Recomendaciones	108
Bibliografía	109

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Ejemplo de Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs) en el Sector Agroalimentario</i>	18
Tabla 2 <i>Comparación de Beneficios en Diferentes Sectores Industriales</i>	20
Tabla 3 <i>Plan de recolección de datos</i>	26
Tabla 4 <i>Aspectos técnicos para un primer diagnóstico situacional</i>	29
Tabla 5 <i>Etapas para la identificación metodológica</i>	31
Tabla 6 <i>Pasos para identificar áreas de mayor consumo energético</i>	32
Tabla 7 <i>Estructura de los elementos claves del checklist</i>	34
Tabla 8 <i>Criterios de evaluación del checklist</i>	36
Tabla 9 <i>Ejemplo de matriz de sistematización inicial</i>	40
Tabla 10 <i>Ejemplo de valoración por criticidad</i>	41
Tabla 11 <i>Ejemplo metodológico de resultados del diagnóstico energético</i>	43
Tabla 12 <i>Ejemplo metodológico de evaluación del cumplimiento por capítulo ISO 50001:2018</i>	46
Tabla 13 <i>Clasificación metodológica de brechas por impacto</i>	47
Tabla 14 <i>Ejemplo de matriz general de brechas identificadas según ISO 50001:2018</i>	49
Tabla 15 <i>Priorización metodológica de brechas</i>	50
Tabla 16 <i>Ejemplo matriz de brecha – oportunidad de mejora</i>	51
Tabla 17 <i>Relación entre la propuesta metodológica y los requisitos de la ISO 50001:2018</i>	53
Tabla 18 <i>Relación de los capítulos de la norma con la fase del ciclo PVHA</i>	57
Tabla 19 <i>Escala de cumplimiento del checklist metodológico</i>	59
Tabla 20 <i>Ponderación por capítulos</i>	59
Tabla 21 <i>Nivel de madurez energética resultante</i>	60
Tabla 22 <i>Secuencia de uso del checklist</i>	61
Tabla 23 <i>Tiempos estimados de aplicación del checklist según tamaño organizacional</i>	62
Tabla 24 <i>Checklist propuesto como desarrollo de la metodología</i>	64
Tabla 25 <i>Ejemplo básico de presentación de hoja de ruta</i>	104

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 <i>Ejemplo conceptual de distribución del nivel de cumplimiento</i>	42
Ilustración 2 <i>Representación conceptual del nivel de cumplimiento del ejemplo mostrado</i>	48
Ilustración 3 <i>Ciclo de mejora continua</i>	55
Ilustración 4 <i>Diagnóstico inicial de implementación del checklist</i>	56

Resumen ejecutivo

Esta investigación tuvo como objetivo principal el desarrollo de una metodología para la implementación de Sistemas de Gestión de la Energía en industrias fabricantes basada en los lineamientos de la norma ISO 50001:2018, mediante el diseño de un checklist como herramienta central, el proyecto se desarrolló cumpliendo con los objetivos planteados, orientados a facilitar la comprensión, aplicación y seguimiento de los requisitos normativos, promoviendo una gestión energética sistemática y accesible.

Inicialmente se realizó un análisis teórico de los fundamentos de la eficiencia energética, la gestión energética en el sector industrial y el marco normativo internacional, lo que permitió establecer las bases conceptuales para la construcción de la metodología, posteriormente se estructuró un modelo de diagnóstico energético basado en el ciclo PVHA traduciendo cada cláusula de la norma en ítems verificables organizados en un checklist práctico.

El checklist fue diseñado con criterios documentales, operativos y estratégicos, asegurando una visión integral del Sistema de Gestión de la Energía y su aplicabilidad en distintos niveles de madurez organizacional. Asimismo se definió un procedimiento paso a paso para la aplicación del instrumento incluyendo tiempos de referencia, procesamiento de resultados, interpretación de hallazgos y generación de una hoja de ruta para la implementación del sistema, este enfoque convierte al checklist en una herramienta dinámica que acompaña todas las etapas del SGEEn desde el diagnóstico inicial hasta la mejora continua.

La presente investigación cumplió con el desarrollar de una metodología estructurada, práctica y que sea replicable permitiendo a las organizaciones implementar la normativa ISO 50001:2018 de manera ordenada, ayudando a reducir la brecha entre la normativa y su aplicación real, colocando a la gestión energética como un eje estratégico de sostenibilidad.

Palabras clave: Gestión energética, ISO 50001:2018, checklist, eficiencia energética, mejora continua.

Executive Summary

This research aimed primarily to develop a methodology for the implementation of Energy Management Systems in manufacturing industries based on the guidelines of the ISO 50001:2018 standard, through the design of a checklist as the central tool. The project was carried out in compliance with the proposed objectives, focused on facilitating the understanding, application, and monitoring of regulatory requirements, promoting a systematic and accessible approach to energy management.

Initially, a theoretical analysis was conducted on the fundamentals of energy efficiency, energy management in the industrial sector, and the international regulatory framework, which made it possible to establish the conceptual foundations for building the methodology. Subsequently, an energy diagnosis model based on the PDCA cycle was structured, translating each clause of the standard into verifiable items organized in a practical checklist.

The checklist was designed with documentary, operational and strategic criteria, ensuring a comprehensive view of the Energy Management System and its applicability at different levels of organizational maturity. Likewise a step-by-step procedure was defined for the application of the instrument, including reference times, result processing, interpretation of findings and the generation of a roadmap for system implementation, this approach turns the checklist into a dynamic tool that accompanies all stages of the EnMS, from the initial diagnosis to continuous improvement.

The present research succeeded in developing a structured, practical and replicable methodology that enables organizations to implement the ISO 50001:2018 standard in an orderly manner, helping to reduce the gap between the regulation and its real-world application, and positioning energy management as a strategic axis of sustainability.

Keywords: Energy management, ISO 50001:2018, checklist, energy efficiency, continuous improvement.

Introducción

La energía es un recurso esencial en la industria contemporánea, vemos cada día que las compañías de producción se encuentran con el reto de generar más y mejor, sin olvidar la obligación de proteger el medio ambiente que nos envuelve, en estas situaciones el aprender a administrar la energía de forma eficaz no solo contribuye a disminuir costos y aumentar la competitividad de una compañía, sino que se transforma en un compromiso auténtico con el planeta y las generaciones futuras.

A pesar de ser una base firme para las organizaciones que aspiran el mejorar su eficiencia energética en los últimos años la norma ISO 50001:2018 en diversas industrias ecuatorianas y en especialmente en la región de Manabí se considera un obstáculo al momento de su implantación, esto debido a limitaciones técnicas y económicas, falta de información y capacitación en cuestiones vinculadas a la eficiencia energética, para esto ciertas compañías han evidenciado que se puede progresar y conseguir resultados favorables tanto en términos económicos como medioambientales.

El objetivo es simple, que las compañías dejen de rastrear a ciegas y sean capaces de identificar con precisión las pérdidas de energía, eficiencia y sentido común, para así tomar decisiones que no solo resultan atractivas en una exposición, sino que están respaldadas por datos concretos, que no administren calculando en la intuición sino con pruebas y que principalmente se involucren de manera activa en los compromisos de sostenibilidad que ya no son una alternativa moral sino una necesidad vital.

Este proyecto no persigue simplemente el desarrollar una metodología para que las organizaciones ahorren algunos kilovatios ni reducir los gastos operativos, busca mucho más, busca promover una cultura, una forma de pensar y comportarse en la que la mejora continua no sea un eslogan de un cartel corporativo sino una acción tangible.

Planteamiento del problema

La administración de energía en el sector industrial juega un papel crucial en la disminución del uso de energía y en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, los sistemas de gestión energética de acuerdo con la norma ISO 50001:2018 definen un plan para maximizar la utilización de energía y lograr el ahorro de recursos conforme a la norma ISO 50001:2018, de acuerdo con la Organización Internacional de Normalización ISO (2018). La implementación de este sistema de administración en diversos entornos como los industriales ha evidenciado beneficios en la mejora de procesos, disminución de gastos operacionales y el logro de objetivos medioambientales.

En Ecuador el aumento en el consumo de electricidad por individuo junto con la preponderancia de combustibles fósiles en la fuente de energía pone de manifiesto la importancia de implementar políticas para mejorar la eficiencia energética en el sector industrial y promover un Plan Nacional de Eficiencia Energética en concordancia con políticas internacionales (Ministerio de Energía y Minas, 2019).

Ecuador estableció alianzas internacionales que promueven la implementación de políticas concretas para la eficiencia energética como la norma ISO50001 para las industrias, según Ministerio de Energía y Minas (2023). En 2020 el uso de energía industrial constituyó un porcentaje considerable del gasto energético nacional, el sector industria aportaba a las emisiones de gases de efecto invernadero en un porcentaje inferior al de otros sectores, su aporte era significativo debido a los objetivos estratégicos establecidos para disminuir dicho impacto en el país (Ministerio de Energía y Minas, 2023).

No obstante OCP Ecuador se encuentra entre esas escasas organizaciones que han conseguido la codiciada certificación ISO 50001, sin embargo incluso con ese reconocimiento en mente la compañía todavía se encuentra con restricciones significativas tal como lo indica el informe de OPC Ecuador SA (2023).

Esta diferencia evidencia algo más profundo que un simple desajuste técnico esto revela la grieta entre las políticas gubernamentales que suelen hablar en el lenguaje de las buenas intenciones y las condiciones concretas del sector manufacturero donde

el consumo energético sigue siendo alto, la dependencia de energía es casi estructural y las exigencias internacionales no esperan.

En muchas compañías locales la tecnología sigue anclada en lo tradicional como si el tiempo se hubiera detenido justo antes del primer chip de automatización, la supervisión del uso energético cuando existe es más intuitiva que técnica y eso limita seriamente la capacidad de identificar por dónde se escapa la eficiencia y de paso el dinero.

Según Rodríguez et al. (2022), en buena parte del sector las herramientas para controlar, automatizar y auditar el consumo energético son tan escasas como la formación técnica especializada y así se espera que las empresas compitan en un mundo hiperconectado usando métodos que en muchos casos no han cambiado desde que el fax era innovación.

La Fabril SA, fabricante de una amplia variedad de productos en Manabí obtuvo recientemente la certificación ISO 50001:2018 tras realizar progresos significativos, donde se destaca el aumento y uso de biomasa para la producción de vapor, además de mejorar el aislamiento térmico de sus depósitos (KCH comunicación, 2025).

Las técnicas se vuelven claras cuando no se poseen mediciones exactas del uso de energía, las iniciativas económicas surgen en forma de presupuestos que se desvanecen antes de alcanzar proyectos verdaderamente eficaces, la limitada educación sobre el estándar ISO y en el escaso entendimiento de muchos directivos hacen que se continúe considerando la eficiencia energética como un lujo opcional y no como una necesidad estratégica (Andrés y Efraín, 2022).

Ante este panorama lo que se requiere no es una nueva declaración de intenciones positivas, sino una metodología específica, aplicable que sea casi como una brújula en medio del desorden, una herramienta que facilite la implementación de sistemas de gestión energética fundamentados en la norma ISO 50001:2018, evitando la parálisis técnica, el agotamiento financiero o el desastre educativo, especialmente en el sector manufacturero de Manabí donde las limitaciones no se presentan de manera aislada sino en conjunto (Andrés y Efraín, 2022).

La cuestión cobra más importancia si se toma en cuenta el entorno energético del país y las responsabilidades que Ecuador ha asumido ante el cambio climático, particularmente a través de su adhesión al Tratado de París y la puesta en marcha del Plan Nacional de Eficiencia Energética, Zatzabal y Cristhian (2021). El sector fabricante representa un porcentaje considerable del consumo energético del país y, en consecuencia, contribuye a una parte considerable de las emisiones de gases de efecto invernadero.

El desarrollo de la metodología adecuada hace que la implementación de un sistema de gestión energética acorde a las directrices de la ISO 50001:2018, no solo debe tratar las lagunas técnicas, económicas y de formación existentes, sino que también se alinea con la realización de los objetivos nacionales de eficiencia energética, dado que respalda la competitividad industrial a la vez que progresa en los compromisos medioambientales internacionales del país.

Formulación del problema

¿De qué manera el desarrollo de una metodología basada en los requisitos de la norma ISO 50001:2018 permite establecer una gestión sistemática de la energía en las industrias fabricantes, orientada a optimizar el uso de los recursos energéticos, reducir los costos operativos y fortalecer la sostenibilidad organizacional?

Preguntas directrices

- ¿Qué exigencias técnicas tiene la norma ISO 50001:2018 en particular para las industrias fabricantes?
- ¿Qué métodos representan una opción efectiva para la implementación del sistema de gestión energética en el entorno industrial?
- ¿De qué manera la aplicación de la norma ISO 50001:2018 promueve la optimización del desempeño energético y la reducción de costos en las industrias de producción?

Objetivos

Objetivo General

Elaborar una herramienta para implementar un sistema de gestión energética en las industrias fabricantes conforme a la norma ISO 50001:2018.

Objetivos Específicos

- Evaluar las demandas técnicas y estructurales de la norma ISO 50001:2018 en lo que respecta a las industrias fabricantes.
- Crear una propuesta analítica, flexible y escalable que oriente el proceso de puesta en marcha del sistema de gestión energética.
- Presentar el diseño definitivo de la metodología de implementación de la norma ISO 50001:2018.

Justificación

La falta de cumplimiento en la aplicación de sistemas de gestión energética con la norma ISO 50001:2018 se manifiesta como un impedimento crucial para la mejora continua del desempeño energético en entornos industriales, el propósito de esta investigación es identificar y analizar los factores que dificultan la puesta en marcha de este tipo de marco, estos factores comprenden elementos técnicos y organizativos.

La dificultad está en la falta de una estructura de gestión que permita establecer políticas energéticas, establecer objetivos viables, implementar planes y procedimientos de acción. Estas deficiencias operativas se originan del uso de equipos necesarios que son energéticamente ineficientes, la falta de registros históricos para determinar las líneas de consumo, la falta de concienciación del personal capacitado en las prácticas energéticas y la falta de evaluaciones técnicas del sesgo ambiental, estos desafíos no solo dificultan la implementación de la norma ISO 50001:2018 también impiden la posibilidad de transformar el ahorro energético en un auténtico generador de valor sostenible.

La falta de una adecuada implementación de un sistema de gestión energética no es simplemente un hallazgo en el funcionamiento se trata de una emergencia que se manifiesta en tres áreas, las operaciones dado que los procedimientos se vuelven ineficientes y costosos, el ámbito ambiental dado que el derroche de energía produce emisiones invisibles pero constantes y en el ámbito financiero porque las oportunidades de ahorro, certificación o financiación se desvanecen como trenes que nunca se alcanzan.

Los objetivos empresariales de eficiencia y sostenibilidad no solo parecen distantes, se tornan inaccesibles y eso conlleva efectos específicos, la competitividad disminuye ante empresas que sí consiguieron dar el salto, también el incremento de los gastos de operación por eso se limitan a certificaciones esenciales, estímulos internacionales, inversiones conscientes y como si no fuera suficiente el uso ineficaz de energía deja una huella ambiental que no se puede cuantificar ni mitigar, impactando no solo en el impacto ecológico de la compañía sino también en su prestigio ante aliados, clientes e instituciones.

Este método posibilitó desarrollar una visión integral sin la necesidad de instalar una infraestructura extra, optimizando al máximo los recursos existentes, desde una perspectiva metodológica todo el procedimiento se rige por la norma ISO 50001:2018 la cual actúa en este lugar como brújula y columna vertebral, por medio de ella se puede garantizar un vínculo lógico y consistente entre lo que se analiza y lo que se sugiere como respuesta.

La recopilación de datos se basó en lo que ya estaba disponible los registros operativos existentes, observaciones directas en el ambiente laboral y diálogos técnicos con el personal que conoce el sistema desde el interior.

Este análisis con un enfoque metodológico no se limita a la teoría ni al papel, la organización otorga organización y un enfoque práctico a algo que a menudo parece abstracto como el valorar y potenciar el rendimiento energético en el sector industrial, esto se lleva a cabo mediante instrumentos técnicos y marcos regulatorios, pero también manteniendo una observación constante de cómo opera en la realidad.

Lo conseguido no es menos como son los progresos alcanzados que posibilitan establecer los cimientos de un saber que no se limita a una única compañía sino que puede ser compartido, ajustado y replicado en otras organizaciones que se encuentran con retos parecidos, este esfuerzo establece el camino hacia una cultura organizativa más uniforme donde las prácticas energéticas óptimas dejen de ser una excepción y empiecen a convertirse en una norma; simultáneamente utilizando los principios del ciclo de mejora continua PVHA, se ha evaluado no solo la ejecución de las acciones sino también su efecto comprobable en el sistema de administración y los planos de operación.

El estudio sugerido se basa en métodos verificados y bien establecidos en el campo del análisis energético se hace referencia a herramientas concretas como las auditorías internas, el establecimiento de indicadores clave de eficiencia energética (conocidos como EnPIs), la determinación de líneas base y el análisis detallado de los procedimientos actuales.

No se trata de reinventar la rueda sino de utilizar con inteligencia lo que ya existe y funciona para impulsar mejoras reales mediante la investigación, la organización podrá obtener un análisis técnico exhaustivo, además de estrategias específicas para

la puesta en marcha gradual de un sistema de administración energética acorde a normas internacionales.

Esto le facilitará el disminuir sus gastos de consumo al controlar los procedimientos, potenciar su rendimiento ecológico, obtener reconocimientos, certificaciones o ventajas regulatorias vinculadas a la administración responsable de la energía. Desde un punto de vista la realización de la investigación ayuda el entendimiento de conceptos técnicos fundamentales como eficiencia energética, indicadores de rendimiento, sistemas de administración integradas y sostenibilidad industrial.

La aplicación de la norma ISO 50001:2018 mejora las competencias en gestión energética, este tipo de conocimientos no es un privilegio académico sino una herramienta para quienes trabajan en campos donde la energía no es un recurso sino una exigencia en áreas donde cada kilovatio representa un costo, por ello la gestión de la energía define la diferencia entre ser competitivo o quedarse atrás, entre avanzar hacia la sostenibilidad o seguir remando contra el viento.

Capítulo 1

1 Fundamentación Teórica

1.1 Antecedentes Investigativos

Rojas (2021) elabora una propuesta de incorporación de un sistema de administración energética conforme a la norma INTE/ISO 50001:2018 para nueve filiales de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos RL, en la que examina el incremento en el rendimiento energético en ocho filiales de Dos Pinos a través de la valoración de datos de consumo energético desde octubre de 2019 hasta septiembre de 2020, se realiza un estudio comparativo para el uso de energía empleando indicadores de eficiencia energética basados en la energía total utilizada y la producción en toneladas con la finalidad de detectar posibilidades de ahorro y mejora en las operaciones, se tomó como muestra de estudio las subsidiarias de la empresa en diferentes ubicaciones y se destacó una variación en la eficiencia energética mensual, mostrando sectores donde las acciones correctamente implementadas mejoran los resultados con reducciones en el consumo de energía durante ciertos periodos. El autor explica que la puesta en marcha del Sistema de Gestión de la Energía en conjunto con otras acciones de eficiencia puede aportar significativamente a la optimización del uso de energía, produciendo ahorros financieros y ventajas para el medio ambiente, además este propone estrategias adicionales como la mejora del aislamiento térmico y la revisión de procesos, con la finalidad de fortalecer aún más la eficiencia en las operaciones, el autor probó así un enfoque integral para la administración eficaz de los recursos energéticos en la empresa.

Lira et al. (2024) diseñó de un sistema de administración energética bajo la norma ISO 50001 en la planta 4 Yazaki en el departamento de León, donde trata sobre la puesta en marcha de un sistema de administración energética orientado a maximizar el uso de energía y minimizar las emisiones de contaminantes en una fábrica de automóviles. El procedimiento de ejecución abarca auditorías internas fundamentadas en listas de comprobación conforme a la norma ISO 50001:2018, revisiones de equipos y sistemas neumáticos, recomendaciones de rutinas de mantenimiento preventivo y control de los encendidos y apagados de los equipos, evaluaron los empleados de mantenimiento, supervisores y empleados responsables de la operación e inspección

de los equipos en la planta y los descubrimientos señalan la existencia de significativas fugas de energía tales como luces encendidas de forma innecesaria y escapes de aire en sistemas de neumáticos, esto originó la propuesta de integrar sensores de movimiento para automatizar la utilización de la iluminación, además de establecer rutinas de mantenimiento preventivo constante para evitar fugas y controlar el uso de energía durante el tiempo laboral. Los autores concluyeron que la puesta en marcha sistemática del sistema de gestión de energía de acuerdo con la norma ISO 50001 no solo permite optimizar el consumo de energía y reducir los costos operativos, sino también extender la durabilidad y salvar los equipos, al mismo tiempo que se promueve la sensibilización ecológica entre los trabajadores. Para esto los autores sugieren algo tan sensato como urgente el revisar periódicamente el estado del sistema energético, incorporar tecnologías inteligentes que permitan monitorear y optimizar su uso y quizá lo más importante el invertir en la formación continua del personal, porque ningún avance técnico tiene sentido si quienes lo operan no están preparados para entenderlo, mejorarlo o incluso cuestionarlo.

Burbano y Rodríguez (2022) diseñó de un sistema de gestión energético basado en la norma ISO 50001-2018 en la empresa Desarrollando Progreso S.A.S., en el cual plantea una evaluación de los factores internos de una organización mediante la aplicación de la matriz de evaluación de factores internos (MEFI) para es el método utilizado se fundamenta en identificar y valorar las fortalezas y debilidades internas, concediendo evaluación calculando en su impacto, con el objetivo de determinar la eficacia de las estrategias de la organización; el grupo de estudio se refiere a la empresa en estudio enfocándose en sus aspectos humanos, tecnológicos, financieros y de gestión, los descubrimientos señalan que la organización posee una serie de fortalezas como una correcta gestión del talento humano y reconocimiento en el mercado, además de debilidades asociadas a una mala administración del capital, alta rotación de personal y una infraestructura tecnológica deficiente. La investigación señala que el equilibrio entre fortalezas y debilidades muestra una organización en su fase de madurez con potencial de crecimiento si se implementan acciones correctivas en los sectores críticos, como propuesta los autores Burbano y Rodríguez (2022) indican el mejorar la gestión del capital y perfeccionar la capacitación del personal con

el fin de incrementar el rendimiento global y la competitividad de la empresa lo cual podría potenciar su factibilidad a un futuro.

Guamán (2022), llevó a cabo su investigación titulada "Instalación y aplicación de un Sistema de Administración Energética ISO 50001:2018 en Productos Minerva Cía", donde se aconseja la aplicación de la norma ISO 50001:2018 con el objetivo de mejorar la eficiencia energética en una empresa dedicada a producir café, la metodología utilizada combina una evaluación energética experimental mediante la recopilación de datos locales y el análisis histórico de los usos de diésel y electricidad, enfocándose en la identificación de líneas de base energéticas, indicadores de desempeño y un análisis FODA para establecer los objetivos energéticos exactos. En lugar de improvisar buenas intenciones energéticas se trazaron políticas claras, se definieron objetivos concretos y se diseñaron metas alcanzables todo respaldado por programas de capacitación que buscaban algo más ambicioso que cumplir con un checklist: comprometer de verdad a las personas con el sistema. Los autores del estudio no se limitaron a medir por medir ellos validaron una metodología precisa, rigurosa como reloj suizo que permite entender cuanto consume de verdad la electricidad, lograron conectar el consumo energético no solo con números sino con la producción concreta de café tostado y molido, porque sí hasta el café tiene su factura eléctrica. El grupo de estudio enfocó su lupa en el corazón mismo de la operación: los procesos productivos más específicamente se sumergieron en las zonas de tueste y torrefacción, verdaderos hornos modernos donde la energía no solo calienta sino que también se dispara, estas etapas concentran buena parte del consumo total de energía de la compañía y como toda investigación sensata, no terminó en diagnóstico sino que llegó con sugerencias en la maleta. Como sugerencia los autores proponen la puesta en marcha formal y total del Sistema de Gestión Energética calculando en los resultados alcanzados, lo cual favorece la sostenibilidad y eficacia operativa de la compañía.

Porras y Guayasamin (2024), en "Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía de acuerdo con la Norma ISO 50001:2018 en la Empresa BOPP del Ecuador SA", utilizaron un análisis de brecha, auditorías internas y evaluación del uso de energía para la detección de oportunidades para optimizar el uso eficaz de la energía en una instalación industrial. Los autores evaluaron la empresa BOPP del Ecuador

SA, experta en la fabricación de productos plásticos donde específicamente analizaron los procesos y la utilización de energía en distintas fases. Los hallazgos indican un nivel de funcionamiento del sistema insuficiente lo que pone de manifiesto la imperiosa necesidad de fortalecer los controles y formalizar los recursos para la administración energética, esta investigación concluye que la ausencia de un control eficaz sobre el uso de energía eléctrica provoca pérdidas considerables, por lo que la implementación del sistema de administración sugeriría ayudar a disminuir gastos y promover la sostenibilidad en las operaciones. Como sugerencia los autores proponen formar al personal y asignar un equipo experto en administración energética para simplificar la implementación y mantener las mejoras de manera constante, además de implementar controles sistemáticos y comprobaciones regulares para alcanzar una gestión eficaz del consumo de energía.

Los antecedentes consultados dan una visión de la importancia y necesidad de la implementación de sistemas energéticos en las industrias, al igual que el caso de investigación donde cada investigación aporta evidencia de la planificación para cada industria, contando con ideas fundamentales de la implementación de sistemas de gestión, reflejan la metodología de implementación de manera implícita en una industria dan una perspectiva de como mejora una industria al aplicar el sistema energético con una metodología eficaz y señalan las limitaciones presentes a la hora de aplicar la normativa.

1.2 Bases Teóricas

1.2.1 Concepto y Relevancia de la Eficiencia Energética

1.2.1.1 Concepto de Eficiencia Energética

La eficiencia energética se refiere a la capacidad de obtener un mayor rendimiento, producción o utilidad a partir de una cantidad menor de energía consumida según. Este principio conlleva la mejora de los procesos de producción y la utilización lógica de los recursos energéticos existentes, con el objetivo de disminuir al mínimo la cantidad de energía requerida para lograr ciertos niveles de rendimiento (Wayne y Doty, 2007).

La implementación de tecnologías de vanguardia y estrategias de mantenimiento y control es esencial, pues facilitan la detección de oportunidades para incrementar la

eficiencia y disminuir las pérdidas de energía. La eficiencia energética busca maximizar el aprovechamiento de la energía, disminuir los desechos y fomentar un uso más ecológico y consciente de los recursos (Wayne y Doty, 2007).

Este principio toma una dimensión extra en el sector industrial ya que su aplicación no solo repercute en la disminución de los gastos operativos sino que también ayuda a reducir el impacto ecológico a través de la reducción de la huella de carbono, en sectores esenciales como la industria cementera que muestran un alto consumo energético y representan un porcentaje considerable de las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que resalta la relevancia de poner en marcha de eficiencia como herramientas esenciales para la preservación del medio ambiente y la preservación de recursos (Aristizábal y González, 2021).

Estudios actuales han demostrado que sectores fundamentales, como el cementero, emplean entre el 12 y el 15 % de la energía industrial total y constituyen hasta el 5 % de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (Achua et al., 2022).

Alotaibi et al. (2025) señala que, un enfoque holístico en la eficiencia energética exige la actualización de equipos y procesos y la implementación de sistemas de medición y evaluación constantes. Estos sistemas facilitan una monitorización constante del desempeño energético, facilitarán la identificación de mejoras y promoverán un perfeccionamiento continuo en las prácticas industriales. Al tomar acciones con el propósito de dirigir la empresa hacia el camino de la eficiencia energética, se potencia la competitividad de la industria en un contexto mundial cada vez más riguroso, impulsando una administración más eficaz y sostenible de los recursos energéticos (Azadeh et al., 2025).

1.2.1.2 Aspectos Técnicos de la Gestión Energética en la Industria

La puesta en marcha de la eficiencia energética en el sector industrial exige la creación de sistemas de administración que combinen componentes técnicos, operativos y de control. Cada elemento técnico, desde la mejora de los procesos de producción hasta la aplicación de tecnologías de automatización, se consolida como un instrumento crucial en el proceso de optimización energética. Uno de los elementos técnicos esenciales es el reconocimiento y seguimiento de los puntos críticos de consumo de energía (Bakare et al., 2023).

El uso de sistemas de recuperación de calor elaborados con tecnología moderna y los métodos de combustión con oxígeno puro son formas en las que empresa posibilitan aumentar la productividad sin comprometer la disminución de las emisiones de contaminantes, demostrando el beneficio de la innovación tecnológica en la productividad industrial (Wyrzykowska et al., 2024).

Igualmente, la implementación de instrumentos de automatización y control en la administración de energía promueve un rendimiento más eficaz, ajustándose a las fluctuaciones en la demanda y mejorando la repartición de cargas. La puesta en marcha de sistemas de vigilancia en tiempo real, unidos a algoritmos de optimización basados en la biología, ha probado ser efectiva para disminuir los picos de consumo y potenciar la calidad del abastecimiento (Azadeh et al., 2025).

1.2.2 Normativas y Estándares Internacionales

1.2.2.1 Rol de la ISO 50001 y Otras Normas

La norma ISO 50001 se destaca como un marco de referencia internacionalmente reconocido que define los requisitos fundamentales para la administración eficaz de la energía en las organizaciones, funcionando como orientación para la construcción, puesta en marcha, conservación y mejora constante de un sistema de gestión energética eficaz (ISO Organización Internacional de Normalización, 2018).

La implementación de esta normativa da pie a la detección de posibilidades para disminuir el uso de energía al mejorar los procedimientos operativos y minimizar la huella de carbono haciendo favorable una administración más sustentable y responsable.

Su estructura básica se fundamenta en el ciclo de mejora continua denominado PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), que ofrece una metodología sistemática que asiste a las organizaciones en la definición de objetivos precisos, la valoración de su rendimiento, la puesta en marcha de acciones correctivas y la modificación de estrategias para el avance sostenido en la utilización eficaz de la energía, de acuerdo con Alotaibi et al. (2025). Varias industrias, especialmente las que requieren gran cantidad de energía, han implementado la normativa con el propósito de no solo disminuir gastos, sino también mejorar sus capacidades operativas mediante la implementación de prácticas más sustentables y responsables.

Además hay otros estándares a nivel mundial que aseguran y mejoran la administración energética como son las pautas de la Iniciativa Global de Reporting (GRI) que fomentan la transparencia en la comunicación del rendimiento ambiental y energético y las recomendaciones de la Agencia Internacional de Energía (IEA) que proporcionan directrices para la evaluación y mejora del uso eficaz de la energía (Carlos et al., 2023).

La acreditación fundamentada en la norma ISO 50001:2018 promueve la conformidad de los clientes por su certificación y una cultura organizacional centrada en la eficiencia, innovación y sostenibilidad a largo plazo. La implementación de estas normativas impulsa el alineamiento de los objetivos empresariales con las prioridades medioambientales, incentivando una gestión que busca equilibrar los elementos económicos, sociales y ambientales y que, además, puede potenciar la competitividad de las empresas en un contexto global cada vez más exigente y consciente de la sostenibilidad (Alotaibi et al., 2025).

1.2.2.2 Implementación y Certificación en el Sector Industrial

La implementación de sistemas de gestión energética basados en estándares internacionales, como la ISO 50001, representa un cambio radical en las prácticas y procesos empresariales, en particular en el sector industrial. La puesta en marcha de estos sistemas ha demostrado ser un elemento crucial para optimizar el uso de la energía (ISO (Organización Internacional de Normalización), 2018).

La certificación ISO 50001 ha facilitado a las compañías la identificación de zonas críticas de consumo energético, lo que simplifica la creación y puesta en marcha de programas de intervención particulares dirigidos a incrementar la eficiencia y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Los informes e investigaciones en varios sectores industriales demuestran que las entidades certificadas han obtenido mejoras en sus indicadores de rendimiento energético, favoreciendo también el acatamiento de regulaciones medioambientales y la optimización de su sostenibilidad operativa (Lázaro e Israel, 2020).

Curiosamente o quizás no tanto, son las empresas de alta producción las que primero han notado los efectos concretos de aplicar esta regulación. Al adoptar tecnologías de supervisión y control cada vez más sofisticadas desde los omnipresentes sistemas

como SCADA hasta algoritmos de inteligencia artificial que parecen tener ojos en todas partes han logrado algo que en teoría suena simple, pero en la práctica es casi alquimia: aumentar la eficiencia operativa sin sacrificar control. Como si, por fin, la maquinaria industrial aprendiera a pensar antes de actuar. Estos posibilitan un estudio en directo del uso de energía y posibilitan una administración más ágil y exacta de los recursos (Wyrzykowska et al., 2024).

La adopción de estas tecnologías respalda la toma de decisiones fundamentadas en datos, facilitando la identificación de irregularidades y anomalías en el uso de energía y calor, y permitiendo intervenciones correctivas instantáneas. En contraposición, la certificación energética no solo implica un incremento en la eficiencia, sino que también tiene efectos beneficiosos vinculados a la percepción pública y la reputación institucional; se incrementa la aceptación en el mercado, y la entidad puede obtener financiación y recursos para iniciativas de innovación y sostenibilidad (Carlos et al., 2023).

La certificación incrementa la reputación de la empresa y fomenta alianzas estratégicas que aprecian el compromiso con la administración eficaz de la energía y la salvaguarda del medio ambiente. La implementación y certificación en el sector, avaladas por normas internacionales, se fortalecen como instrumentos esenciales para la transición hacia procesos productivos más sostenibles y competitivos (Alotaibi et al., 2025).

1.2.3 Metodologías y Estrategias para la Gestión Energética

1.2.3.1 Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs)

Identificar y supervisar los reconocidos KPIs no es simplemente una tendencia en el manual de negocios, sino que, en realidad, son una brújula esencial en la navegación energética. Esto permite evaluar con cierta objetividad si las estrategias aplicadas funcionan o simplemente simulan hacerlo. Y además tienen la virtud de quitarle dramatismo a las decisiones cuando los datos hablan claro, los impulsos se callan (Shubhrajyotsna y Aithal, 2023).

Los indicadores clave de rendimiento miden elementos como el ahorro energético o el incremento en la productividad de los procesos; los cuales posteriormente se pueden comparar entre para los distintos periodos en los que fueron medidos, y así

modificar las estrategias en función de la progresión de los resultados. La aplicación sistemática de KPIs en la administración energética no solo muestra el nivel de éxito en relación a los objetivos fijados, sino que también promueve una cultura de perfeccionamiento constante, enfocada en lograr elevados grados de eficiencia y sostenibilidad (Alotaibi et al., 2025).

La Universidad Politécnica de Madrid detectó 50 pares de indicadores eléctricos, los cuales determinan valores medios e ideales en áreas concretas como la cárnica, láctea y hortaliza (Julián y Isabel, 2011).

Estas dos combinaciones de indicadores determinantes valores medios y óptimos que se emplean como referencias para evaluar el desempeño energético en instalaciones industriales concretas, promoviendo una apreciación más equitativa y comparativa de los resultados alcanzados en diferentes áreas de producción (Alotaibi et al., 2025).

Los indicadores que se seleccionen deben evidenciar la importancia a la hora de utilizar un enfoque cuantitativo en la evaluación del desempeño energético, lo que va a permite que se pueda establecer metas viables, factibles y identificar con rapidez las áreas que requieren más atención.

Tabla 1
Ejemplo de Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs) en el Sector Agroalimentario

Indicador	Valor Medio	Valor Óptimo
Consumo eléctrico (kWh/ton)	300	250
Eficiencia térmica (%)	75	85
Costo energético (\$/ton)	150	120

Fuente: Elaboración propia

La implementación de estos indicadores clave de rendimiento permite la identificación precoz de desvíos o bajo desempeño en las instalaciones, lo que facilita la implementación de medidas correctas orientadas a incrementar la eficiencia en áreas concretas (Aithal y Shubhrajyotsna, 2023).

Al evaluar las instalaciones que tiene un desempeño inferior a los estándares esperados se pueden tomar acciones basándose en cálculos, implementar estrategias de benchmarking que fomenten la adopción de tecnologías eficaces y la optimización

de los procesos. Por lo tanto, se promueve una cultura basada en la evaluación constante y la comparación objetiva, que promueve la innovación tecnológica y la mejora en la gestión de energía (Alotaibi et al., 2025).

1.2.3.2 Estrategias de Mejora Continua y Demand Side Management

La puesta en marcha de programas de mejora continua en la demanda de energía, técnicas estructuradas y sistemáticas que aseguran la eficiencia de las acciones implementadas, además de la capacidad para adaptarse a las condiciones cambiantes del sistema energético. Una de las tácticas más integradas y completas para lograr este objetivo es la incorporación del concepto de Demand Side Management (DSM), que se centra en la optimización del uso de energía mediante técnicas y métodos concretos que permiten redirigir la demanda en función de la disponibilidad de recursos, los niveles de eficiencia del sistema y las necesidades operativas (Bakare et al., 2023).

Entre las medidas más comunes para manejar la demanda se incluyen el "peak clipping" que trata en el disminuir los picos de consumo durante periodos de alta demanda, el "valley fill" que se centra en llenar los periodos de baja demanda con cargas programadas que optimizan la utilización de los recursos energéticos y el "load shifting" que a través del desplazamiento de cargas hacia los instantes en que la energía es más abundante, estas medidas se suelen trabajar junto con algoritmos de optimización basados en la biología lo cual simplifica la administración de la demanda.

Para facilitar la implementación de estas estrategias se recomienda el uso de marcos metodológicos que incluyan el ciclo PDCA y permitan la alteración constante de las acciones realizadas, estas estructuras que se unen a las tecnologías de automatización y análisis de datos en tiempo real crean un ambiente favorable para la innovación y mejora continua (Aristizábal y González, 2021).

1.2.3.3 Casos de Implementación y Estudios de Caso

Diversos estudios han demostrado la viabilidad y los beneficios de implementar sistemas de gestión energética en el sector industrial. Un ejemplo relevante es el del sector cementero, donde la aplicación de tecnologías de recuperación de calor y combustión optimizada ha propiciado una reducción significativa en el consumo

energético y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (Aristizábal y González, 2021).

Para tener un caso real tomamos en cuenta el de la industria agroalimentaria donde la aplicación de indicadores concretos como los KPIs ha demostrado ser de gran utilidad para gestionar de forma más eficiente el uso de energía y perfeccionar los procesos productivos, estos al comparar esos indicadores con información compartida entre diferentes participantes del sector, se logró definir rangos de referencia valiosos que facilitan mucho más la toma de decisiones enfocadas en optimizar el rendimiento energético (Alotaibi et al., 2025).

Además la puesta en marcha de tácticas de gestión de la demanda como el uso de energías renovables y sistemas de vigilancia inteligentes han producido efectos reales como un aumento en la estabilidad del suministro y una reducción considerable de los costos operacionales. Para visualizar de manera comparativa los beneficios de la aplicación de tecnologías de eficiencia energética en distintos sectores industriales, se presenta la tabla de (Aristizabal y González, 2021).

Tabla 2
Comparación de Beneficios en Diferentes Sectores Industriales

Sector Industrial	Reducción de Consumo Energético (%)	de Reducción de Emisiones GEI (%)	Ahorro en Costos (%)
Cemento	15 – 20	10 – 15	12 – 18
Agroalimentario	10 – 15	8 – 12	10 – 15
Iluminación (SSL y OLED)	20 – 25	15 – 20	18 – 22

Fuente: Elaboración propia

1.2.4 Barreras y Desafíos en la Implementación de la Gestión Energética

1.2.4.1 Barreras Económicas y Organizacionales

Pese a las claras ventajas vinculadas a la puesta en marcha de sistemas de administración energética, las barreras económicas y normativas-organizativas siguen siendo barreras importantes para numerosas compañías. La exigencia de invertir en

tecnologías emergentes, formar al personal y cambiar la estructura de producción conlleva un compromiso financiero que, en ciertas situaciones, complica la implementación de acciones de eficiencia energética (Wyrzykowska et al., 2024).

A esto se añade un elemento que generalmente pesa más de lo que se reconoce que es la cultura interna y la resistencia al cambio, cuando no existe una visión estratégica común y falta información precisa sobre los beneficios a largo plazo, no sorprende que quienes deben tomar decisiones elijan seguir con lo conocido, el apostar por lo establecido en ese contexto se siente más seguro que arriesgarse a lo incierto, en numerosas situaciones esas dudas acaba inclinando la balanza hacia conservar sistemas convencionales en vez de invertir en tecnologías (Alotaibi et al., 2025).

La escasez de recursos y de estímulos tributarios dificulta la justificación de inversiones a corto plazo, es ingenuo ignorar ese obstáculo; si se reconoce, puede ayudar a desarrollar estrategias que reduzcan los costos iniciales y aporten a la cultura corporativa enfocada en la eficiencia. Independientemente, se necesitan políticas públicas y programas de apoyo económico que realmente hagan viable la modernización tecnológica en la industria (Wyrzykowska et al., 2024).

1.2.4.2 Desafíos Tecnológicos y de Innovación

Uno de los desafíos tecnológicos más significativos en la administración de la energía radica en conseguir que los sistemas de control y supervisión operen eficazmente en infraestructuras industriales cada vez más sofisticadas. El desafío no es menor: consiste en lograr que equipos de diferentes productores "conversen" entre ellos sin fallos y asegurar que la información que se transmite en tiempo real sea confiable. Para lograrlo, se requiere invertir con decisión en infraestructura digital y en redes de comunicación lo bastante rápidas como para estar a la altura de las demandas actuales. (Wyrzykowska et al., 2024).

La creación de algoritmos de optimización capaces de ajustarse de manera adaptable a las fluctuaciones en la demanda y en las condiciones operativas de la planta se considera un reto para la empresa que busque implementar la ISO 50001:2018. Las técnicas bio inspiradas, como el Algoritmo de Optimización de Grass Hopper (GOA) y el Algoritmo de Búsqueda de Cuckoo (CSA), ha permitido cumplir objetivos

organizacionales, aunque su implementación a gran escala sigue enfrentando desafíos en términos de robustez y escalabilidad (Wyrzykowska et al., 2024).

La ciberseguridad de los datos ya no son asuntos secundarios en el proceso de digitalización industrial esto se han convertido en esenciales, conforme los sistemas de administración de energía se incorporan en ambientes cada vez más interconectados también se incrementan los peligros de sufrir ataques informáticos, por eso es indispensable establecer estrategias de seguridad firmes que sean capaces de proteger tanto la integridad como la privacidad de los datos sin los cuales todo el sistema quedaría expuesto (Aristizábal y González, 2021).

1.2.4.3 Propuestas de Superación y Políticas Públicas

Para superar los desafíos identificados y enfrentar los desafíos tecnológicos, es necesaria una cooperación conjunta entre el sector público y el sector privado.

Las políticas gubernamentales que fomentan la implementación de tecnologías enfocadas en la eficiencia energética tales como incentivos tributarios, líneas de financiación preferente y programas de capacitación que desempeñan un papel crucial para impulsar el cambio hacia métodos de producción más sustentables (Aristizábal y González, 2021).

Una propuesta particularmente relevante es el establecimiento de áreas de colaboración entre compañías, universidades y organismos gubernamentales, estos espacios promueven el intercambio de vivencias, descubrimientos de investigación y mejores prácticas en la gestión energética, al trabajar en conjunto se fomenta la innovación, se reducen los costos y se reducen los riesgos habituales asociados a las tecnologías en avance. (Wyrzykowska et al., 2024).

Se sugiere la puesta en marcha de programas piloto en áreas fundamentales como la industria cementera y agroalimentaria, que funcionan como ejemplos de éxito y guía para el resto de la industria, la comprobación de ventajas mediante análisis de casos y los hallazgos favorecerán la formación de un mercado activo para las tecnologías energéticas (Carlos et al., 2023).

1.3 Marco Metodológico

1.3.1 Modalidad Básica de la Investigación

Se decidió utilizar la modalidad de campo ya que simplemente no existe una forma más efectiva de comprender una realidad que yendo directamente a la ubicación en la que sucede, es importante prestar atención a los participantes, percibir el ambiente en tiempo real y percibir los ritmos y dinámicas características del sitio, la modalidad alude a un diseño de investigación que conlleva la recopilación directa de datos primarios provenientes de los individuos estudiados o del ambiente en el que suceden los hechos, sin alteraciones ni regulaciones de las variables. Su objetivo es recoger la realidad tal como se presenta en su entorno natural, para luego examinarla y detallarla en diversos niveles (Gallardo, 2017).

Se optó por la modalidad no experimental porque no se pretende intervenir ni modificar las variables del fenómeno, sino observarlo en su estado natural. Este tipo de investigación se basa en una premisa sencilla pero poderosa, observar sin intervenir. No se manipulan variables, no se fuerza el entorno para que encaje en un laboratorio ideal. Al contrario, se permite que los fenómenos hablen por sí solos, tal como ocurren en su contexto natural. Porque a veces, comprender significa mirar con atención, no controlar (Bernal, 2010).

Se eligió la modalidad documental porque facilita la formación de las bases teóricas de la investigación mediante el estudio crítico de fuentes secundarias fiables. Esta modalidad no solo implica recopilar textos, sino también indagar en ellos con exactitud y criterio, se aclaran fenómenos, se reconsideran teorías, se formulan sugerencias que se nutren de la experiencia acumulada, pero progresan hacia la meta deseada (Arias, 2012).

Se aplicó la modalidad descriptiva porque el propósito de la investigación es caracterizar de manera precisa los elementos del fenómeno analizado, permitiendo su comprensión detallada. Según Niño (2011), esta modalidad tiene como propósito representar y detallar, mediante un lenguaje preciso y denotativo las características de fenómenos, hechos, situaciones, objetos, personas o seres vivos, con el fin de esclarecer una verdad y corroborar un enunciado o comprobar una hipótesis.

1.3.2 Enfoque

De acuerdo con Sampieri y Mendoza (2018), el enfoque mixto no se restringe a fusionar aspectos cuantitativos y cualitativos, al igual que alguien que combina ingredientes en una preparación. Es más bien una conversación entre dos perspectivas del mundo: una que evalúa, y otra que comprende. Al usar dos lentes diferentes para observar el mismo fenómeno... y descubrir que, al ponerlas en contacto, no solo se intensifica la imagen, sino que también surge algo de mayor valor: la profundidad.

Este enfoque propone algo más arriesgado: recopilar, analizar e integrar diferentes tipos de datos, cuentos como números, palabras, relatos, imágenes y símbolos, con el objetivo de lograr una percepción más completa y detallada de la realidad que se está investigando. Ya que existen aspectos que las estadísticas muestran con exactitud quirúrgica, y otros que solo se entienden cuando alguien los relata con sus propias palabras.

1.3.3 Nivel de Investigación

En una investigación, el nivel descriptivo funciona como una lupa adecuadamente calibrada, no modifica la realidad, pero la expone de una forma clara. Es evidente que el objetivo es especificar con exactitud las características, conductas o estructuras de individuos, colectivos, procesos, objetos o fenómenos. Es la habilidad de observar atentamente e identificar de manera precisa lo que se percibe.

Este tipo de estudio no se limitaría a un mero análisis pasivo, sino que tampoco se atrevería a identificar causas profundas. Se ubica en un punto intermedio lo bastante profundo para detectar patrones y tendencias en un conjunto o población, pero sin tratar de buscar el "por qué" final de las cosas. Se basa prácticamente en describir con exactitud lo que ocurre, sin excesos ni suposiciones superfluas (Gallardo, 2017).

1.3.4 Población de Estudio

De acuerdo con Sampieri y Mendoza (2018), se entiende por población a todos los casos que satisfacen una serie de especificaciones previamente definidas, las cuales deben ser claramente delimitadas en base a los propósitos del estudio. Esta delimitación debe tener en cuenta elementos como el contenido, el lugar, el tiempo y

la accesibilidad, lo que permitirá al investigador determinar con exactitud a quiénes se enfocará el análisis y prevenir fallos habituales en la elección de la muestra.

El grupo de estudio se compone de las industrias pertenecientes al sector de fabricación, que muestran un posible interés en instalar un Sistema de Gestión Energética acorde a la Norma ISO 50001:2018. Esta población abarca compañías de diversos subsectores industriales que muestran un consumo energético considerable y están algunas idas a procesos constantes de optimización en eficiencia energética.

1.3.5 Tamaño de la muestra

Teniendo en cuenta que el grupo de estudio se compone de las industrias del sector fabricante con posible interés en instaurar un Sistema de Gestión Energética basado en la Norma ISO 50001:2018, se ha establecido que la muestra se conformará por aquellas empresas ubicadas en el Parque del Atún, Manta, Manabí.

A partir de un método propuesto por Sampieri y Mendoza (2018), se ha determinado una muestra bajo un criterio no probabilístico por conveniencia, el objetivo principal es desarrollar una metodología que sea efectiva en un contexto tangible y específico, facilitando el acceso a la información técnica, organizacional y operativa necesaria para el diseño y validación de la propuesta metodológica.

1.3.6 Técnicas de recolección de datos

1.3.6.1 Datos existentes

La recolección de datos se llevó a cabo directamente en una compañía del sector fabricante, escogida como objeto de estudio, empleando un listado de verificaciones estructurado siguiendo las directrices de la norma ISO 50001:2018. Esta labor se llevó a cabo en diversas áreas operativas de la organización, durante el período designado para la labor en terreno.

La implementación del instrumento se planificó con antelación con los encargados de cada departamento, con el objetivo de no interrumpir sus trabajos cotidianos.

Se administró en persona el listado de comprobantes lo que simplificó la comunicación directa con el equipo técnico, administrativo y operativo de las áreas evaluadas. Esta estrategia propició una identificación más precisa del nivel de cumplimiento respecto

a las exigencias normativas relacionadas con la planificación energética, el control de operaciones, la supervisión del rendimiento energético, el liderazgo institucional y la mejora constante.

Toma de representantes de los departamentos fundamentales, estos deben ser escogidos de acuerdo con su relevancia en el uso de energía de la organización, durante el procedimiento no solo se utilizó el instrumento sino que también se hacen recorridos, se realizaron inspecciones directas en el terreno y se mantuvieron diálogos técnicos con los encargados de cada zona, el objetivo no era alterar el cuestionario inicial sino asegurar que cada respuesta técnica sea de entendimiento.

Cada sesión tomará aproximadamente entre 20 y 40 minutos en función de la complejidad de las operaciones y el acceso a la información existente para la documentación de los datos recopilados, se emplea una réplica física de la lista de comprobación junto con anotaciones de campo realizadas por el investigador, asegurando de esta manera la autenticidad y precisión de los datos recolectados.

1.3.7 Plan de recolección de datos

Tabla 3

Plan de recolección de datos

Nº	Preguntas Frecuentes	Explicación
1	¿Para qué?	Para obtener información directa sobre el grado de cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 50001:2018 y así desarrollar una metodología adaptada a la realidad industrial.
2	¿De qué personas?	Dirigido para el personal técnico, administrativo y de gestión de las áreas clave de una industria fabricante.
3	¿Sobre qué aspectos?	Basado en los requisitos técnicos y estructurales de la norma ISO 50001:2018, el consumo energético, las prácticas actuales de gestión energética y las oportunidades de mejora de la organización.
4	¿Quién investiga?	Investigador Tommy Ivan Bermello Zambrano

5	¿Cuándo?	Durante el periodo establecido para la recolección de datos dentro del cronograma de la tesis, durante el desarrollo de las actividades de la industria.
6	¿Dónde?	Nombre de la empresa fabricante interesada que desee implementar un Sistema de Gestión Energética y el área del proceso implicado.
7	¿Cuántas veces?	Una sola vez por cada área funcional involucrada en el diagnóstico energético.
8	¿Qué técnica de recolección?	Checklist basado en la norma ISO 50001:2018.
9	¿Con qué?	Checklist impreso o digital, acompañado de notas de campo y charlas con el técnico responsables del área.
10	¿En qué situación?	Durante la jornada laboral en las distintas áreas de la empresa, sin interrumpir los procesos operativos normales.

Fuente: Elaboración propia

1.3.8 Procesamiento de la información

Para comprender en profundidad la información recolectada a través del checklist conforme a la norma ISO 50001:2018, se recurrirá a un método cualitativo. No solo implica brindar respuestas, sino también entenderlas, interpretar lo que cada área funcional muestra en relación con su conexión con la energía. En este trayecto, se empleará el programa MAXQDA, una herramienta específicamente creada para manejar datos no estructurados, o sea, todo aquello que no se puede incluir en una tabla de Excel pero tiene mucho más significado que los números.

Este programa facilitará la organización y codificación de las respuestas, la categorización del nivel de cumplimiento de cada requisito de la normativa y, sobre todo, entender qué implica dicho cumplimiento en el contexto real de la industria analizada. Ya que uno es cumplir en teoría, y otro muy diferente es la forma en que se vive y se implementa cada práctica en la práctica.

El estudio no se circunstanciará a comprobar casillas: explorará patrones, temas que se repiten, vínculos encubiertos entre los diferentes elementos del sistema de administración energética. Todo esto con el objetivo de conseguir una perspectiva

amplia, sincera y detallada sobre dónde realmente se encuentra la empresa en comparación con la norma. Desde ese punto, se establecerán estrategias específicas para la mejora continua y se elaborará la propuesta metodológica, no como una fórmula universal, sino como un atuendo adaptado al contexto industrial estudiado.

La selección de este método no es involuntaria. Los datos recolectados aquí son más relaciones que números, y las herramientas puramente numéricas serán insensibles a muchos de los detalles técnicos, organizativos y culturales que inciden en la puesta en marcha de un sistema de gestión energética.

Capítulo 2

2. Diagnóstico o Estudio de Campo

2.1 Diagnóstico situacional

El diagnóstico situacional es el punto de partida principal para el desarrollo de la metodología ya que este permite identificar las condiciones actuales de la gestión energética dentro de las industrias fabricantes, este proceso busca entender la estructura organizacional, los procesos productivos, las prácticas de consumo energético, mecanismos de control y monitoreo que existen en el objeto de estudio.

Las industrias fabricantes se caracterizan por su alto consumo energético debido a la utilización de maquinarias, sistemas de climatización, equipos de transporte interno y sistemas de iluminación, para esta situación el consumo energético representa uno de los principales costos operativos lo que justifica la necesidad de que se implemente un sistema de gestión energético (SGE) que ayude a optimizar el uso de la energía y reducir los impactos ambientales asociados.

Tabla 4

Aspectos técnicos para un primer diagnóstico situacional

Aspecto técnico	Desarrollo
Estructura organizacional y responsabilidades	Identificar un equipo formal encargado de la gestión energética, las funciones relacionadas con el consumo de energía se encuentran dispersas entre las áreas de mantenimiento, producción y administración.
Disponibilidad de la información energética	Se debe contar con un sistema fijo para la medición que presente los registros históricos detallados del consumo energético por áreas y equipo.
Equipos y procesos principales	Reconocer y clasificar a los equipos que presenten mayor demanda energética como calderas, compresores, motores eléctricos, hornos de secado y sistemas de refrigeración.
Compromiso de la dirección	La alta dirección debe asumir el compromiso en la reducción de costos energéticos, donde se disponga de

una política energética formal con objetivos específicos en materia de eficiencia.

Fuente: Elaboración propia

2.2. Descripción del proceso productivo, estratégicos y de apoyo

La identificación de los procesos estratégicos, productivos y de apoyo es la fase inicial para la estructuración metodológica del sistema de gestión, esto permite comprender el funcionamiento integral de la organización y establecer una base para el análisis posterior, la clasificación de los procesos no se hace de una forma parcial sino mediante una evaluación donde se considera la misión empresarial, los objetivos institucionales y la relación directa o indirecta de cada proceso.

2.2.1. Criterios para la clasificación de procesos

- **Procesos estratégicos:** Se consideran estratégicos a los procesos que son orientados al posicionamiento de la organización donde influyen en su sostenibilidad y están vinculados a la definición política, metas y planes a largo plazo, generalmente estos se encuentran liderados por la alta dirección y provocan un impacto directo en la ventaja competitiva.
- **Procesos productivos:** Son los procesos que transforman insumos en productos o servicios destinados al cliente, estos forman el núcleo de la cadena de valor y se encuentran directamente ligados al cumplimiento de la razón de ser de la organización. El desempeño de estos procesos determinan la calidad del producto o servicio ofrecido.
- **Procesos de apoyo:** En este proceso se agrupan todas las actividades que no generan valor directo para el cliente, pero que si son indispensables para el funcionamiento del resto de los procesos, su función principal es suministrar recursos, capacidades técnicas, infraestructura, talento humano o información.

La metodología establece que la clasificación de estos procesos debe sustentarse en la contribución de los logros descritos en los objetivos estratégicos y no unicamente deben ser ubicados dentro del organigrama.

2.2.2. Procedimiento metodológico para la identificación

Tabla 5

Etapas para la identificación metodológica

Etapas	Desarrollo
1. Levantamiento de la información documental	Se recopilan manuales, registros, procedimientos internos, organigramas y cualquier documento que describa la estructura funcional de la organización.
2. Entrevista y talleres de validación interna	Se aplican técnicas participativas con los responsables de cada área con el fin de identificar actividades reales a más de lo que se describe formalmente.
3. Mapeo preliminar de actividades	Las actividades identificadas se organizan en secuencia lógica donde se utilizan herramientas como diagrama de flujos, SIPOC o cadena de valor.
4. Clasificación de los procesos	En base de los criterios definidos para cada actividad o grupo de actividades se caracteriza como estratégico, operativo o de apoyo. Para garantizar objetividad la clasificación se debe validar con la alta dirección.
5. Representación gráfica del sistema de procesos	La información se sintetiza en un mapa de procesos que ayudará a visualizar la interacción entre ellos y servirá como insumo para fases posteriores de la metodología.

Fuente: Elaboración propia

Para este tipo de proceso es importante definir las responsabilidades según el nivel de impacto estratégico, el priorizar acciones de mejora de acuerdo con el valor aportado si se quiere facilitar la implementación de metodologías de la gestión como BPM, Lean o ISO para gestión por competencias esto no va a permitir una estructura estandarizada adaptable a cualquier tipo de organización, la clasificación actúa como

una guía para la asignación eficiente de recursos ya que evita que la organización enfoque esfuerzos en procesos secundarios descuidando los procesos de valor crítico.

2.3. Identificación de áreas con mayor consumo energético

La identificación de las áreas con mayores ineficiencias energéticas es base para el diseño de estrategias de reducción del consumo energético, este proceso permite centrar los esfuerzos en aquellos sectores o procesos donde se concentran las mayores pérdidas energéticas o donde puede existir un uso poco eficiente de la energía.

Esta etapa se basa en determinar cuáles son las áreas, equipos, procesos o hábitos que representan un mayor consumo energético dentro de la entidad o entorno evaluado, esto se hace con el fin de priorizar intervenciones que ayuden a optimizar el uso de los recursos energéticos.

Tabla 6

Pasos para identificar áreas de mayor consumo energético

Procedimiento metodológico	Desarrollo
Levantamiento de información energética	• Descripción: Identificar los equipos o procesos que consumen energía de forma significativa. • Método: Observación directa, entrevista con operarios, revisión de planos de procesos y hojas técnicas de equipos. • Resultados: Listado jerarquizado de equipos según su demanda energética.
Análisis del proceso y equipos usados	• Descripción: Identificar los equipos y procesos que consumen energía de una forma significativa. • Método: Observación directa, entrevista con operarios, revisión de

	planos de procesos y hojas técnicas de equipos. • Resultados: Listado jerarquizado de equipos según su demanda energética.
Medición y monitoreo	• Descripción: Toma de mediciones del consumo energético en tiempo real y periodos más representativos. • Instrumentos: Medidores inteligentes, medidores portátiles de energía, termómetros infrarrojos, registradores de datos automatizado. • Finalidad: Obtener tasas específicas de consumo para cada área o dispositivo lo que permite elaborar un diagrama de Pareto de distribución energética.
Diagnóstico energético preliminar	• Descripción: Elaborar un diagnóstico que identifique las áreas críticas donde se concentra la mayor parte del consumo de energía. • Método: Presentación de gráficos de consumo específicos, curva de carga, indicadores como consumo por unidad de producto en $\frac{kWh}{m^2}$. • Resultado: Establecimiento de un mapa energético que muestre el porcentaje de consumo asociado a cada área, dividida en proceso y equipo

Fuente: Elaboración propia

Para seleccionar las áreas sobre las cuales se deberán proponer estrategias de eficiencia energética se aplican criterios como el de alta proporción del consumo total de energía donde se incluye los procesos o equipos cuya demanda represente un porcentaje significativo del consumo total, otro criterio que se debe tener en cuenta es la posibilidad de mejora tecnológica para el cual se ve la presencia de equipos o procesos que estén obsoletos.

2.4. Aplicación del checklist de la Norma ISO 50001:2018

La aplicación del checklist basado en la norma ISO 50001:2018 se tiene como la herramienta diagnóstico central en la metodología propuesta para implementar un sistema de gestión de la energía (SGE), este instrumento ayuda a evaluar la conformidad de una organización o instalación con los requisitos que establece la norma dando un análisis estructurado y cuantificable de la situación actual respecto a las prácticas de eficiencia energética en la organización.

Al evaluar de manera objetiva el cumplimiento de los requisitos normativos de la ISO 50001:2018 directamente en el entorno se debe identificar la brecha energética, oportunidades de mejora y fortalezas actuales del sistema de gestión energética, éstas van a hacer las base de la implementación del checklist.

2.4.1. Estructura del checklist

El checklist está estructurado en función de los capítulos y requisitos de la norma ISO 50001:2018 a continuación se presenta la estructura con los elementos claves que será evaluados

Tabla 7

Estructura de los elementos claves del checklist

N°	Capítulos	Requisitos
1	Contexto de la organización	• Compresión de la organización y su contexto energético. • Identificación de partes interesadas. • Alcance del SGE.
		• Política energética documentada.

2 Liderazgo y compromiso	• Asignación de responsabilidades y funciones. • Representante de la dirección.
3 Planificación	• Revisión energética. • Línea base energética. • Indicadores de desempeño energético. • Objetivos, metas y planes de acción.
4 Soporte	• Recursos y competencias. • Comunicación interna y externa. • Control documental.
5 Operación	• Control operacional. • Diseño y adquisición de equipos, productos o servicios que se encuentren relacionados con la energía.
6 Evaluación del desempeño	• Monitoreo, medición y análisis. • Auditoría interna. • Revisión por la dirección.
7 Mejora	• No conformidades y acciones correctivas. • Acciones de mejora del desempeño energético.

Fuente: Elaboración propia

Para cada uno de estos requisitos que se encuentre en el checklist incluirá campos de evaluación como:

- **Requisito Evaluado:** Texto resumido del requisito ISO 50001:2018.
- **Evidencias Requeridas:** Se debe sustentar las evidencias con documentos, registros, mediciones, entrevistas y observaciones, de los procedimientos realizados.
- **Hallazgos:** Notas del evaluador sobre la situación encontrada.
- **Acciones Recomendadas:** Presentación de las propuestas de mejora para cerrar brechas de consumo y fortalecer prácticas energéticas.
- **Criterios de evaluación:**

Tabla 8

Criterios de evaluación del checklist

Criterio	Descripción
Cumple (C)	• Documentación formal. • Evidencia verificable. • Prácticas implementadas de forma consistente.
Cumple parcialmente (CP)	• No existe evidencia completa. • La documentación es insuficiente. • Las prácticas aún no están estandarizadas.
No cumple (NC)	• No existe evidencia del cumplimiento del requisito. • No se ha iniciado acciones para desarrollar la práctica asociada. • La organización desconoce o no aplica el requerimiento.

Fuente: Elaboración propia

2.4.2. Procedimiento de aplicación

a) Preparación

- Capacitar al equipo evaluador en los requisitos ISO 50001:2018.

- Seleccionar las áreas, personal crítico y documentación a evaluar.

b) Ejecución de la Evaluación

- Revisión documental (políticas, registros, informes de consumo, etc.).
- Entrevistas con personal clave (directivos, técnicos, operarios).
- Recorrido por las instalaciones para observación directa.
- Registro de hallazgos en el checklist.

c) Calificación y Análisis de Resultados

- Se asigna la puntuación para cada requisito para obtener un índice de conformidad, esto se da de acuerdo con el peso del requisito.
- Identificación de las brechas críticas, las fortalezas y las acciones recomendadas.
- Elaboración de un diagrama o gráfica comparativa para visualizar áreas de mejora.

d) Informe de Resultados

Con la información recopilada se generará un informe técnico que contendrá:

- Resultados de cumplimiento.
- Brechas identificadas frente a la norma.
- Recomendaciones técnicas para la implementación de un SGEn de acuerdo con la norma ISO 50001:2018.
- Propuesta de un plan de acción.

2.5. Resultados del levantamiento de información

Los resultados del levantamiento de información se presentan como una descripción general de los hallazgos esperables y del tipo de información que se obtiene al aplicar esta guía metodológica, el objetivo de esta fase es mostrar cómo la metodología permite estructurar la información recolectada y qué tipo de resultados se generan para facilitar la posterior toma de decisiones y la aplicación del checklist normativo.

2.5.1. Resultados sobre el contexto organizacional y energético

La metodología establece que en esta etapa el usuario de la guía debe recopilar información que permita:

- Comprender el contexto energético interno (procesos, equipos relevantes, infraestructura).
- Identificar el contexto externo (normativa, precios de la energía, exigencias sectoriales).
- Definir alcances preliminares relacionados con el uso y consumo de energía.

El resultado del levantamiento en esta fase forma parte de un mapa para contexto energético el cual que incluye:

- Identificación de los principales usos de energía dentro de la organización.
- Descripción general de los procesos y áreas que influyen directamente en el consumo de energía de la organización.
- Reconocimiento del personal y áreas críticas.

La información resultante no se usa para cuantificar los resultados ni para evaluar ,pero si es de ayuda para organizar la información básica y necesaria para la etapa de diagnóstico.

2.5.2. Resultados del análisis general del consumo energético

La aplicación de la guía indica que en esta fase el responsable debe recolectar datos como:

- Tipos de energía utilizados.
- Áreas de mayor uso de la energía.
- Facturación energética por equipos y áreas del proceso disponible.
- Horarios, cargas y variabilidades operativas.

Al obtener estos tipos de resultado o documentación son prácticamente los que permite elaborar una distribución conceptual del consumo energético que expresada mediante categorías como motores, climatización, iluminación, bombeo, procesos térmicos u otros; un perfil energético básico que ayuda a distinguir los principales usos y tendencias del consumo. Estos resultados ayudan para orientar la identificación de oportunidades sin llegar a asignar valores específicos

2.5.3. Resultados sobre la identificación de áreas con mayor impacto energético

Para la identificación de las áreas de mayor consumo energético de debe tener en cuenta a las áreas que:

- Consumen mayor energía.
- Presentan procesos prolongados y continuos.
- Operan con equipos de alta potencia y largos periodos de tiempo.
- Tienen historial de mantenimiento limitado.
- Presentan variabilidad sensible al consumo energético.

El resultado esperado es una clasificación conceptual de áreas prioritarias tales como los sistemas motorizados, los sistemas HVAC, la iluminación industrial, bombeo o compresión y los equipos de proceso críticos. Los resultados de las áreas de mayor consumo ayudan para identificar a los procesos que normalmente requieren mayor atención a la hora de comenzar con la aplicación de la gestión energética.

2.5.4. Resultados de la revisión documental según la metodología

Al realizar la revisión de la documentación se establece que el levantamiento documental debe incluir como resultados:

- Políticas vigentes relacionadas con energía, producción, mantenimiento o medio ambiente.
- Registros de consumo histórico y facturación energética.
- Procedimientos detallados de la operación de la empresa.
- Especificaciones técnicas de equipos y rutina de mantenimiento.
- Informes o registros históricos relevantes.

Si los documentos no llevan control detallado o documentos no acorde a la realidad de la organización se generan resultados como la identificación de vacíos documentales, determinación del nivel de formalidad en la gestión energética, detección de incoherencias de la información dispersa y ausencia de registros.

Los resultados del levantamiento de información son la base para comprender el estado inicial del desempeño energético y evaluar el grado de cumplimiento con los requisitos de la norma ISO 50001:2018, en esta fase metodológica permite identificar tendencias, brechas y oportunidades de mejora a partir de los datos obtenidos mediante la aplicación del checklist. La información recopilada suele incluir niveles de cumplimiento por cada capítulo de la norma, la descripción de evidencias verificadas, la detección de incumplimientos o ausencia de documentación así como la categorización de hallazgos según su criticidad.

2.6. Procesamiento y análisis de los datos obtenidos

El procesamiento y análisis de los datos obtenidos es la fase determinante dentro del diagnóstico metodológico ya que permite organizar, depurar e interpretar la información recopilada durante la aplicación del checklist, esta etapa transforma datos aislados en resultados estructurados que permiten evaluar el nivel de alineación con los requisitos de la norma ISO 50001:2018 y estimar la madurez inicial del Sistema de Gestión de la Energía (SGEn).

a) Organización de la información recopilada

Una vez completado el checklist los resultados se trasladan a una matriz de sistematización diseñada para agruparlos por capítulos y requisitos de la norma ISO 50001:2018, esta organización facilita la interpretación global del diagnóstico y permite identificar áreas críticas de forma más eficiente.

Tabla 9

Ejemplo de matriz de sistematización inicial

Requisito ISO 50001:2018	Descripción	Evidencia observada	Nivel de cumplimiento
4.1 Comprensión de la organización	Identificación del contexto interno y externo	Información parcial	Cumple parcialmente
5.2 Política energética	Declaración formal de compromiso energético	No existe documento	No cumple
6.3 Indicadores de desempeño energético	Definición de KPIs y métodos de seguimiento	No se identifican registros	No cumple
7.2 Competencia	Capacitación y habilidades del personal	Capacitación informal	Cumple parcialmente

Fuente: Elaboración propia

b) Depuración y validación de datos

En esta etapa se revisa exhaustivamente la coherencia de los datos obtenidos. Esto implica:

- Eliminar respuestas duplicadas o inconsistentes
- Verificar que cada requisito cuente con una evidencia asociada
- Corregir interpretaciones erróneas del checklist
- Estandarizar la codificación de las categorías (Cumple, Cumple parcialmente, No cumple)

El objetivo es garantizar que el análisis posterior se realice sobre una base sólida y confiable.

c) Clasificación y valoración de resultados

Los datos que se obtienen se deben validar y se clasifican en tres niveles de cumplimiento:

- **Cumple:** Cumple completamente el requisito.
- **Cumple parcialmente:** Cumple algunos aspectos, pero requiere ajustes.
- **No cumple:** No existe evidencia o el proceso es inexistente.

Luego de clasificar los datos se añade un criterio de criticidad que permite priorizar los requisitos más relevantes para la conformidad del SGE, estos requisitos tienen mayor ponderación a la hora de la evaluación final.

Tabla 10

Ejemplo de valoración por criticidad

Requisito	Nivel de cumplimiento	Criticidad (Alta/Media/Baja)	Implicación
Política energética	No cumple	Alta	Afecta toda la estructura del SGE
Planificación energética	Cumple parcial	Alta	Requiere análisis de USE y KPIs
Control operacional	Cumple parcialmente	Media	Necesita estandarización

Medición y seguimiento	No cumple	Alta	Impide evaluar desempeño energético
Competencias	Cumple parcialmente	Media	Limita la implementación efectiva

Fuente: Elaboración propia

d) Análisis interpretativo

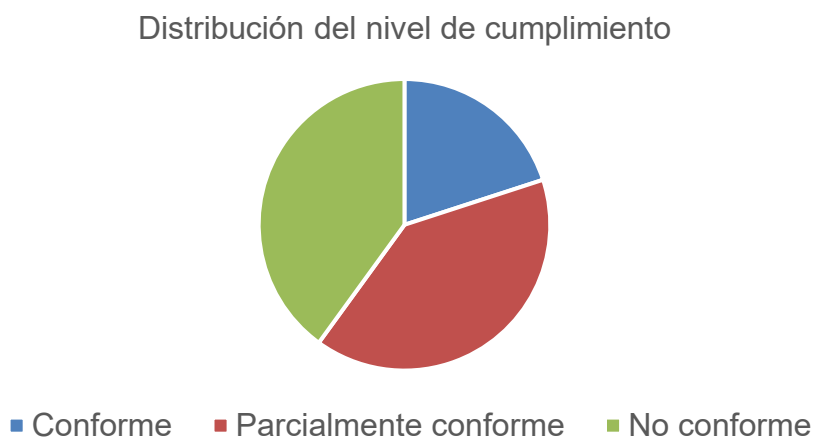
Una vez clasificados y valorados los resultados, se realiza un análisis cualitativo y cuantitativo que permite identificar:

- Brechas en la documentación
- Debilidades operativas en procesos con impacto energético
- Áreas que requieren más información o levantamiento adicional
- Requisitos esenciales que deben priorizarse para iniciar la implementación
- Oportunidades de mejora preliminares

Este análisis es clave para construir el “estado base metodológico”, es decir, el mapa conceptual del nivel de cumplimiento esperado al aplicar la metodología en una organización real.

Ilustración 1

Ejemplo conceptual de distribución del nivel de cumplimiento



Fuente: Elaboración propia

Distribución hipotética del cumplimiento:

- 20% Conforme
- 40% Parcialmente conforme
- 40% No conforme

Este tipo de representación permite visualizar de forma rápida el grado de preparación general antes de la implementación del SGE.

2.7. Resultado del diagnóstico energético

Los resultados del diagnóstico energético son la síntesis del análisis realizado a partir del procesamiento de los datos obtenidos y representan un insumo principal para la planificación de la implementación del Sistema de Gestión de la Energía conforme a la norma ISO 50001:2018, bajo este enfoque los resultados no describen la situación de una organización específica sino las conclusiones, patrones y brechas que pueden surgir al aplicar la metodología propuesta y que sirven como referencia para la toma de decisiones en procesos de implementación reales.

Uno de los principales resultados que ofrece el diagnóstico es la identificación del nivel estimado de cumplimiento por requisito, la aplicación del checklist revela brechas documentales, técnicas y procedimentales que una organización promedio podría enfrentar al iniciar un SGE, estas brechas pueden incluir la inexistencia de una política energética formal, ausencia de planificación energética estructurada, falta de indicadores de desempeño, registros insuficientes, debilidades en control operacional y limitaciones en procesos de comunicación y competencia.

A continuación, se presenta un cuadro metodológico que resume la forma en que pueden clasificarse los resultados típicos obtenidos del diagnóstico:

Tabla 11

Ejemplo metodológico de resultados del diagnóstico energético

Categoría evaluada (ISO 50001:2018)	Resultado esperado del diagnóstico	Clasificación	Implicación metodológica
--	---	----------------------	-------------------------------------

Política energética	Política inexistente o no documentada	No cumple	Requiere elaboración formal alineada a la norma.
Planificación energética	Identificación de usos significativo de la energía	Cumple parcialmente	Requiere profundizar en análisis del consumo y criterios energéticos.
Indicadores de desempeño energético	No existen indicadores energéticos definidos	No cumple	Debe desarrollarse un sistema de KPIs para monitoreo continuo.
Competencia y formación	Capacitación no exitosa	Cumple parcialmente	Necesario un plan de capacitación continua de SGEEn.
Operación y mantenimiento	Prácticas de mantenimiento sin enfoque energético	Cumple parcialmente	Requiere integrar criterios energéticos en procedimientos operativos.
Medición y seguimiento	Falta de equipos o métodos de medición	No cumple	Necesaria instalación o actualización de sistemas de medición.
Revisión por la dirección	No se realiza de forma sistemática	No cumple	Debe establecerse un proceso periódico de revisión del SGEEn.

Fuente: Elaboración propia

El diagnóstico energético metodológico permite identificar la estructura general del consumo energético conceptual dentro de una organización esto incluye la estimación de los posibles Usos Significativos de la Energía (USE) y las áreas con mayor potencial de mejora, las tendencias comunes suelen estar relacionadas con equipos ineficientes, ausencia de medición adecuada, mantenimiento reactivo y falta de estandarización de operaciones.

Los resultados obtenidos permiten clasificar las oportunidades de mejora según su impacto potencial, facilidad de implementación y recursos necesarios, esta clasificación constituye la base para la formulación de un plan de acción en etapas posteriores del SGE y para el establecimiento de los indicadores que permitirán evaluar el progreso continuo.

2.8 Cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 50001:2018

El análisis del cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 50001:2018 constituye una etapa central dentro del diagnóstico metodológico ya que permite evaluar en qué medida la estructura revisada se adhiere a los lineamientos establecidos por el estándar internacional para un Sistema de Gestión de la Energía (SGE), esta evaluación se basa en la información recopilada mediante el checklist diseñado para este fin y revisión de la documentación requerida por la norma.

El fin de este punto es el determinar el nivel de alineación teórica que se espera en un proceso de implementación típico y el establecer las brechas de mejora que deberán ser abordadas en las fases posteriores del SGE para esto los requisitos se agrupan según los capítulos principales de la norma lo que permite un análisis certero de los requisitos.

2.8.1. Evaluación general por capítulo de la normativa

El checklist permite estructurar la evaluación siguiendo las siete áreas principales de requisitos:

1. Contexto de la organización
2. Liderazgo
3. Planificación energética
4. Apoyo
5. Operación
6. Evaluación del desempeño
7. Mejora

A continuación se presenta un cuadro metodológico de referencia que ilustra cómo se sistematiza la evaluación de cumplimiento por cada cláusula.

Tabla 12*Ejemplo metodológico de evaluación del cumplimiento por capítulo ISO 50001:2018*

Capítulos ISO 50001	Descripción del requisito	Nivel de cumplimiento esperado	Estado conceptual
4. Contexto de la organización	Identificación de factores internos y externos; partes interesadas	Cumple parcialmente	Tendencia a documentación insuficiente
5. Liderazgo	Política energética; roles y responsabilidades	No cumple	Se requiere estructura directiva formal
6. Planificación energética	Análisis energético; USE; indicadores	No cumple	Brecha crítica por falta de metodología previa
7. Apoyo	Competencias; comunicación; recursos	Cumple parcialmente	Prácticas informales no estandarizadas
8. Operación	Control operacional; diseño; compras	Cumple parcialmente	Ausencia de criterios energéticos formales
9. Evaluación del desempeño	Monitoreo; medición; auditorías	No cumple	Limitada capacidad de seguimiento energético
10. Mejora	Acciones correctivas; mejora continua	Cumple parcialmente	Se requiere estructura cíclica de revisión

Fuente: Elaboración propia

2.8.2. Interpretación metodológica del cumplimiento

El análisis de cumplimiento evidencia que en un escenario metodológico típico, las principales brechas se concentran en:

- La ausencia de una política energética formal
- El desconocimiento de los Usos Significativos de la Energía (USE)
- La falta de indicadores de desempeño energético (EnPIs)
- La inexistencia de procesos documentados de medición, análisis y verificación
- La ausencia de auditorías internas energéticas
- La falta de integración del enfoque energético en la operación y en los procesos de adquisición

Este comportamiento se considera normal en organizaciones que recién inician el proceso de implementación del SGEN y justifica la necesidad de una metodología guiada como la desarrollada en esta tesis.

Tabla 13

Clasificación metodológica de brechas por impacto

Brecha identificada	Impacto en el SGEN	Relevancia
Falta de política energética	Afecta toda la estructura del sistema	Alta
No identificación de USE	Impide la planificación energética	Alta
Falta de indicadores energéticos	Dificulta medir desempeño	Alta
Documentación insuficiente	Limita verificación y auditoría	Media
Falta de capacitación	Reduce eficacia del SGEN	Media
Ausencia de medición real	Impide evaluar mejoras	Alta

Fuente: Elaboración propia

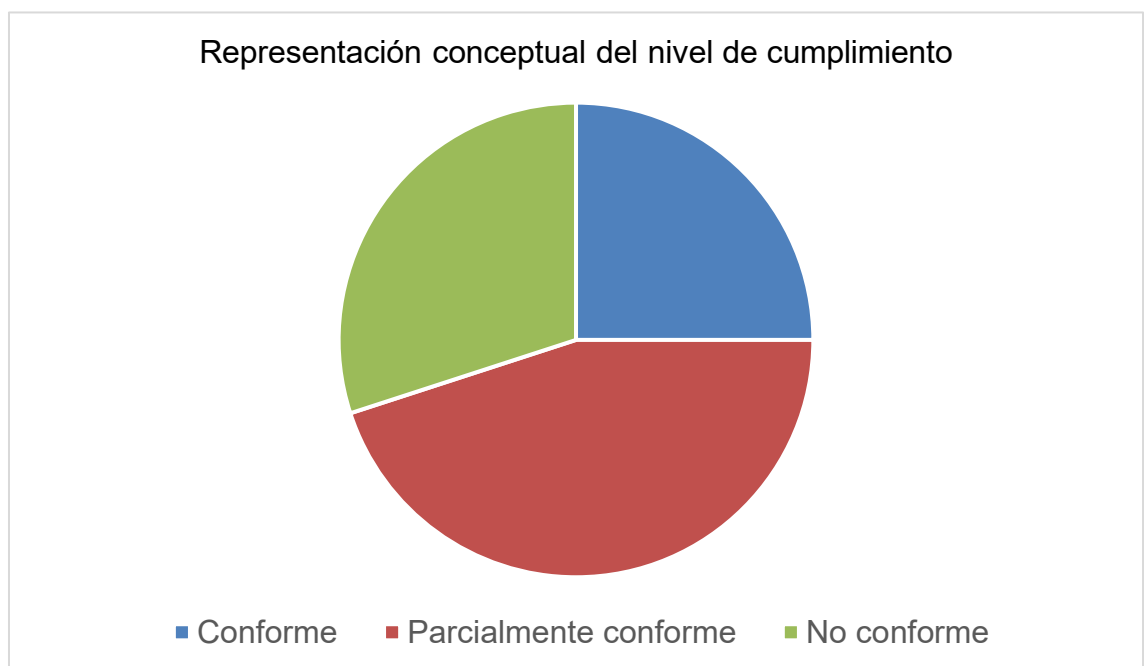
2.8.3. Resumen del cumplimiento metodológico

- Alrededor del 20–30% de los requisitos suelen encontrarse conformes o cercanos a cumplimiento, generalmente los relacionados con estructuras organizacionales básicas.

- Entre un 40–50% suele encontrarse en condiciones que son parcialmente conforme lo que indica un potencial de mejora si se hacen ajustes alineados a la normativa.
- Entre un 30–40% se encuentra no conforme lo que representando que la brecha es críticas en especial en la planificación energética, medición, auditoría y mejora continua de la organización.

Ilustración 2

Representación conceptual del nivel de cumplimiento del ejemplo mostrado



Fuente: *Elaboración propia*

- Cumple: 25%
- Cumple parcialmente: 45%
- No cumple: 30%

Este tipo de representación facilita visualizar el nivel de madurez estimado al aplicar la metodología antes de una implementación formal.

Al revisar el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 50001:2018 ayudan a tener una visión cierta del punto donde se va a partir en el proceso de implementación, esta evaluación define las brechas más frecuentes, orienta la priorización de acciones y proporciona una base sólida para la construcción del plan de trabajo del SGE.

2.9. Determinación de brecha y oportunidad de mejora

La determinación de brechas y oportunidades de mejora constituye es la fase dentro donde se identifican las discrepancias entre el estado evaluado mediante el checklist y los requisitos establecidos por la norma ISO 50001:2018, este análisis actúa como puente entre el diagnóstico y la futura formulación del plan de acción, permitiendo establecer prioridades y definir el nivel de esfuerzo necesario para alcanzar la conformidad del Sistema de Gestión de la Energía.

Este proceso se basa en comparar los resultados obtenidos con el nivel de cumplimiento esperado de cada capítulo de la normativa, de esta comparación emergen brechas documentales, técnicas, operativas y de gestión que representan puntos críticos para el diseño de la metodología de implementación del sistema.

La identificación de brechas se basa en definir los requisitos que no se encuentran documentados no se ejecutan, o no cumplen con las directrices de la norma estas brechas pueden agruparse en cuatro categorías principales:

- **Brechas documentales:** Ausencia de políticas, procedimientos, registros o evidencias.
- **Brechas técnicas:** Falta de medición de los procesos y consumo de los equipos, equipos ineficientes e inexistencia de datos históricos.
- **Brechas de gestión:** Roles que no se encuentren definidos, comunicación insuficiente y escasa toma de decisiones estratégicas.
- **Brechas operativas:** falta de criterios energéticos en procesos, mantenimiento reactivo, ausencia de control operacional.

Tabla 14

Ejemplo de matriz general de brechas identificadas según ISO 50001:2018

Capítulos ISO	Brecha identificada	Tipo de brecha	Nivel de impacto
5.2 Política energética	No existe política documentada	Documental / Gestión	Alta
6.3 Indicadores energéticos	No se definen EnPIs ni métodos de seguimiento	Técnica	Alta

7.2 Competencia	No existe plan de formación energética	Gestión	Media
8.1 Control operacional	Procesos no estandarizados con enfoque energético	Operativa	Media
9.1 Monitoreo y medición	Falta de herramientas de medición y verificación	Técnica	Alta
10.2 Mejora continua	No se aplica ciclo de revisión	Gestión	Media

Fuente: Elaboración propia

2.9.1 Clasificación y priorización de brechas

Una vez identificadas las brechas, estas se clasifican según criterios como:

- Impacto en el desempeño energético
- Relevancia normativa
- Riesgo asociado
- Dependencia de otros procesos
- Recursos necesarios para su corrección

La priorización permite establecer qué aspectos deben abordarse de manera inmediata en un proceso real de implementación y cuáles pueden atenderse progresivamente.

Tabla 15

Priorización metodológica de brechas

Brecha	Probabilidad de generar incumplimiento	Impacto	Prioridad
No existencia de política energética	Alta	Alta	Crítica
Falta de indicadores energéticos	Alta	Alta	Crítica
Falta de medición real	Alta	Alta	Crítica
Capacitación insuficiente	Media	Media	Moderada

Control operacional deficiente	Media	Alta	Alta
Documentación parcial	Media	Baja	Baja

Fuente: Elaboración propia

2.9.2 Identificación de oportunidades de mejora

Cada brecha identificada implica también una oportunidad de mejora que puede transformarse en una acción concreta dentro del futuro plan de implementación del SGE_n, las oportunidades de mejora se orientan hacia:

- Formalización de documentos y creación de registros.
- Instalación o actualización de sistemas de medición energética.
- Desarrollo de indicadores energéticos.
- Capacitación continua del personal crítico.
- Integración del SGE_n en el mantenimiento y operación.
- Establecimiento de un plan de procesos de monitoreo, auditoría y revisión.

Tabla 16

Ejemplo matriz de brecha – oportunidad de mejora

Brecha identificada	Oportunidad de mejora	Beneficio esperado
No existe política energética	Elaborar y aprobar política energética	Dirección clara para el SGE _n
No identificación de USE	Implementar análisis energético preliminar	Priorización de consumos críticos
No existen indicadores	Definir EnPIs alineados al desempeño	Medición objetiva de mejoras
Falta de medición	Instalar instrumentos o sistemas de monitoreo	Datos confiables para toma de decisiones
Capacitación insuficiente	Plan de formación en eficiencia energética	Mayor adopción del SGE _n
Procesos no estandarizados	Desarrollo de procedimientos operativos	Control operacional eficiente

Fuente: Elaboración propia

El análisis general permite concluir que las brechas más significativas suelen encontrarse en:

- Planificación energética
- Medición y seguimiento
- Política y liderazgo
- Mejora continua
- Documentación del sistema

La identificación detallada de estas brechas constituye un insumo clave para la formulación de la metodología de implementación ya que permite orientar los esfuerzos hacia áreas críticas, diseñar las acciones alineadas con los requisitos normativos, definir prioridades de implementación y garantizar la coherencia con el ciclo PHVA.

Capítulo 3

3. Propuesta de Mejora

3.1 Fundamentación de la metodología propuesta

La metodología propuesta en esta investigación surge como respuesta directa a los hallazgos obtenidos durante el diagnóstico metodológico desarrollado en el Capítulo 2. Dicho diagnóstico permitió evidenciar que en los procesos de implementación de la norma ISO 50001:2018 uno de los principales obstáculos no es la falta de recursos técnicos sino es la ausencia de herramientas claras que orienten de manera práctica y estructurada el cumplimiento de los requisitos normativos.

El desarrollo de la propuesta metodológica se fundamenta en los principios y requisitos establecidos en la norma ISO 50001:2018 la cual proporciona un marco sistemático para la implementación, mantenimiento y mejora continua de un Sistema de Gestión de la Energía (SGEn), esta propuesta se concibe como una guía metodológica estructurada que permite orientar a las organizaciones industriales fabricantes en la adopción progresiva del enfoque de gestión energética partiendo de un diagnóstico inicial hasta la consolidación de un sistema alineado con las buenas prácticas internacionales.

Parte desde el enfoque del ciclo PHVA, eje central de la ISO 50001:2018 y se articula con la estructura de alto nivel de la norma lo que garantiza su compatibilidad con otros sistemas de gestión, a través de este enfoque la propuesta integra elementos estratégicos, operativos y técnicos, permitiendo una implementación adaptable a diferentes contextos organizacionales. Dentro de esta metodología el uso de un checklist se establece como instrumento de verificación central, debido a su capacidad para transformar los requisitos de la norma en criterios verificables, claros y accesibles.

Tabla 17

Relación entre la propuesta metodológica y los requisitos de la ISO 50001:2018

Capítulos ISO 50001:2018	Elemento normativo	Aplicación dentro de la metodología
-----------------------------	--------------------	--

4. Contexto de la organización	Análisis del contexto y partes interesadas	Diagnóstico inicial y definición del alcance
5. Liderazgo	Política energética y responsabilidades	Compromiso de la dirección y estructura del SGEN
6. Planificación	Análisis energético, USE y EnPIs	Planificación energética y definición de objetivos
7. Apoyo	Recursos, competencia y comunicación	Capacitación y soporte a la implementación
8. Operación	Control operacional y diseño	Integración del enfoque energético en procesos
9. Evaluación del desempeño	Medición, seguimiento y auditoría	Verificación del desempeño energético
10. Mejora	Acciones correctivas y mejora continua	Retroalimentación y optimización del SGEN

Fuente: Elaboración propia

La metodología se organiza en fases secuenciales e interrelacionadas que permiten una implementación progresiva del SGEN, estas fases están diseñadas para ser replicables y ajustables según el nivel de madurez energética de la organización.

3.1.1 Objetivo de la metodología propuesta

El objetivo principal de la metodología es proporcionar un procedimiento sistemático, claro y replicable que permita a las industrias fabricantes implementar un Sistema de Gestión de la Energía basado en la norma ISO 50001:2018 mediante el uso de un checklist como herramienta central de diagnóstico, planificación, seguimiento y mejora continua.

La metodología propuesta está diseñada para ser aplicada en industrias fabricantes independientemente de su tamaño o nivel de complejidad energética, su carácter flexible permite adaptaciones según los recursos disponibles, el contexto operativo y

el grado de madurez organizacional sin perder alineación con los requisitos de la ISO 50001:2018.

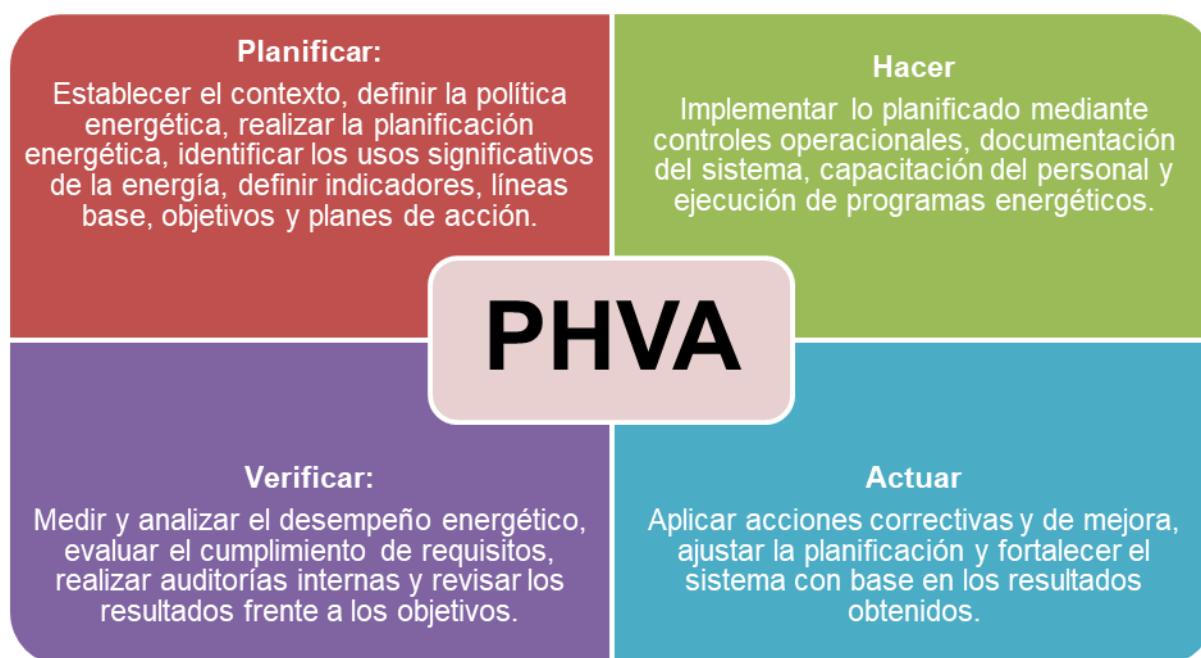
El desarrollo de la propuesta metodológica forma el núcleo de este capítulo ya que traduce los requisitos normativos y los resultados del diagnóstico en una guía práctica, estructurada y coherente que es orientada a facilitar la implementación efectiva de un Sistema de Gestión de la Energía.

3.1.2 Estructura general de la metodología basada en ISO 50001:2018

La estructura general de la metodología propuesta se fundamenta en el enfoque de mejora continua establecido por la norma ISO 50001:2018 basado en el ciclo PHVA, este enfoque hace que mejore al organizar la implementación del Sistema de Gestión de la Energía de manera ordenada garantizando coherencia entre la planificación estratégica, la ejecución operativa, la evaluación del desempeño y la mejora continua.

Ilustración 3

Ciclo de mejora continua



Fuente: Elaboración propia

En coherencia con el ciclo PDCA la metodología se organiza en tres grandes etapas operativas que estructuran el proceso de implementación del SGE:

- **Compromiso y planificación energética:** Comprende la definición del alcance del sistema, el compromiso de la alta dirección, la formulación de la política energética, la revisión energética, la identificación de los usos significativos de la energía, la definición de indicadores, líneas base y objetivos energéticos.
- **Implementación de controles y medición del desempeño:** Este se debe incluir la elaboración de la documentación del SGEN, la integración de criterios energéticos en los procesos, el establecimiento de los controles operacionales, la capacitación continua del personal y la puesta en marcha del sistema de medición y seguimiento.
- **Verificación, auditoría y mejora continua:** Se desarrolla desde el análisis del desempeño energético, la realización de auditorías internas, la gestión de no conformidades, la revisión por la alta dirección y la actualización de la planificación energética.

Ilustración 4

Diagnóstico inicial de implementación del checklist



Fuente: Elaboración propia

Este flujo evidencia que la metodología no concluye con la implementación inicial sino que establece un ciclo permanente de evaluación y mejora, de este modo la estructura

general propuesta asegura que el Sistema de Gestión de la Energía evolucione de manera sostenida, manteniendo su eficacia y alineación con los requisitos de la norma ISO 50001:2018.

3.2 Diseño del checklist

El checklist constituye el aporte central de la presente investigación, al configurarse como la herramienta práctica que operacionaliza la metodología propuesta para la implementación del Sistema de Gestión de la Energía conforme a la norma ISO 50001:2018, su diseño responde a la necesidad de traducir los requisitos normativos en criterios claros, verificables y comprensibles que permitan guiar de manera sistemática el diagnóstico, la planificación, la implementación y la mejora continua del SGE_n.

El formato del checklist se estructura en una matriz organizada por columnas que integran el ciclo PHVA, la sección de la norma, el número de requisito, el título del requisito, las preguntas de verificación, las opciones de evaluación (Cumple, Cumple parcialmente, No cumple) y un espacio para comentarios, observaciones o no conformidades, esta disposición permite que el instrumento funcione simultáneamente como herramienta diagnóstica, guía de implementación y soporte para auditorías internas. El checklist se diseña con una doble organización complementaria:

- Por capítulo de la norma ISO 50001:2018 garantizando la cobertura íntegra de todos los requisitos normativos, desde el contexto de la organización hasta la mejora continua.
- Por fases del ciclo PVHA permitiendo identificar en qué etapa metodológica se evalúa cada requisito.

Tabla 18

Relación de los capítulos de la norma con la fase del ciclo PHVA

Capítulos ISO 50001	Fase PHVA	Tema evaluado
4. Contexto	Planear	Alcance y contexto del SGE _n
5. Liderazgo	Planear	Política energética y compromiso
6. Planificación	Planear	Revisión energética, USE, EnPIs

7. Apoyo	Hacer	Recursos, competencia, comunicación
8. Operación	Hacer	Control operacional
9. Evaluación	Verificar	Medición, análisis y auditoría
10. Mejora	Actuar	Acciones correctivas y mejora

Fuente: Elaboración propia

La aplicación del checklist debe realizarse de manera ordenada preferentemente por un equipo responsable del SGEEn o responsable de la gestión ambiental, utilizando evidencias documentales y operativas para sustentar cada respuesta, los resultados obtenidos permiten

- Identificar las brechas normativas.
- Establecer las prioridades de acción.
- Orientar la planificación energética en base a la normativa ISO 50001:2018.
- Evaluar el avance del sistema de gestión energética.
- Sustentar la toma de decisiones para la mejora continua en base a las necesidades de la organización.

El checklist no solo debe entenderse como un instrumento de auditoría sino como una herramienta que ayude durante todo el proceso de implementación del Sistema de Gestión de la Energía y la continua evaluación del SGEEn en la organización.

3.2.1 Sistema de evaluación del checklist

Con el fin de transformar la información cualitativa obtenida a través del checklist en resultados objetivos y comparables, la metodología propuesta incorpora un sistema de evaluación estructurado que permite cuantificar el nivel de cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 50001:2018.

Este sistema facilita la interpretación de los resultados, la identificación de brechas prioritarias y la determinación del nivel de madurez energética de la organización, el

sistema de evaluación se basa en una escala numérica simple, una ponderación por capítulo de la normativa y un modelo de clasificación por niveles de madurez

Tabla 19

Escala de cumplimiento del checklist metodológico

Nivel de cumplimiento	Valor	Descripción
No cumple	0	El requisito no se encuentra implementado o no existe evidencia que lo respalde.
Cumple parcialmente	1	El requisito presenta avances iniciales, implementación incompleta o evidencia insuficiente.
Cumple	2	El requisito se encuentra implementado de manera adecuada, con evidencia documentada y aplicación operativa.

Fuente: Elaboración propia

La escala que se presenta permite transformar las respuestas del checklist en valores cuantificables, lo que facilita el procesamiento estadístico de los resultados y la comparación entre cláusulas, fases PVHA y periodos de evaluación.

Por esto no todos los requisitos de la norma tienen el mismo impacto sobre el desempeño energético, por lo que la metodología tiene en cuenta una ponderación por capítulos de la norma, asignando mayor peso a aquellas que requisitos que influyen directamente en la planificación, medición y mejora del sistema.

Tabla 20

Ponderación por capítulos

Capítulo	ISO	Enfoque principal	NºRequisitos	(%)
50001				
4. Contexto		Alcance y contexto	4	13%

5. Liderazgo	Política y compromiso	3	10%
6. Planificación	Revisión energética, USE, EnPI	10	33%
7. Apoyo	Recursos y competencia	4	13%
8. Operación	Control operacional	3	10%
9. Evaluación	Medición y auditoría	4	13%
10. Mejora	Acciones y mejora continua	2	8%
Total		30	100%

Fuente: Elaboración propia

Cada capítulo de la norma obtiene un puntaje parcial calculado en función del promedio de sus requisitos y multiplicado por su ponderación, la suma de todos los valores genera un índice global de cumplimiento del SGE. Con base en el puntaje total obtenido, la metodología permite clasificar el estado del sistema en niveles de madurez energética.

Tabla 21

Nivel de madurez energética resultante

Puntaje global (%)	Nivel de madurez	Caracterización
0 – 25 %	Inicial	Gestión energética inexistente o informal
26 – 50 %	Básico	Prácticas aisladas, sin estructura formal
51 – 75 %	Intermedio	Sistema en desarrollo, con brechas
76 – 100 %	Avanzado	SGE estructurado y funcional

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Procedimiento de aplicación paso a paso

El procedimiento de aplicación del checklist se estructura como una guía secuencial que orienta de manera clara el proceso de diagnóstico, evaluación y análisis del estado del Sistema de Gestión de la Energía (SGEn), este procedimiento permite asegurar la consistencia en la aplicación del instrumento, la confiabilidad de los resultados y su adecuada interpretación dentro de la metodología propuesta.

Tabla 22

Secuencia de uso del checklist

Fase	Actividades principales
Preparación	- Conformación del equipo aplicador. - Recolección preliminar de la información. - Definición del alcance del SGEn.
Aplicación del checklist	- Revisión de los requisitos. - Verificación documental y operativa. - Asignación del valor (0, 1 o 2).- Registro de observaciones y evidencias.
Procesamiento de resultados	- Consolidación de puntajes por requisito. - Aplicación de ponderaciones. - Cálculo del índice global de cumplimiento.
Análisis e interpretación	- Identificación de brechas críticas. - Determinación del nivel de madurez energética.

	- Priorización de acciones.
Retroalimentación	- Presentación de resultados. - Validación con la dirección. - Integración al plan de acción.

Fuente: Elaboración propia

El checklist debe ser aplicado por un equipo responsable del SGE en el cual puede estar conformado por:

- Un coordinador o responsable de gestión energética.
- Representantes de áreas clave (producción, mantenimiento, calidad, ambiente).
- Personal con conocimiento básico de los procesos y del uso de la energía.

En etapas iniciales el equipo puede estar conformado por personal interno con acompañamiento técnico externo, No obstante la metodología promueve que la aplicación sea realizada principalmente por la propia organización, fortaleciendo la autonomía y la apropiación del sistema.

El tiempo requerido para la aplicación del checklist depende del tamaño y complejidad de la organización, así como de la disponibilidad de información. A modo referencial se propone los siguientes rangos tiempos en base a casos de aplicación de la normativa en organizaciones.

Tabla 23

Tiempos estimados de aplicación del checklist según tamaño organizacional

Tamaño de la organización	Características generales	Tiempo estimado de aplicación
----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------

Pequeña	Procesos simples, bajo número de áreas, documentación básica	6 – 10 horas
Mediana	Diversidad moderada de procesos, estructura funcional definida	10 – 16 horas
Grande	Alta complejidad operativa, múltiples áreas y procesos	16 – 24 horas

Fuente: Elaboración propia

Estos tiempos incluyen la revisión documental, entrevistas breves con personal clave, recorridos de verificación operativa y el registro de resultados, su carácter referencial permite ajustar la aplicación del instrumento según las particularidades de cada contexto.

3.3 Checklist de la normativa ISO 50001:2018

Tabla 24

Checklist propuesto como desarrollo de la metodología

Ciclo PDCA	Requisito	Tarea #	Título del requisito ISO 50001	Elementos a verificar / Preguntas a hacer	C	CP	NC	Comentarios / Observaciones / No conformidades
1			Alcance					
2			Referencia normativa					
3			Términos y definiciones					
4			Contexto de la Organización					
PLAN	4,1	1	Comprender la organización y su contexto	¿Ha identificado la organización los problemas externos e internos relevantes para su propósito y que afectan su capacidad para lograr los resultados previstos de su SGEN y mejorar su desempeño energético? ¿Ha registrado la organización esta información?				

PLAN	4,2	2	Comprender las necesidades y expectativas de las partes interesadas	¿La organización ha identificado y registrado a las partes interesadas relevantes para su desempeño energético y el SGEEn? ¿Se han identificado y registrado las necesidades, expectativas y requisitos de estas partes interesadas? ¿La organización ha determinado los requisitos legales y de otro tipo aplicables a su SGEEn y su desempeño energético? -Incluyendo cómo estos requisitos se relacionan y aplican a la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía. ¿La organización cuenta con un proceso para revisar periódicamente los requisitos legales y de otro tipo a intervalos definidos?				
PLAN	4,3	3	Determinación del alcance del sistema de gestión energética	¿Existe evidencia de que se han definido y documentado el alcance y los límites del SGEEn? - La organización debe tener la autoridad para controlar la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía dentro del alcance y los límites definidos.				

				- No se puede excluir ningún tipo de energía dentro del alcance y los límites.				
ACTO	4,4	4	Sistema de gestión energética (SGEn)	¿Existe evidencia de que la organización ha establecido, implementado y mejorado continuamente un SGEn? ¿Existe evidencia de que la organización mejora continuamente su desempeño energético?				
5		Liderazgo						
PLAN	5,1	5	Liderazgo y compromiso	¿Existe evidencia de que la alta dirección esté profundamente involucrada en el establecimiento del SGEn? Busque evidencia específica de los puntos a) a m) en la sección 5.1 de la norma ISO 50001. Entreviste a uno o más miembros de la alta				

				dirección sobre sus funciones y acciones. Tome nota de los hallazgos.				
PLAN	5.1 b) 5.2	6	Política energética	¿Existe una política energética definida de acuerdo con la sección 5.2 de la norma ISO 50001? ¿Se mantiene esta política energética como información documentada? ¿La alta dirección revisó y aprobó la política energética? ¿Aborda la política energética los puntos de la sección 5.2 a) - g) de la norma ISO 50001? ¿Se ha comunicado la política energética a todos los niveles de la organización y está a disposición de las partes interesadas? ¿Se revisa y actualiza la política energética periódicamente, según sea necesario?				

PLAN				Entreviste a varios empleados de la oficina y de la planta para comprobar si conocen la política energética de la planta.				
	5.1 g) 5.1 i) 5.3	7	Funciones, responsabilidades y autoridades de la organización	¿Se ha aprobado y establecido un equipo de Gestión Energética? ¿Existe una lista de miembros del equipo? ¿Existen actas de reuniones? ¿Se han establecido y documentado las funciones y responsabilidades del equipo? Tiene el equipo de energía la autoridad y la responsabilidad de: - establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente el SGE				

				- garantizar que el SGEEn cumpla con la norma 50001 - implementar planes de acción para mejorar continuamente el rendimiento energético - informar sobre estos aspectos a la alta dirección?				
6		Planificación						

PLAN	6,1	8	Acciones para tratar los riesgos y oportunidades Aborda la organización los riesgos y las oportunidades que: -garantizarán que el SGEEn pueda lograr los resultados previstos -prevenirán o reducirán los efectos no deseados -lograrán una mejora continua del SGEEn y del desempeño energético Planea la organización: -Tomar medidas para abordar los riesgos y las oportunidades aplicables -Integrar estas acciones en los procesos del SGEEn y del desempeño energético -Evaluar la eficacia de estas acciones				
-------------	------------	----------	---	--	--	--	--

PLAN	6,3	9	Revisión energética	¿Ha realizado la organización una revisión energética? Incluyó esta revisión: - Identificación de los tipos de energía - Evaluación del uso y consumo energético actual y pasado - Estimación del uso y consumo energético futuro ¿Se actualiza la revisión energética a intervalos definidos, así como en respuesta a cambios importantes en las instalaciones, sistemas o procesos que utilizan energía? ¿Se mantienen como información documentada los métodos y criterios para realizar la revisión energética y sus resultados?				
-------------	------------	----------	---------------------	--	--	--	--	--

PLAN	6,6	10	Planificación para la recopilación de datos de la energía	¿Ha planificado la organización la recopilación de datos energéticos? ¿Se identifican, miden, supervisan y analizan a intervalos planificados las características operativas clave que pueden afectar al rendimiento energético? ¿Especifica el plan qué datos se recopilan, cómo se recopilan y con qué frecuencia (es decir, cuándo) se recopilan y conservan? Confirme que el plan de recopilación de datos energéticos incluya: - Variables relevantes para los usuarios significativos de energía (USE) - Consumo energético relacionado con los USE - Criterios de control operativo para los USE - Factores estáticos, si corresponde - Datos especificados en los planes de acción.				
------	-----	----	---	---	--	--	--	--

				¿Se revisa el plan de recopilación de datos energéticos de la organización a intervalos definidos y se actualiza según sea necesario? ¿Se asegura la organización de que los equipos utilizados para medir los datos energéticos sean precisos y repetibles, y de que se mantengan registros de estos como información documentada?				
--	--	--	--	---	--	--	--	--

PLAN	9.1.1	11	9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación del desempeño energético y del SGEEn 9.1.1 Generalidades	¿La organización determina los siguientes elementos para AMBOS desempeños energéticos y el SGEEn: - Qué se debe monitorear y medir, incluyendo como mínimo: • Efectividad de los planes de acción. • Indicadores de desempeño energético (EnPIs). • Operación de los USE. • Consumo de energía real versus esperado - Los métodos para el monitoreo, medición, análisis y evaluación, según corresponda, para asegurar resultados válidos - ¿Cuándo se realizan el monitoreo y la medición? - ¿Cuándo se analizan y evalúan los resultados del monitoreo y la medición? ¿La organización evalúa su desempeño energético y mantiene los resultados como información documentada?				
------	-------	----	---	---	--	--	--	--

				- ¿La mejora en el desempeño energético se evalúa comparando los valores EnPI aplicables con los EnBs asociados? ¿La organización evalúa la efectividad del SGEN y mantiene los resultados como información documentada? ¿La organización investiga y responde a desviaciones significativas en el desempeño energético, incluyendo el mantenimiento de información documentada sobre los resultados de las investigaciones y respuestas?				
--	--	--	--	--	--	--	--	--

PLAN	6,3	12	Revisión Energética y, en concreto, los apartados 6.3. b) y 6.3. c)	Con base en el análisis de la revisión energética, la organización identifica a sus usuarios significativos de energía (USE). Identifica la organización lo siguiente para cada USE: • Variables relevantes. • Desempeño energético actual. • Personas bajo su control que tienen influencia o pueden afectar a los USE. Cada vez que se actualiza la revisión energética, ¿la organización también revisó la selección de los USE?				
	6.3 d)	13	Revisión de Energía Oportunidades de mejora	¿La organización selecciona y prioriza las oportunidades de mejora del rendimiento energético? ¿Cuenta la organización con una metodología y criterios documentados para identificar, clasificar, seleccionar y actualizar las oportunidades de mejora energética?				

				Cada vez que se actualiza la revisión energética. ¿La organización también revisó y actualizó las prioridades de las oportunidades de mejora energética?				
PLAN	6,4	14	Indicadores de desempeño energético (EnPIs)	¿Ha seleccionado la organización los EnPI adecuados para medir y supervisar su desempeño energético y demostrar su mejora? ¿Se documenta la metodología para determinar y actualizar los EnPI? ¿Cuándo las variables relevantes tienen un impacto significativo en el desempeño energético, consideró la organización estos datos para los EnPI aplicables?				

				¿Se comparan los valores de los EnPI con su respectivo EnB y se documentan los resultados?				
--	--	--	--	--	--	--	--	--

PLAN	6,5	15	Líneas base energéticas (EnBs)	¿Ha seleccionado la organización los EnB adecuados con base en la revisión energética y considerando un período adecuado? ¿Cuándo las variables relevantes tienen un impacto significativo en el desempeño energético, ha normalizado la organización el EnPI asociado y los EnB aplicables? Ha revisado la organización los EnB en uno o más de los siguientes casos: - ¿Los EnPI ya no reflejan el desempeño energético de la organización? - ¿Se han producido cambios importantes en los factores estáticos - ¿Se basa en un método predeterminado? ¿Se mantiene documentada la información sobre los EnB, los datos de las variables relevantes y las modificaciones a los EnB?				
------	-----	----	--------------------------------	--	--	--	--	--

PLAN	6.2.1	16	Objetivos, metas energéticas y planificación para alcanzarlos	¿Ha establecido la organización objetivos y metas energéticas?				
	6.2.2			Son estos objetivos y metas energéticas: - coherentes con la política energética - medibles - coherentes con los requisitos legales y de otro tipo - que reflejan la consideración de los USE - coherentes con las oportunidades seleccionadas de mejora energética - que forman parte del plan de monitoreo y medición - aprobados por la alta dirección - comunicados a la organización - actualizados según corresponda ¿Se mantienen los objetivos y metas energéticas como información documentada?				

PLAN	6.2.3	17	Objetivos, metas energéticas y planificación para alcanzarlos - Planes de Acción	¿Ha desarrollado la organización planes de acción para alcanzar los objetivos y metas establecidos?				
				¿Estos planes de acción incluyen lo siguiente: qué se hará, qué recursos se requieren, quién es responsable, cuándo se realizará y cómo se evaluarán los resultados, ¿incluyendo métodos para verificar la mejora del desempeño energético?				
				¿Considera la organización cómo integrar estos planes de acción en sus procesos operativos habituales?				
				¿Se mantienen los planes de acción como información documentada?				
7			Apoyo					

HACER	7,2	18	Competencia	¿Determina la organización la competencia necesaria del personal bajo su control que realiza trabajos que pueden afectar el desempeño energético y el SGEn? ¿Garantiza la organización que estos requisitos de competencia se cumplen con base en la educación, las habilidades, la formación o la experiencia adecuadas? ¿Cuándo existen deficiencias, adopta la organización medidas para que el personal pertinente adquiera la competencia necesaria y evalúa la eficacia de estas medidas? ¿Se mantienen los registros de competencia y formación como información documentada?				
--------------	------------	-----------	-------------	--	--	--	--	--

HACER	7,3	19	Conciencia	¿Existe evidencia de que todas las personas que realizan trabajos bajo el control de la organización son conscientes de: - la política energética - su contribución a la eficacia del SGEEn - su contribución al logro de objetivos y metas energéticas - los beneficios de un mejor desempeño energético - los impactos de sus actividades o comportamiento en el desempeño energético - las implicaciones de no cumplir con los requisitos del SGEEn?				
--------------	------------	-----------	------------	---	--	--	--	--

	5.1 f) 7.4	20	Comunicación	¿Comunica la alta dirección la importancia de una gestión energética eficaz y del cumplimiento de los requisitos del SGEEn? Existe evidencia de que la organización ha determinado cómo se comunicará interna y externamente en relación con el SGEEn, incluyendo lo siguiente: ¿Qué, cuándo, con quién y cómo se comunicará, y quién representa a la organización? ¿Es evidente que la organización comunica información coherente con la generada por el SGEEn? ¿Existe evidencia de que se ha establecido e implementado un proceso mediante el cual tanto empleados como contratistas pueden hacer comentarios o sugerencias sobre el SGEEn?				
--	---------------	----	--------------	---	--	--	--	--

				¿Se documentan las sugerencias y los comentarios?				
--	--	--	--	---	--	--	--	--

HACER	7,5	21	Información documentada ¿Existe evidencia de que los documentos requeridos por la norma ISO 50001 y el SGEn están controlados? Existe evidencia de que se han establecido e implementado procedimientos para: 1) aprobar la idoneidad de los documentos antes de su uso 2) revisarlos y actualizarlos según sea necesario, y volver a aprobarlos 3) garantizar que se identifiquen los cambios y el estado de revisión actual de los documentos 4) garantizar que las versiones pertinentes de los documentos aplicables estén disponibles en los puntos de uso 5) garantizar que los documentos permanezcan legibles y fácilmente identificables 6) garantizar que los documentos de origen externo que TKEM determine necesarios para la planificación y el funcionamiento del SGEn				
--------------	------------	-----------	---	--	--	--	--

			estén identificados y que se controle su distribución 7) evitar el uso involuntario de documentos obsoletos y aplicarles una identificación adecuada si se conservan para cualquier propósito?				
8	Operación						

HACER	8,1	22	Planificación y controles operativos	¿Existe evidencia de que se han identificado y planificado las actividades operativas y de mantenimiento de las USE y los planes de acción? 1) ¿Estas actividades están en consonancia con la política energética, los objetivos, las metas y los planes de acción de la organización? 2) ¿Se han establecido criterios para las <u>operaciones</u> de las SEU para garantizar que se operen en condiciones específicas? 3) ¿Existen criterios establecidos para los <u>mantenimiento</u> ¿Se han implementado medidas para garantizar que las unidades de energía solar (SEU) se mantengan en las condiciones especificadas? 4) ¿Se basan estos criterios en la posibilidad de que su ausencia pueda provocar una desviación significativa del rendimiento energético efectivo? 5) ¿Se define "desviación significativa" para	-	-	-	
-------	-----	----	--------------------------------------	--	---	---	---	--

			estos criterios? ¿Existe evidencia de que el equipo de la SEU se opera y mantiene efectivamente según estos criterios establecidos? Esto podría incluir hojas de registro, registros de datos, registros del Sistema de Mantenimiento Preventivo, órdenes de trabajo de mantenimiento, etc. ¿Existe evidencia de que se han completado las comunicaciones, la documentación y la capacitación adecuadas para educar a todos los empleados y contratistas pertinentes sobre estos criterios y procesos operativos y de mantenimiento? ¿Se mantienen estos controles operativos como información documentada?				
--	--	--	---	--	--	--	--

HACER	8,2	23	Diseño	¿Existe evidencia de que las oportunidades de mejora del rendimiento energético y los controles operativos necesarios se consideran en el diseño o la modificación de instalaciones, equipos, sistemas y procesos? Otra forma de verlo: ¿Existe evidencia de que el equipo de diseño de la organización considera el impacto energético al diseñar nuevos productos? ¿Existe evidencia de que los resultados de esta consideración se incorporan, según corresponda, en el diseño, las especificaciones y las actividades de adquisición de los proyectos pertinentes? ¿Existe evidencia de que los registros de los resultados de esta actividad de diseño se mantienen como información documentada?				
--------------	------------	-----------	--------	---	--	--	--	--

HACER	8,3	24	Obtención	¿Existe evidencia de que la organización garantiza que los proveedores de servicios, productos y equipos energéticos que impactan específicamente en los USE estén informados de que el proceso de evaluación de adquisiciones se basa parcialmente en el rendimiento energético del artículo adquirido? 1) ¿Cómo se logró esto? 2) ¿Se mantienen registros de cómo se informa a los proveedores? Si una compra puede tener un impacto significativo en el rendimiento energético general, ¿existe evidencia de que el grupo de adquisiciones de la organización evaluó la compra y su rendimiento energético durante su vida útil planificada o prevista (es decir, análisis del costo del ciclo de vida)? Existe evidencia de que la organización ha definido y documentado las especificaciones				
--------------	------------	-----------	-----------	---	--	--	--	--

			de compra del suministro de energía, según sea necesario, incluyendo aspectos como: 1) Voltaje eléctrico, amperaje y rangos de frecuencia de entrega 2) Criterios de confiabilidad del suministro eléctrico 3) Contenido de calor y humedad del gas natural 4) Política de restricción de gas natural 5) Precios y contratos				
9	Evaluación del desempeño						

CONTR OLAR	9.1.1	25	9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación del desempeño energético y del SGEn 9.1.1 Generalidades	¿La organización determina los siguientes elementos para AMBOS desempeño energético y el SGEn: -Qué se debe monitorear y medir, incluyendo como mínimo: *Efectividad de los planes de acción *Indicadores de desempeño energético (EnPIs) *Operación de los USE *Consumo de energía real versus esperado -Los métodos para el monitoreo, medición, análisis y evaluación, según corresponda, para asegurar resultados válidos -Cuándo se realizan el monitoreo y la medición -Cuándo se analizan y evalúan los resultados del monitoreo y la medición? ¿La organización evalúa su desempeño energético y mantiene los resultados como información documentada? -¿La mejora en el desempeño energético se				
---------------	-------	----	--	---	--	--	--	--

			evalúa comparando los valores EnPI aplicables con los EnBs asociados? ¿La organización evalúa la efectividad del SGEEn y mantiene los resultados como información documentada? ¿La organización investiga y responde a desviaciones significativas en el desempeño energético, incluyendo el mantenimiento de información documentada sobre los resultados de las investigaciones y respuestas?				
--	--	--	--	--	--	--	--

CONTR OLAR	9.1.2	26	9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación del desempeño energético y del SGE _n	¿Cuenta la organización con un proceso para evaluar el cumplimiento de los requisitos identificados en el punto 4?2 (literal 2) y realiza esta evaluación a intervalos planificados?				
			9.1.2 Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos	¿Se documentan los resultados de esta evaluación de cumplimiento?				

CONTR OLAR	9,2	27	Auditoría interna	¿Existe evidencia de que la organización ha realizado auditorías internas periódicas de su sistema de SGEN? ¿Se documentan el proceso y los resultados de estas auditorías internas? ¿Existe evidencia de un plan y un cronograma de auditoría? 1) ¿Reflejan el estado y la importancia del proceso y las áreas a auditar? 2) ¿Reflejan los resultados de auditorías previas del SGEN? ¿Existe evidencia de que los auditores y la realización de la auditoría son objetivos e imparciales? ¿Existe evidencia de que se mantienen registros de auditoría? ¿Existe evidencia de que los resultados de las auditorías se informan a la alta dirección?				
---------------	-----	----	----------------------	---	--	--	--	--

				¿Se toman las medidas adecuadas ante los hallazgos de la auditoría?				
--	--	--	--	---	--	--	--	--

CONTR OLAR	9,3	28	Revisión por la dirección	¿Existe evidencia de que la alta dirección revisa periódicamente el SGEN de la organización? ¿Se mantienen registros de las revisiones de la alta dirección? ¿Existe evidencia de que la revisión por la dirección incluye la consideración de lo siguiente: 1) acciones de seguimiento de revisiones por la dirección anteriores; 2) revisión de la política energética 3) revisión del desempeño energético y los Indicadores de Desempeño Energético (IDE) relacionados 4) resultados de la evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y cambios en los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscribe 5) si se han cumplido los objetivos y metas energéticas				
---------------	-----	----	------------------------------	---	--	--	--	--

			6) resultados de la auditoría del SGEEn 7) el estado de las acciones correctivas y preventivas 8) el desempeño energético proyectado para el siguiente período 9) recomendaciones de mejora? ¿Existe evidencia de que los resultados de la revisión por la dirección incluyen: 1) cambios en el desempeño energético de la organización 2) cambios en la política energética 3) cambios en los IDE y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (BEnS); 4) cambios en los objetivos, metas u otros elementos del SGEEn, en consonancia con la mejora continua 5) cambios en la asignación de recursos 6) oportunidades de integración con los procesos de negocio				
--	--	--	--	--	--	--	--

				7) mejoras en la competencia, la concienciación y la comunicación?				
10	Mejora							

ACTO	10,1	29	No conformidad y acción correctiva	¿Existe evidencia de que la organización aborda las no conformidades de su SGEEn, incluyendo las siguientes acciones: 1) revisar las no conformidades 2) corregir la situación inmediata 3) evaluar la magnitud y el impacto de la no conformidad 4) determinar la causa de la no conformidad real o potencial 5) tomar las medidas apropiadas para eliminar la causa y prevenir su recurrencia 6) evaluar las no conformidades con base en la magnitud de los problemas reales o potenciales y las consecuencias encontradas en el desempeño energético 7) revisar la efectividad de las medidas tomadas? ¿Existe evidencia de que la organización realiza los cambios necesarios en el SGEEn con base en las no conformidades?				
------	------	----	------------------------------------	--	--	--	--	--

				¿Se mantienen las actividades de acciones correctivas como información documentada?				
ACTO	10,2	30	Mejora continua	¿Existe evidencia de que la organización ha establecido, implementado y mejorado continuamente un SGEN? ¿Existe evidencia de que la organización mejora continuamente su desempeño energético?				

Fuente: Elaboración propia

3.4 Interpretación de resultados

La interpretación de los resultados obtenidos a partir del checklist constituye el puente entre el diagnóstico y la acción estratégica dentro de la metodología propuesta, en esta etapa los valores asignados a cada requisito dejan de ser únicamente indicadores de cumplimiento para convertirse en insumos que orientan la toma de decisiones, la planificación energética y la mejora continua del Sistema de Gestión de la Energía.

El proceso inicia con la consolidación de los puntajes por requisito y por fase del ciclo PHVA lo que permite visualizar de manera estructurada el estado real del sistema, a partir de esta información se identifican las brechas, entendidas como la diferencia entre el nivel de cumplimiento actual y el nivel esperado conforme a la norma ISO 50001:2018. Las brechas se manifiestan principalmente en aquellos ítems evaluados con valor 0 (No cumple) o 1 (Cumple parcialmente) los cuales evidencian ausencia de controles, debilidades en la gestión o implementación incompleta de los requisitos.

Una vez determinadas las brechas estas se analizan considerando tres criterios fundamentales el impacto energético potencial, la criticidad normativa y la factibilidad de intervención, esta valoración permite establecer prioridades diferenciando entre brechas críticas, relevantes y secundarias, las brechas críticas corresponden a requisitos estructurales del SGEEn ,por ejemplo la política energética, revisión energética, indicadores de desempeño o control operacional cuya ausencia compromete la funcionalidad del sistema; las brechas relevantes afectan el desempeño energético pero pueden abordarse de manera progresiva, mientras que las secundarias corresponden a ajustes de forma o fortalecimiento documental.

A partir de la priorización se definen las acciones de mejora las cuales deben ser concretas, medibles y alineadas con los requisitos normativos, cada acción se formula como una respuesta directa a una brecha identificada especificando que se debe hacer, con qué objetivo, quién es responsable, en qué plazo y con qué recursos, de esta manera el checklist deja de ser un instrumento descriptivo y se transforma en un generador sistemático de acciones estratégicas.

Este proceso se plasma en un modelo de hoja de ruta que constituye el plan de acción para la implementación del SGEEn, la hoja de ruta organiza las acciones en el tiempo, alineándolas con las etapas del ciclo PVHA y con el nivel de madurez energética

alcanzado, su función es guiar progresivamente la implementación del sistema, evitando enfoques fragmentados o desordenados.

Tabla 25

Ejemplo básico de presentación de hoja de ruta

Brecha identifica da	Cláusu la ISO 50001	Nivel de prioridad	Acción propuesta	Responsa ble	Plazo	Resultado esperado
Ausencia de política energética	5.2	Alta	Elaborar y aprobar la política energética alineada con la estrategia organizacio nal	Dirección / Responsabl e SGEN	1 mes	Política definida y comunicada
No existen indicadores energéticos	6.4	Alta	Definir EnPI por proceso y establecer línea base	Responsabl e SGEN	2 mese s	EnPI definidos y documentados
Falta de control operacional	8.1	Media	Establecer procedimientos operativos energéticos	Jefaturas de área	3 mese s	Procedimientos implementados

Fuente: Elaboración propia

Este modelo de hoja de ruta permite transformar los resultados del checklist en una planificación estructurada, coherente y progresiva, la hoja de ruta no solo orienta la

implementación inicial del SGEEn sino que se convierte en un instrumento útil que puede ser actualizado en cada ciclo de evaluación, fortaleciendo la mejora continua.

3.5 Beneficios esperados

- Desde el punto de vista técnico la metodología facilita la identificación ordenada de los usos significativos de la energía y de las áreas con mayor potencial de mejora, el uso del checklist promueve la estandarización de criterios, el establecimiento de indicadores de desempeño energético y la definición de líneas base, permitiendo un control más preciso del consumo energético, por este enfoque fortalece a la capacidad de realizar monitoreos, mediciones y análisis del desempeño impulsando la toma de decisiones basadas en datos y no en percepciones. Como resultado se mejora la eficiencia operativa de los procesos, se hace una reducción en cuestión de pérdidas energéticas y se optimiza el uso de los recursos disponibles de la organización.
- En el ámbito económico la metodología aporta directamente a la reducción de costos asociados al consumo de energía, al identificar las brechas y las oportunidades de mejora, hacen que las organizaciones pueden priorizar acciones con alto impacto y bajo costo, tales como ajustes operativos, mejoras en hábitos de uso, mantenimiento preventivo o correcciones en procesos, la implementación progresiva del SGEEn ayuda a generar ahorros sostenibles en el tiempo, mejorar la rentabilidad y reducir la vulnerabilidad frente a variaciones en los precios de la energía. Además la estructura metodológica facilita la evaluación del retorno de inversión de las acciones implementadas fortaleciendo la toma de decisiones financieras.
- Desde una perspectiva organizacional la metodología promueve una cultura de gestión energética integrada fomentada en la participación del personal y el trabajo interdisciplinario, el checklist actúa como una herramienta de orientación que aclara las responsabilidades, visibiliza procesos y fortalece la comunicación interna. La adopción de un enfoque sistemático basado en el ciclo PHVA ayuda al ordenamiento de la gestión mejorando la trazabilidad de la información y fortalece las capacidades internas, esto se traduce en mayor compromiso del personal, claridad en los roles y consolidación de prácticas orientadas a la mejora continua.

- En el plano estratégico la metodología posiciona a la organización en un camino estructurado hacia la sostenibilidad y la excelencia operacional, la alineación con la norma ISO 50001:2018 certifica la imagen institucional, incrementa la competitividad y facilita el cumplimiento de requisitos regulatorios y de mercado, asimismo la hoja de ruta derivada del checklist permite integrar la gestión energética dentro de la planificación estratégica vinculándola con objetivos de productividad, calidad y responsabilidad ambiental, de este modo la energía deja de ser un costo operativo para convertirse en una variable estratégica de gestión.

Conclusión

La presente tesis logró desarrollar una metodología estructurada para la implementación de un Sistema de Gestión Energética en industrias fabricantes basada en los lineamientos de la norma ISO 50001:2018 y orientada a facilitar su aplicación mediante el uso de un checklist como herramienta central de diagnóstico y control, a lo largo del estudio se evidenció que la gestión energética requiere un enfoque ordenado que integre aspectos técnicos, organizacionales y estratégicos, superando la visión tradicional centrada únicamente en el ahorro puntual de energía.

El diagnóstico metodológico permitió establecer un marco general para identificar el nivel de cumplimiento de los requisitos normativos, las brechas existentes y las oportunidades de mejora que comúnmente enfrentan las organizaciones al iniciar un proceso de gestión energética, este análisis se convirtió en la base para la formulación de una propuesta metodológica alineada con el ciclo PHVA.

La metodología propuesta sirve de guía práctica, flexible y replicable, que es capaz de adaptarse a distintas necesidades industriales sin perder su alineación normativa, esto a través de etapas claramente definidas con un plan de acción progresivo, indicadores de desempeño energético y mecanismos de verificación y mejora, se proporciona una hoja de ruta integral para que las organizaciones puedan estructurar e implementar para fortalecer su Sistema de Gestión de la Energía.

Asimismo se demostró que la implementación de un SGE no solo genera beneficios técnicos relacionados con la eficiencia energética, sino que también impacta positivamente en la competitividad, la cultura organizacional, la sostenibilidad ambiental y la toma de decisiones estratégicas, la gestión de la energía deja de ser una actividad aislada para convertirse en un eje transversal de la gestión empresarial.

Recomendaciones

Luego de presentar la respectiva conclusión se recomienda:

- Utilizar checklists como una herramienta permanente de diagnóstico y seguimiento no solo en la fase inicial, sino también como instrumento de autoevaluación periódica que permita identificar nuevas brechas y oportunidades de mejora.
- Priorizar la capacitación del personal en temas de gestión energética, indicadores de desempeño y el uso eficiente de la energía con el fin de fortalecer la cultura organizacional y garantizar la sostenibilidad del sistema en el tiempo.
- Que las organizaciones adapten los indicadores de desempeño energético a su realidad operativa, donde aseguren que estos sean medibles permitiendo comparar y utilizar los datos para la toma de decisiones estratégicas.
- Integrar el Sistema de Gestión de la Energía con otros sistemas de gestión existentes como calidad, ambiente o seguridad y salud en el trabajo, aprovechando la estructura de alto nivel de la norma ISO 50001:2018 para optimizar recursos y evitar duplicidad de esfuerzos.

Bibliografía

- Achuoa, E. D., Miamo, C. W., & Nchofoung, T. N. (30 de Septiembre de 2022). Energyconsumptionandenvironmentalsustainability:Whatlessons for posterity? *Elsevier*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.egyrs.2022.09.033>
- Adrian, G., Florence, N., Tarak, M., Johann, K., Morten, W., Kevin, L., . . . Röhrs, P. (2022). *Manual de la eficiencia energética industrial*. Reuters. Obtenido de <http://www.energyefficiencymovement.com>
- Aithal, P., & Shubhrajyotsna, A. (30 de Agosto de 2023). Key Performance Indicators (KPI) for Researchers at Different Levels & Strategies to Achieve it . *SSRN*, 31. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpgclclefindmkaj/https://download.ssrn.com/24/02/03/ssrn_id4715312_code2519140.pdf?response-content-disposition=inline&X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEMT%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQCzMTE9
- Alotaibi, S., Alogaili, H., Alawwad, K., & Aljarallah, S. (3 de junio de 2025). The Environmental and Business Benefits of Implementing the ISO 50001 Energy Management System in Government Buildings: A Case Study of the Saudi Standards, Metrology and Quality Organization (SASO). *MDPI*, 17(11). Obtenido de <https://doi.org/10.3390/su17115131>
- Andrés, E., & Efraín, P. (16 de Mayo de 2022). Certificación energética para el sector industrial atunero ecuatoriano. Un estudio teórico. *Polo del conocimiento*, 7(5). Obtenido de <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4034/9422>
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación introducción a la metodología científica* (Vol. 6). Caracas, Venezuela: Editorial Episteme. Obtenido de <https://abacoenred.org/wp-content/uploads/2019/02/EI-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>
- Aristizabal, C., & González, J. (2021). Revisión de las medidas en pro de la eficiencia energética y la sostenibilidad de la industria del cemento a nivel mundial.

Revista UIS ingenierías, 20(3). Obtenido de <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistauisingenierias/article/view/11194/11342>

Azadeh, K., Shady, R., Mohamed, T., & Hani, V. (June de 2025). AI-based energy management strategies for electric vehicles: Challenges and future directions. *Elsevier*, 13, 5535-5550. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2025.04.053>

Bakare, M., Abdulkarim, A., Zeeshan, M., & al., e. (2023). Una visión general de la gestión energética de la demanda hacia las redes inteligentes: desafíos, soluciones y futuro. *Energy Inform*, 6(4). Obtenido de <https://doi.org/10.1186/s42162-023-00262-7>

Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación* (Vol. 3). (O. Fernández, Ed.) Colombia: Pearson. Obtenido de <https://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/B0061.pdf>

Burbano, K., & Rodríguez, K. (Mayo de 2022). Diseño de un sistema de gestión energético basado en la norma ISO 50001-2018 en la empresa Desarrollando Progreso S.A.S. *Tesis de grado*. Popayán, Cauca, Colombia: Corporación Universitaria COMFACAUCA. Obtenido de <https://repositorio.unicomfacauc.edu.co/jspui/bitstream/3000/311/1/II%2026%202022.pdf>

Carlos, C. C., Eduardo, C. A., & Ernesto, U. (Junio de 2023). ISO 50001 Sistema de gestión de la energía y la adopción de Panamá a la nueva versión 2018. *Reicit*, 2(2). Obtenido de <https://revistas.up.ac.pa/index.php/REICIT/article/view/3586/3106>

Gallardo, E. (2017). *Metodología de la investigación. Manual autoformativo interactivo* (Vol. 1). Huancayo, Perú: Universidad Continental. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf

Guamán, A. (Octubre de 2022). Diseño del Sistema de Gestión Energética según la Norma ISO 50001:2018 de eficiencia energética en Productos Minerva Cía.

- Ltda. *Trabajo de fin de grado*. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Internacional SEK. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/4821/1/Guam%C3%A1n%20Batallas%20Andrea%20Elizabeth%20.pdf>
- ISO (Organización Internacional de Normalización) . (2018). *ISO*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:50001:ed-2:v1:es>
- Julián, B., & Isabel, d. F. (2011). *La cadena de valor agroalimentaria* (Vol. 3). (Eurocolor, Ed.) Madrid, España: Agrícola Española S.A. Obtenido de https://www.academia.edu/22827444/LA_CADENA_DE_VALOR_AGROALIMENTARIA
- KCH comunicación. (6 de Marzo de 2025). *kchcomunicacion*. Obtenido de <https://kchcomunicacion.com/2025/03/06/la-fabril-obtiene-la-certificacion-iso-50001-reafirmando-su-compromiso-con-la-eficiencia-energetica-y-la-sostenibilidad/>
- Lázaro, F., & Israel, J. (2020). *Guía de implementación e interpretación de requisitos del estándar ISO 50001:2018*. Ciudad de México: Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.conuee.gob.mx/transparencia/boletines/SGEn/manuales/Guia_ISO_50001_2018_paginas_web1.pdf
- Lira, L., Salaverri, A., & Lindo, I. (30 de Junio de 2024). *Proyecto de Graduación para optar al título de grado en Ingeniería Industrial*. León, Nicaragua: Universidad de Ciencias Comerciales. Obtenido de <https://repositorio.ucc.edu.ni/1406/1/ENERGIA%20TERMINADO.pdf>
- Ministerio de energía y minas. (2019). *Primera Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) para el Acuerdo de París*. Obtenido de UNFCCC <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Primera%20NDC%20Ecuador.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas. (23 de Junio de 2023). *Ministerio de Energía y Minas*. Obtenido de <https://www.recursosyenergia.gob.ec/ecuador-ratifica-su->

compromiso-de-combatir-el-cambio-climatico-a-traves-de-la-implementacion-de-la-iso-50001-en-el-sector-industrial/#:~:text=Con%20la%20aplicaci%C3%B3n%20del%20proceso,y%20mitigaci%C3%B3n%20del%20cambio

OPC Ecuador S.A. (28 de Julio de 2023). *ocpecuador*. Obtenido de <https://www.ocpecuador.com/prensa/ocp-ecuador-obtiene-la-certificacion-iso-50001-del-sistema-de-gestion-de-energia/>

Porras, M., & Guayasamin, E. (29 de Julio de 2024). Propuesta de implementación de un sistema de gestión energético basado en la normativa ISO 50001:2018 para la reducción del consumo energético. *Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero e Ingeniera Industrial*. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/28995/1/TTQ1826.pdf>

Rodríguez, M., Vázquez, A., Villacreses, C., Guerrero, J., & Mirar, G. (2022). Repotenciación energética del uso de Microrredes fotovoltaicas- Un estudio de caso en la provincia de Manabí en Ecuador. *Revista internacional sobre Aplicaciones de ingeniería (IREA)*, III(3). Obtenido de https://www.academia.edu/109135284/Uso_De_Microrredes_Fotovoltaicas_Caso_De_Estudio_Extensi%C3%B3n_Lodana_Universidad_T%C3%A9cnica_De_Manab%C3%AD

Rojas, R. (Mayo de 2021). Diseño de una propuesta de integración de un Sistema de Gestión de la Energía basado en la norma INTE/ISO 50001:2018 para nueve sucursales de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. *Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Ambiental*. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Obtenido de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/13270/TFG_Rodrigo_Alonso_Rojas_Johanson.pdf?sequence=1

Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (Vol. 8). Ciudad de México , México : Mc Graw Hill. Obtenido de <https://bellasartes.upn.edu.co/wp->

content/uploads/2024/11/METODOLOGIA-DE-LA-INVESTIGACION-Sampieri-Mendoza-2018.pdf

Wayne, C. T., & Doty, S. (2007). *Energy management* (Vol. 6). USA: Fairmont Press, Inc. Obtenido de

file:///C:/Users/Pc/Downloads/Energy_Management_Handbook_pdf.pdf

Wyrzykowska, B., Szczepaniuk, H., Edyta, S., Anna, R., & Marzena, K. (22 de Noviembre de 2024). Intelligent Energy Management Systems in Industry 5.0: Cybersecurity Applications in Examples. *MDPI*, 17(23). Obtenido de <https://doi.org/10.3390/en17235871>

Zatizabal, J., & Cristhian, A. (29 de Noviembre de 2021). Normativa vigente sobre gestión energética en Ecuador. *Polo del conocimiento*, 6(11). Obtenido de file:///C:/Users/Pc/Downloads/Dialnet-

NormativaVigenteSobreGestionEnergeticaEnEcuador-8219408.pdf