



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

TEMA:

**Estudio para el proceso de certificación del sistema de gestión de la
energía ISO 50001 en la industria metal mecánica.**

AUTOR:

Alarcón Rodríguez, Leslie Lilibeth

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERÍA ELÉCTRICA**

TUTOR:

Ing. Zamora Cedeño, Néstor Armando M.Sc

Guayaquil – Ecuador

02 de septiembre del 2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Alarcón Rodríguez, Leslie Lilibeth** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERIA EN ELECTRICIDAD**.

TUTOR

f. Néstor Zamora C.

Ing. Zamora Cedeño, Néstor Armando M.Sc

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. Bohórquez

Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, Ph.D.

Guayaquil, a los 2 del mes de septiembre del año 2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Alarcón Rodríguez, Leslie Lilibeth**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Estudio para el proceso de certificación del sistema de gestión de la energía ISO 50001 en la industria metal mecánica**, previo a la obtención del título de **INGENIERIA EN ELECTRICIDAD**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente, este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 2 del mes de septiembre del año 2025

LA AUTORA

f. Leslie A.

Alarcón Rodríguez, Leslie Lilibeth



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

AUTORIZACIÓN

Yo, **Alarcón Rodríguez, Leslie Lilibeth**

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Estudio para el proceso de certificación del sistema de gestión de la energía ISO 50001 en la industria metal mecánica**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

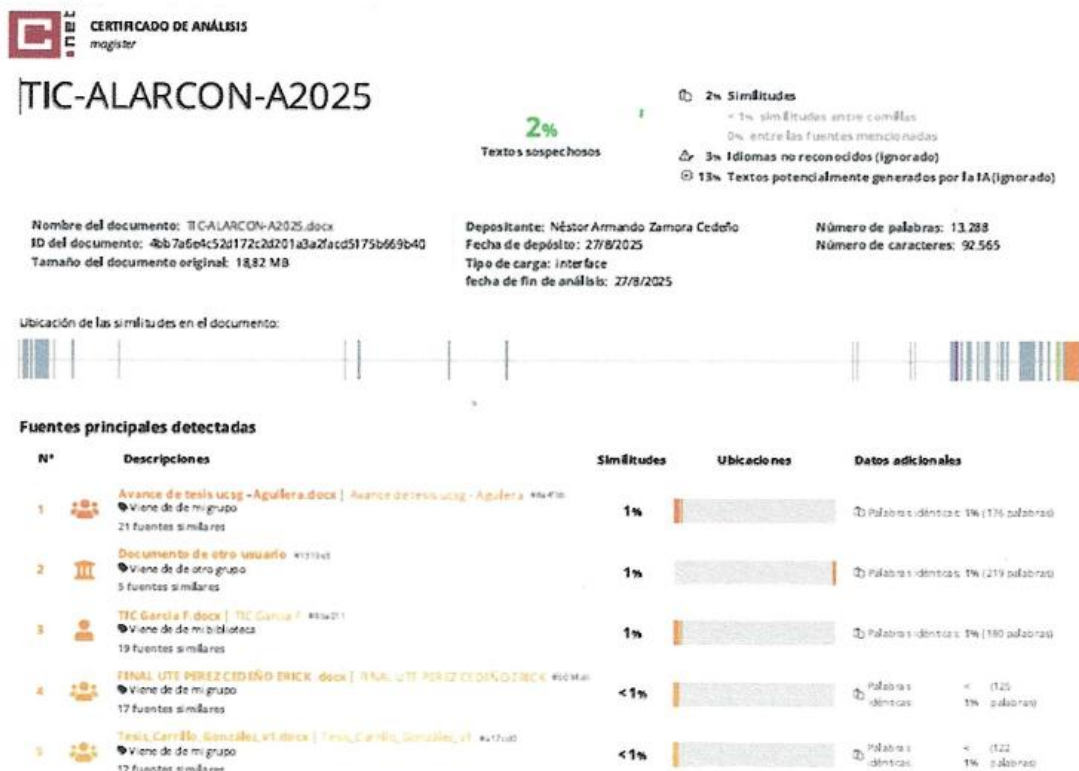
Guayaquil, a los 2 del mes de septiembre del año 2025

LA AUTORA

f. 

Alarcón Rodríguez, Leslie Lilibeth

REPORTE COMPILATIO



Certifico que despues de revisar el documento final del trabajo de titulación "Estudio para el proceso de Certificación del Sistema de Gestión de la Energía ISO 50001 en la Industria Metal Mecanica", presentado por el estudiante **Alarcon Rodriguez Leslie Lilibeth**, fue enviado al Sistema Anti Plagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 2%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

: Néstor Zamora Cedeño

Ing. Zamora Cedeño, Néstor Armando M.Sc

AGRADECIMIENTO

Quiero comenzar expresando mi agradecimiento a mi madre, quien ha sido mi apoyo en cada etapa de este camino. Gracias a su paciencia, consejos y por recordarme que siempre con esfuerzo y constancia se obtienen los logros propuestos.

A mis familiares, quienes con sus palabras de aliento y cariño me motivaron a seguir adelante para poder cumplir mi meta.

También extendiendo mi sincero agradecimiento a mis profesores, quienes no solo compartieron sus conocimientos, también fueron guías y ejemplos de dedicación y compromiso. Gracias por orientarme, por la exigencia que me impulso a crecer tanto en lo académico como en lo profesional.

Todos, de una u otra forma, aportaron a mi formación y me acompañaron en este recorrido. A todos ustedes, gracias.

DEDICATORIA

Este trabajo esta dedicado con todo mi cariño y gratitud a mi mamá, quien ha sido mi ejemplo de fortaleza. Gracias por enseñarme, con tu vida y esfuerzo, que los sueños se alcanzan con perseverancia y amor. Sin tu apoyo y sacrificio este logro no habría sido posible.

También dedico este logro a mis familiares, quienes siempre estuvieron presentes con palabras de ánimo, paciencia y comprensión en los momentos mas duros. Gracias por creer en mi incluso cuando yo dudaba.

A todos ustedes, les dedico este trabajo como muestra de que su amo y apoyo me han dado fuerza para llegar hasta aquí.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

ING. BOHÓRQUEZ ESCOBAR CELSO BAYARDO, PhD.
DIRECTOR DE CARRERA

f. 

ING. UBILLA GONZÁLEZ RICARDO XAVIER, M.SC.
COORDINADOR DEL ÁREA DE LA CARRERA

f. 

ING. ERIKA PAOLA ARZUBE MENDOZA M.SC
OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I:	2
DESCRIPCIÓN GENERAL	2
1.1. Introducción	2
1.2. Antecedentes	3
1.3. Definición del Problema	4
1.4. Justificación del Problema	4
1.5. Objetivos del Problema de Investigación	6
1.5.1. <i>Objetivo General</i>	6
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i>	6
1.6. Hipótesis	6
1.7. Metodología y Medios	7
CAPÍTULO II:	8
MARCO TEÓRICO	8
2.1. Normas ISO 50001. Sistemas de Gestión de la Energía	8
2.1.1. <i>Origen y Evolución de la Norma ISO 50001</i>	8
2.1.2. <i>Requisitos Generales y Estructura</i>	9
2.1.3. <i>Contexto de la Organización y Liderazgo</i>	11
2.1.4. <i>Planificación y Análisis Energético</i>	12
2.1.5. <i>Implementación y operación</i>	15
2.1.6. <i>Mejora Continua</i>	16
2.2. Auditoria Energética Como Base de ISO 50001	18
2.2.1. <i>Etapas de una Auditoria Energética</i>	19
2.2.2. <i>Herramientas y Metodologías Para Auditorías Energéticas</i>	20
2.3. Indicadores de Desempeño Energético	21
2.3.1. <i>Tipos de IDEn Aplicables a la Industria Metalmecánica</i>	22
2.3.2. <i>Metodología Para Su Definición y Seguimiento</i>	22
2.4. Casos de Estudio en la aplicación de la normativa ISO 50001	23
2.4.1. <i>Estudios de Caso en la Industria Metalmecánica en Ecuador</i>	23
2.4.2. <i>Estado y Perspectivas de la Implementación de la Norma ISO 50001 en América Latina</i>	24
2.5. Limitaciones y Desafíos en la Implementación	26
CAPÍTULO III	29
METODOLOGÍA DE LA PROPUESTA	29
3.1. Instrumentos de Medición:	29
3.2. Software de Análisis:	32
3.3. Documentación técnica:	33
CAPÍTULO IV:	36
PROPUESTA	36
4.1. Diagnóstico y Evaluación Integral del Sistema Eléctrico y Energético de la Planta	36
4.1.1. <i>Análisis del Sistema Eléctrico y Consumo en la Planta Usando Auditorías Energéticas y Mediciones.</i>	36
4.1.2. <i>Evaluación de equipos e instalaciones de la planta.</i>	51

4.2. Determinación de los Principales Usos Significativos de Energía en los Procesos Productivos y Administrativos de la Planta.	52
4.2.1. Identificación de los Usos Significativos de Energía en Procesos Productivos y Administrativos.	52
4.2.2. Priorización de los Usos Significativos de Energía para la Implementación de Mejoras.....	53
4.3. Indicadores Específicos de Desempeño Energético Para el Monitoreo y Evaluación de la Mejora Continua del Sistema.	53
4.3.1. Definición de Indicadores de Desempeño Energético Para Procesos Productivos y Administrativos.	53
4.3.2. Evaluación Periódica de los Indicadores Para la Mejora Continua del Sistema de Gestión Energética.....	55
4.4. Registro Documental de SGE según los lineamientos establecidos en la norma ISO 50001.	56
4.4.1. Elaboración de la Política Energética y el Alcance del Sistema de Gestión de la Energía.	56
4.4.2. Evidencia documental para el Aseguramiento de la Conformidad con ISO 50001.....	58
CAPITULO V	60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
5.1. Conclusiones.....	60
5.2. Recomendaciones.....	61
BIBLIOGRAFÍA.....	62
ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplo de Planificación Energética Mediante ISO 50001	10
Figura 2. <i>Planteamiento de la estrategia energética</i>	11
Figura 3. Diagrama de Flujo del Proceso de Planificación Energética ..	13
Figura 4. Fases de la Gestión Energética	14
Figura 5. Modelo SGE	16
Figura 6. Ciclo PDCA y Requisitos de la Norma ISO 50001.....	18
Figura 7. Evaluación del Desempeño y Mejora del Sistema.....	19
Figura 8. Diagrama de Flujo del Proceso de Auditoría Energética	20
Figura 9. Desempeño Energético.....	21
Figura 10. Factores Importantes de un Sistema de Gestión de la Energía	25
Figura 11. Acciones de Eficiencia Energética en PYMES	25
Figura 12. Analizador automático de Energía	29
Figura 13. Medidor Inteligente de Consumo de Electricidad	30
Figura 14. Multímetro.....	31
Figura 15. Cámara Termográfica	32
Figura 16. Software de Monitorización de Energía.....	32
Figura 17. Monitor Inteligente de Sistemas Fotovoltaicos	33
Figura 18. Modelo de Plano Eléctrico	34
Figura 19. Ejemplo de Registro de Mantenimiento.....	35
Figura 20. Elementos TDP440, TDP220, TDS440 y TDS220	42
Figura 21. Sistema de Aire Comprimido.....	43
Figura 22. Elementos TDP440.2B – 440.2A – 220.2 A	45
Figura 23. Tableros de Equipos	50
Figura 24. <i>Construcción de Indicadores de Eficiencia Energética</i>	54
Figura 25. <i>Ejemplo del Comportamiento de un Indicador Durante el Primer Semestre</i>	55
Figura 26. <i>Listado de documentos de SGE</i>	58
Figura 27. <i>Ejemplo de Registro de Cumplimiento de la Documentación de SGE</i>	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Nomenclatura usada para el registro general de hallazgos importantes y su norma técnica.</i>	36
Tabla 2. <i>Parámetros Eléctricos Principales de Galpón 1</i>	40
Tabla 3. <i>Hallazgos importantes para considerar en los tableros de galpón 1</i>	41
Tabla 4. <i>Parámetros Eléctricos Principales de Galpón 2</i>	43
Tabla 5. <i>Hallazgos Importantes Para Considerar en los Tableros de Galpón 2</i>	44
Tabla 6. <i>Parámetros Eléctricos Principales de Galpón 3</i>	46
Tabla 7. <i>Hallazgos Importantes Para Considerar en los Tableros de Galpón 3</i>	46
Tabla 8. <i>Parámetros Eléctricos Principales de Galpón 4 y 5</i>	48
Tabla 9. <i>Hallazgos Importantes Para Considerar en los Tableros de Galpón 4 y</i>	48
Tabla 10. <i>Interpretación de los resultados obtenidos de OEE</i>	51

RESUMEN

La eficiencia energética se ha convertido en un punto clave dentro de las industrias debido al impacto que representa en la reducción de costos operativos dentro de la organización, y también por su contribución ambiental y al cumplimiento de normativas cada vez más exigentes. La industria metal mecánica emplea en sus procesos un sinnúmero de equipos demandantes de alto consumo de energía, cuya gestión puede estar subestimada para evitar pérdidas económicas y reducir el deterioro ambiental. El objetivo de este estudio fue evaluar la factibilidad de aplicación del Sistema de Gestión de Energía basado en la norma ISO 50001. Para el efecto, se utilizaron instrumentos de medición como analizador de energía, medidores inteligentes de consumo de electricidad, multímetro, cámaras térmicas. Para la centralización, proceso y visualización de los datos medidos se utilizaron softwares de análisis como Power Monitorong Expert, Solis Cloud, Svision on-promises. La evidencia de las mediciones quedó establecida mediante el uso de la documentación técnica, mediante la cual se evaluó el estado de consumo y del sistema eléctrico de la planta industrial y se establecieron pautas de indicadores específicos de desempeño energético.

ABSTRACT

Energy efficiency has become a key issue within industries due to its impact on reducing operating costs within the organization, as well as its environmental impact and compliance with increasingly stringent regulations. The metalworking industry employs numerous energy-intensive equipment in its processes, the management of which can be underestimated to avoid economic losses and reduce environmental degradation. The objective of this study was to evaluate the feasibility of implementing an Energy Management System based on the ISO 50001 standard. Measuring instruments such as energy analyzers, smart electricity consumption meters, multimeters, and thermal cameras were used for this purpose. Analysis software such as Power Monitoring Expert, Solis Cloud, and Svision on-promises were used to centralize, process, and visualize the measured data. Evidence of the measurements was established through technical documentation, which assessed the consumption status and the electrical system of the industrial plant, and guidelines for specific energy performance indicators were established.

ACRÓNIMOS

IEC	Comisión Electrónica Internacional
ISO	Organización Internacional de Estandarización
LBE	Línea Base Energética
ODS	Objetivos de desarrollo Sostenible
SGE	Sistema de Gestión Energética
TDP	Tablero de Distribución Primaria
TDS	Tablero de Distribución Secundaria
UNE	Asociación Española de Normalización
USE	Usos Significativos de Energía

CAPITULO I:

DESCRIPCIÓN GENERAL

1.1. Introducción

La eficiencia energética es un factor fundamental en el ámbito industrial, que marca directamente la disminución de costos operativos y tiene un impacto significativo en el ambiente y en el desempeño de las normativas más exigentes (Fitzgerald et al., 2023).

En la industria metalmecánica se utilizan frecuentemente equipos de alta demanda energética, por lo que representa un amplio desafío ser competitivo sin arriesgar la efectividad (Koneva y Osman, 2018). Atender estas condiciones no solo representa una oportunidad para optimizar el desempeño energético, sino también para disminuir la huella de carbono y fomentar procesos más rentables y sostenibles.

La normativa de Gestión Energética impulsa el desarrollo y la implementación de modelos aplicables al sector de la metalmecánica con el fin de diferenciar modos de ahorro, optimizar el empleo de los recursos y establecer prácticas de mejora continua (McKane et al., 2015).

Mediante competencias como la valoración de tecnologías, estudios de consumos y la incorporación de mejoras energéticas, se busca demostrar la factibilidad de obtener un equilibrio adecuado entre productividad, efectividad y sostenibilidad. El estudio se respalda bajo la necesidad de contribuir con soluciones prácticas y argumentables que refuercen la cultura de eficiencia energética en el sector industrial y que contribuyan a la rentabilidad empresarial y al compromiso con el medio ambiente (Alvarez-Villagómez y Concha-Ramírez, 2025).

1.2. Antecedentes

En la industria metalmecánica, el movimiento se produce a partir del uso de la energía eléctrica. Cada proceso que se realiza lleva consigo una cantidad de energía extraordinaria que puede pasar inadvertida. A pesar de ello, el consumo continuo, a más de significar un gasto importante, también va dejando una huella en el medio ambiente, sobre todo cuando no se cuenta con un proceso responsable para gestionarla de forma efectiva (Zambrano Alvarez y Salvatierra Piloza, 2022).

Bajo esas circunstancias, la norma ISO 50001 aparece como un recurso estratégico, que además de representar una normativa técnica, simboliza una guía de análisis del uso de la energía en las industrias y facilita la toma de decisiones orientadas a la eficiencia y sostenibilidad. Esta normativa ha sido preparada por la Organización Internacional de Normalización (ISO), con el fin de proporcionar una metodología para que las empresas gestionen, optimicen y reduzcan su consumo energético sin comprometer su productividad (Llanes Cedeño y Jerez Venegas, 2023).

A nivel mundial, muchas organizaciones han certificado bajo esta normativa y han confirmado sus beneficios: disminuyendo costos de mantenimiento, mejorando la eficiencia, y adquiriendo un compromiso auténtico con el planeta. En la industria metalmecánica, el uso de la energía es parte fundamental de sus procesos. Implementar este tipo de estándares representa el inicio de una gran diferencia en cifras, cultura empresarial y responsabilidad con el medio ambiente (Arévalo Toscano et al., 2023).

1.3. Definición del Problema

En una empresa dedicada a la metalmecánica, se pueden identificar varios incidentes potenciales relacionados con la calidad de la energía eléctrica, que consecuentemente pueden afectar el rendimiento de los equipos, la operatividad y la continuidad de los procesos productivos (Maldonado Castro y Montalvo Quizhpi, 2018).

Entre los problemas potenciales se encuentran:

- Las variaciones de voltajes que provocan el sobrecalentamiento de motores y activaciones de protecciones.
- Anomalías generadas por variadores de frecuencia, soldadoras electrónicas y otros equipos.
- Picos de voltaje que afectan los tableros de control como PLC y fuentes electrónicas.
- Bajo factor de potencia en las líneas de operación, que generan facturas altas de consumo eléctrico.
- Los micro cortes o interrupciones breves, especialmente durante el trabajo de cargas pesadas, afectan líneas automatizadas.

Los problemas del sistema de energía no solo incrementan los costos operativos por mantenimiento, también provocan el reemplazo de los equipos y representan riesgos para la seguridad del personal, así como la fiabilidad del sistema eléctrico.

1.4. Justificación del Problema

El buen uso energético se ha convertido en un pilar fundamental para la sostenibilidad industrial sobre todo por el aumento de los costos energéticos, la presión

regulatoria sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y la presión de mejora. En este escenario, el sector metalmecánico con sus operaciones con maquinaria pesada, representa una gran oportunidad para implementar estrategias que mejoren el uso de la energía sin poner en riesgo las líneas de producción (Zambrano Alvarez y Salvatierra Piloza, 2022).

En la metalmecánica, no hacer uso de una gestión energética adecuada puede significar pérdidas económicas de importancia e intensificar el impacto del medio ambiente en los procesos industriales. La falta de diagnósticos energéticos, de procedimientos de monitoreo y de una cultura organizacional orientada al consumo responsable de energía se convierte en un obstáculo para el desarrollo sostenible. Por esto, resulta indispensable implementar un sistema que permita evaluar, gestionar y optimizar la eficiencia energética, respaldándose en la identificación de oportunidades de mejora, la implementación de tecnologías eficientes, el diseño de indicadores de desempeño y la incorporación de buenas prácticas de consumo de energía (Carretero Peña y García Sánchez, 2012).

Por lo antes expuesto, la aplicación de un Sistema de Gestión Energética pretende generar beneficios económicos directos, aportar a la reducción del impacto ambiental y al cumplimiento de normativas nacionales e internacionales relacionadas con la gestión energética, por lo que los resultados del estudio podrían servir como modelo para otras industrias del sector y promover una cultura de eficiencia y sostenibilidad a nivel regional.

1.5. Objetivos del Problema de Investigación

1.5.1. *Objetivo General*

Realizar un estudio técnico que permita evaluar la viabilidad del sistema de Gestión de la Energía basándose en la norma ISO 50001 en una planta que se dedica a la metalmecánica, con el fin de mejorar el desempeño energético, optimizar el uso de los recursos energéticos, reducir costos operativos y contribuir a la sostenibilidad ambiental de la empresa.

1.5.2. *Objetivos Específicos*

- Evaluar el estado actual del consumo y sistema eléctrico en la planta usando auditorías energéticas, mediciones y análisis de equipos e instalaciones de la planta.
- Determinar los principales usos significativos de energía en los procesos productivos, auxiliares y administrativos.
- Establecer indicadores específicos de desempeño energético que permitan monitorear y evaluar la mejora continua del sistema.
- Documentar un Sistema de Gestión de la Energía conforme a los requisitos de la norma ISO 50001.

1.6. Hipótesis

La aplicación de requisitos de gestión energética apoyadas en el diagnóstico de consumo, optimización de procesos y uso de tecnologías eficientes, fomentará el

desempeño energético eficiente de la planta metalmecánica sin reducir la productividad y disminuirá los costos operativos y el impacto ambiental.

1.7. Metodología y Medios

El presente estudio fue diseño observacional, descriptivo, con enfoque cualitativo y cuantitativo (mixto) aplicado en varias etapas. Se utilizó un esquema comparativo que consideró las perspectivas económicas, técnicas y ambientales de la industria metalmecánica. El uso de todas estas herramientas facilitó el abordaje integral del consumo energético.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Normas ISO 50001. Sistemas de Gestión de la Energía

La norma internacional ISO 50001, publicada en junio de 2011 (Anexo A), surgió como respuesta a los desafíos relacionados con la disponibilidad de energía sostenible, la competitividad industrial y la reducción de la huella de carbono generada por los procesos productivos. Esta norma establece un conjunto de requisitos orientados a la implementación, mantenimiento y mejora continua de un Sistema de Gestión de la Energía (SGE), cuyo objetivo es sistematizar las acciones de las organizaciones para optimizar su desempeño energético (Organización Internacional de Normalización (ISO), 2011).

En particular, la industria metalmecánica utiliza el metal, un recurso no renovable como materia prima predominante, lo cual genera un impacto ambiental considerable. La implementación de la ISO 50001 permite mitigar estos efectos adversos, mejorando simultáneamente la eficiencia energética y reduciendo costos (Sotalin Quijia, 2025).

2.1.1. Origen y Evolución de la Norma ISO 50001

La norma ISO 50001 fue desarrollada para suplir la necesidad urgente de estandarizar la gestión de eficiencia energética, abordar problemas crecientes de consumo energético excesivo, la emisión de gases de efecto invernadero y los costos asociados con las empresas. Su primera edición fue publicada en 2011 y fue un referente normativo que permitió a las diferentes organizaciones implementar un SGE según sus

capacidades, a la vez que podía ser integrado con otras normativas ISO e impulsar la mejora continua (Organización Internacional de Normalización (ISO), 2011).

La evolución de la aplicación de la normativa ISO 50001 como gestor de la optimización del consumo energético promovió su actualización en el año 2018, y en esta se destacaron las funciones prominentes integradoras del liderazgo y de otros sistemas de gestión dentro del contexto organizacional (Fuchs et al., 2020) . Esta evolución ha facilitado la adopción de la norma en industrias de alto consumo energético, como la metalmecánica, en países como Ecuador, donde su aplicación contribuye a la reducción de costos operativos, el cumplimiento normativo y la mejora competitiva en mercados nacionales e internacionales (Cisneros Guanchaca, 2014).

2.1.2. Requisitos Generales y Estructura

El estudio de la ISO 50001 requiere comprender sus requisitos, que de acuerdo con Acoltzi Acoltzi y Pérez Rebolledo, (2011), los requisitos indispensables son el cumplimiento de los “compromisos de la política energética de la organización y su obligación de cumplir con la legislación pertinente” para estructurar y asegurar la operatividad del sistema de gestión energética dentro de las organizaciones.

Definir el alcance específico de aplicación dentro de la organización es indispensable y no debe estar limitado por el tamaño o ubicación de la empresa, sino que debe estar orientado hacia la mejora del desempeño energético en un marco sostenible (Bonacina et al., 2015) (ver Figura 1). En este contexto, se deben registrar los elementos estructurales internos y externos que influyen en el comportamiento del SGE, a partir de los cuales la dirección puede identificar oportunidades de mejora, medir los riesgos, tomar decisiones informadas sobre los usos de la energía, plantear objetivos medibles con

indicadores clave para la aplicación del sistema (Burbano Jiménez y Rodríguez Ramírez, 2022).

Figura 1.

Ejemplo de Planificación Energética Mediante ISO 50001



Nota. Tomado de *Desarrollo de una metodología para implementar la planificación energética a partir de la ISO 50001, considerando las normas de apoyo ISO 50002–ISO 50006 e ISO 50015 aplicada en empresas de bebidas de alto consumo*, por J. E. Pinzón Varela, 2023, Universidad Autónoma de Occidente.

La norma estipula la asignación de recursos y competencias necesarias para asegurar la comprensión y comunicación interna y externa del sistema, garantizando así la disponibilidad de recursos adecuados para la implementación y mejora continua y lograr que el sistema se respalde con recursos imprescindibles para su planificación y mejora. (Organización Internacional de Normalización (ISO), 2011).

De acuerdo con el estudio de Javied et al., 2019, las tareas principales para el diseño de la estrategia energética “incluyen la adquisición, suministro, uso y eliminación de la energía”. A la vez que plantea un modelo en el que muestra la estrategia energética como parte de un sistema en constante cambio (ver

Figura 2). El desempeño energético se evalúa a través del seguimiento, medición, análisis y auditorías internas, asegurando la eficacia y pertinencia del SGE (Javied et al., 2019).

Figura 2.



Nota. Tomado del estudio “A model for integrating energy management in Lean production” (p. 358), por Javied et al., 2019, *Procedia CIRP*.

2.1.3. Contexto de la Organización y Liderazgo

La comprensión del contexto organizacional abarca la identificación de factores internos y externos que afectan la capacidad del SGE para alcanzar los resultados esperados. En la industria metalmecánica, es fundamental evaluar variables como la volatilidad en los precios de energía, la normativa ambiental vigente y la necesidad

urgente de reducir emisiones de gases de efecto invernadero (Saidur et al., 2010). El análisis también debe incluir la identificación detallada de procesos productivos y tecnológicos específicos, como fundición, soldadura y tratamientos térmicos, que representan altos consumos energéticos y uso intensivo de combustibles fósiles, constituyendo puntos críticos para delimitar el alcance y efectividad del SGE (Cisneros Guanchaca, 2014).

La aplicación de SGE puede significar la inversión de recursos valiosos para la organización, sin embargo, como parte de los beneficios de la implementación, la inversión se convierte en ahorro de costes energéticos, competitividad y reducción de la huella de carbono, sin contar con la evolución de la cultura interna que genera acciones responsables con el ambiente (Hernández Guzmán, 2025).

2.1.4. Planificación y Análisis Energético

La dirección de la empresa debe orientarse bajo una política energética clara que permita una planificación y análisis adecuados para prevenir interrupciones en el suministro energético. En la industria metalmecánica, los procesos productivos implican un alto consumo energético y un impacto ambiental considerable (Romero Rodríguez, 2025).

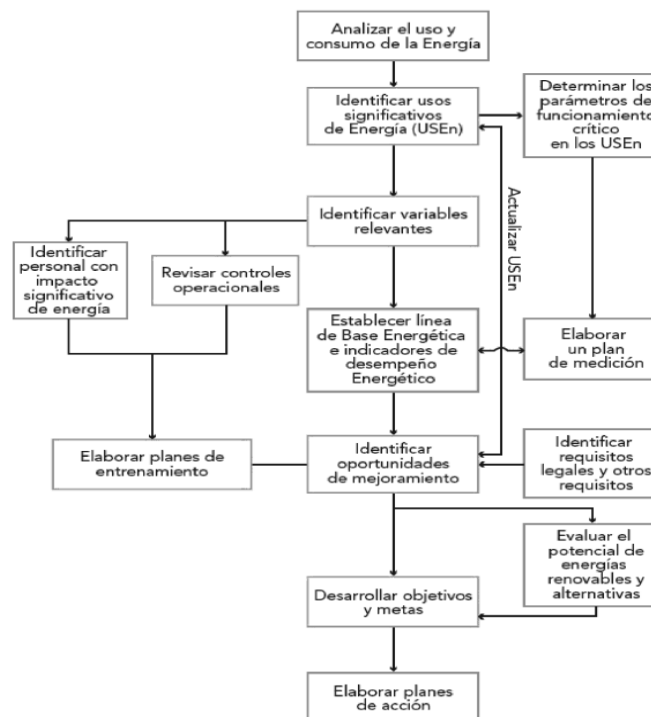
Correa Soto et al., (2014), en su estudio “Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según ISO 50001:2011”, proponen 5 etapas para el establecimiento de la línea base: 1) Revisión del proceso de planificación energética, 2) Establecimiento de requisitos legales, 3) Revisión energética, 4) resultados del proceso, 5) planes de acción y de control. Bajo este contexto, en la primera etapa se forma y se aprueba el equipo de trabajo, y se procede a la revisión del proceso de planificación con

ayuda de una lista de verificación. En la segunda etapa se seleccionan los requisitos de energía sobre los cuales se sustenta la planificación para el cumplimiento de los objetivos. En la tercera etapa se analiza el gasto energético y se identifican las fortalezas y oportunidades de mejora. En la cuarta etapa se observan los resultados del proceso previo y se establece la línea base energética y los indicadores de medición. En la quinta etapa se proponen opciones de mejora y medidas de control del consumo energético. En la

Figura 3, se puede observar las interacciones de los elementos que componen el proceso de planificación energética.

Figura 3.

Diagrama de Flujo del Proceso de Planificación Energética



Nota. Tomado de Metodología para la planificación energética a partir de la norma ISO 50001, por (Castrillón Mendonza & González Hinojosa, 2018), Editorial Universidad Autónoma de Occidente.

Por otra parte, también, debe realizarse la exploración del área energética durante el desarrollo y estudio de la conducta del sistema energético de cada procedimiento de la empresa, rigiéndose a la norma ISO 50001 y efectuando el análisis del sistema, incluyendo los siguientes puntos (Organización Internacional de Normalización (ISO), 2011):

- Registrar de los distintos usos actuales energéticos.
- Decidir la aplicación de Usos Significativos de Energía (USE).
- Crear las Líneas Base Energéticas (LBE).
- Establecer los Indicadores de Desempeño Energético (IDEn).
- Identificar los puntos y variables donde se realizar mejora energética.

En la metalmecánica, actividades como fundición, corte, soldadura y tratamientos térmicos son consideradas usos significativos por su alto consumo, por lo que se requiere priorizar el análisis de los puntos expuestos para implementar tecnologías eficientes y planes de ahorro (Saidur et al., 2010) (ver Figura 4.

Figura 4.

Fases de la Gestión Energética



Nota. Tomado de *Guía para la aplicación de sistemas de gestión energética orientado a la energía eléctrica, basado en la norma ISO 50001*, por (Cisneros Guanchaca, 2014), Escuela Politécnica Nacional.

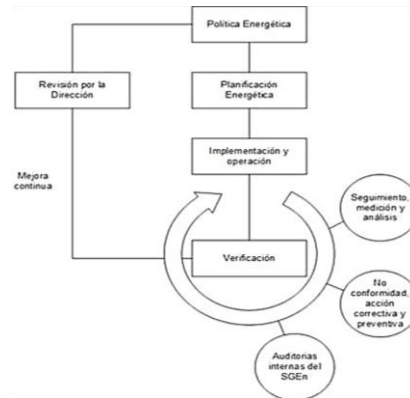
2.1.5. Implementación y operación

La implementación y operación de SGE, conforme a la ISO 50001:2018, constituyen el núcleo de la transformación operativa en la industria metalmecánica, traduciendo la planificación energética en acciones concretas y coordinadas en todos los niveles organizacionales (Organización Internacional de Normalización (ISO), 2011). En este contexto, una correcta estructura organizativa y asignación de responsabilidades permiten integrar el SGE en las operaciones diarias y facilita su implementación efectiva (Lira Flores et al., 2024) (ver Figura 5), por lo que es imprescindible definir roles y responsabilidades claras para asegurar el éxito (Crespo Vintimilla et al., 2014), de donde:

- El jefe de dirección es responsable de la implementación, seguimiento y mejora continua del SGE.
- El técnico de energía es encargado de identificar los usos significativos de energía y desarrollar planes de mejora.
- Los líderes de procesos supervisan el control operativo y monitorean los consumos energéticos en las líneas de producción.
- El equipo de gestión de energía coordina las acciones para asegurar la mejora continua de la eficiencia energética.

Figura 5.

Modelo SGE



Nota. Tomado de *Sistema de Gestión de la Energía Mediante la Metodología ISO 50001: 2011, para la Ciudad Universitaria, zona 12*, por López De León, 2015, Universidad de San Carlos de Guatemala.

2.1.6. Mejora Continua

La mejora continua es un proceso fundamental en la norma ISO 50001, al igual que en otras normas internacionales de sistemas de gestión como ISO 9001 e ISO 14001 (ver Figura 6). En la aplicación de SGE, la mejora continua se entiende como un proceso que busca incrementar de forma progresiva el desempeño energético, y no solamente cumplir con los requisitos documentales o normativos (Organización Internacional de Normalización (ISO), 2011).

En la mejora continua del sistema de gestión energética, se cuentan los siguientes aspectos esenciales:

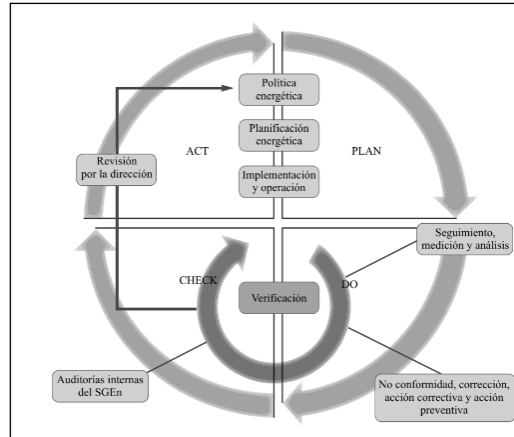
1. **Revisión periódica de la línea base energética (LBE):** Esta revisión es fundamental para supervisar y actualizar la línea base cuando se producen cambios en los procesos, se incorporan nuevas tecnologías, varía la producción o

se reemplazan equipos. Esta actualización es indispensable para evaluar con precisión la eficiencia energética de una planta (Abdelaziz et al., 2011).

2. **Actualización de los indicadores de desempeño energético (IDEn):** Los indicadores permiten integrar nuevas tecnologías y ajustar los procesos según las fuentes de energía utilizadas. Así, los usos significativos de energía son monitoreados rigurosamente, identificando posibles mejoras a implementar (Abdelaziz et al., 2011).
3. **Auditorías energéticas periódicas:** Estas auditorías tienen por objetivo identificar el consumo energético real y evaluar el cumplimiento del SGE. Son una herramienta imprescindible para detectar las fortalezas del sistema, así como las no conformidades y las oportunidades de mejora. Su proceso debe ser sistemático, independiente y documentado para garantizar que el diagnóstico del desempeño energético resultante sea objetivo (Rey Martínez et al., 2018).
4. **Gestión del conocimiento y capacitación:** Es el aspecto de la industria energética en que el conocimiento y las iniciativas de mejora son comunicadas y compartidas. La fuente del nuevo conocimiento puede provenir de proyectos, experiencias y resultados de mediciones, entre otras (Barber et al., 2006).

Figura 6.

Ciclo PDCA y Requisitos de la Norma ISO 50001



Nota. Tomado de *Sistemas de gestión de la energía ISO 50001*, por Aranda Usón et al., 2014, Prensas de la Universidad. Universidad de Zaragoza.

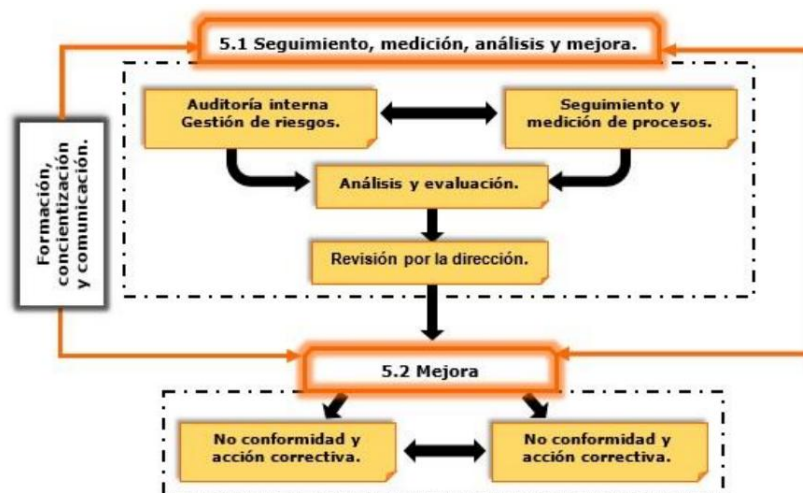
2.2. Auditoría Energética Como Base de ISO 50001

En el marco de la Gestión Energética, actualmente existen normas internacionales relacionadas con auditorías energéticas, como las desarrolladas por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), que cubren sectores de la industria, el transporte y los edificios. Estas auditorías se efectúan conforme a la norma UNE 216501, con resultados favorables para las organizaciones que las aplican. Estas auditorías tienen como objetivo realizar un diagnóstico inicial que permita verificar la implementación correcta del sistema de gestión energética y su posterior mantenimiento. La directiva europea 2002/91/CE, enfocada en eficiencia energética en edificios, también enfatiza la gestión adecuada de la demanda energética y la promoción de energías limpias (Carretero Peña y García Sánchez, 2012).

En resumen, las normas ISO 50001 y UNE 216501 buscan estructurar un análisis estratégico para abordar problemas actuales relacionados con la energía, como la integración de energías renovables, promoviendo una gestión energética proactiva que impulse la mejora continua y contribuya a mitigar la crisis energética y la reducción de gases de efecto invernadero (ver Figura 7).

Figura 7.

Evaluación del Desempeño y Mejora del Sistema



Nota. Tomado de *Sistema de Gestión Integrada en Calidad, Medioambiente, Seguridad y Salud, Energía e Investigación+Desarrollo+Innovación*, por Cárdenas-Monné & Baños-Martínez, 2014, Ingeniería Industrial.

2.2.1. Etapas de una Auditoría Energética

Una auditoría energética sigue varias etapas, comenzando con una reunión inicial para planificar la medición de datos (Ver

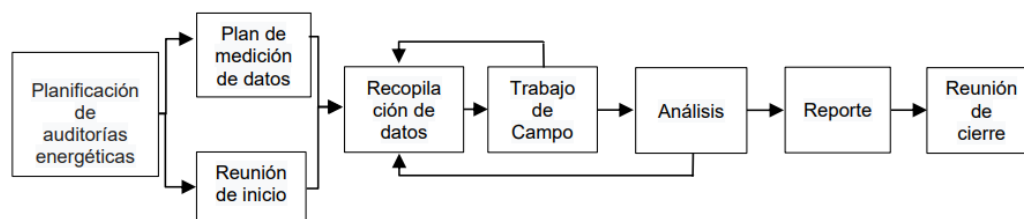
Figura 8). Se recopila información histórica y de auditorías anteriores, se realiza el trabajo en planta y se compara con datos previos. Luego se analizan los resultados y se

elabora un informe que se discute con los involucrados para concluir el estudio (Rey Martínez et al., 2018).

El proceso incluye la definición del alcance estableciendo objetivos, nivel de detalle, criterios de evaluación, variables clave, entregables y responsables del proceso. En la reunión de apertura se establecen objetivos y alcance, delimitando procesos a intervenir y minimizando riesgos para la seguridad de los auditores. El análisis de datos incluye la detección de fallas o anomalías en equipos para definir objetivos de mejora en desempeño energético (Organización Internacional de Normalización (ISO), 2011).

Figura 8.

Diagrama de Flujo del Proceso de Auditoría Energética



Nota. Adaptado de "ISO 50002, Auditorías Energéticas - Requisitos con orientación para su uso" por Organización Internacional de Normalización (ISO), 2018.

2.2.2. Herramientas y Metodologías Para Auditorías Energéticas

Para una eficiente revisión energética, se aplican herramientas y metodologías que permiten analizar el uso y consumo de energía a partir de datos históricos, valorar fuentes energéticas, identificar usos significativos en instalaciones, equipos y procesos, y evaluar su desempeño energético. Posteriormente, se priorizan las mejoras y se registran para asegurar el avance en eficiencia. La norma UNE-EN ISO 50001:2011 sirve como guía para el análisis y evaluación del desempeño energético, asegurando que se

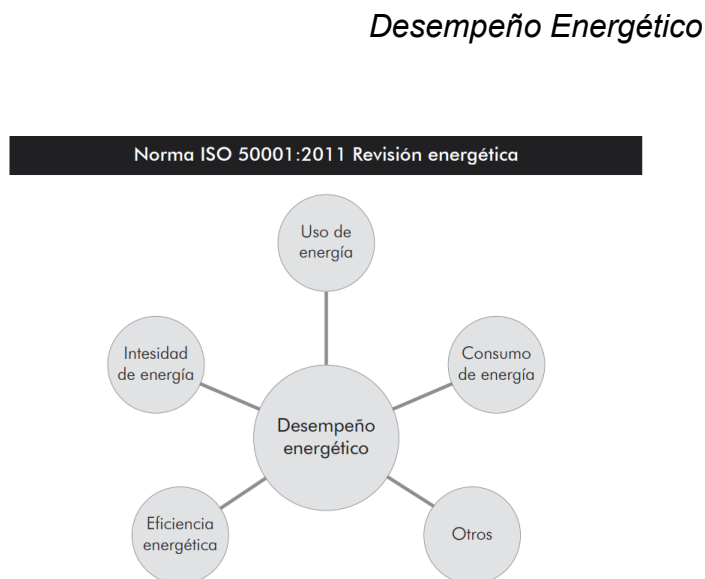
cumplan los requisitos estructurales del sistema de gestión energética (Carretero Peña y García Sánchez, 2012).

La ISO 50001 y la ISO 50002 se complementan para ayudar a recopilar información, establecer pautas y mejorar el rendimiento energético de las organizaciones

2.3. Indicadores de Desempeño Energético

Los indicadores de desempeño energético (IDEn) son herramientas fundamentales para medir la eficiencia energética dentro de SGE, según la norma ISO 50001. Permiten evaluar el consumo energético de equipos y procesos y facilitan la toma de decisiones orientadas a la mejora continua. Estos indicadores pueden ser desde mediciones simples hasta modelos matemáticos complejos, dependiendo del nivel de detalle requerido por el auditor (Carretero Peña y García Sánchez, 2012) (ver Figura 9).

Figura 9



Nota. Tomado de *Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora*, por A. Carretero Peña y J. M. García Sánchez, 2012, Asociación Española de Normalización y Certificación.

2.3.1. Tipos de IDEn Aplicables a la Industria Metalmecánica

La industria metalmecánica es reconocida por su alto consumo energético debido a la diversidad de procesos involucrados, lo que representa un desafío al momento de implementar mejoras en eficiencia energética. Para gestionar adecuadamente este consumo, es necesario establecer un sistema de IDEn acorde a la norma ISO 50001:2018.

También existen IDEn que consideran la fluctuación en la producción, es decir, la variación en la cantidad producida. Por ejemplo, si durante una hora de operación el consumo energético no corresponde a la producción sino a un uso continuo o a maquinaria descalibrada, este tipo de indicador ayuda a identificar cargas irregulares y procesos no continuos. Estos indicadores son esenciales para detectar ineficiencias en procesos con carga variable.

En la industria metalmecánica, la huella de carbono se evalúa por tonelada de acero fundido. Estos indicadores están alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En particular el ODS 9 de “Industria, innovación e infraestructura” promueve la sostenibilidad y la innovación, y el ODS 13 de “Acción por el clima” impulsa la reducción de emisiones (Naciones Unidas, 2024).

2.3.2. Metodología Para Su Definición y Seguimiento

Con base en la información previa se pueden formular los IDEn que cumplan con el objetivo de predecir el consumo energético utilizando todas las variables relevantes identificadas. Una vez establecidos los indicadores y definida la línea base, es fundamental llevar a cabo un seguimiento y evaluación adecuados en distintos períodos (pueden ser diarios, mensuales o trimestrales). Posteriormente, se procede a la

implementación y actualización de acuerdo con los indicadores de desempeño, un proceso crucial para industrias como la metalmecánica (Zambrano Alvarez y Salvatierra Piloza, 2022).

Tras validar y actualizar el sistema conforme a la tecnología disponible y a la demanda energética propia de cada época del año, la norma ISO establece la necesidad de revisar periódicamente el sistema para asegurar el cumplimiento de los objetivos energéticos planteados (Organización Internacional de Normalización (ISO), 2011).

2.4. Casos de Estudio en la aplicación de la normativa ISO 50001

En la industria metalmecánica, adoptar esta norma requiere de ajustes estructurales técnicos y administrativos, pudiendo observarse a través de estudios de caso basados en procesos reales.

2.4.1. Estudios de Caso en la Industria Metalmecánica en Ecuador

Un caso relevante, es el estudio realizado en la Industria Metálica Cotopaxi, una empresa ecuatoriana del sector metalmecánico, donde se implementó un Sistema de Gestión de la Energía adaptado a los procesos productivos de la empresa, con base en la norma ISO 50001:2018. En este estudio se realizó un enfoque metodológico con inclusión de la evaluación de los Usos Significativos de Energía (USEn), la determinación de la línea base de la energía y la identificación de brechas de la eficiencia energética en equipos clave. Los autores identificaron indicadores clave de desempeño energético (IDEn), como el consumo en kWh por kilogramo de acero producido y el consumo por hora de operación, que son indicadores útiles para el monitoreo de las mejoras consiguientes a la certificación. Ellos detectaron dos grupos de equipos con alto potencial

de ahorro energético que representaban el 68 % del consumo total de la planta (Llanes Cedeño y Jerez Venegas, 2023).

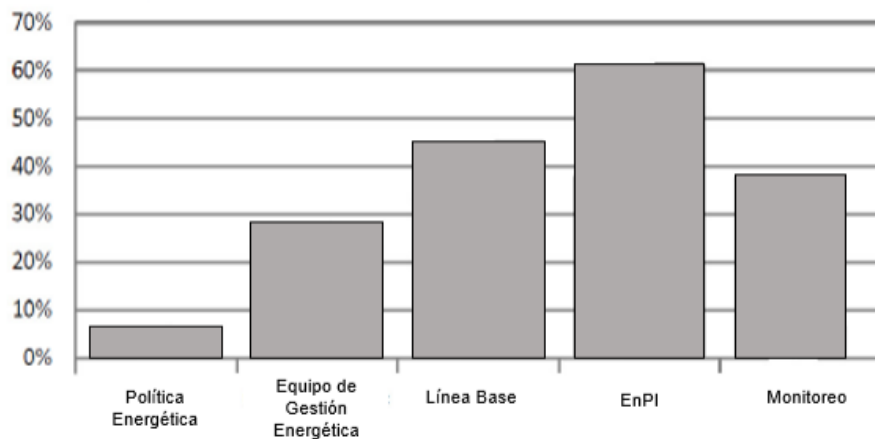
La experiencia de la Industria Metálica Cotopaxi, mencionada en el párrafo anterior, demostró la factibilidad de desarrollo de sistemas de gestión energética, aunque se tengan recursos económicos limitados. Estos aprendizajes son aplicables a otras empresas metalmecánicas, especialmente en países latinoamericanos donde la difusión de la normativa aún está en proceso.

2.4.2. Estado y Perspectivas de la Implementación de la Norma ISO 50001 en América Latina

Frente a la creciente demanda internacional por la sostenibilidad energética y la reducción de emisiones, la norma ISO 50001, que establece los requisitos para un Sistema de Gestión de la Energía, se ha convertido en una herramienta fundamental para optimizar el desempeño energético en las organizaciones (ver Figura 11). En América Latina, y específicamente en Ecuador, la adopción de esta norma ha mostrado un desarrollo inicial con avances relevantes, sobre todo en sectores industriales con alto consumo energético (Castillo et al., 2020) (ver Figura 11).

Figura 10.

Factores Importantes de un Sistema de Gestión de la Energía



Nota. La figura representa los factores más importantes a tener en cuenta en un Sistema de Gestión de Energía. Tomado de *Industrial Energy Management Systems in Italy: State of the Art and Perspective*, por Bonacina et al., 2015, Energy Procedia.

Figura 11.

Acciones de Eficiencia Energética en PYMES

Equipamiento	Control y Registro	Servicios
• Aislamiento térmico. • Iluminación eficiente. • Sistemas de monitoreo. • Sistemas de recuperación de calor. • Aislamiento de ventanas. • Calidad de la energía (reguladores de voltaje).	• Sistemas de automatización. • Control de calderas. • Desarrollo de sistemas de gestión de la energía. • Control de calor, ventilación y aire acondicionado. • Plataforma para sistemas de gestión de la energía.	• Auditoría energética. • Mantenimiento energético. • Seguimiento a sistemas de gestión de la energía. • Contrato de rendimiento energético (ESE). • Consultoría de eficiencia energética.

Nota. Tomado de *Las PYMES y la eficiencia energética con la ISO 50001*, por Andrade-Zambrano y Real-Pérez, 2021, Polo del Conocimiento.

A nivel regional, países como México, Brasil, Colombia, Chile y Argentina han sido pioneros en la adopción de la norma ISO 50001 en América Latina. México cuenta con más de 200 certificaciones vigentes, especialmente en los sectores manufacturero y

energético, impulsadas por políticas públicas que promueven el ahorro energético a través de certificaciones oficiales. Brasil, con el respaldo del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social, ha fomentado la implementación de ISO 50001 en industrias como las plantas cementeras, siderúrgicas y de generación eléctrica, dentro de su política nacional de eficiencia energética (Castillo et al., 2020).

2.5. Limitaciones y Desafíos en la Implementación

Aunque la eficiencia energética es cada vez más reconocida como un componente estratégico para la sostenibilidad industrial, la adopción de la norma ISO 50001 en Ecuador y América Latina aún enfrenta múltiples limitaciones y retos de índole estructural, económico y cultural. A pesar de los avances impulsados por programas internacionales, iniciativas públicas o el liderazgo aislado de algunas empresas, la implementación de esta norma sigue siendo parcial y no se ha consolidado como una práctica común en el sector productivo regional. Identificar estas limitaciones es fundamental para superar barreras y avanzar hacia una transición energética más eficaz, equitativa y sostenible (Unibio Salcedo, 2022).

Entre los desafíos que enfrenta América Latina están: la débil vinculación entre la academia, el sector industrial y las entidades reguladoras; digitalización industrial escasa, interés limitado de inversión en eficiencia energética dificultando la generación de indicadores sectoriales, la capacitación técnica y la transferencia de conocimientos (Organización Latinoamericana de Energía, 2020). Sin sistemas de submedición eléctrica, sensores térmicos o registros de parámetros críticos, resulta casi imposible establecer líneas base, calcular IDEn confiables o demostrar mejoras reales. Además, la carencia de tecnologías como sistemas SCADA o herramientas propias de la industria

4.0 limita el control operativo y la capacidad de respuesta ante ineficiencias (Castillo et al., 2020).

En el ámbito financiero, uno de los retos más importantes es el limitado acceso a financiamiento para proyectos de eficiencia energética (Andrade-Zambrano y Real-Pérez, 2021). Mientras que en países como México y Brasil existen bancos de desarrollo que promueven líneas de crédito verdes, en Ecuador estas opciones son escasas o poco conocidas en el sector privado. Adicionalmente, muchos empresarios perciben la implementación de ISO 50001 como un gasto y no como una inversión, sobre todo cuando no hay incentivos fiscales ni mecanismos que reconozcan su impacto positivo en la reducción de emisiones o costos operativos (Castillo et al., 2020)

La complejidad inicial para implementar el sistema representa otro desafío, especialmente para organizaciones sin experiencia previa en normas ISO. La elaboración de la documentación de SGE, definición de indicadores, establecimiento de líneas base, implementación de planes de acción y realización de auditorías internas puede ser abrumadora, sobre todo para empresas sin personal dedicado exclusivamente a la gestión energética (Daffaut Anún, 2024).

Otro de los desafíos organizacionales más relevantes es la definición clara de responsabilidades y el liderazgo dentro de la empresa. La norma ISO 50001 requiere la designación de un representante de la alta dirección que lidere la implementación de SGE, junto con un equipo técnico encargado de su planificación, operación y mejora continua (Organización Internacional de Normalización (ISO), 2011). Sin embargo, en muchas empresas de Ecuador y la región latinoamericana, estas funciones no están bien delimitadas, solapándose frecuentemente con áreas como mantenimiento, producción o calidad.

Mientras que en países desarrollados la eficiencia energética es considerada un factor crítico de competitividad, en muchas industrias latinoamericanas —especialmente en pequeñas y medianas empresas (PyMEs)— la energía se ve simplemente como un costo operativo más (Andrade-Zambrano & Real-Pérez, 2021).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA PROPUESTA

El desarrollo de este trabajo se realizó bajo un enfoque cuantitativo y descriptivo, orientado a analizar, documentar y proponer un SGE de acuerdo con los lineamientos establecidos en la norma ISO 50001, para lo cual se contó con instrumentos de medición, software de análisis, documentación técnica.

3.1. Instrumentos de Medición:

Los instrumentos de medición y monitoreo utilizados permitieron recopilar datos precisos sobre el consumo y la calidad de la energía. Estos instrumentos se describen a continuación:

1. **Analizador de calidad de energía:** a través de los analizadores automáticos de energía, se obtuvieron mediciones rápidas, sencillas y avanzadas que fueron necesarias para la identificación de fenómenos que afectan los sistemas eléctricos (fenómenos armónicos, sobretensiones, caídas de tensión o transientes).

Figura 12.

Analizador automático de Energía



Nota. Analizador de energía (Elaborado por autor)

2. **Medidores inteligentes:** los medidores inteligentes se utilizaron para medir y registrar el consumo en tiempo real de recursos energéticos que van desde la electricidad, gas y/o agua o agua. Estos dispositivos digitales ofrecen la facilidad de transmitir la información a las empresas de servicios públicos. En momentos en que la relación entre consumo de energía y eficiencia energética son preocupaciones críticas, los medidores inteligentes ofrecen una solución innovadora para la gestión eficaz de la medición de la energía (Marrero et al., 2021).

Figura 13.

Medidor Inteligente de Consumo de Electricidad



Nota. Medidor inteligente (Elaborado por autor)

3. **Multímetro:** se utilizó para obtener la medición de magnitudes eléctricas activas, corrientes y potenciales (tensiones); y pasivas, como resistencias, capacidades, entre otras. Este equipo ofrece mediciones confiables de corriente continua o alterna y en varios márgenes de medida.

Figura 14.

Multímetro



Nota. Multímetro (Elaborado por autor)

4. **Cámaras térmicas:** como herramienta esencial en inspecciones eléctricas, el uso de las cámaras termográficas permitió la detección de problemas de sistemas eléctricos a través de la medición de la temperatura de componentes, sin necesidad de contacto físico. Este equipo fue muy útil en la detección de radiación infrarroja emitida por objetos puesto que la transforma en imágenes térmicas que indican diferencia de temperaturas y facilitaron la identificación de puntos calientes o fríos anormales (Bustamante Mejía y López Varona, 2014).

Figura 15.

Cámara Termográfica



Nota. Cámara termográfica (Elaborada por autor)

3.2. Software de Análisis:

La aplicación de un software facilitó la gestión energética respecto a la medición de consumo aplicado a SGE bajo la norma ISO 50001. Los softwares utilizados se describen a continuación.

1. **Software de Monitorización de Energía:** este instrumento se utilizó para convertir los datos en acciones y maximizar el tiempo de actividad y eficiencia operativa, aprovechando la conectividad de IoT y la inteligencia distribuida.

Figura 16.

Software de Monitorización de Energía

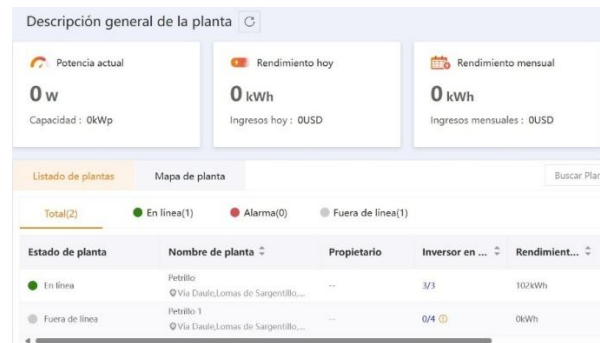


Nota. Software para monitorizar el consumo de energía (Elaborado por autor)

2. **Solis Cloud:** la aplicación de esta herramienta que monitorea de forma inteligente los sistemas fotovoltaicos proporcionó un control total del sistema, gracias a su interfase de mensajería de alarma de fallos precisa, que se ajusta a las necesidades de la organización. Su plataforma ayudó a simplificar la operación y el mantenimiento en tiempo real con ayuda de las herramientas internas de análisis exhaustivo.

Figura 17.

Software Inteligente de Sistemas Fotovoltaicos



Nota. Software Solis para monitorear los paneles solares (Elaborado por autor)

3. **Svision on-premises:** el CMMS, o Sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora se utilizó para gestionar y rastrear las actividades de mantenimiento de los equipos, la maquinaria y las instalaciones.

3.3. Documentación técnica:

En la norma ISO 50001, la documentación técnica cumple un papel esencial porque respalda, organiza y demuestra todo el proceso de gestión de la energía dentro de la organización.

Figura 19.

Ejemplo de Registro de Mantenimiento

The screenshot displays a software interface for managing work orders. At the top, there is a menu bar with options like 'Menú', 'Submenú', and 'Órdenes de trabajo'. Below this is a toolbar with various icons for actions such as 'Actualizar trabajos', 'Marcar OT lista para cerrar', 'Cerrar OT al día de hoy', 'Cancelar OT', 'Reopen OT', 'Imágenes y archivos', 'Obs. de la OT', 'Buscar OTs por su contenido', 'Imprimir', 'Reportes', 'Seleccionar todo', 'Grupos', 'Exportar / Importar', 'Vista', 'Filtrar OTs', and 'Ayuda'. The main area contains a table with the following columns: 'Folio OT', 'Del', 'Al', 'Equipo / Inmueble', 'Estado', 'Versión', 'Ducción estimada', 'Responsable', 'Impreso', and 'Porcentaje realizado'. The table lists several work orders, including those for 'FORMADORA 2.1 ADOGANG', 'FORMADORA 2.1 THERMATOOL', and 'PLANTA GALVANIZADO'. The status of the work orders varies, with some marked as 'Abierta' and others as 'Cerrada'. The percentage completed is shown for each entry, with some reaching 100%. At the bottom, there is a summary bar showing 'Total: 425 registros(s)' and a search bar.

Folio OT	Del	Al	Equipo / Inmueble	Estado	Versión	Ducción estimada	Responsable	Impreso	Porcentaje realizado
KUB022950PT	19/6/2025	20/6/2025	FORMADORA 2.1 ADOGANG (9P-TU2.1-001)	Abierta	Vendida	2 h 0 m	RAMIREZ MUÑOZ, ERIC	No	0 %
KUB022949PT	19/6/2025	20/6/2025	FORMADORA 2.1 ADOGANG (9P-TU2.1-001)	Abierta	Vendida	0 h 30 m	RAMIREZ MUÑOZ, ERIC	No	0 %
KUB022948PT	19/6/2025	20/6/2025	FORMADORA 1.1 THERMATOOL / YU UNION (9P-TU1-001)	Abierta	Vendida	0 h 30 m	MARUÑO, JORDY	No	0 %
KUB022947PT	19/6/2025	20/6/2025	FORMADORA 1.1 THERMATOOL / YU UNION (9P-TU1-001)	Abierta	Vendida	0 h 30 m	OOCHOA, CARLOS	No	0 %
KUB022946PT	19/6/2025	20/6/2025	FORMADORA 2.1 ADOGANG (9P-TU2.1-001)	Abierta	Vendida	0 h 30 m	MARUÑO, JORDY	No	0 %
KUB022945PT	19/6/2025	20/6/2025	FORMADORA 1.1 THERMATOOL / YU UNION (9P-TU1-001)	Abierta	Vendida	0 h 30 m	MARUÑO, JORDY	No	0 %
KUB022944PT	19/6/2025	20/6/2025	FORMADORA 1.1 THERMATOOL / THERMATOOL TUBERIA DE 6" DE ESPESOR (HCT-3-2025-10)	Abierta	Vendida	0 h 40 m	RAMIREZ MUÑOZ, ERIC	No	0 %
KUB022943PT	19/6/2025	20/6/2025	PLANTA GALVANIZADO	Abierta	Vendida	0 h 30 m	LOPEZ, AMANDA	No	100 %
KUB022942PT	19/6/2025	20/6/2025	FORMADORA 2.1 ADOGANG (9P-TU2.1-001)	Abierta	Vendida	0 h 30 m	MARUÑO, JORDY	No	0 %
KUB022941PT	19/6/2025	20/6/2025	PLANTA GALVANIZADO	Abierta	Vendida	0 h 30 m	ANDRADE, CHRISTOPHER	No	100 %
KUB022940PT	19/6/2025	20/6/2025	FORMADORA 1.1 THERMATOOL / YU UNION (9P-TU1-001)	Abierta	Vendida	0 h 40 m	OOCHOA, CARLOS	No	0 %

Nota. Software de registro de mantenimiento (Elaborado por autor)

- Documentos de auditorías:** Las auditorías energéticas en la industria se realizan con el fin de “asegurar que SGE cumple con las disposiciones planificadas, las metas y los objetivos establecidos” (Rey Martínez et al., p. 29, 2018). La auditoría se realizó con una lista de verificación adaptada de la normativa de referencia.

CAPÍTULO IV:

PROPUESTA

4.1. Diagnóstico y Evaluación Integral del Sistema Eléctrico y Energético de la Planta

4.1.1. *Análisis del Sistema Eléctrico y Consumo en la Planta Usando Auditorías Energéticas y Mediciones.*

Para el análisis correcto del sistema eléctrico de la planta, fue necesario realizar mediciones y auditorías energéticas para monitorear que se cumpla con los requisitos y regulaciones energéticas aplicables en Ecuador y según las normativas internacionales. A través de la Norma ISO 50001, se obtuvieron pautas documentales para el seguimiento y el cumplimiento.

La auditoría ayudó a identificar oportunidades de mejora y abordaje de los problemas registrados. También se incorporaron recomendaciones de mantenimiento preventivo, actualizaciones de equipos, reemplazo de tecnología obsoleta e implementación de sistemas de monitoreo y de gestión energética. La nomenclatura utilizada en la auditoría se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1.

Nomenclatura usada para el registro general de hallazgos importantes y su norma técnica.

ÍTEM	REFERENCIA
A	Sobrecarga de circuitos, calentamiento excesivo y posible daño a los conductores. Norma: NFPA 70 (NEC) - National Electrical Code (Código Eléctrico Nacional) de EEUU.

B	Conexiones eléctricas deficientes o flojas que pueden generar calor y aumentar el riesgo de cortocircuitos. Norma: NEC (National Electrical Code) 110.14(D).
C	Uso de instalaciones eléctricas provisionales en lugar de permanentes, lo que puede ser peligroso y no cumple con los estándares de seguridad. Norma: NEC 590.3.
D	Falta de mantenimiento y limpieza general, acumulación de polvo y suciedad que puede afectar la operación segura de los equipos. Norma: NFPA 70B (Mantenimiento de Sistemas Eléctricos).
E	Evidente falta de coordinación de protecciones eléctricas, debido a que, dentro del circuito de potencia, el breaker ubicado aguas abajo es de mayor capacidad que el que está más arriba. Norma: NEC Artículo 240 - Sobrecorriente y Protección de Circuito.
F	Aislamiento defectuoso en conductores o dispositivos, que puede llevar a una fuga de corriente, riesgo de descargas eléctricas y mal funcionamiento de los equipos. Norma: IEC 60092-350 - Cables eléctricos y sistemas de energía.
G	Perforaciones en el envoltorio metálico del tablero, maniobras no autorizadas que pueden comprometer el aislamiento eléctrico o la integridad de la protección ante el ingreso de partículas sólidas o líquidas. Norma: NEC 110.12(A).
H	Ingreso de polvo y partículas extrañas, propias del ambiente industrial, que pueden dañar componentes y causar problemas eléctricos. Norma: NFPA 70

	(Código Eléctrico Nacional).
I	Tablero construido de manera empírica, que no cumplen con los estándares de seguridad y calidad. Norma: NEC 110.2 (Requisitos Generales).
J	Falta de etiquetas y señalización adecuada que dificulta la identificación de circuitos y equipos. Norma: NEC 110.22 (Identificación de Circuitos).
K	Componentes eléctricos desplazados de su sitio a través de su prolongado tiempo de uso, o mal ubicados respecto al tablero. Norma: NEC 110.12(B).
L	Conductores eléctricos mal organizados que contribuyen a una mala práctica técnica y dificultan el mantenimiento. Norma: NEC 312.5(C), NFPA 79 (Norma Eléctrica para Maquinaria).
M	Corrosión y deterioro de componentes debido a la exposición a condiciones ambientales adversas. Terminales o sus elementos de sujeción corroídos o mal conectados que pueden causar cortocircuitos, sobrecalentamiento o fallos en la transmisión de energía. Norma: NFPA 70B (Mantenimiento de Sistemas Eléctricos), NEC 110.3(B).
N	Evidencia de ingreso de animales a tableros eléctricos, que pueden causar cortocircuitos y daños. Carencia de elementos que impida el acceso de animales desde conductos hacia los tableros. Norma: NEC 110.27
O	Insuficiente ventilación que puede causar sobrecalentamiento de componentes. Norma: NEC 110.26(A)(2).
P	Falta de iluminación interior que dificulta la inspección y el mantenimiento. Norma: NEC 110.26(E).

Q	Falta de protección para prevenir el acceso no autorizado a las barras de conexión eléctrica. Norma: NEC 110.27.
R	Uso de terminales inadecuados o carencia de los mismos, lo cual incumple con los estándares de seguridad eléctrica. Norma: NEC 110.14,
S	Falta de información importante de componentes o equipos eléctricos debido al deterioro o borrado involuntario de placas de datos o de identificación. Norma: NEC 110.21.
T	Ausencia de planos eléctricos y diagramas de cableado dentro del tablero, lo cual dificulta las operaciones de mantenimiento y reparación. Norma: NFPA 79 (Norma Eléctrica para Maquinaria).
<i>Nota.</i> El código del ítem representa el riesgo de los hallazgos importantes.	

En la Tabla 2 y Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos de las mediciones en galpón 1.

Tabla 2.*Parámetros Eléctricos Principales de Galpón 1*

ELEMENTOS	CAPACIDADES
Celda de Media Tensión	100A
Capacidad del transformador	1000kVA
Niveles de tensión MT/BT (AC 60Hz)	13.8/0.44/0.22/0.11 kV
Protección por sobrecorriente en tablero de distribución principal (TDP).	Corriente por sobrecarga: 1600A Corriente de ruptura: 50kA

Nota. TDP: Tablero de Distribución Primaria, TDS: Tablero de Distribución Secundaria.

Tabla 3.

Hallazgos importantes para considerar en los tableros de galpón 1

ÍTEM	ELEMENTO AFECTADO
B	TDP440, TDP220, TDS440, TDS220 y tableros de equipos
C	TDP440, TDP220
D	TDP440, TDP220, TDS440, TDS220 y tableros de equipos
H	TDP440, TDP220, TDS440, TDS220 y tableros de equipos
J	TDP440, TDP220, TDS440, TDS220 y tableros de equipos
L	TDP440, TDP220, TDS440, TDS220 y tableros de equipos
Q	TDS440 y TDS220
R	TDP440, TDP220, TDS440 y TDS220
T	TDP440, TDP220, TDS440, TDS220 y tableros de equipos

Nota. TDP: Tablero de Distribución Primaria, TDS: Tablero de Distribución Secundaria.

De acuerdo con el ítem de calificación de la Nomenclatura de la Tabla 1, los hallazgos del Galpón 1 fueron nueve: conexiones eléctricas deficientes o flojas que pueden generar calor y aumentar el riesgo de cortocircuitos; uso de instalaciones eléctricas provisionales en lugar de permanentes, que pueden ser peligrosas y no cumplen con los estándares de seguridad; falta de mantenimiento y limpieza general, acumulación de polvo y suciedad que puede afectar la operación de los equipos; ingreso de polvo y partículas extrañas, propias del ambiente industrial, que pueden dañar componentes y causar problemas eléctricos; falta de etiquetas y señalización adecuada que dificulta la identificación de circuitos y equipos; conductores eléctricos mal

organizados que contribuyen a una mala práctica técnica y dificultan el mantenimiento; falta de protección para prevenir el acceso no autorizado a las barras de conexión eléctrica; uso de terminales inadecuados o carencia de los mismos, lo cual incumple con los estándares de seguridad eléctrica; ausencia de planos eléctricos y diagramas de cableado dentro del tablero, lo cual dificulta las operaciones de mantenimiento y reparación.

En la

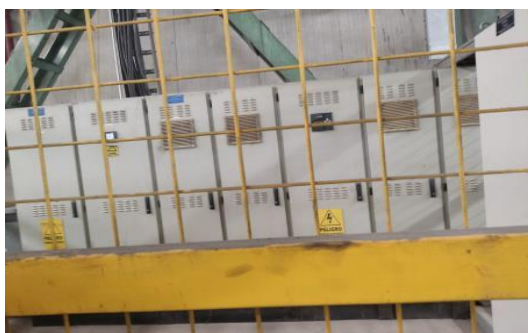
Figura **20** se muestra el estado en el que se encontraron los Tableros de

Distribución Principal (TDP) y los Tableros de Distribución Secundaria (TDS), y en la

Figura 21 el estado del sistema de aire comprimido al momento de la inspección.

Figura 20.

Elementos TDP440, TDP220, TDS440 y TDS220



Nota. Requieren de mantenimiento nivel 1 (Elaborada por autor)

Figura 21.

Sistema de Aire Comprimido



Nota. Inspección sistema de aire comprimido (Existencia de fugas en el sistema)
(Elaborado por autor)

En la Tabla 4 y Tabla 5 se muestran los resultados obtenidos de las mediciones en galpón 2.

Tabla 4.

Parámetros Eléctricos Principales de Galpón 2

ELEMENTOS	CAPACIDADES
Celda de Media Tensión	630A

Capacidad del transformador 2A	750kVA
Capacidad del transformador 2B	400kVA
Niveles de tensión MT/BT (AC 60Hz)	13.8/0.44/0.22/0.11 kV
Protección por Sobrecorriente en tablero de distribución principal (TDP2A).	Corriente por sobrecarga: 1600A Corriente de ruptura: 50kA
Protección por sobrecorriente en tablero de distribución principal (TDP2B).	Corriente por sobrecarga: 600A Corriente de ruptura: 42kA

Nota. El código del ítem representa el riesgo de los hallazgos importantes.

Tabla 5.

Hallazgos Importantes Para Considerar en los Tableros de Galpón 2

ÍTEM	ELEMENTO AFECTADO
B	TDP440.2A, TDP440.2B, TDP220.2A
D	TDP440.2A, TDP440.2B, TDP220.2A y tableros de equipos
H	TDP440.2A, TDP440.2B, TDP220.2A y tableros de equipos
J	TDP440.2A, TDP220.2A
R	TDP440.2A, TDP440.2B, TDP220.2A
T	TDP440.2A, TDP440.2B, TDP220.2A

Nota. TDP: Tablero de Distribución Primaria, TDS: Tablero de Distribución.

Los hallazgos del Galpón 2 fueron seis: conexiones eléctricas deficientes o flojas

que pueden generar calor y aumentar el riesgo de cortocircuitos; falta de mantenimiento y limpieza general, acumulación de polvo y suciedad que puede afectar la operación de los equipos; ingreso de polvo y partículas extrañas, propias del ambiente industrial, que pueden dañar componentes y causar problemas eléctricos; falta de etiquetas y señalización adecuada que dificulta la identificación de circuitos y equipos; uso de terminales inadecuados o carencia de los mismos, lo cual incumple con los estándares de seguridad eléctrica; ausencia de planos eléctricos y diagramas de cableado dentro del tablero, lo cual dificulta las operaciones de mantenimiento y reparación.

En la Figura 22 se muestra el estado en el que se encontraron los TDP al momento de la inspección.

Figura 22.

Elementos TDP440.2B – 440.2A – 220.2 A



Nota. Requieren de revisión y corrección de etiquetas, mantenimiento nivel 1 (Elaborada por autor)

En la

Tabla 6 y Tabla 7 se muestran los resultados obtenidos de las mediciones en galpón 3.

Tabla 6.

Parámetros Eléctricos Principales de Galpón 3

ELEMENTOS	CAPACIDADES
Celda de Media Tensión	100A
Capacidad del transformador	2000kVA
Niveles de tensión MT/BT (AC 60Hz)	13.8/0.44/0.22/0.11 kV
Protección por sobrecorriente en tablero de distribución principal (TDP).	Corriente por sobrecarga: 3200A Corriente de ruptura: 85kA

Nota. El código del ítem representa el riesgo de los hallazgos importantes.

Tabla 7.

Hallazgos Importantes Para Considerar en los Tableros de Galpón 3

ÍTEM	ELEMENTO AFECTADO
B	TDP440-220, TDS440-220
C	TDS440-220
D	TDP440-220, TDS440-220, E1-E9, A1-A4, MCC y tableros de

	equipos
H	TDP440-220, TDS440-220, E1-E9, A1-A4, MCC y tableros de equipos
J	TDP440-220, TDS440-220
K	TDS220
L	TDP440-220, TDS440-220
N	Tableros E1-E9
Q	TDS220
R	TDS440-220
T	TDP440-220, TDS440-220, E1-E9, A1-A4, MCC y tableros de equipos

Nota. TDP: Tablero de Distribución Primaria, TDS: Tablero de Distribución Secundaria.

Los hallazgos del Galpón 3 fueron once: conexiones eléctricas deficientes o flojas que pueden generar calor y aumentar el riesgo de cortocircuitos; uso de instalaciones eléctricas provisionales en lugar de permanentes, que pueden ser peligrosas y no cumplen con los estándares de seguridad; falta de mantenimiento y limpieza general, acumulación de polvo y suciedad que puede afectar la operación de los equipos; ingreso de polvo y partículas extrañas, propias del ambiente industrial, que pueden dañar componentes y causar problemas eléctricos; falta de etiquetas y señalización adecuada que dificulta la identificación de circuitos y equipos; componentes eléctricos desplazados de su sitio a través de su prolongado tiempo de uso, o mal ubicados respecto al tablero;

conductores eléctricos mal organizados que contribuyen a una mala práctica técnica y dificultan el mantenimiento; evidencia de ingreso de animales a tableros eléctricos, que pueden causar cortocircuitos y daños; falta de protección para prevenir el acceso no autorizado a las barras de conexión eléctrica; uso de terminales inadecuados o carencia de los mismos, lo cual incumple con los estándares de seguridad eléctrica; ausencia de planos eléctricos y diagramas de cableado dentro del tablero, lo cual dificulta las operaciones de mantenimiento y reparación.

En la Tabla 8 y Tabla 9 se muestran los resultados obtenidos de las mediciones en el Galpón 4 y Galpón 5.

Tabla 8.

Parámetros Eléctricos Principales de Galpón 4 y 5

ELEMENTOS	CAPACIDADES
Celda de Media Tensión	100A
Capacidad del transformador	1250kVA
Niveles de tensión MT/BT (AC 60Hz)	13.8/0.44/0.22/0.11 kV
Protección por sobrecorriente en tablero de distribución principal (TDP).	Corriente por sobrecarga: 2000A
	Corriente de ruptura: 65kA

Nota. El código del ítem representa el riesgo de los hallazgos importantes.

Tabla 9.

Hallazgos Importantes Para Considerar en los Tableros de Galpón 4 y 5

ÍTEM	ELEMENTO AFECTADO
B	TDP440-220, TDS440 y tableros equipos
C	TDS440
D	TDP440-220m TDS440 y tableros equipos
E	Alimentador roladora pesada
G	TD-Plasma 440/220 VAC
H	TDP440-220, TDS440 y tableros equipos
J	TDP440-220, TDS440 y tableros equipos
L	TDP440-220, TDS440 y tableros equipos
Q	Tableros de distribución secundarios para equipos (TDS440)
R	TDP440-220 y TDS440
T	TDP440-220, TDS440 y tableros equipos

Nota. TDP: Tablero de Distribución Primaria, TDS: Tablero de Distribución Secundaria.

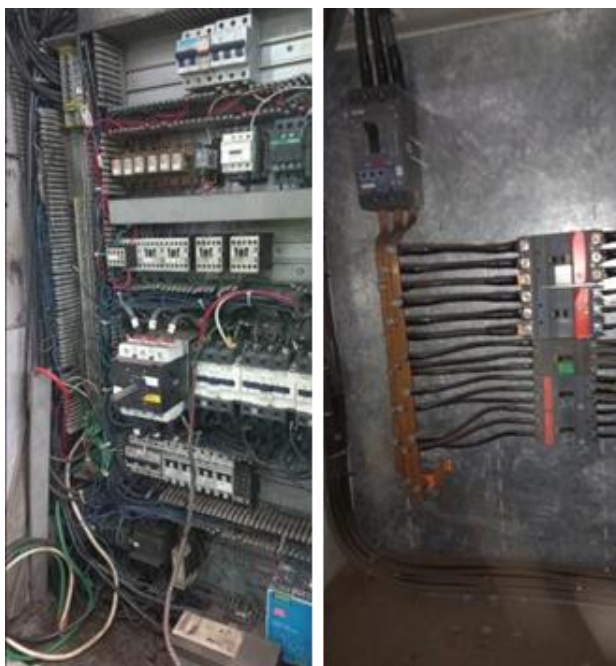
Los hallazgos del Galpón 4 y Galpón 5 fueron once: conexiones eléctricas deficientes o flojas que pueden generar calor y aumentar el riesgo de cortocircuitos; uso de instalaciones eléctricas provisionales en lugar de permanentes, que pueden ser peligrosas y no cumplen con los estándares de seguridad; falta de mantenimiento y limpieza general, acumulación de polvo y suciedad que puede afectar la operación de los equipos; falta de coordinación de protecciones eléctricas, debido a que, dentro del

circuito de potencia, el breaker ubicado aguas abajo es de mayor capacidad que el que está más arriba; perforaciones en el envolvente metálico del tablero, maniobras no autorizadas que pueden comprometer el aislamiento eléctrico o la integridad de la protección ante el ingreso de partículas sólidas o líquidas; ingreso de polvo y partículas extrañas, propias del ambiente industrial, que pueden dañar componentes y causar problemas eléctricos; falta de etiquetas y señalización adecuada que dificulta la identificación de circuitos y equipos; conductores eléctricos mal organizados que contribuyen a una mala práctica técnica y dificultan el mantenimiento; falta de protección para prevenir el acceso no autorizado a las barras de conexión eléctrica; uso de terminales inadecuados o carencia de los mismos, lo cual incumple con los estándares de seguridad eléctrica; ausencia de planos eléctricos y diagramas de cableado dentro del tablero, lo cual dificulta las operaciones de mantenimiento y reparación.

En la Figura 23 se muestra el estado en el que se encontraron los Tableros de Equipos al momento de la inspección.

Figura 23.

Tableros de Equipos



Nota. Requieren de mantenimiento nivel 3 (Elaborada por autor)

4.1.2. Evaluación de equipos e instalaciones de la planta.

EFFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO (ETE)

El ETE o OEE (por sus siglas en inglés), es un modelo de análisis ampliamente utilizada como herramienta de mejora de la productividad que utiliza parámetros de medición disponibles basados en datos operativos de disponibilidad, rendimiento y calidad, y que se visualizan en términos de porcentaje (Kiridena et al., 2022). Los resultados de OEE y la interpretación en términos de competitividad se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10.

Interpretación de los resultados obtenidos de OEE

MEDIDA OEE	INTERPRETACIÓN
------------	----------------

100%	Excelente desempeño. El equipo o instalación operó todo el tiempo y se obtuvo la producción programada No hubo reproceso
OEE > 95%	Competitividad excelente
85% < OEE < 95%	Buena competitividad
75% < OEE < 85%	Competitividad ligeramente aceptable con pérdidas económicas leves. Se recomienda implementar medidas de mejora para alcanzar el 85%
65% < OEE < 75%	Competitividad aceptable si se está implementado medidas de mejora. Aquí se registran pérdidas económicas y competitividad en declive
OEE < 65%	Desempeño inaceptable. Las pérdidas en términos económicos son significativas y la competitividad es muy baja
<i>Nota.</i> OEE: Efectividad Total del Equipo (Overall Equipment Effectiveness)	

4.2. Determinación de los Principales Usos Significativos de Energía en los Procesos Productivos y Administrativos de la Planta.

4.2.1. Identificación de los Usos Significativos de Energía en Procesos Productivos y Administrativos.

La norma 50001 es considerada la más importante en cuestiones de definición de los Usos Significativos de Energía (USE) en Procesos Productivos y Administrativos, sin embargo, no ofrece ninguna explicación intrínseca, sino más bien, deja a criterio de cada empresa su interpretación. Por ejemplo, una empresa manufacturera utiliza una mayor

cantidad de energía en los procesos operacionales, mientras que, una organización prestadora de servicios concentra su consumo de energía en oficinas y transporte.

La identificación de los puntos de consumo energético elevado permite dirigir sus esfuerzos en el monitoreo de consumo y verificación de acciones de ahorro de energía, El registro y monitoreo constante de los USE muestra el desempeño de cada uno y con los datos resultantes se puede detectar si es necesario añadir o disminuir un USE de la lista.

Para la determinación de los USE hay que empezar de cero en cada empresa, por lo que se considera tomar en cuenta estos puntos:

- Identificar los procesos que generan el mayor consumo energético dentro de la organización.
- Determinar los factores y personas que afectan el consumo de energía.
- Establecer un criterio de selección para identificar usos específicos de energía que deberían ser USE.

4.2.2. Priorización de los Usos Significativos de Energía para la Implementación de Mejoras.

Una vez que se establecen los USE de los equipos e instalaciones, se deben identificar los elementos que ocasionan las alteraciones del consumo de energía mediante la compilación de datos que generen la información suficiente (histórico) para evaluar, mediante la construcción de gráficas, la existencia de relación entre elementos y consumo de energía de cada USE (Sotalin Quijia, 2025).

Se debe considerar los componentes que pueden afectar la productividad de los diferentes USE, entre los que cuentan los trabajadores, los contratistas y los proveedores

de servicios. Es posibles que estas personas deban ser capacitados para manejar las operaciones asociadas a los USE de forma correcta e incluso alcanzar la eficiencia energética (Carretero Peña y García Sánchez, 2012).

4.3. Indicadores Específicos de Desempeño Energético Para el Monitoreo y Evaluación de la Mejora Continua del Sistema.

4.3.1. Definición de Indicadores de Desempeño Energético Para Procesos Productivos y Administrativos.

El desempeño energético puede ser evaluado a través de indicadores que miden en términos cuantificables el consumo de las distintas áreas, equipos e instalaciones de una industria. Implementar y monitorear periódicamente el comportamiento de los datos obtenidos a través de los indicadores implementados representa significativas oportunidades de mejora para generar ahorro, ya sea en términos económicos o de reducción de consumo energético (o ambas) (Maldonado Castro y Montalvo Quizhpi, 2018).

Los indicadores deben ser contruidos de acuerdo con los objetivos que se plantea en la política del SGE de la organización. La Figura 24 muestra los elementos a considerar en la reducción del gasto energético y los indicadores para medir el progreso a través de la línea de tiempo en que se quiere conseguir los resultados deseados (Zambrano Alvarez y Salvatierra Piloza, 2022). La Figura 25 muestra una Gráfica del desempeño del indicador en términos de consumo energético.

Figura 24.

Construcción de Indicadores de Eficiencia Energética

Requerimiento	Indicador
<i>Consumo y línea base de consumos</i>	Ahorro energético; Desarrollo tecnológico;
Eléctrico (Kwh); Combustibles (litro)	Responsabilidad social corporativa
<i>Huella de Carbono</i>	Reducción de las emisiones; Cuidado al medio
(Kg de CO₂ eq)	ambiente
<i>Costos de los consumos</i>	Disminución del recibo de luz; Ahorro energético
(\$)	y económico

Nota. Tomado de “Estimación de la eficiencia energética y huella de carbono en dos empresas metalmecánicas de Manabí” (p. 1051), por Zambrano Alvarez y Salvatierra Piloza, 2022, *Polo del Conocimiento*, 7(6).

Figura 25.

Ejemplo del Comportamiento de un Indicador Durante el Primer Semestre



Nota. Tomado de “Estudio del incremento de la productividad a partir de la optimización de la eficiencia energética de sistemas motrices y programas de mantenimiento en una planta industrial metalmecánica: Caso INDIMA S.A.” (p. 42), por Maldonado Castro Montalvo Quizhpi, 2018, *Escuela Politécnica Nacional*.

4.3.2. Evaluación Periódica de los Indicadores Para la Mejora Continua del Sistema de Gestión Energética.

La mejor iniciativa organizacional para la reducción energética es el desarrollo de una cultura de gestión del consumo energético con base en indicadores. Las implementaciones de indicadores energéticos adecuados ofrecen información necesaria para la obtención del rendimiento deseado.

Si bien el establecimiento de indicadores energéticos adecuados es importante en el proceso de reducción energética, los indicadores ineficaces resultan en toma de decisiones mal informadas y comportamientos potencialmente discordantes.

La clave es detectar indicadores que:

- Puedan medirse con frecuencia (por ejemplo, cada hora, cada día, cada semana);
- Conecten la gerencia de la planta con los objetivos estratégicos de alto nivel de la organización;
- Sean comprensibles y prácticos;
- Fomente las responsabilidades basadas en trabajo en equipo.

La evaluación de los datos anteriores permite preseleccionar posibles puntos que lleguen a convertirse en el siguiente paso común y en la utilidad de estos datos para la preparación de uno o más diagramas circulares de energía de referencia que proporcionen el consumo de energía por área, proceso y/o usuarios. También debe considerarse el consumo de energía en condiciones de producción total y de producción cero.

4.4. Registro Documental de SGE según los lineamientos establecidos en la norma ISO 50001.

4.4.1. *Elaboración de la Política Energética y el Alcance del Sistema de Gestión de la Energía.*

La norma ISO 50001 exige que la organización establezca un plan de monitoreo, medición y análisis para sus IDEn. Este plan debe definir claramente qué se medirá, cómo, con qué frecuencia y mediante qué métodos se verificará la exactitud y consistencia de los datos. Por otra parte, la política energética debe establecer el compromiso de la alta dirección con la mejora del rendimiento energético, y las prioridades energéticas de la organización. También debe estar bien documentada y ser socializada con todo el personal para su comprensión (Organización Internacional de Normalización (ISO), 2011).

La política del estado energético de la planta, debe considerar la legislación vigente aplicable, contener objetivos alcanzables, establecer acciones y metas, designar responsables y plazos, y asegurar la participación de todos los niveles de la organización, de acuerdo con los siguientes pasos:

- 1. Definir objetivos:** Parte clave e indispensable en la elaboración de la Política de SGE. Deben responderse las preguntas: ¿Qué se busca lograr con esta política? ¿Reducir costos, mejorar la eficiencia, reducir emisiones?
- 2. Realizar una auditoría energética:** Debe evaluarse el consumo actual de energía en la planta, mediante la identificación de áreas de alto consumo y posibles ineficiencias.
- 3. Establecer acciones y metas:** El establecimiento de medidas concretas para la mejora de la eficiencia energética deben ser realizables, medibles y concretas;

como por ejemplo la actualización de equipos, la optimización de procesos, la implementación de tecnologías más eficientes y la promoción de prácticas de ahorro.

4. **Asignar responsabilidades y plazos:** Designar responsables para la implementación de las acciones y establecer plazos para su cumplimiento.
5. **Difundir la política:** Se debe socializar la política a todos los empleados para el aseguramiento de su comprensión y del compromiso de cumplir con los objetivos establecidos.
6. **Medir y evaluar resultados:** El seguimiento periódico del consumo energético y la evaluación del progreso hacia los objetivos establecidos vinculan a la organización con el cumplimiento del compromiso de la aplicación del SGE.

4.4.2. Evidencia documental para el Aseguramiento de la Conformidad con ISO 50001.

El levantamiento de información y evidencia documental son parte fundamental en el proceso de aplicación y mantenimiento del SGE ISO 50001, misma que asegura que todas las actividades asociadas a SGE son registradas, monitoreadas, y además facilitan la integración con otros sistemas de gestión dentro de la organización (Sotalin Quijia, 2025). En la

Figura 26. se muestra un listado de documentos creados para el SGE.

La gestión de la documentación también puede ser monitoreada a través de indicadores de desempeño que pueden medir la existencia de la documentación

necesaria y el registro de las actividades de SGE para soporte del sistema (Ver ejemplo en la Figura 27).

Figura 26.

Listado de documentos de SGE

Código	Nombre del Documento
OSGE-03	Alcance del SGE _n
OSGE-01	FODA SGE _n
OSGE-02	Partes interesadas SGE _n
OSGE-04	Equipo gestión energía
OSGE-05	Evaluación energética
OSGE-06	Objetivos, metas y programas del SGE _n
ISGE-01	Planificación de recolección de Datos
OPE-14	Política de sistema de gestión de energía
XSGE-01	Matriz de riesgos y oportunidades del SGE _n

Nota. Tomado de “Diseño de un sistema de gestión energética basado en la ISO 50001:2018 de eficiencia energética en la empresa Novopan del Ecuador S.A.” (p. 58), por Sotalin Quijia, 2025, Universidad de Cuenca.

Figura 27.

Ejemplo de Registro de Cumplimiento de la Documentación de SGE

ITEM	NOMBRE	% CUMPLIMIENTO	OBSERVACIÓN
4.1	REQUISITOS GENERALES	53,3	
a)	Establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar un SGE	80	Por los datos y procesos dados, se encuentran en la fase de "mantener"
b)	Definir alcance y límites del SGE	80	Se mencionan y aunque se sabe mas o menos a donde quieren llegar, no se tienen bien definidos estos puntos
c)	Determinar cómo cumplirá los requisitos de la norma, con el fin de lograr mejora continua del desempeño energético y del SGE	0	No se especifica

Nota. Tomado de “Consolidación de información y análisis de brecha para la implementación de la norma ISO 50001 en el marco del Programa Nacional de Gestión Integral de la Energía” (p. 41). por Correa Herrera, 2013, *Universidad Pontificia Bolivariana*.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se determinó el estado actual de consumo energético y se identificaron los principales puntos de consumo y áreas con potencial de optimización energética. Aunque la infraestructura eléctrica cumplió con las condiciones básicas, se identificaron hallazgos de acuerdo con las normas técnicas de referencia estipuladas en la Tabla de Nomenclatura. Estos hallazgos representaron oportunidades de mejora asociadas con la eficiencia de equipos.

Se propusieron modelos para la clasificación de los principales usos significativos de energía en los procesos productivos y administrativos de la planta, cuya información contribuyó a formar una base sólida para la priorización de acciones de eficiencia.

Se mostraron los principales indicadores específicos de desempeño energético para determinar los parámetros de medición para el monitoreo y la evaluación continua del sistema energético de las diferentes áreas de la planta. A través de estos indicadores la organización puede contar con una base técnica para la implementación de acciones correctivas, preventivas y oportunidades de mejora para el cumplimiento de sus objetivos de gestión energética.

Con la información expuesta sobre documentación alineada con los requisitos normativos, la aplicación del Sistema de Gestión Energético puede ser documentado siguiendo los objetivos que se establezcan en la Política de Sistema de Gestión Energética conforme a la norma ISO 50001, facilitando estructuración de procedimientos, registros y controles necesarios para el aseguramiento de la optimización del consumo de la energía en la planta, y garantizar la trazabilidad de acciones y el cumplimiento de los requisitos de la norma.

5.2. Recomendaciones

Con base en los hallazgos del estudio, se recomienda tomar en cuenta las mediciones de consumo energético que detectaron deficiencias en los distintos elementos de consumo eléctricos y realizar el respectivo mantenimiento, ya que, las líneas energéticas deficientes no solo disminuyen la eficiencia energética sino también la productividad y el rendimiento en términos económicos.

Establecer tiempos para el logro de la disminución del consumo energético dentro de la planta y proponer actividades aplicables para el cumplimiento de los objetivos que se determinen para el Sistema de Gestión Energética basado en ISO 50001.

Realizar un seguimiento continuo del estado energético de los equipos e instalaciones eléctricas para identificar oportunidades de mejora que optimicen en su máxima expresión el consumo de energía dentro de la planta.

Conformar un equipo técnico capacitado para la aplicación objetiva del Sistema de Gestión Energético que se encargue de la construcción documental requerida, el monitoreo a través de auditorías, la identificación de indicadores de desempeño energético y demás requisitos mandatorios normativos de la ISO 50001.

BIBLIOGRAFÍA

Abdelaziz, E. A., Saidur, R., & Mekhilef, S. (2011). A review on energy saving strategies in industrial sector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), 150-168.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.09.003>

Acoltzi Acoltzi, H., & Pérez Rebolledo, H. (2011). ISO 50001, Gestión de Energía. *Boletín IIE, Artículo técnico*, 157-161.

Alvarez-Villagómez, J. V., & Concha-Ramírez, J. A. (2025). Incidencia de la crisis energética en los costos de producción en empresas manufactureras. *Revista Científica Zambos*, 4(1), 226-248.

Andrade-Zambrano, E. E., & Real-Pérez, G. L. (2021). Las PYMES y la eficiencia energética con la ISO 50001. *Polo del Conocimiento*, 6(6), 674-694.

- Aranda Usón, A., Barrio Moreno, F., García León, M. P., & Alcalde Germán, E. (2014). Sistemas de gestión de la energía ISO 50001. *Prensas de la Universidad. Universidad de Zaragoza*. T. Docentes, 241.
- Arévalo Toscano, J., Cabellos Martínez, M. I., & Martínez Amariz, A. D. (2023). *Eficiencia energética aplicando la norma ISO 50001:2018, como alternativa de optimización de procesos cambiando los modelos de producción, casos de estudio en Colombia*. 1-9. <https://doi.org/10.26507/paper.3016>
- Barber, K. D., Eduardo Munive-Hernandez, J., & Keane, J. P. (2006). Process-based knowledge management system for continuous improvement. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 23(8), 1002-1018. <https://doi.org/10.1108/02656710610688185>
- Bonacina, F., Corsini, A., De Propriis, L., Marchegiani, A., & Mori, F. (2015). Industrial Energy Management Systems in Italy: State of the Art and Perspective. *Energy Procedia*, 82, 562-569. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.871>
- Burbano Jiménez, K. A., & Rodríguez Ramírez, K. A. (2022). *Diseño de un sistema de gestión energético basado en la norma ISO 50001-2018 en la empresa Desarrollando Progreso S.A.S.* [Corporación Universitaria COMFACAUCA]. <https://repositorio.unicomfacauc.edu.co/bitstream/handle/3000/311/II%2026%202022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bustamante Mejía, J., & López Varona, R. (2014). Calibración de Cámara Termográfica Fluke TI-32. *Scientia et Technica*, 19(1), 58-66.
- Cárdenas-Monné, L., & Baños-Martínez, M. A. (2014). Sistema de Gestión Integrada en Calidad, Medioambiente, Seguridad y Salud, Energía e Investigación+Desarrollo+Innovación. *Ingeniería Industrial*, XLV(1), 1-14.

Carretero Peña, A., & García Sánchez, J. M. (2012). *Gestión de la eficiencia energética: Cálculo del consumo, indicadores y mejora*. Asociación Española de Normalización y certificación AENOR.

Castillo, T., García, F., Mosquera, L., Rivadeneira, T., Schuschny, A., Segura, K., & Yujato, M. (2020). *Panorama Energético de América Latina y El Caribe*. Organización Latinoamericana de Energía.

Castrillón Mendonza, R. D. P., & González Hinestroza, A. J. (2018). *Metodología para la planificación energética a partir de la norma ISO 50001*. Editorial Universidad Autónoma de Occidente. <https://doi.org/10.7476/9789588994604>

Cisneros Guanchaca, E. (2014). *Guía para la aplicación de sistemas de gestión energética orientado a la energía eléctrica, basado en la norma ISO 50001* [Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7749/1/CD-5646.pdf>

Correa Herrera, J. S. (2013). *Consolidación de información y análisis de brecha para la implementación de la norma ISO 50001 en el marco del Programa Nacional de Gestión Integral de la Energía* [Universidad Pontificia Bolivariana]. <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3052/CONSOLIDACION%20DE%20INFORMACION%20Y%20ANALISIS%20DE%20BRECHA%20PARA%20LA%20IMPLEMENTACION%20DE%20LA%20NORMA%20ISO%2050001%20EN%20EL%20MARCO%20DEL%20PROGRAMA%20NACIONAL%20DE%20SISTEMA%20DE%20GESTION%20INTEGRAL%20DE%20LA%20ENERGIA.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Correa Soto, J., Borroto Nordelo, A. E., Alpha Bah, M., González Álvarez, R., Curbelo Martínez, M., & Díaz Rodríguez, A. M. (2014). Diseño e implementación de un

proceso de planificación energética según la norma NC-ISO 50001:2011. *Energética*, 35(1), 38-47.

Crespo Vintimilla, P. J., Vivar Vidal, I. P., & Webster Moscoso, J. F. (2014). *Elaboración de un plan para la implementación de la norma sistemas de gestión de la energía ISO 50001 para la planta matriz de la empresa Induglob S.A* [Universidad del Azuay]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/4254/1/10813.pdf>

Daffaut Anún, R. J. (2024). *Sistemas de gestión de energía en industrias de Argentina: Implementación e identificación de barreras* [Unniversidad Católica de Córdoba]. https://pa.bibdigital.ucc.edu.ar/4784/1/TM_Duffaut%20An%C3%BAn.pdf

Fitzgerald, P., Therkelsen, P., Sheaffer, P., & Rao, P. (2023). Deeper and persistent energy savings and carbon dioxide reductions achieved through ISO 50001 in the manufacturing sector. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 57, 103280. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2023.103280>

Fuchs, H., Aghajanzadeh, A., & Therkelsen, P. (2020). Identification of drivers, benefits, and challenges of ISO 50001 through case study content analysis. *Energy Policy*, 142, 111443. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111443>

Hernández Guzmán, I. D. (2025, junio). Estrategias para la Gestión Energética Limpia: Impulsando empresas y ciudades sostenibles a través de la innovación y el conocimiento. *Revista del Departamento de Ciencias Administrativas*, 34, 4-7.

Javied, T., Deutsch, M., & Franke, J. (2019). A model for integrating energy management in lean production. *Procedia CIRP*, 84, 357-361. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.252>

Kiridena, S., Li, W., & Dwight, R. (2022). Development and Validation of an Overall Equipment Efficiency Measurement Model for Supporting Operational Excellence.

<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.10.201>

Koneva, E., & Osman, R. (2018). *Input Power Quality*. Siemens Industry, Inc.

<https://vfd.com/wp-content/uploads/VFD->

[Input_Power_Quality_WhitePaper_FINAL_AUGUST_20181.pdf](https://vfd.com/wp-content/uploads/VFD-Input_Power_Quality_WhitePaper_FINAL_AUGUST_20181.pdf)

Lira Flores, L. N., Salaverri Lainez, A. M., & Lindo Luna, I. A. (2024). *Diseño de un sistema de gestión energética por medio de la Norma ISO 50001 en la planta 4 de YAZAKI en el departamento de León, en el periodo comprendido de Enero- Junio 2024"*

[Universidad de Ciencias Comerciales].

<https://repositorio.ucc.edu.ni/1406/1/ENERGIA%20TERMINADO.pdf>

Llanes Cedeño, E. A., & Jerez Venegas, V. G. (2023). *Diseño de un sistema de gestión energética bajo las nuevas condiciones productivas en la compañía industria metálica Cotopaxi según la norma ISO 50001* [Universidad Internacional SEK].

<https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/5051/1/Jerez%20Venegas%20Victoria%20Genoveva.pdf>

López De León, M. R. (2015). *Sistema de gestión de la energía, mediante la metodología ISO 50001:2011, para la ciudad universitaria, zona 12, Universidad de San Carlos de Guatemala* [Universidad de San Carlos de Guatemala].

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/5345/>

Maldonado Castro, M. A., & Montalvo Quizhpi, F. G. (2018). *Estudio del incremento de la productividad a partir de la optimización de la eficiencia energética de sistemas motrices y programas de mantenimiento en una planta industrial metalmecánica: Caso INDIMA S.A.* Escuela Politécnica Nacional.

- Marrero, L., Carrizo, D., García-Santander, L., & Ulloa-Vásquez, F. (2021). Uso de algoritmo K-means para clasificar perfiles de clientes con datos de medidores inteligentes de consumo eléctrico: Un caso de estudio. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 29(4), 778-787. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052021000400778>
- McKane, A., Scheihing, P., Evans, T., Glatt, S., & Meffert, W. (2015). *The Business Value of Superior Energy Performance*. ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry. <https://www.aceee.org/files/proceedings/2015/data/papers/1-82.pdf>
- Naciones Unidas. (2024, marzo 1). *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Energy and Carbon Performance Indicators for Industry*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <https://docs.un.org/es/UNEP/EA.6/2>
- Organización Internacional de Normalización (ISO). (2011). *Norma ISO 50001: Sistemas de Gestión de Energía*.
- Organización Latinoamericana de Energía. (2020). *Barómetro de la Energía de América Latina y el Caribe 2020. Los Desafíos del Sector Energético en la Post—Pandemia*. <https://www.parlamentoandino.org/index.php/centro-de-documentacion/noticias/268-titulo-barometro-de-la-energia-de-america-latina-y-el-caribe-2020-los-desafios-del-sector-energetico-en-la-post-pandemia>
- Rey Martínez, F. J., Velasco Gómez, E., & Rey Hernández, J. M. (2018). *Eficiencia energética de los edificios. Sistema de gestión energética ISO 50001. Auditorías energéticas*. Paraninfo.
- Romero Rodríguez, C. (2025). *Propuesta de una metodología integrada de gestión energética basada en ISO 50001 y el enfoque Lean Manufacturing para el sector manufacturero de Colombia* [Universidad Distrital Francisco José de Caldas].

<https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/141f7be2-3999-42d8-b3a5-f64758c34073/content>

Saidur, R., Rahim, N. A., & Hasanuzzaman, M. (2010). A review on compressed-air energy use and energy savings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(4), 1135-1153. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.11.013>

Sotalin Quijia, D. E. (2025). *Diseño de un sistema de gestión energética basado en la ISO 50001:2018 de eficiencia energética en la empresa Novopan del Ecuador S.A.* [Universidad de Cuenca]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/46947>

Unibio Salcedo, M. T. (2022). *Análisis de la implementación de un sistema de gestión basado en la norma ISO 50001 en organizaciones de Latinoamérica* [Fundación universidad de América]. <https://repository.uamerica.edu.co/server/api/core/bitstreams/b20e264f-941e-4007-b737-fae4eab5f19d/content>

Zambrano Alvarez, G. I., & Salvatierra Piloza, D. marcos. (2022). Estimación de la eficiencia energética y huella de carbono en dos empresas metalmecánicas de Manabí. *Polo del Conocimiento*, 7(6), 1042-1068. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i6>

ANEXOS

Anexo A

Norma ISO 50001: 2011

ISO 50001

Septiembre 2018

Sistemas de gestión de la energía
Requisitos con orientación para su uso
(ISO 50001:2018)

Documento para efectos de
capacitación

Versión en español

**Sistemas de gestión de la energía
Requisitos con orientación para su uso
(ISO 50001:2018)**

Energy management systems. Requirements with guidance for use. (ISO 50001:2018)	Systèmes de management de l'énergie. Exigences et recommandations pour la mise en oeuvre. (ISO 50001:2018)	Energiemanagementsysteme. Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung. (ISO 50001:2018)
---	---	--

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2018-08-06.

Los miembros de CEN/CENELEC están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional. Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN/CENELEC, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN/CENELEC en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión de CEN/CENELEC, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN/CENELEC son los organismos nacionales de normalización y los comités electrotécnicos nacionales de los países siguientes: Alemania, Antigua República Yugoslava de Macedonia, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Serbia, Suecia, Suiza y Turquía.



CENTRO DE GESTIÓN DE CEN/CENELEC
Rue de la Science, 23, B-1040 Brussels, Belgium

© 2018 CEN/CENELEC. Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CEN/CENELEC.

Índice

Prólogo europeo	6
Declaración	6
Prólogo	7
0 Introducción	9
0.1 Generalidades	9
0.2 Enfoque al desempeño energético	9
0.3 Ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar	9
0.4 Compatibilidad con otras normas de sistemas de gestión	10
0.5 Beneficios de este documento	11
1 Objeto y campo de aplicación	11
2 Referencias normativas	12
3 Términos y definiciones	12
3.1 Términos relacionados con la organización	12
3.2 Términos relacionados con el sistema de gestión	13
3.3 Términos relacionados con los requisitos	13
3.4 Términos relacionados con el desempeño	15
3.5 Términos relacionados con la energía	17
4 Contexto de la organización	18
4.1 Comprender la organización y su contexto	18
4.2 Comprender las necesidades y expectativas de las partes interesadas	18
4.3 Determinar el campo de aplicación del sistema de gestión de la energía	19
4.4 Sistema de gestión de la energía	19
5 Liderazgo	19
5.1 Liderazgo y compromiso.....	19
5.2 Política energética	20
5.3 Funciones, responsabilidades y autoridades de la organización	21
6 Planificación	21
6.1 Acciones para tratar los riesgos y las oportunidades	21
6.2 Objetivos, metas energéticas, y la planificación para alcanzarlos	22
6.3 Revisión energética	22
Indicadores de desempeño energético	23
Línea de base energética	23
6.6 Planificación para la recopilación de datos de la energía	24
7 Apoyo	24
	7.1

Lista alfabética de términos
45

Prólogo europeo

El texto de la Norma EN ISO 50001:2018 ha sido elaborado por el Comité Técnico ISO/TC 301 *Gestión y ahorro de la energía* en colaboración con el Comité Técnico CEN/CLC/JTC 14 *Gestión energética, auditorías energéticas, ahorro energético*, cuya Secretaría desempeña UNI.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a ella o mediante ratificación antes de finales de febrero de 2019, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de febrero de 2019.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento estén sujetos a derechos de patente. CEN no es responsable de la identificación de dichos derechos de patente.

Esta norma anula y sustituye a la Norma EN ISO 50001:2011.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Antigua República Yugoslava de Macedonia, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Serbia, Suecia, Suiza y Turquía.

Declaración

El texto de la Norma ISO 50001:2018 ha sido aprobado por CEN como Norma EN ISO 50001:2018 sin ninguna modificación.

Prólogo

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de elaboración de las Normas Internacionales se lleva a cabo normalmente a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, gubernamentales y no gubernamentales, vinculadas con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todos los temas de normalización electrotécnica.

En la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC se describen los procedimientos utilizados para desarrollar este documento y aquellos previstos para su mantenimiento posterior. En particular debería tomarse nota

de los diferentes criterios de aprobación necesarios para los distintos tipos de documentos ISO. Este documento ha sido redactado de acuerdo con las reglas editoriales de la Parte 2 de las Directivas ISO/IEC (véase www.iso.org/directives).

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento puedan estar sujetos a derechos de patente. ISO no asume la responsabilidad por la identificación de alguno o todos los derechos de patente. Los detalles sobre cualquier derecho de patente identificado durante el desarrollo de este documento se indicarán en la Introducción y/o en la lista ISO de declaraciones de patente recibidas (véase www.iso.org/patents).

Cualquier nombre comercial utilizado en este documento es información que se proporciona para comodidad del usuario y no constituye una recomendación.

Para una explicación de la naturaleza voluntaria de las normas, el significado de los términos específicos de ISO y las expresiones relacionadas con la evaluación de la conformidad, así como la información acerca de la adhesión de ISO a los principios de la Organización Mundial del Comercio (OMC) respecto a los Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC), véase www.iso.org/iso/foreword.html.

Este documento ha sido elaborado por el Comité Técnico ISO/TC 301, *Gestión y ahorro de la energía*.

Esta segunda edición anula y sustituye a la primera edición (ISO 50001:2011) que ha sido revisada técnicamente.

Los cambios principales en comparación con la edición previa son los siguientes:

- adopción de los requisitos de ISO para las normas de sistemas de gestión, incluyendo una estructura de alto nivel, un núcleo de texto idéntico, y términos y definiciones comunes, para asegurar un alto nivel de compatibilidad con otras normas de sistemas de gestión;
- mejor integración con los procesos estratégicos de gestión;
- aclaración del lenguaje y de la estructura del documento;
- mayor énfasis en la función de la alta dirección;
- adopción de un orden contextual de los términos y de sus definiciones en el capítulo 3, y actualización de algunas definiciones;
- inclusión de nuevas definiciones, incluyendo la mejora en el desempeño energético;
- aclaración de las exclusiones de tipos de energía;
- aclaración de la "revisión energética";
- introducción del concepto de normalización de los indicadores de desempeño energético (IDEn) y de las líneas de base energéticas (LBEn) asociadas;
- adición de detalles sobre el plan de recopilación de datos de la energía y de los requisitos relacionados (anteriormente conocido como plan de medición de la energía);

- aclaración del texto relativo a los indicadores de desempeño energético (IDEn) y de las líneas de base energéticas (LBEn) a fin de proporcionar una mejor comprensión de estos conceptos.

Cualquier comentario o pregunta sobre este documento deberían dirigirse al organismo nacional de normalización del usuario. En www.iso.org/members.html se puede encontrar un listado completo de estos organismos.

Documento para efectos de
capacitación

0 Introducción

0.1 Generalidades

El propósito de este documento es permitir a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar continuamente el desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de energía. Este documento especifica los requisitos del sistema de gestión de la energía (SGEn) de una organización. La implementación exitosa de un SGEn apoya una cultura de mejora del desempeño energético que depende de un compromiso en todos los niveles de la organización, especialmente de la alta dirección. En muchos casos, esto implica cambios culturales dentro de la organización.

Este documento aplica a las actividades bajo el control de la organización. Su aplicación puede adaptarse para ajustarse a los requisitos específicos de la organización, incluyendo la complejidad de sus sistemas, el grado de información documentada, y los recursos disponibles. Este documento no aplica al uso de productos por los usuarios finales fuera del campo de aplicación y de los límites del SGEn, ni aplica al diseño de productos fuera de las instalaciones, equipos, sistemas, o procesos que usen energía. Este documento aplica al diseño y la adquisición de instalaciones, equipos, sistemas, o procesos que usen energía dentro del campo de aplicación y de los límites del SGEn.

El desarrollo y la implementación de un SGEn incluye una política energética, objetivos, metas energéticas y planes de acción relacionados con su eficiencia energética, su uso de la energía, y su consumo de energía, al tiempo que se cumplen los requisitos legales y otros requisitos aplicables. Un SGEn permite a la organización establecer y alcanzar los objetivos y metas energéticas, tomar las acciones necesarias para mejorar su desempeño energético, y demostrar la conformidad de su sistema con respecto a los requisitos de este documento.

0.2 Enfoque al desempeño energético

Este documento proporciona requisitos para un proceso sistemático, impulsado por los datos y basado en hechos, centrado en mejorar continuamente el desempeño energético. El desempeño energético es un elemento clave integrado en los conceptos introducidos en este documento a fin de asegurar resultados eficaces y medibles en el tiempo. El desempeño energético es un concepto que está relacionado con la eficiencia energética, el uso de la energía, y el consumo de energía. Los indicadores de desempeño energético (IDEn) y las líneas de base energéticas (LBEn) son dos elementos interrelacionados tratados en este documento que permiten a las organizaciones demostrar la mejora del desempeño energético.

0.3 Ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar

El SGEn descrito en este documento está basado en el marco de trabajo de mejora continua Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA), e incorpora la gestión de la energía a las prácticas organizacionales existentes, como ilustra la figura 1.

En el contexto de la gestión de la energía, el enfoque PHVA puede perfilarse como sigue.

- **Planificar:** comprender el contexto de la organización, establecer una política energética y un equipo de gestión de la energía, considerar las acciones para tratar los riesgos y las oportunidades, realizar una revisión energética, identificar los usos significativos de la energía (UIEn) y establecer los indicadores de desempeño energético (IDEn), las líneas de base energéticas (LBEn), los objetivos y

las metas energéticas, y los planes de acción necesarios para entregar los resultados que mejorarán el desempeño energético de acuerdo con la política energética de la organización.

Documento para efectos de
capacitación

- **Hacer:** implementar los planes de acción, los controles operacionales y de mantenimiento, y la comunicación, asegurar la competencia y considerar el desempeño energético en el diseño y la adquisición.
- **Verificar:** hacer el seguimiento, la medida, el análisis, la evaluación, la auditoría, y las revisiones por la dirección del desempeño energético y del SGEN.
- **Actuar:** emprender acciones para tratar las no conformidades y mejorar continuamente el desempeño energético y el SGEN.

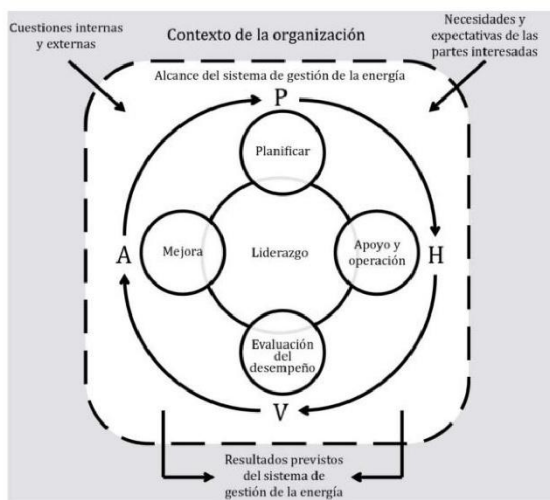


Figura 1 – Ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar

0.4 Compatibilidad con otras normas de sistemas de gestión

Este documento es conforme con los requisitos de ISO para las normas de sistemas de gestión, incluyendo una estructura de alto nivel, un núcleo de texto idéntico, y términos y definiciones comunes, asegurando por tanto un alto nivel de compatibilidad con otras normas de sistemas de gestión. Este documento puede usarse de manera independiente; no obstante, la organización puede elegir combinar su SGEN con otros sistemas de gestión, o integrar su SGEN en el logro de otros objetivos de negocio, medioambientales o sociales. Dos organizaciones que lleven a cabo operaciones similares, pero que tengan distinto desempeño energético, pueden ser ambas conformes con los requisitos de la Norma ISO 50001.

Este documento contiene los requisitos usados para evaluar la conformidad. Una organización que desee demostrar su conformidad con este documento puede hacerlo:

- llevando a cabo una evaluación y una autodeclaración, o
- buscando la confirmación de su conformidad o su autodeclaración por las partes interesadas, como sus clientes, o
- buscando la certificación/el registro de su SGEN por una organización externa.

En este documento se utilizan las siguientes formas verbales:

- “debe” indica un requisito;
- “debería” indica una recomendación;
- “puede” indica una posibilidad, una capacidad o un permiso.

La información marcada como “NOTA” pretende ayudar a comprender o a usar el documento. Las “Notas” usadas en el capítulo 3 proporcionan información adicional que suplementa los datos terminológicos, y pueden contener requisitos relativos al uso de un término.

0.5 Beneficios de este documento

La implementación eficaz de este documento proporciona un enfoque sistemático para mejorar el desempeño energético que puede transformar la manera en que la organización gestiona la energía. Al integrar la gestión de la energía en las prácticas de negocio, las organizaciones pueden establecer un proceso para la mejora continua del desempeño energético. Al mejorar el rendimiento energético y los costes de energía asociados, las organizaciones pueden ser más competitivas. Además, la implementación puede llevar a las organizaciones a cumplir los objetivos generales de mitigación del cambio climático, al reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la energía.

1 Objeto y campo de aplicación

Este documento especifica requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía (SGEn). El resultado previsto es permitir a una organización seguir un enfoque sistemático para alcanzar la mejora continua del desempeño energético y del SGEN.

Este documento:

- a) aplica a cualquier organización independientemente de su tipo, tamaño, complejidad, ubicación geográfica, cultura organizacional, o de los productos y servicios que proporciona;
- b) aplica a las actividades que afectan al desempeño energético que la organización gestiona y controla;
- c) aplica independientemente de la cantidad, el uso y los tipos de energía consumidos;
- d) requiere la demostración de la mejora continua del desempeño energético, pero no define los niveles de mejora del desempeño energético a alcanzar;
- e) puede usarse de manera independiente, o alinearse o integrarse con otros sistemas de gestión.

El anexo A proporciona orientación para el uso de este documento. El anexo B proporciona una comparación de esta edición con la edición anterior.

2 Referencias normativas

No existen referencias normativas en este documento.

3 Términos y definiciones

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones siguientes:

ISO e IEC mantienen bases de datos terminológicas para su utilización en normalización en las siguientes direcciones:

- Plataforma de búsqueda en línea de ISO: disponible en <http://www.iso.org/obp>
- Electropedia de IEC: disponible en <http://www.electropedia.org/>

3.1 Términos relacionados con la organización

3.1.1 organización:

Persona o grupo de personas que tiene sus propias funciones con responsabilidades, autoridades y relaciones para alcanzar sus *objetivos* (véase 3.4.13).

NOTA El concepto de organización incluye, pero no se limita a, comerciantes individuales, compañías, corporaciones, firmas, empresas, autoridades, asociaciones, organizaciones benéficas o instituciones, o una parte o combinación de las mismas, ya sean anónimas o no, públicas o privadas.

3.1.2 alta dirección:

Persona o grupo de personas que dirige y controla una *organización* (véase 3.1.1) a su más alto nivel.

NOTA 1 La alta dirección tiene el poder para delegar autoridad y proporcionar recursos dentro de la organización.

NOTA 2 Si el campo de aplicación del *sistema de gestión* (véase 3.2.1) cubre sólo parte de una organización, entonces la alta dirección hace referencia a aquellos que dirigen y controlan esa parte de la organización.

NOTA 3 La alta dirección controla la organización según se define en el *campo de aplicación del SGEN* (véase 3.1.4) y los *límites* (véase 3.1.3) del *sistema de gestión de la energía* (véase 3.2.2).

3.1.3 límites:

Límites físicos u organizacionales.

EJEMPLO Un *proceso* (véase 3.3.6); un grupo de procesos; una sede; múltiples sedes bajo el control de una organización, o una *organización* (véase 3.1.1) al completo.

NOTA La organización define los límites de su SGEN.

3.1.4 campo de aplicación del sistema de gestión de la energía; campo de aplicación del SGen:
Conjunto de actividades que una *organización* (véase 3.1.1) trata a través de su *sistema de gestión de la energía* (véase 3.2.2).

NOTA El campo de aplicación del SGen puede incluir varios *límites* (véase 3.1.3) y puede incluir operaciones de transporte.

3.1.5 partes interesadas:

Persona u *organización* (véase 3.1.1) que puede afectar, verse afectada o sentirse afectada por una decisión o actividad.

3.2 Términos relacionados con el sistema de gestión

3.2.1 sistema de gestión:

Conjunto de elementos de una *organización* (véase 3.1.1) interrelacionados o que interactúan entre sí para establecer *políticas* (véase 3.2.3) y *objetivos* (véase 3.4.13) y *procesos* (véase 3.3.6) para el logro de dichos objetivos.

NOTA 1 Un sistema de gestión puede tratar una única disciplina o varias disciplinas.

NOTA 2 Los elementos del sistema incluyen la estructura, las funciones y las responsabilidades, la planificación y la operación de la organización.

NOTA 3 En algunos sistemas de gestión, el campo de aplicación del sistema de gestión puede incluir a la organización al completo, a funciones específicas e identificadas de la organización, a secciones específicas e identificadas de la organización, o a una o más funciones a lo largo de un grupo de organizaciones. El *campo de aplicación del SGen* (véase 3.1.4) incluye todos los tipos de energía dentro de sus *límites* (véase 3.1.3).

3.2.2 sistema de gestión de la energía, SGen:

Sistema de gestión (véase 3.2.1) para establecer una *política energética* (véase 3.2.4), unos *objetivos* (véase 3.4.13), unas *metas energéticas* (véase 3.4.15), unos planes de acción y unos *procesos* (véase 3.3.6) para alcanzar los objetivos y las metas energéticas.

3.2.3 política:

Intenciones y dirección de una *organización* (véase 3.1.1), según lo expresa formalmente su *alta dirección* (véase 3.1.2).

3.2.4 política energética:

Declaración de la *organización* (véase 3.1.1) sobre sus intenciones, su dirección y sus compromisos generales con respecto al *desempeño energético* (véase 3.4.3), según lo expresa formalmente su *alta dirección* (véase 3.1.2)

3.2.5 equipo de gestión de la energía:

Personas con la responsabilidad y autoridad para la implementación eficaz de un *sistema de gestión de la energía* (véase 3.2.2) y para la consecución de una *mejora del desempeño energético* (véase 3.4.6).

NOTA Al determinar el tamaño de un equipo de gestión de la energía, hay que tener en cuenta el tamaño y la naturaleza de la *organización* (véase 3.1.1) y los recursos disponibles. Una sola persona puede desempeñar la función del equipo.

3.3 Términos relacionados con los requisitos

3.3.1 requisito:

Necesidad o expectativa establecida, obligatoria o generalmente implícita.

NOTA 1 "Generalmente implícita" significa que es una costumbre o una práctica habitual para la *organización* (véase 3.1.1) y para las *partes interesadas* (véase 3.1.5) el que la necesidad o la expectativa bajo consideración esté implícita.

NOTA 2 Un requisito especificado es aquel que se ha declarado, por ejemplo en la *información documentada* (véase 3.3.5).

3.3.2 conformidad:

Cumplimiento de un *requisito* (véase 3.3.1).

3.3.3 no conformidad:

Incumplimiento de un *requisito* (véase 3.3.1).

3.3.4 acción correctiva:

Acción para eliminar la causa de una *no conformidad* (véase 3.3.3) y para prevenir que vuelva a suceder.

3.3.5 información documentada:

Información que la *organización* (véase 3.1.1) requiere controlar y mantener, y el medio en el que está contenida.

NOTA 1 La información documentada puede estar en cualquier formato y medio, y provenir de cualquier fuente.

NOTA 2 La información documentada puede hacer referencia a:

- el *sistema de gestión* (véase 3.2.1), incluyendo los *procesos* (véase 3.3.6) relacionados;
- la información creada para el funcionamiento de la organización (documentación); -
las evidencias de los resultados alcanzados (registros).

3.3.6 proceso:

Conjunto de actividades interrelacionadas o que interactúan entre sí que transforman las entradas en salidas.

NOTA Un proceso relacionado con las actividades de una *organización* (véase 3.1.1) puede ser:

- físico (por ejemplo procesos que usan energía, como la combustión), o - de
negocio o un servicio (por ejemplo el despacho de pedidos).

3.3.7 seguimiento:

Determinación del estado de un sistema, un *proceso* (véase 3.3.6) o una actividad.

NOTA 1 Para determinar el estado, puede ser necesario verificar, supervisar, u observar de manera crítica.

NOTA 2 En un *sistema de gestión de la energía* (véase 3.2.2), el seguimiento puede ser una revisión de los datos de la energía.

3.3.8 auditoría:

Proceso (véase 3.3.6) sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de auditoría y evaluarlas objetivamente a fin de determinar el grado en el que se han cumplido los criterios de auditoría.

NOTA 1 Una auditoría puede ser una auditoría interna (de primera parte) o una auditoría externa (de segunda parte o de tercera parte), y puede ser una auditoría combinada (combinando dos o más disciplinas).

NOTA 2 Una auditoría interna la realiza la propia *organización* (véase 3.1.1), o una parte externa en su nombre.

NOTA 3 La "evidencia de auditoría" y los "criterios de auditoría" están definidos en la Norma ISO 19011.

NOTA 4 El término "auditoría" tal y como se define aquí y se usa en este documento significa la auditoría interna de un *sistema de gestión de la energía* (véase 3.2.2). Esto es diferente de una "auditoría energética". En esta definición, "evidencia de la auditoría" significa evidencia de una auditoría interna del sistema de gestión de la energía, y no evidencia de una auditoría energética.

3.3.9 contratación externa:

Acuerdo en el que una *organización* (véase 3.1.1) externa desempeña parte de una función o de un *proceso* (véase 3.3.6) de la organización.

NOTA Aunque la organización externa está fuera del campo de aplicación del *sistema de gestión* (véase 3.2.1), la función o el proceso contratados externamente sí están dentro del campo de aplicación.

3.4 Términos relacionados con el desempeño

3.4.1 medición:

Proceso (véase 3.3.6) para determinar un valor.

NOTA Véase la Guía ISO/IEC 99 para información adicional sobre conceptos relacionados con la medición.

3.4.2 desempeño:

Resultado medible.

NOTA 1 El desempeño puede hacer referencia tanto a hallazgos cuantitativos como cualitativos.

NOTA 2 El desempeño puede hacer referencia a la gestión de actividades, *procesos* (véase 3.3.6), productos (incluyendo servicios), sistemas u *organizaciones* (véase 3.1.1).

3.4.3 desempeño energético:

Resultados medibles relacionados con la *eficiencia energética* (véase 3.5.3), el *uso de la energía* (véase 3.5.4) y el *consumo de energía* (véase 3.5.2).

NOTA 1 El desempeño energético puede medirse con respecto a los *objetivos* (véase 3.4.13) de la *organización* (3.1.1), a las *metas energéticas* (véase 3.4.15) y a otros requisitos de desempeño energético.

NOTA 2 El desempeño energético es un componente del *desempeño* (véase 3.4.2) del *sistema de gestión de la energía* (véase 3.2.2).

3.4.4 indicador de desempeño energético, IDEn:

Medida o unidad del *desempeño energético* (véase 3.4.3), según lo define la *organización* (véase 3.1.1).

NOTA 1 Los IDEn pueden expresarse usando una métrica simple, una proporción, o un modelo, dependiendo de la naturaleza de las actividades que se miden.

NOTA 2 Véase la Norma ISO 50006 para información adicional sobre los IDEn.

3.4.5 valor del indicador de desempeño energético; valor del IDEn:

Cuantificación del *IDEn* (véase 3.4.4) en un punto o sobre un periodo de tiempo especificados.

3.4.6 mejora del desempeño energético:

Mejora en los resultados medibles de la *eficiencia energética* (véase 3.5.3), o del *consumo de energía* (véase 3.5.2) relacionada con el *uso de la energía* (véase 3.5.4), comparada con la *línea de base energética* (véase 3.4.7).

3.4.7 línea de base energética, LBEn:

Referencias cuantitativas que proporcionan una base para la comparación del *desempeño energético* (véase 3.4.3).

NOTA 1 La línea de base energética está basada en datos de un periodo de tiempo o de unas condiciones especificados, según los define la *organización* (véase 3.1.1).

NOTA 2 Se utilizan una o más líneas de base energéticas para determinar la *mejora del desempeño energético* (véase 3.4.6), como una referencia del antes y el después, o de la implementación con o sin las acciones para la mejora del desempeño energético.

NOTA 3 Véase la Norma ISO 50015 para información adicional sobre la medición y la verificación del desempeño energético.

NOTA 4 Véase la Norma ISO 50006 para información adicional sobre los IDEn y las LBEn.

3.4.8 factor estático:

Factor identificado que tiene un impacto significativo sobre el *desempeño energético* (véase 3.4.3) y no cambia de manera rutinaria.

NOTA Los criterios de importancia los determina la *organización* (véase 3.1.1).

EJEMPLO Tamaño de las instalaciones; diseño de los equipos instalados; número de turnos semanales; variedad de productos.

[FUENTE: ISO 50015:2014, 3.22, modificada – se han modificado la Nota y el EJEMPLO, y se ha borrado el EJEMPLO 2]

3.4.9 variable pertinente:

Factor cuantificable que tiene un impacto significativo sobre el *desempeño energético* (véase 3.4.3) y cambia de manera rutinaria.

NOTA Los criterios de importancia los determina la *organización* (véase 3.1.1).

EJEMPLO Condiciones meteorológicas, condiciones de operación (temperatura en el interior, nivel de iluminación), horas de trabajo, resultados de la producción.

[FUENTE: ISO 50015:2014, 3.18, modificada – se ha añadido la Nota y se ha modificado la redacción de los ejemplos]

3.4.10 normalización de datos:

Modificación de los datos para tener en cuenta cambios que permitan la comparación del *desempeño energético* (véase 3.4.3) bajo condiciones equivalentes.

3.4.11 riesgo:

Efecto de la incertidumbre.

NOTA 1 Un efecto es la desviación con respecto a lo esperado – positiva o negativa.

NOTA 2 La incertidumbre es el estado, incluso parcial, de deficiencia de información relativa a un evento, a su comprensión o a su conocimiento, a sus consecuencias, o a su probabilidad.

NOTA 3 El riesgo a menudo se caracteriza en relación a los “eventos” potenciales (según se definen en la Guía ISO 73) y a las “consecuencias” potenciales (según se definen en la Guía ISO 73), o a una combinación de las mismas.

NOTA 4 El riesgo se expresa a menudo en términos de una combinación de las consecuencias de un evento (incluyendo los cambios en las circunstancias) y de la “probabilidad” asociada (según se define en la Guía ISO 73) de que ocurra.

3.4.12 competencia:

Capacidad para aplicar conocimiento y habilidades para alcanzar los resultados previstos.

3.4.13 objetivo:

Resultados a alcanzar.

NOTA 1 Un objetivo puede ser estratégico, táctico u operacional.

NOTA 2 Los objetivos pueden estar relacionados con disciplinas diferentes (como metas financieras, de salud y seguridad, y medioambientales) y pueden aplicar a diferentes niveles [como a nivel estratégico, a nivel de toda la organización, a nivel de producto y de *proceso* (véase 3.3.6)].

NOTA 3 Un objetivo puede expresarse de otras maneras, por ejemplo como un resultado esperado, un propósito, un criterio operacional, un objetivo de energía, o por el uso de otras palabras con significados similares (por ejemplo propósito, meta).

NOTA 4 En el contexto de los *sistemas de gestión de la energía* (véase 3.2.2), la *organización* (véase 3.1.1) establece los objetivos, de manera coherente con la *política energética* (véase 3.2.4), para alcanzar resultados específicos.

3.4.14 eficacia:

Grado en el que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados previstos.

3.4.15 meta energética:

Objetivo (véase 3.4.13) cuantificable de la *mejora del desempeño energético* (véase 3.4.6).

NOTA Una meta energética puede estar incluida dentro de un objetivo.

3.4.16 mejora continua:

Actividad recurrente para mejorar el *desempeño* (véase 3.4.2).

NOTA El concepto se relaciona con la mejora del *desempeño energético* (véase 3.4.3) y con el *sistema de gestión de la energía* (véase 3.2.2).

3.5 Términos relacionados con la energía

3.5.1 energía:

Electricidad, combustibles, vapor, calor, aire comprimido y otros medios similares.

NOTA Para los propósitos de este documento, la energía hace referencia a varios tipos de energía, incluyendo energías renovables, que pueden adquirirse, almacenarse, tratarse, usarse en un equipo o un proceso, o recuperarse.

3.5.2 consumo de energía:

Cantidad de *energía* (véase 3.5.1) aplicada.

3.5.3 eficiencia energética:

Proporción u otra relación cuantitativa entre un resultado del *desempeño* (véase 3.4.2), del servicio, de los bienes, de las materias prima, o de la *energía* (véase 3.5.1), y una entrada de energía.

EJEMPLO Eficiencia de conversión; energía requerida/energía consumida.

NOTA Tanto la entrada como la salida deberían de estar claramente especificadas en términos de cantidad y calidad, y ser medibles.

3.5.4 uso de la energía:

Aplicación de la *energía* (véase 3.5.1).

EJEMPLO Ventilación; iluminación; calefacción; refrigeración; transporte; almacenamiento de datos; proceso de producción.

NOTA El uso de la energía a veces se conoce como "uso final de la energía".

3.5.5 revisión energética:

Análisis de la *eficiencia energética* (véase 3.5.3), del *uso de la energía* (véase 3.5.4) y del *consumo de energía* (véase 3.5.2) basado en los datos y en otra información, que conduce a la identificación de *UIEn* (véase 3.5.6) y a oportunidades para la *mejora del desempeño energético* (véase 3.4.6).

3.5.6 uso significativo de la energía, UIEn:

Uso de la energía (véase 3.5.4) que supone un *consumo de energía* (véase 3.5.2) sustancial y/o que ofrece un potencial considerable para la *mejora del desempeño energético* (véase 3.4.6).

NOTA 1 Los criterios de importancia los determina la *organización* (véase 3.1.1).

NOTA 2 Los UIEn pueden ser instalaciones, sistemas, procesos o equipos.

4 Contexto de la organización

4.1 Comprender la organización y su contexto

La organización debe determinar los temas externos e internos que son pertinentes para su propósito y que afectan a su capacidad para alcanzar los resultados previstos de su SGEN y para mejorar su desempeño energético.

4.2 Comprender las necesidades y expectativas de las partes interesadas

La organización debe determinar:

- las partes interesadas que son pertinentes para el desempeño energético y para el SGEN;
- los requisitos pertinentes de estas partes interesadas;
- cuáles de las necesidades y expectativas identificadas trata la organización a través de su SGEN.

La organización debe:

- asegurarse de que tiene acceso a los requisitos legales y otros requisitos aplicables relacionados con su eficiencia energética, su uso de la energía y su consumo de energía;

- determinar la manera en que estos requisitos aplican a su eficiencia energética, su uso de la energía y su consumo de energía;
- asegurarse de que se tienen en cuenta estos requisitos;
- revisar a intervalos definidos sus requisitos legales y otros requisitos.

NOTA Para información adicional sobre la gestión de la conformidad, véase la Norma ISO 19600.

4.3 Determinar el campo de aplicación del sistema de gestión de la energía

La organización debe determinar los límites y la aplicabilidad del SGen para establecer su campo de aplicación.

Al determinar el campo de aplicación del SGen, la organización debe considerar:

- a) los temas externos e internos a los que se hace referencia en el apartado 4.1;
- b) los requisitos a los que se hace referencia en el apartado 4.2.

La organización debe asegurarse de que tiene la autoridad para controlar su eficiencia energética, su uso de la energía, y su consumo de energía dentro del campo de aplicación y de los límites. La organización no debe excluir un tipo de energía dentro del campo de aplicación y de los límites.

El campo de aplicación y los límites del SGen deben mantenerse actualizados como información documentada (véase 7.5).

4.4 Sistema de gestión de la energía

La organización debe establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente un SGen, incluyendo los procesos necesarios y sus interacciones, y mejorar continuamente el desempeño energético, de acuerdo con los requisitos de este documento.

NOTA Los procesos necesarios pueden diferir de una organización a otra debido a:

- el tamaño de la organización y sus tipos de actividades, procesos, productos y servicios;
- la complejidad de los procesos y de sus interacciones;
- la competencia del personal.

5 Liderazgo

5.1 Liderazgo y compromiso

La alta dirección debe demostrar liderazgo y compromiso con respecto a la mejora continua de su desempeño energético y de la eficacia de su SGen:

- a) asegurándose de que se establecen el campo de aplicación y los límites del SGen;
- b) asegurándose de que se establecen la política energética (véase 5.2), los objetivos y las metas energéticas (véase 6.2), y de que son compatibles con la dirección estratégica de la organización;

- c) asegurándose de la integración de los requisitos del SGen en los procesos de negocio de la organización;

NOTA Las referencias a "negocio" en este documento pueden interpretarse de manera amplia para incluir aquellas actividades que son centrales al propósito de la existencia de la organización.

- d) asegurándose de que se aprueban e implementan planes de acción;
- e) asegurándose de que se dispone de los recursos necesarios;
- f) comunicando la importancia de una gestión energética eficaz y de la conformidad con los requisitos del SGen;
- g) asegurándose de que el SGen alcanza sus resultados previstos;
- h) fomentando la mejora continua del desempeño energético y del SGen;
- i) asegurándose de la formación de un equipo de gestión de la energía;
- j) dirigiendo y apoyando a las personas para contribuir a la eficacia del SGen y a la mejora del desempeño energético;
- k) respaldando a otras funciones pertinentes de la dirección para demostrar su liderazgo según aplica a sus áreas de responsabilidad;
- l) asegurándose de que los IDEn representan adecuadamente el desempeño energético;
- m) asegurándose de que se establecen e implementan procesos para identificar y tratar los cambios que afectan al SGen y al desempeño energético dentro del campo de aplicación y de los límites del SGen.

5.2 Política energética

La alta dirección debe establecer una política energética que: a)
sea apropiada para el propósito de la organización;

- b) proporcione un marco de trabajo para establecer y revisar los objetivos y las metas energéticas (véase 6.2);
- c) incluya un compromiso que garantice la disponibilidad de información y de los recursos necesarios para alcanzar los objetivos y las metas energéticas;
- d) incluya un compromiso de satisfacer los requisitos legales y otros requisitos aplicables (véase 4.2) relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de energía;
- e) incluya un compromiso de mejora continua (véase 10.2) del desempeño energético y del SGen;



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Alarcón Rodríguez, Leslie Lilibeth** con C.C: # 0953439429 autor del Trabajo de Titulación: **Estudio para el proceso de certificación del sistema de gestión de la energía ISO 50001 en la industria metal mecánica**, previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, a los 2 del mes de septiembre del año 2025

LA AUTORA

f. 

Alarcón Rodríguez, Leslie Lilibeth

C.C: 0953439429



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Estudio para el proceso de certificación del sistema de gestión de la energía ISO 50001 en la industria metal mecánica.		
AUTOR(ES)	Alarcón Rodríguez, Leslie Lilibeth		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Zamora Cedeño, Néstor Armando M.Sc		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Electricidad		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Electricidad		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	2 de septiembre del 2025	No. DE PÁGINAS:	86
ÁREAS TEMÁTICAS:	Certificación para industrias metalmecánicas.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Eficiencia energética, sistemas de gestión de energía, norma ISO 50001		

RESUMEN/ABSTRACT: La eficiencia energética se ha convertido en un punto clave dentro de las industrias debido al impacto que representa en la reducción de costos operativos dentro de la organización, y también por su contribución ambiental y al cumplimiento de normativas cada vez más exigentes. Las industrias dedicadas a la metalmecánica emplean una variedad de equipos que demandan altos niveles de energía y que no siempre son gestionados de forma óptima, representando en ocasiones pérdidas económicas y ambientales significativas. Con el fin de optimizar el desempeño energético, reducir costos y contribuir a la sostenibilidad ambiental de una planta de producción metalmecánica, el objetivo de esta investigación fue realizar un estudio técnico para evaluar la viabilidad del Sistema de Gestión de Energía basado en la norma ISO 50001. Para el efecto, se utilizaron instrumentos de medición como analizador de energía, medidores inteligentes de consumo de electricidad, multímetro, cámaras térmicas. Para la centralización, proceso y visualización de los datos medidos se utilizaron softwares de análisis como Power Monitorng Expert, Solis Cloud, Svision on-promises. La evidencia de las mediciones quedó establecida mediante el uso de la documentación técnica, mediante la cual se evaluó el estado de consumo y del sistema eléctrico de la planta industrial y se establecieron pautas de indicadores específicos de desempeño energético.

ADJUNTO PDF:	☐ SI	☐ NO
CONTACTO CON AUTOR	Teléfono: +593-960539296	E-mail: lilibeth012000@gmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ubilla González Ricardo Xavier	
COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Teléfono: +593-999528515	
	E-mail: ricardo.ubilla@cu.ucsg.edu.ec	

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	